



ใบรับรองวิทยานิพนธ์  
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต (วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม)

ปริญญา

วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม

วิทยาลัยสิ่งแวดล้อม

สาขา

ภาควิชา

เรื่อง การจำลองแบบเครือข่ายเพื่อทำนายผลผลิตมันสำปะหลังในพื้นที่ศูนย์ศึกษาการพัฒนา  
เขานินซออันเนื่องมาจากพระราชดำริ โดยใช้หลักการระบบสิ่งแวดล้อม

Network Modeling for Forecasting Cassava Yield in Khao Hin Sorn Royal Development  
Study Center Area Based on Principles of Environmental Systems

นามผู้วิจัย นายชเนศ มณีกุล

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

( อาจารย์โสภณ ณะมัย, Ph.D. )

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

( ศาสตราจารย์นิพนธ์ ตั้งธรรม, Ph.D. )

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

( ศาสตราจารย์พระศักดิ์ ศรีนิเวศน์, Ph.D. )

ประธานสาขาวิชา

( ศาสตราจารย์เกษม จันทร์แก้ว, Ph.D. )

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

( รองศาสตราจารย์กาญจนา ชีระกุล, D.Agr. )

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ ..... เดือน ..... พ.ศ. ....

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การจำลองแบบเครือข่ายเพื่อทำนายผลผลิตมันสำปะหลังในพื้นที่ศูนย์ศึกษาการพัฒนา  
เขาคหินซ้อนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ โดยใช้หลักการระบบสิ่งแวดล้อม

Network Modeling for Forecasting Cassava Yield in Khao Hin Sorn Royal Development  
Study Center Area Based on Principles of Environmental Systems

โดย

นายรณศ มณีกุล

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์  
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต (วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม)

พ.ศ. 2553

ธนศ มณีกุล 2553: การจำลองแบบเครือข่ายเพื่อทำนายผลผลิตมันสำปะหลังในพื้นที่  
ศูนย์ศึกษาการพัฒนาเขาหินซ้อนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ โดยใช้หลักการระบบ  
สิ่งแวดล้อม ปรินญาปรัชญาคุณฐิบัณฑิต (วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม)  
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม วิทยาลัยสิ่งแวดล้อม อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก:  
อาจารย์โสภณ ณะมัย, Ph.D. 143 หน้า

วัตถุประสงค์ของการวิจัยนี้ คือ จำลองแบบเครือข่ายเพื่อทำนายผลผลิตมันสำปะหลังในพื้นที่ศูนย์  
ศึกษาการพัฒนาเขาหินซ้อนอันเนื่องมาจากพระราชดำริโดยใช้หลักการระบบสิ่งแวดล้อม วิธีการ  
ศึกษาแบ่งออกเป็น (1) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรของ  
มันสำปะหลังในพื้นที่ศูนย์ศึกษาการพัฒนาเขาหินซ้อนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ (2)  
ศึกษาโครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรของมันสำปะหลังที่มีความสัมพันธ์กับผลผลิต  
มันสำปะหลัง และ (3) การจำลองแบบเครือข่ายเพื่อทำนายผลผลิตมันสำปะหลังในพื้นที่ศูนย์  
ศึกษาการพัฒนาเขาหินซ้อนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ

ผลการศึกษาครั้งนี้พบว่า (1) โครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรของมันสำปะหลังใน  
พื้นที่ศูนย์ศึกษาการพัฒนาเขาหินซ้อนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ มีอยู่ 18 โครงสร้าง ประกอบด้วย  
โครงสร้างที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ ได้แก่ ปริมาณน้ำฝน จำนวนวันฝนตก ชั่วโมงแดดออก  
อุณหภูมิเฉลี่ย อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย ลักษณะดิน ลักษณะพื้นที่ กับโครงสร้างที่  
มนุษย์สร้างขึ้น ได้แก่ ช่วงเวลาปลูก พันธุ์มันสำปะหลัง การเตรียมดิน การยกทรง ระยะเวลาปลูก การใช้  
ปุ๋ย การกำจัดวัชพืช โรคแมลง อายุการเก็บเกี่ยว และวิธีการเก็บเกี่ยว (2) โครงสร้างที่เกิดขึ้นเองตาม  
ธรรมชาติ ไม่มีความสัมพันธ์กับผลผลิตมันสำปะหลัง ส่วนโครงสร้างที่มนุษย์สร้างขึ้นที่สัมพันธ์  
กับผลผลิตมันสำปะหลัง ได้แก่ ระยะเวลาปลูกและการใช้ปุ๋ย (3) การจำลองแบบเครือข่ายเพื่อทำนาย  
ผลผลิตมันสำปะหลังตามทฤษฎี สามารถพัฒนาแบบจำลองได้ทั้งสิ้น 144 แบบจำลอง ส่วนการ  
จำลองแบบเครือข่ายเพื่อทำนายผลผลิตมันสำปะหลังในพื้นที่ศูนย์ศึกษาการพัฒนาเขาหินซ้อน  
อันเนื่องมาจากพระราชดำริ สามารถพัฒนาได้ 41 แบบจำลอง

ลายมือชื่อนิติ

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

Thanes Maneekul 2010: Network Modeling for Forecasting Cassava Yield in Khao Hin Sorn Royal Development Study Center Area Based on Principles of Environmental Systems. Doctor of Philosophy (Environmental Science), Major Field: Environmental Science, College of Environment. Thesis Advisor: Mr. Sophon Thanamai, Ph.D. 143 pages.

The objective of this research is to construct network models for forecasting cassava yield in Khao Hin Sorn Royal Development Study Center Area based on using principles of environmental systems. There are 3 steps of study, viz. (1) study on structural change of agriculture environmental system of cassava in Khao Hin Sorn Royal Development Center Area (2) find out the environmental structure affecting cassava yield, and (3) develop network modeling for forecasting cassava yield in Khao Hin Sorn Royal Development Study Center Area.

The result of this study revealed that (1) there were 18 possible factors affecting agriculture environmental system of cassava in Khao Hin Sorn Royal Study Area. The natural factors comprised precipitation, rainy days, sunny hours, mean temperature, mean maximum temperature, mean minimum temperature, soil type and topography. The man-made structure comprised cassava variety, planting time, land preparation, ridging, spacing, fertilization, control of weeds, diseases and insects, age at harvest and harvesting method. (2) No natural factors were found affecting cassava yield, while 2 man-made factors, viz. spacing and fertilization affected yield. (3) Theoretically, there were 144 possible network models developed, but only 41 network models were suitable for in Khao Hin Sorn Royal Development Study Center Area.

---

Student's signature

---

Thesis Advisor's signature

\_\_\_ / \_\_\_ / \_\_\_

## กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณมูลนิธิชัยพัฒนาที่ได้ให้การสนับสนุนงบประมาณในการจัดทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้แล้วเสร็จลุล่วงไปตามวัตถุประสงค์

ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ ดร. โสภณ ชนะมัย อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ศ.ดร. นิพนธ์ ตั้งธรรม และ ศ.ดร. พิระศักดิ์ ศรีนิเวศน์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ได้คำแนะนำแนวทางการศึกษาเป็นอย่างดีตลอดระยะเวลาที่ทำการศึกษา พร้อมทั้งให้คำปรึกษาและหลักคิด ตลอดจนชี้แนะแนวทางการแก้ไขข้อบกพร่องจนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสิ้นสมบูรณ์ และขอกราบขอบพระคุณ รศ.ดร. สามัคคี บุญยะวัฒน์ ประธานการสอบ และอาจารย์ ดร. ไมตรี ดวงสวัสดิ์ ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก ที่ได้ให้คำแนะนำในการแก้ไขวิทยานิพนธ์ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น และขอกราบขอบพระคุณ ศ.ดร. เกษม จันทร์แก้ว คณบดีวิทยาลัยสิ่งแวดล้อมผู้ที่ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้หลักคิดทางวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมและคำแนะนำต่างๆ ตลอดจนให้การสนับสนุนในการศึกษาระดับปริญญาเอกในครั้งนี้

ขอกราบขอบพระคุณผู้บริหารสำนักงานมูลนิธิชัยพัฒนา ผู้บริหารสำนักงาน กปร. ที่ได้ให้การสนับสนุนและความห่วงใยในการศึกษาของข้าพเจ้ามาโดยตลอด และขอขอบคุณศูนย์ฯ เขาหินซ้อน อันเนื่องมาจากพระราชดำริ ที่ได้ให้การสนับสนุนการจัดทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

ขอขอบคุณ อาจารย์จรงค์ วนิชาชีวะ คุณเกรียงศักดิ์ หงษ์โต พี่วิกรม พี่อืด พี่นุช สุชาติ นิสิตป.เอก รุ่น 5 เพื่อน พี่ น้อง จากสำนักงานมูลนิธิชัยพัฒนา สำนักงาน กปร. ศูนย์ฯ เขาหินซ้อนฯ โครงการฯ แหลมผักเบี้ยฯ วิทยาลัยสิ่งแวดล้อม และสาขาพัฒนาสังคม ที่ได้กำลังใจ กำลังกาย และความช่วยเหลือตลอดการศึกษาในครั้งนี้ และขอขอบคุณเกษตรกรในพื้นที่ศูนย์ฯ เขาหินซ้อนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ ที่ได้ข้อมูลและความช่วยเหลือในการวิจัยครั้งนี้เป็นอย่างดี

ขอขอบพระคุณคุณแม่อุบล มณีกุล ที่ได้ให้ความห่วงใยในเรื่องการศึกษา ให้กำลังใจ ให้การสนับสนุนเงินทุนในการศึกษาแก่ข้าพเจ้ามาโดยตลอด และขออุทิศคุณงามความดีที่เกิดขึ้นแก่คุณพ่อ ชัยยนต์ มณีกุล ผู้ล่วงลับไปแล้ว ขอขอบคุณ โอ ออย ที่ช่วยเหลือในเรื่องต่างๆ มาโดยตลอด

ชเนศ มณีกุล

พฤษภาคม 2553

## สารบัญ

หน้า

สารบัญตาราง	(4)
สารบัญภาพ	(8)
บทที่ 1 บทนำ	1
ความสำคัญของปัญหา	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	3
ขอบเขตการวิจัย	3
ประโยชน์ที่ได้รับ	4
นิยามศัพท์เชิงปฏิบัติการ	4
บทที่ 2 การตรวจเอกสาร	6
ระบบสิ่งแวดล้อม	6
ระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรของมันสำปะหลัง	9
แบบจำลอง	14
แบบจำลองเครือข่าย	19
ศูนย์ศึกษาการพัฒนาเขาหินซ้อนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ	23
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	26
กรอบแนวคิดในการวิจัย	30
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	33
ระยะที่ 1 ลักษณะทั่วไปของพื้นที่ศึกษา	33
ระยะที่ 2 การศึกษาการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อม	
การเกษตรของมันสำปะหลังในพื้นที่ศูนย์ศึกษาการพัฒนาเขาหินซ้อน	
อันเนื่องมาจากพระราชดำริ	34
ระยะที่ 3 การวิเคราะห์โครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรของ	
มันสำปะหลังที่มีความสัมพันธ์กับผลผลิต	38
ระยะที่ 4 การจำลองแบบเครือข่าย	39

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการวิจัยและข้อวิจารณ์	42
ส่วนที่ 1 ลักษณะทั่วไปของพื้นที่ศึกษา	42
ส่วนที่ 2 โครงสร้างและการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อม การเกษตรของมณฑลสำปะหลัง	53
ส่วนที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตร ของมณฑลสำปะหลังกับผลผลิตมันสำปะหลัง	74
ส่วนที่ 4 แบบจำลองเครือข่าย	78
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	104
สรุปผลการวิจัย	104
ข้อเสนอแนะ	105
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	108
ภาคผนวก	113
ภาคผนวก ก รายชื่อผู้เชี่ยวชาญด้านมันสำปะหลังผู้ประเมินโครงสร้าง ระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรของมณฑลสำปะหลัง	114
ภาคผนวก ข หนังสือขอความอนุเคราะห์ข้อมูลจากกรมอุตุนิยมวิทยา	116
ภาคผนวก ค แผนผังความคิดที่ใช้เป็นกรอบในการสัมภาษณ์เกษตรกร ผู้ประสบความสำเร็จในการประกอบอาชีพปลูก มันสำปะหลัง	118
ภาคผนวก ง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	120
ภาคผนวก จ ตารางแสดงค่าความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างระบบ สิ่งแวดล้อมการเกษตรของมณฑลสำปะหลังที่เป็นข้อมูลสภาพ อากาศกับผลผลิตมันสำปะหลัง	136

## สารบัญ (ต่อ)

หน้า

ภาคผนวก ฉ ความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อม	
การเกษตรของมันสำปะหลังที่เป็นข้อมูลที่ได้จากการ	
สัมภาษณ์เกษตรกรกับผลผลิตมันสำปะหลัง	138
ภาคผนวก ช คำสั่งในโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป spread sheet	141
ประวัติการศึกษา และการทำงาน	143

## สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	คุณสมบัติทางเคมีของดินบริเวณพื้นที่ศูนย์ฯ เขาหินซ้อนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ	26
2	สภาพอากาศบริเวณพื้นที่ศูนย์การศึกษาการพัฒนาเขาหินซ้อนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ ปี 2546-2550	49
3	พื้นที่การเกษตรและชนิดพืชที่ปลูกในพื้นที่ตำบลเขาหินซ้อน และตำบลเกาะขนุน	50
4	ปฏิทินการเพาะปลูกมันสำปะหลัง	52
5	โครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรของมันสำปะหลัง	54
6	โครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรของมันสำปะหลังที่ได้จากการนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบและให้ข้อเสนอแนะ	56
7	โครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรที่เป็นสภาพอากาศของมันสำปะหลังในพื้นที่ศูนย์ฯ เขาหินซ้อนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ	58
8	โครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรของมันสำปะหลังในพื้นที่ศูนย์ฯ เขาหินซ้อนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ ที่ได้จากการสัมภาษณ์เกษตรกร	58
9	ความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรที่เป็นสภาพอากาศกับผลผลิตมันสำปะหลัง	75
10	ความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมที่ได้จากการสัมภาษณ์เกษตรกรกับผลผลิตมันสำปะหลัง ปีการผลิต 2549	77

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
11	ความสัมพันธ์ระหว่าง โครงสร้างระบบสิ่งแวดลอมที่ได้จากการสัมภาษณ์ เกษตรกรกับผลผลิตมันสำปะหลัง ปีการผลิต 2550	78
12	โครงสร้างระบบสิ่งแวดลอมการเกษตรของมันสำปะหลังที่ปลูกใน ดินทรายช่วงต้นฤดูฝน	83
13	โครงสร้างระบบสิ่งแวดลอมการเกษตรของมันสำปะหลังที่ปลูกใน ดินทรายช่วงปลายฤดูฝน	85
14	โครงสร้างระบบสิ่งแวดลอมการเกษตรของมันสำปะหลังที่ปลูกใน ดินร่วนปนทรายช่วงต้นฤดูฝน	87
15	โครงสร้างระบบสิ่งแวดลอมการเกษตรของมันสำปะหลังที่ปลูกในดินร่วน ปนทรายช่วงปลายฤดูฝน	89
16	โครงสร้างระบบสิ่งแวดลอมการเกษตรของมันสำปะหลังที่ปลูกใน ดินเหนียวปนทรายช่วงต้นฤดูฝน	91
17	โครงสร้างระบบสิ่งแวดลอมการเกษตรของมันสำปะหลัง ที่ปลูกใน ดินเหนียวปนทรายช่วงปลายฤดูฝน	93
18	การเปรียบเทียบผลผลิตที่ได้จากแบบจำลองเครือข่าย	101
19	แบบจำลองเครือข่ายที่ให้ผลผลิตสูงสุดและต่ำสุด	101
20	แบบจำลองเครือข่ายที่มีการใส่ปุ๋ยแตกต่างกัน	102

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
21	แบบจำลองเครือข่ายที่อายุเก็บเกี่ยวต่างกัน	103
22	แบบจำลองเครือข่ายที่ให้ผลผลิตสูงสุด	105
23	แบบจำลองเครือข่ายที่ให้ผลผลิตสูงสุดในดินทราย	105
24	แบบจำลองเครือข่ายที่ให้ผลผลิตสูงสุดในดินเหนียวปนทราย	105
<b>ตารางผนวกที่</b>		
1	ตารางแสดงค่าความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อม การเกษตรของมันสำปะหลังที่เป็นข้อมูลสภาพอากาศกับผลผลิต มันสำปะหลัง	137
2	ตาราง crosstab โครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรของมันสำปะหลัง ที่ได้จากการสัมภาษณ์เกษตรกรที่มีความสัมพันธ์กับผลผลิตมัน สำปะหลัง ปีการผลิต 2549	139
3	ตาราง Chi-square Test โครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรของ มันสำปะหลังที่ได้จากการสัมภาษณ์เกษตรกรที่มีความสัมพันธ์กับ ผลผลิตมันสำปะหลัง ปีการผลิต 2549	139
4	ตาราง crosstab โครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรของมันสำปะหลัง ที่ได้จากการสัมภาษณ์เกษตรกรที่มีความสัมพันธ์กับผลผลิตมันสำปะหลัง ปีการผลิต 2550	140

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่		หน้า
5	ตาราง Chi-square Test โครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรของ มันสำปะหลังที่ได้จากการสัมภาษณ์เกษตรกรที่มีความสัมพันธ์กับผลผลิต มันสำปะหลัง ปีการผลิต 2550	140



## สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	การทำงานร่วมกันของโครงสร้างในระบบสิ่งแวดล้อม	7
2	แสดงสภาวะต่างๆ ของการเปลี่ยนแปลงระบบสิ่งแวดล้อม	8
3	ขั้นตอนการพัฒนาแบบจำลองคณิตศาสตร์	19
4	การเปรียบเทียบระหว่างเซลล์ประสาทในทางชีววิทยากับเซลล์ประสาทเทียม	20
5	แบบจำลองเครือข่ายที่แต่ละ node เชื่อมถึงกัน	21
6	การแปลง graph ให้เป็น tree	22
7	กรอบแนวคิดในการวิจัย	32
8	ที่ตั้งศูนย์ฯ เขาหินซ้อนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ	43
9	พื้นที่ศูนย์ฯ เขาหินซ้อนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ	44
10	ลักษณะพื้นที่ศูนย์ฯ เขาหินซ้อนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ	45
11	ลักษณะของดินในพื้นที่ศูนย์ฯ เขาหินซ้อนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ	48
12	การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำฝนในพื้นที่ศูนย์ฯ เขาหินซ้อนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ ปีการผลิต 2546-2550	60

### สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
13	การเปลี่ยนแปลงจำนวนวันฝนตกในพื้นที่ศูนย์ฯ เขาหินซ้อน อันเนื่องมาจากพระราชดำริ ปีการผลิต 2546-2550	61
14	การเปลี่ยนแปลงชั่วโมงแดดออกในพื้นที่ศูนย์ฯ เขาหินซ้อน อันเนื่องมาจากพระราชดำริ ปีการผลิต 2546-2550	61
15	การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิเฉลี่ยในพื้นที่ศูนย์ฯ เขาหินซ้อนอันเนื่องมาจาก พระราชดำริ ปีการผลิต 2546-2550	62
16	การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยในพื้นที่ศูนย์ฯ เขาหินซ้อน อันเนื่องมาจากพระราชดำริ ปีการผลิต 2546-2550	63
17	การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยในพื้นที่ศูนย์ฯ เขาหินซ้อน อันเนื่องมาจากพระราชดำริ ปีการผลิต 2546-2550	64
18	การเปลี่ยนแปลงดินในแปลงปลูกมันสำปะหลังในพื้นที่ศูนย์ฯ เขาหินซ้อน อันเนื่องมาจากพระราชดำริ ปีการผลิต 2546-2550	65
19	การเปลี่ยนแปลงลักษณะพื้นที่ของแปลงปลูกมันสำปะหลังในพื้นที่ศูนย์ฯ เขาหินซ้อนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ ปีการผลิต 2546-2550	66
20	การเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่มันสำปะหลังในพื้นที่ศูนย์ฯ เขาหินซ้อน อันเนื่องมาจากพระราชดำริ ปีการผลิต 2546-2550	67
21	การเปลี่ยนแปลงช่วงปลูกมันสำปะหลังในพื้นที่ศูนย์ฯ เขาหินซ้อน อันเนื่องมาจากพระราชดำริ ปีการผลิต 2546-2550	68

### สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
22	การเปลี่ยนแปลงการกรองเพื่อปลุกมันสำปะหลังในพื้นที่ศูนย์ฯ เขาหินซ้อน อันเนื่องมาจากพระราชดำริ ปีการผลิต 2546-2550	69
23	การเปลี่ยนแปลงระยะปลุกมันสำปะหลังในพื้นที่ศูนย์ฯ เขาหินซ้อน อันเนื่องมาจากพระราชดำริ ปีการผลิต 2546-2550	70
24	การเปลี่ยนแปลงการใส่ปุ๋ยมันสำปะหลังในพื้นที่ศูนย์ฯ เขาหินซ้อน อันเนื่องมาจากพระราชดำริ ปีการผลิต 2546-2550	71
25	การเปลี่ยนแปลงการพบโรคแมลงในแปลงมันสำปะหลังในพื้นที่ศูนย์ฯ เขาหินซ้อนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ ปีการผลิต 2546-2550	72
26	การเปลี่ยนแปลงอายุการเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังในพื้นที่ศูนย์ฯ เขาหินซ้อน อันเนื่องมาจากพระราชดำริ ปีการผลิต 2546-2550	72
27	การเปลี่ยนแปลงวิธีการเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังในพื้นที่ศูนย์ฯ เขาหินซ้อน อันเนื่องมาจากพระราชดำริ ปีการผลิต 2546-2550	73
28	การเปลี่ยนแปลงผลผลิตเฉลี่ยของมันสำปะหลังในพื้นที่ศูนย์ฯ เขาหินซ้อน อันเนื่องมาจากพระราชดำริ ปีการผลิต 2546-2550	74
29	แผนงานสำหรับป้อนข้อมูลโครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรของ มันสำปะหลัง	80
30	แบบจำลองโครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรของมันสำปะหลัง ที่คาดว่าจะพบตามทฤษฎี	81

## สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
31	แบบจำลองเครือข่ายเพื่อทำนายผลผลิตมันสำปะหลังที่ปลูกในดินทรายช่วงต้นฤดูฝน	84
32	แบบจำลองเครือข่ายเพื่อทำนายผลผลิตมันสำปะหลังที่ปลูกในดินทรายช่วงปลายฤดูฝน	86
33	แบบจำลองเครือข่ายเพื่อทำนายผลผลิตมันสำปะหลังที่ปลูกในดินร่วนปนทรายช่วงต้นฤดูฝน	88
34	แบบจำลองเครือข่ายเพื่อทำนายผลผลิตมันสำปะหลังที่ปลูกในดินร่วนปนทรายช่วงปลายฤดูฝน	90
35	แบบจำลองเครือข่ายเพื่อทำนายผลผลิตมันสำปะหลังที่ปลูกในดินเหนียวปนทรายช่วงต้นฤดูฝน	92
36	แบบจำลองเครือข่ายเพื่อทำนายผลผลิตมันสำปะหลังที่ปลูกในดินเหนียวปนทรายช่วงปลายฤดูฝน	94
37	แบบจำลองวงกลมเพื่อทำนายผลผลิตมันสำปะหลังในพื้นที่ศูนย์ศึกษาการพัฒนาเขาหินซ้อนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ	96
ภาพผนวกที่		
1	แผนผังความคิดที่ใช้เป็นกรอบในการสัมภาษณ์เกษตรกรผู้ประสบความสำเร็จในการประกอบอาชีพปลูกมันสำปะหลัง	119
2	การทำงานร่วมกันของโครงสร้างในระบบสิ่งแวดล้อม	122

# บทที่ 1

## บทนำ

### ความสำคัญของปัญหา

จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงผลผลิตเฉลี่ยของมันสำปะหลังในเขตพื้นที่จังหวัดฉะเชิงเทรา ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2518-2550 พบว่า ผลผลิตเฉลี่ยของมันสำปะหลังมีการเปลี่ยนแปลงขึ้นลงอยู่โดยตลอด ซึ่งสามารถแบ่งการเปลี่ยนแปลงที่ชัดเจนได้ 3 ช่วง คือ ช่วงแรก ปี พ.ศ. 2518 ผลผลิตเฉลี่ย 2.1 ตันต่อไร่ แต่ปี พ.ศ. 2520 ผลผลิตเฉลี่ยเพิ่มเป็น 2.6 ตันต่อไร่ (แผนกสถิติการเกษตร, 2523) ช่วงที่ 2 ปี พ.ศ. 2526 ผลผลิตเฉลี่ย 3.6 ตันต่อไร่แต่ปี พ.ศ. 2528 ลดลงเป็น 2.2 ตันต่อไร่ (แผนกสถิติการเกษตร, 2530) ช่วงที่ 3 ปี พ.ศ. 2547 ได้ผลผลิตเฉลี่ย 3.5 ตันต่อไร่ แต่ในปี พ.ศ. 2548 ลดลงเป็น 2.8 ตันต่อไร่ แล้วเพิ่มขึ้นในปี พ.ศ. 2549 เป็น 3.6 ตันต่อไร่ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2550)

เมื่อนำการเปลี่ยนแปลงผลผลิตเฉลี่ยของมันสำปะหลังมาเชื่อมโยงกับหลักทางวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ซึ่งสรุปไว้ว่า สิ่งแวดล้อมต่างๆ จะทำหน้าที่ได้ปกติจำเป็นต้องมีโครงสร้าง ทั้งชนิด ปริมาณ สัดส่วน และการกระจายที่เหมาะสม การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของระบบสิ่งแวดล้อมใดๆ ที่เกินขนาดหรือเกินการฟื้นคืนด้วยกระบวนการธรรมชาติ จะทำให้บทบาทหน้าที่ของระบบสิ่งแวดล้อมนั้นๆ เปลี่ยนแปลงไปและส่งผลกระทบต่อความผาสุกของมนุษย์ในที่สุด (เกษม จันทร์แก้ว, 2547ก) จะเห็นได้ว่า หน้าที่ของระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรของมันสำปะหลังในพื้นที่จังหวัดฉะเชิงเทรา มีการเปลี่ยนแปลงอยู่โดยตลอด ซึ่งน่าจะเกิดจากการที่โครงสร้างภายในระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรเกิดการเปลี่ยนแปลง

บริเวณพื้นที่อำเภอพนมสารคาม จังหวัดฉะเชิงเทรา เป็นพื้นที่หนึ่งที่มีการปลูกมันสำปะหลังมาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2504 จนถึงปัจจุบัน จนเป็นอาชีพหลักของเกษตรกรในพื้นที่ นอกจากนี้ ยังเป็นพื้นที่ที่พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวได้พระราชทานพระราชดำริให้จัดตั้งศูนย์ศึกษาการพัฒนาเขาหินซ้อน อันเนื่องมาจากพระราชดำริขึ้น โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาสิ่งแวดล้อม และคุณภาพชีวิตของราษฎรในพื้นที่ให้ดีขึ้น (สำนักงานคณะกรรมการพิเศษเพื่อประสานงาน โครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริ, 2542) โดยในช่วงเวลาที่ผ่านมาได้มีการศึกษาวิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตของมันสำปะหลังให้สูงขึ้นอย่างสม่ำเสมอ โดยการปรับปรุงพันธุ์มันสำปะหลังพันธุ์ใหม่ศรีราชา 1 (เจริญศักดิ์ โรจนฤทธิ์พิเชษฐ์

และคณะ, 2533) ในด้านการผลิตพืช เรื่อง การใช้พันธุ์และอัตราของปุ๋ยเคมีที่เหมาะสม (โอภาส บุญเสียง, 2539) และการประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดินในแปลงปลูกมันสำปะหลัง ร่วมกับหญ้าแฝก (ดวงดาว สัยยะสิทธิ์พานิชย์, 2548)

การศึกษาการเปลี่ยนแปลงระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรของมันสำปะหลังในพื้นที่ศูนย์ฯ เขาหินซ้อนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ อำเภอพนมสารคาม จังหวัดฉะเชิงเทราในครั้งนี้ มีความสำคัญอย่างยิ่ง เนื่องจากเป็นพื้นที่ที่มีการปลูกมันสำปะหลังมาเป็นเวลานาน ประกอบกับการศึกษาในช่วงเวลาที่ผ่านมามีการศึกษาวิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตมันสำปะหลังอย่างกว้างขวางแต่ส่วนใหญ่เป็นการศึกษาปัจจัยเฉพาะด้านที่เกี่ยวข้องกับการให้ผลผลิต โดยมีการกำหนดตัวแปรที่จะศึกษาไว้ล่วงหน้า ส่วนปัจจัยอื่นๆ ที่ผู้ทำการศึกษามองไม่สนใจหรือให้ความสำคัญน้อยจะเป็นตัวแปรควบคุม ดังเช่น การศึกษาเพื่อเพิ่มผลผลิตมันสำปะหลังของ ประภาส ช่างเหล็ก (2544) เรื่อง ผลของปุ๋ยที่มีผลต่อผลผลิตและปริมาณแป้งของมันสำปะหลังพันธุ์ต่างๆ ที่ปลูกในชุดดินมาบบอน (Mb) และ โคราช (Kt) ได้มีการกำหนดตัวแปร คือ ชุดดิน พันธุ์มันสำปะหลังที่ใช้ และอัตราการใส่ปุ๋ย แต่ในหลักการของระบบสิ่งแวดล้อมกล่าวไว้ว่าการแสดงบทบาทหน้าที่ของสิ่งแวดล้อมในสภาวะปกติย่อมประกอบด้วยโครงสร้างทางสิ่งแวดล้อมต่างๆ ได้แก่ ชนิด (species) ปริมาณ (quantity) สัดส่วน (proportion) และการกระจาย (distribution) ที่ทำงานร่วมกันและจะมีความแตกต่างกันตามแต่ละระบบสิ่งแวดล้อมและเมื่อใดที่มีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างภายในระบบสิ่งแวดล้อมส่งผลให้บทบาทหน้าที่ของระบบสิ่งแวดล้อมมีการเปลี่ยนแปลงตามไปด้วย (เกษม จันทรแก้ว, 2547ก) ซึ่งเมื่อนำหลักการของระบบสิ่งแวดล้อมมาประยุกต์ใช้ในการศึกษาการเพิ่มผลผลิตของมันสำปะหลังสามารถสรุปได้ว่า การที่มันสำปะหลังจะสามารถให้ผลผลิตได้ย่อมประกอบด้วยโครงสร้างหลายๆ โครงสร้างทำหน้าที่ร่วมกันจนเป็นระบบซึ่งเรียกว่าระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรของมันสำปะหลัง และแต่ละพื้นที่จะมีโครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรของมันสำปะหลังที่มีลักษณะเฉพาะและแตกต่างออกไป ในการศึกษาครั้งนี้ จึงเป็นการประยุกต์หลักการระบบสิ่งแวดล้อม เพื่อศึกษาโครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรของมันสำปะหลังในพื้นที่ศูนย์ฯ เขาหินซ้อนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ อันนำไปสู่ความเข้าใจถึงโครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรของมันสำปะหลังที่มีความเฉพาะที่ร่วมกันทำงานจนแสดงบทบาทหน้าที่ในการให้ผลผลิต รวมไปถึงการศึกษาถึงโครงสร้างของระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรที่มีความสัมพันธ์กับผลผลิตมันสำปะหลัง อันจะนำไปสู่การจำลองแบบเครือข่ายเพื่อทำนายผลผลิตมันสำปะหลัง ซึ่งสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการวางแผนการผลิตของเกษตรกร ตลอดจนเป็นแนวทางการจัดการระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรของมันสำปะหลังให้เหมาะสมต่อการผลิตที่มีประสิทธิภาพและมีความยั่งยืนต่อไป

### วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรของมณฑลสาปะหลังในพื้นที่ศูนย์ฯ เขาหินซ้อนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ
2. วิเคราะห์หาโครงสร้างของระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรที่มีความสัมพันธ์กับผลผลิตมณฑลสาปะหลัง
3. จำลองแบบเครือข่ายเพื่อทำนายผลผลิตของมณฑลสาปะหลัง

### ขอบเขตการวิจัย

**ขอบเขตเชิงเนื้อหา :** สร้างแบบจำลองการทำนายผลผลิตมณฑลสาปะหลังโดยใช้หลักการระบบสิ่งแวดล้อม โดยไม่นำปัจจัยด้านเศรษฐศาสตร์ เช่น ราคา มณฑลสาปะหลังมาใช้ในการสร้างแบบจำลอง

**ขอบเขตพื้นที่ :** พื้นที่ดำเนินการของศูนย์ฯ เขาหินซ้อนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ อำเภอพนมสารคาม จังหวัดฉะเชิงเทรา ประกอบด้วยเนื้อที่ทั้งหมด 115,209 ไร่ ได้แก่ พื้นที่ศูนย์ฯ เนื้อที่ 1,240 ไร่ พื้นที่โครงการพัฒนาส่วนพระองค์เขาหินซ้อน เนื้อที่ 655 ไร่ และพื้นที่หมู่บ้านรอบศูนย์ฯ บริเวณลุ่มน้ำโจน ตำบลเขาหินซ้อน และตำบลเกาะขนุน อำเภอพนมสารคาม จังหวัดฉะเชิงเทรา จำนวน 15 หมู่บ้าน เนื้อที่ 113,314 ไร่

**ขอบเขตข้อมูล :** เก็บข้อมูลโครงสร้างของระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรของมณฑลสาปะหลัง และข้อมูลผลผลิตเฉลี่ยตั้งแต่ปีการผลิต 2546 จนถึงปีการผลิต 2550

**ขอบเขตเชิงประชากร :** เกษตรกรผู้ปลูกมณฑลสาปะหลังในพื้นที่ศูนย์ฯ เขาหินซ้อนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ นักวิจัย และผู้เชี่ยวชาญด้านมณฑลสาปะหลัง และระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตร

## ประโยชน์ที่ได้รับ

แนวทางการจัดการโครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรของม้านำปะหลังในเขตพื้นที่ ศูนย์ฯ เขานินซ็อนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ ตำบลเขานินซ็อน อำเภอพนมสารคาม จังหวัด ฉะเชิงเทรา ให้สามารถให้ผลผลิตได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ และมีความยั่งยืนของสิ่งแวดล้อม

## นิยามศัพท์เชิงปฏิบัติการ

**ระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรของม้านำปะหลัง** หมายถึง ความสัมพันธ์ของโครงสร้างระบบ สิ่งแวดล้อมการเกษตรที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ ประกอบด้วย ปริมาณน้ำฝน จำนวนวันฝนตก ชั่วโมงแดดออก อุณหภูมิเฉลี่ย อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย ดิน ลักษณะพื้นที่ และ โครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรที่มนุษย์สร้างขึ้น ประกอบด้วย พันธุ์ที่ใช้ ช่วงเวลาปลูก การเตรียมดิน การยกร่อง ระยะเวลาปลูก การใส่ปุ๋ย การกำจัดวัชพืช โรคแมลงที่พบ อายุเก็บเกี่ยว วิธีการเก็บเกี่ยวที่มีผลต่อผลผลิตม้านำปะหลัง

**หลักการระบบสิ่งแวดล้อม** หมายถึง การให้ผลผลิตม้านำปะหลังที่เป็นความสัมพันธ์ของ ปริมาณน้ำฝน จำนวนวันฝนตก ชั่วโมงแดดออก อุณหภูมิเฉลี่ย อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย อุณหภูมิต่ำสุด เฉลี่ย ดิน ลักษณะพื้นที่ พันธุ์ที่ใช้ ช่วงเวลาปลูก การเตรียมดิน การยกร่อง ระยะเวลาปลูก การใส่ปุ๋ย การ กำจัดวัชพืช โรคแมลงที่พบ อายุเก็บเกี่ยว วิธีการเก็บเกี่ยว ที่มี ชนิด ปริมาณ สัดส่วน และการ กระจายอย่างเหมาะสม เมื่อใดที่มีการเปลี่ยนแปลง โครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรของ ม้านำปะหลัง จะทำให้ผลผลิตม้านำปะหลังเปลี่ยนแปลงตามไปด้วย

**ศูนย์ศึกษาการพัฒนาเขานินซ็อนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ** หมายถึง โครงการอันเนื่อง มาจากพระราชดำริที่พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวพระราชทานพระราชดำริให้จัดตั้งขึ้น เมื่อวันที่ 22 สิงหาคม พ.ศ.2522 ณ บ้านเขานินซ็อน หมู่ 2 ตำบลเขานินซ็อน อำเภอพนมสารคาม จังหวัด ฉะเชิงเทรา เพื่อให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องดำเนินการพัฒนาพื้นที่ศึกษาวิจัย และหาแนวทางการพัฒนา ด้านการเกษตรที่เหมาะสมกับพื้นที่ โดยเฉพาะในเรื่องการปรับปรุงบำรุงดิน แล้วนำผลที่ได้ไปสาธิต และขยายผลให้แก่เกษตรกรในพื้นที่นำไปปฏิบัติในการประกอบอาชีพ ตลอดจนให้ผู้สนใจได้เข้า ศึกษาดูงานได้นำไปปรับใช้ให้เหมาะสมกับสภาพภูมิสังคมต่อไป

พื้นที่หมู่บ้านรอบศูนย์ศึกษาการพัฒนาเขาหินซ้อนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ หมายถึง พื้นที่หมู่บ้าน จำนวน 15 หมู่บ้าน ที่ตั้งอยู่บริเวณรอบศูนย์ฯ เขาหินซ้อนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ ในตำบลเขาหินซ้อน จำนวน 10 หมู่บ้าน ได้แก่ บ้านม่วงโพรง หมู่ 1 บ้านเขาหินซ้อน หมู่ 2 บ้านแหลมเขาจันทร์ หมู่ 3 บ้านปรืออวย หมู่ 4 บ้านลำหาชัย หมู่ 7 บ้านหนองยายแจ่ม หมู่ 8 บ้านเขาเจริญสุข หมู่ 10 บ้านห้วยสำโรง หมู่ 11 บ้านคลองตะเคียน และบ้านหนองเหียง หมู่ 13 และตำบลเกาะขนุน จำนวน 5 หมู่บ้าน ได้แก่ บ้านแหลมตะคร้อ หมู่ 5 บ้านชายเคือง หมู่ 7 บ้านไร่ดอน หมู่ 8 บ้านดอนขี้เหล็ก หมู่ 13 และบ้านห้วยสาม หมู่ 15

**เกษตรกร** หมายถึง เกษตรกรผู้ปลูกมันสำปะหลังเป็นอาชีพหลักในพื้นที่ศูนย์ศึกษาการพัฒนาเขาหินซ้อนอันเนื่องมาจากพระราชดำริที่เป็นสมาชิกสหกรณ์การเกษตรพัฒนาเขาหินซ้อน จำกัด ที่ปลูกมันสำปะหลังอย่างต่อเนื่องในพื้นที่แปลงเดียวกันอย่างน้อยในปีการผลิต 2549 และปีการผลิต 2550

**การจำลองแบบเครือข่าย** หมายถึง การนำข้อมูลโครงสร้างระบบสิ่งแวดลอมการเกษตรของ มันสำปะหลัง และผลผลิตนำมาจัดเรียงตามลำดับเป็นแบบจำลองเครือข่าย

**แบบจำลองเครือข่าย** หมายถึง ภาพที่แสดงการจัดเรียงโครงสร้างระบบสิ่งแวดลอม การเกษตรของมันสำปะหลัง ได้แก่ ลักษณะดิน พันธุ์ ช่วงเวลาปลูก ระยะปลูก การใส่ปุ๋ย อายุการ เก็บเกี่ยว และผลผลิตมันสำปะหลังเพื่อใช้ในการคาดการณ์ผลผลิตมันสำปะหลัง

## บทที่ 2

### การตรวจเอกสาร

การศึกษาในครั้งนี้ ได้ทำการตรวจเอกสารทางวิชาการ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ประกอบด้วย ระบบสิ่งแวดล้อม ระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรของมันสำปะหลัง แบบจำลอง และศูนย์ฯ เขาคินซ้อน อันเนื่องมาจากพระราชดำริ โดยมีรายละเอียด ดังนี้

### ระบบสิ่งแวดล้อม

#### ความหมายของระบบสิ่งแวดล้อม

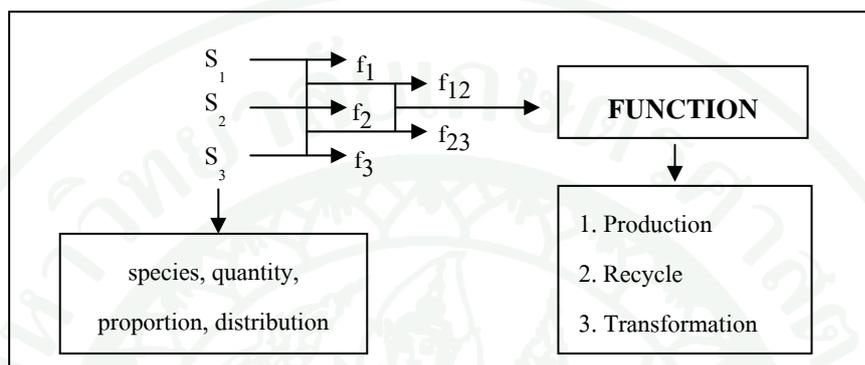
ระบบนิเวศมักใช้ในความหมายเดียวกันกับระบบสิ่งแวดล้อม ซึ่ง เกษม จันทรแก้ว (2547ก) ได้ให้ความหมายของระบบนิเวศไว้ว่า หน่วยพื้นที่หนึ่งประกอบด้วยกลุ่มสิ่งมีชีวิต สิ่งไม่มีชีวิต สิ่งแวดล้อมทางสังคม สิ่งที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ สิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้น สิ่งที่เป็นพิษเป็นภัย หรือสิ่งที่มีคุณประโยชน์ ซึ่งอาจมีกลุ่มเดียว หรือหลายๆ กลุ่ม ทำหน้าที่ร่วมกัน ซึ่งประกอบด้วยองค์ประกอบ 4 องค์ประกอบ คือ ผู้ผลิต ผู้บริโภค ผู้ย่อยสลาย และผู้สนับสนุน ทำหน้าที่ร่วมกัน โดยในแต่ละโครงสร้างจะประกอบไปด้วย ชนิด (species) ปริมาณ (quantities) สัดส่วน (proportion) และการกระจาย (distribution) ที่แตกต่างกันออกไปตามแต่ละระบบนิเวศหรือระบบสิ่งแวดล้อม ซึ่งต่างก็มีความสัมพันธ์กันในรูปแบบต่างๆ เพื่อที่จะทำให้ระบบนิเวศหรือระบบสิ่งแวดล้อมทำหน้าที่ได้ตามปกติ

สรุปได้ว่า ระบบสิ่งแวดล้อม คือ หน่วยพื้นที่หนึ่งประกอบด้วยโครงสร้างต่างๆ ที่มีความสัมพันธ์กัน ร่วมกันทำหน้าที่เพื่อแสดงหน้าที่/เอกลักษณ์ของระบบสิ่งแวดล้อมออกมา

#### หลักการระบบสิ่งแวดล้อม

การทำงานหรือทำหน้าที่ในสภาวะปกติของระบบสิ่งแวดล้อมประกอบด้วยโครงสร้างของระบบสิ่งแวดล้อม ซึ่งได้แก่ ชนิด ปริมาณ สัดส่วน และการกระจายที่แตกต่างกันออกไปตามแต่ละระบบนิเวศหรือระบบสิ่งแวดล้อม แต่อย่างไรก็ตามเมื่อมีการทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้าง

ภายในระบบสิ่งแวดล้อม ย่อมส่งผลให้บทบาทและหน้าที่ของระบบสิ่งแวดล้อมเกิดการเปลี่ยนแปลงตามไปด้วย (เกษม จันทร่แก้ว, 2547ก) ดังนั้นในการกระทำใดๆ ที่มีผลต่อโครงสร้างของระบบสิ่งแวดล้อมต้องคำนึงถึงการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น ภายใต้คุณค่าทางนิเวศวิทยา หรือการคงไว้ซึ่งโครงสร้าง/องค์ประกอบ เพื่อที่จะทำให้ระบบสิ่งแวดล้อมสามารถทำงานได้ปกติ ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 การทำงานร่วมกันของโครงสร้างในระบบสิ่งแวดล้อม  
ที่มา: ดัดแปลงจากเกษม จันทร่แก้ว (2547ก)

### กฎแห่งการเปลี่ยนแปลง

เกษม จันทร่แก้ว (2547ข) ได้อธิบายกฎแห่งการเปลี่ยนแปลงไว้ว่าเมื่อไรก็ตามที่เกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างขึ้นในระบบสิ่งแวดล้อมจนทำให้ระบบไม่สามารถทำหน้าที่ตามปกติได้ ต้องสามารถวัดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างให้ได้ทั้งขนาด และทิศทาง เพื่อให้ทราบว่าระบบสิ่งแวดล้อมอยู่ในสถานะใด ซึ่งหลักทางสิ่งแวดล้อมที่จะนำมาใช้วัดการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น คือ กฎแห่งการเปลี่ยนแปลง ซึ่งสามารถบ่งบอกได้ว่าโครงสร้างและหน้าที่ของระบบสิ่งแวดล้อมมีการเปลี่ยนแปลงด้านบวกหรือลบ และอยู่ในสมดุล (balancing) ภาวะเตือนภัย (warning) เสี่ยงภัย (risky) หรือวิกฤต (critical) และทำให้รู้ถึง สถานภาพของสิ่งแวดล้อมว่า สามารถฟื้นคืนสู่สภาพปกติได้ด้วยตัวเองหรือไม่ หรือต้องมีการนำเทคโนโลยีเข้าไปช่วยในการฟื้นฟู และเป็นเทคโนโลยีระดับใด อันจะนำไปสู่การจัดการให้ระบบสิ่งแวดล้อมสามารถทำงานได้ตามปกติ ซึ่งสามารถอธิบายได้ ดังนี้

1. ภาวะสมดุลธรรมชาติ หมายถึง ระบบสิ่งแวดล้อมที่มีโครงสร้าง คือ ชนิด ปริมาณ สัดส่วน และการกระจายที่แสดงการทำหน้าที่ได้ดีเท่าหรือใกล้เคียงกับลักษณะตามธรรมชาติ

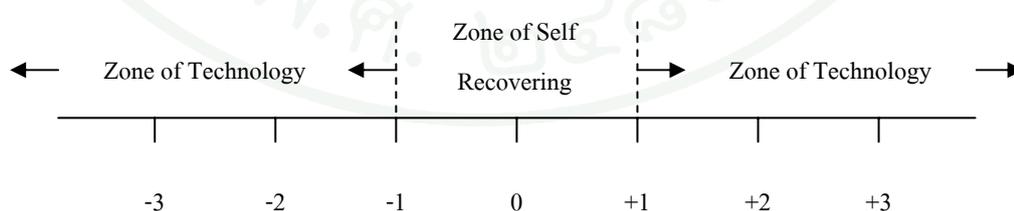
ในทางปฏิบัติถือว่าการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นทั้งใน โครงสร้างและการทำงาน แต่สามารถฟื้นคืนได้ด้วยตัวเอง (self recovering) หรือธรรมชาติช่วยธรรมชาติได้ การเปลี่ยนแปลงจะอยู่ในช่วง -1 ถึง +1

2. ภาวะเตือนภัย หมายถึง ระบบสิ่งแวดล้อมที่มีโครงสร้าง คือ ชนิด ปริมาณ สัดส่วน และการกระจายเปลี่ยนแปลงบางแห่ง บางสิ่งบางอย่าง แต่การทำงานของระบบยังอยู่ในช่วงที่ไม่มี การเปลี่ยนแปลง เป็นการเตือนให้ทราบว่ากำลังจะมีภัยเกิดขึ้น มีแนวโน้มที่จะแพร่กระจายมากขึ้นควรมีการดำเนินการแก้ไขก่อนจะสายเกินไป อาจนำเทคโนโลยีเข้ามาช่วยเหลือได้ ซึ่งในทางปฏิบัติถือว่าการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของระบบ แต่บทบาทหน้าที่ไม่เปลี่ยนแปลง การเปลี่ยนแปลงจะอยู่ในช่วง -1 ถึง -2 และ +1 ถึง +2

3. ภาวะเสี่ยงภัย หมายถึง ระบบสิ่งแวดล้อมที่มีโครงสร้าง คือ ชนิด ปริมาณ สัดส่วน และการกระจายอยู่ในเกณฑ์ที่ไม่เปลี่ยนแปลง คือ มีการเปลี่ยนแปลงที่อยู่ในช่วงที่ธรรมชาติช่วยธรรมชาติได้ แต่การทำงานเกินช่วงเกณฑ์การเปลี่ยนแปลง คือ การเปลี่ยนแปลงที่ธรรมชาติไม่สามารถช่วยได้ หรือช่วยได้แต่ต้องใช้เวลาานาน จึงต้องใช้เทคโนโลยีช่วย ซึ่งเทคโนโลยีที่นำมาใช้จะเป็นเทคโนโลยีระดับกลาง การเปลี่ยนแปลงจะอยู่ในช่วง -2 ถึง -3 และ +2 ถึง +3

4. ภาวะวิกฤติ หมายถึง ภาวะที่สิ่งมีชีวิตไม่สามารถจะอยู่อาศัยได้แล้ว ลักษณะเช่นนี้เป็นลักษณะที่มีการเปลี่ยนแปลงทั้งโครงสร้างและหน้าที่ โดยที่ธรรมชาติไม่สามารถช่วยได้ ต้องใช้เทคโนโลยีเท่านั้น การเปลี่ยนแปลงจะอยู่ในช่วงตั้งแต่ -3 และ +3 เป็นต้นไป

ซึ่งเมื่อนำมาอธิบายในลักษณะของแผนภูมิรูปภาพจะแสดงได้ ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 แสดงสภาวะต่างๆ ของการเปลี่ยนแปลงระบบสิ่งแวดล้อม

ที่มา: เกษม จันทรแก้ว (2547ข)

## ระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรของมันสำปะหลัง

มันสำปะหลัง (*Manihot esculenta* Crantz) เป็นพืชที่มีแหล่งกำเนิดอยู่ในแถบประเทศลาตินอเมริกา สามารถปลูกได้ตั้งแต่บริเวณเส้นรุ้งที่ 30 องศาเหนือถึง 30 องศาใต้ ที่ความสูงจากระดับน้ำทะเลจนถึงประมาณ 2,000 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง (ภาควิชาพืชไร่นา, 2547) ในช่วงอุณหภูมิ 10-35 องศาเซลเซียส สามารถเจริญเติบโตได้ดีในดินทุกชนิด ชอบดินร่วนปนทราย ระบายน้ำได้ดี มีความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง pH 4.3-8 เป็นพืชวันสั้น ผลผลิตจะลดลงถ้าช่วงแสงของวันยาวเกิน 10-12 ชั่วโมง (เจริญศักดิ์ โรจนฤทธิ์พิเชษฐ์, 2532)

ในการผลิตพืชเศรษฐกิจให้ได้ผลผลิตตามที่ต้องการ นั้น ประกอบด้วยปัจจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้ (ภาควิชาพืชไร่นา, 2526)

1. สภาพภูมิอากาศ ประกอบด้วย แสง ปริมาณน้ำฝน และอุณหภูมิ
2. ดิน ประกอบด้วย องค์ประกอบของดิน อากาศในดิน เนื้อดิน โครงสร้างของดิน ความหนาแน่นของดิน ความพรุนของดิน อุณหภูมิของดิน pH สิ่งมีชีวิตในดิน
3. ความอุดมสมบูรณ์ของดินและปุ๋ย ประกอบด้วย ธาตุอาหารในดิน ได้แก่ Macronutrient elements และ Micronutrient elements และการใช้ปุ๋ยเคมีเพื่อเพิ่มธาตุอาหาร

เจริญศักดิ์ โรจนฤทธิ์พิเชษฐ์ (2519) กล่าวว่า สภาพแวดล้อมที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของมันสำปะหลัง ประกอบด้วย อุณหภูมิ แสง ความชื้น และดิน ขณะเดียวกันต้องคำนึงถึงการจัดการระบบปลูกพืช และการใช้พันธุ์ที่เหมาะสม รวมไปถึงการใช้ปุ๋ยเคมี การป้องกันโรคและแมลงเพื่อเพิ่มผลผลิต

จากหลักการที่ได้กล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า การที่จะทำให้มันสำปะหลังให้ผลผลิตได้นั้น ประกอบด้วยโครงสร้างของระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรต่างๆ ดังนี้

## แสง

มันสำปะหลังเป็นพืชวันสั้น ช่วงแสงที่เหมาะสมประมาณ 12 ชั่วโมง ถ้าช่วงแสงยาวกว่า 12 ชั่วโมง จะยับยั้งการสร้างหัว (เจริญศักดิ์ โรจนฤทธิ์พิเชษฐ์, 2519) ในวันที่มีช่วงแสงยาวจะไปเพิ่มการสร้างลำต้น ใบ และรากฝอยแทนการสะสมผลผลิตในราก (Hillocks, Thresh and Bellotti, 2002)

## อุณหภูมิ

อุณหภูมิที่เหมาะสมในการปลูกควรมีอุณหภูมิเฉลี่ย 25-29 องศาเซลเซียส แต่มันสำปะหลังสามารถเจริญเติบโตได้ในช่วงอุณหภูมิ 16-38 องศาเซลเซียส (Hillocks, Thresh and Bellotti, 2002) แต่อย่างไรก็ตามอุณหภูมิเฉลี่ยต้องไม่ต่ำกว่า 25 องศาเซลเซียส เพราะจะทำให้การเจริญเติบโตหยุดชะงัก (ภาควิชาพืชไร่ฯ, 2547)

## ปริมาณน้ำฝน

มันสำปะหลังสามารถเจริญเติบโตได้ในพื้นที่ที่มีปริมาณฝนเฉลี่ย 600-1,500 มิลลิเมตร (ภาควิชาพืชไร่ฯ, 2547) มีการกระจายตัวของฝนดี (เจริญศักดิ์ โรจนฤทธิ์พิเชษฐ์, 2519) แต่การขาดน้ำในช่วง 1-5 เดือน หลังการปลูกจะทำให้ผลผลิตมันสำปะหลังลดลง 32-60 เปอร์เซ็นต์ (Hillocks, Thresh and Bellotti, 2002)

## ลักษณะของพื้นที่

มันสำปะหลังเป็นพืชที่เจริญเติบโตได้ดีในบริเวณที่เป็นพื้นที่ต่ำการระบายน้ำไม่ดี และพื้นที่ที่มักมีน้ำขังเวลาฝนตก (เจริญศักดิ์ โรจนฤทธิ์พิเชษฐ์, 2519) พื้นที่ส่วนใหญ่ที่ใช้ปลูกมันสำปะหลังจึงมักเป็นที่ดอนหรือพื้นที่ที่มีความลาดชัน

## ลักษณะดิน

มันสำปะหลังเจริญเติบโตได้ดีในดินที่มีหน้าดินลึก มีการระบายน้ำดี (เจริญศักดิ์ โรจนฤทธิ์พิเชษฐ์, 2519) การที่ดินมีค่า Bulk density สูง ทำให้ผลผลิตของมันสำปะหลัง

ลดลง (Hillocks, Thresh and Bellotti, 2002) ซึ่งการที่ดินจะมีความสามารถในการระบายน้ำ มีความร่วนซุยนั้น ขึ้นอยู่กับโครงสร้างของดิน เนื้อดิน องค์ประกอบของเนื้อดิน (George Acquaaah, 2001)

### พันธุ์มันสำปะหลัง

มันสำปะหลังสามารถแบ่งออกเป็น 3 ชนิด (ภาควิชาพืชไร่นา, 2547) คือ

1. พันธุ์ที่ใช้ประดับ นิยมปลูกตามบ้านเพื่อความสวยงาม มีลักษณะเป็น ไม้พุ่มขนาดกลาง ถึงขนาดใหญ่

2. พันธุ์ชนิดหวาน เป็นมันสำปะหลังที่ใช้เพื่อการบริโภค มีปริมาณกรดไฮโดรไซยานิกต่ำ ไม่มีรสขม สามารถใช้หัวสดทำอาหารได้โดยตรง เช่น นำไปนึ่ง เชื่อม หรือทอด ได้แก่ มันสวน มันห่านาที่ มันเทียน มัน โกลก และพันธุ์ระยอง 2

3. พันธุ์ชนิดขม พันธุ์ชนิดนี้เป็นพันธุ์ที่มีพื้นที่เพาะปลูกมากที่สุด เป็นมันสำปะหลังที่มีรสขม ไม่เหมาะสำหรับการบริโภคของมนุษย์หรือใช้หัวสดเลี้ยงสัตว์โดยตรง เนื่องจากมีปริมาณกรดไฮโดรไซยานิกสูง มีความเป็นพิษต่อร่างกาย ต้องนำไปแปรรูปเป็นมันอัดเม็ดหรือมันเส้นแล้วจึงนำไปเลี้ยงสัตว์ได้ เดิมใช้พันธุ์พื้นเมือง ต่อมาได้มีการคัดเลือกพันธุ์จากแหล่งปลูก แล้วตั้งชื่อว่า พันธุ์ระยอง 1 ต่อมาได้มีการปรับปรุงพันธุ์เพิ่มขึ้น โดยกรมวิชาการเกษตรได้แก่ พันธุ์ระยอง 2 ระยอง 3 ระยอง 5 ระยอง 60 ระยอง 90 และระยอง 72 และปรับปรุงโดยมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ได้แก่ พันธุ์ศรีราชา 1 เกษตรศาสตร์ 50 และพันธุ์ห้วยบง 60

ในการใช้พันธุ์มันสำปะหลังขึ้นอยู่กับลักษณะเฉพาะของแต่ละพันธุ์ พันธุ์พื้นเมืองถ้าเก็บเกี่ยวในฤดูฝนจะมีเปอร์เซ็นต์แป้งต่ำ ในการปรับปรุงพันธุ์ที่ผ่านมาทำให้ได้พันธุ์ใหม่ที่สามารถปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมได้ดี ผลผลิตสูงขึ้น จากการศึกษาของ โอภาส บุญเส็ง (2539) พบว่า พันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 เหมาะสมที่จะปลูกในทุกสภาพพื้นที่ ทั้งต้นฤดูฝน และปลายฤดูฝน ตลอดจนเก็บเกี่ยวได้ที่อายุ 9 เดือน และ 12 เดือนหลังปลูก ขณะที่ พันธุ์ระยอง 90 เหมาะที่จะปลูกเฉพาะปลายฤดูฝน และเก็บเกี่ยวที่อายุ 12 เดือนหลังปลูกเท่านั้น



จนถึงกุมภาพันธ์ ประมาณ 25 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งการปลูกในช่วงนี้ จะเหมาะสมกับดินที่เป็นทรายจัดหรือ ร่วนปนทราย (ภาควิชาพืชไร่นา, 2547) จะมีหัวขนาดใหญ่ป้อม แต่ไม่ค่อยคดต่างจากมันสำปะหลัง ที่ปลูกในช่วงต้นฤดูฝน นอกจากนี้ การปลูกมันสำปะหลังในช่วงปลายฤดูฝนนี้ทำให้สามารถลด ค่าใช้จ่ายในการกำจัดวัชพืช และเป็นการอนุรักษ์ดิน ป้องกันการเกิดการพังทลายของดินจากอิทธิพล ของน้ำไหลบ่าอีกด้วย (ปิยวุฒิ พูลสงวน, 2542)

### โรคและแมลงศัตรูพืช

โรคและแมลงที่สำคัญของมันสำปะหลังในประเทศไทย มีดังนี้ (ภาควิชาพืชไร่นา, 2547)

1. โรคใบจุดสีน้ำตาล (brown leaf spot) โรคนี้พบได้ในทุกพันธุ์ แต่ในพันธุ์พื้นเมืองมีความต้านทานปานกลาง โดยโรคนี้จะทำให้ผลผลิตลดลง 14-20 เปอร์เซ็นต์
2. โรคใบไหม้ (cassava bacterial blight) เป็นโรคร้ายแรงมากชนิดหนึ่ง จะสร้างความเสียหายให้แก่มันสำปะหลัง 30-90 เปอร์เซ็นต์ ในประเทศไทยพบต้นที่เป็นโรคแต่ไม่รุนแรง เนื่องจากพันธุ์ที่ใช้ส่วนใหญ่เป็นพันธุ์ที่มีความต้านทานโรค
3. ไรแดง ที่ทำความเสียหายแก่มันสำปะหลังมี 2 ชนิด คือ ไรแดงหมอน และไรแดง มันสำปะหลัง ที่จะคอยดูดกินน้ำเลี้ยงจากต้นมันสำปะหลัง ซึ่งถ้ามันสำปะหลังยังมีขนาดเล็กอาจทำให้ตายได้
4. เพลี้ยแป้ง ซึ่งทั้งตัวอ่อน และตัวเต็มวัยจะดูดน้ำเลี้ยงตามส่วนต่างๆ ของต้น ถ้าระบาดมาก จะทำให้ต้นมันสำปะหลังแคระแกร็น ยอดแห้งตายหรือแตกพุ่ม
5. ปลวก จะสร้างความเสียหายโดยการกัดกินท่อนพันธุ์ทำให้ไม่งอกหรือต้นหักล้ม ซึ่งส่วนมากจะพบในแหล่งที่เป็นพื้นที่เพาะปลูกใหม่

### วัชพืช

ปัจจัยที่มีผลทำให้ผลผลิตมันสำปะหลังลดลงที่สำคัญ คือ วัชพืช เนื่องจากมันสำปะหลังมีการเจริญเติบโตในระยะแรกช้ามากและเป็นพืชที่มีระยะปลูกที่ห่างต้องใช้ระยะเวลาประมาณ 3-4

เดือน จึงจะสามารถสร้างใบปกคลุมพื้นที่ได้หมด หากมีวัชพืชเกิดขึ้นในช่วงนี้จะทำให้เกิดการ  
แข่งขันทำให้เจริญเติบโตช้า และในช่วง 1-3 เดือนแรก เป็นช่วงที่มันลงหัว หากมีวัชพืชจะทำให้  
มันสำปะหลังลงหัวได้ไม่ดี (ภาควิชาพืชไร่นา, 2547) ขณะเดียวกันมันสำปะหลังจะเริ่มลงหัวในช่วง  
2-3 เดือนแรก (Hillocks, Thresh and Bellotti, 2002) การป้องกันกำจัดวัชพืชในช่วงนี้จึงมีความสำคัญ  
มาก โดยวิธีการที่ใช้ที่ได้ผลที่สุด คือ การใช้จอบตาด 1 ครั้ง ตามด้วยสารฆ่าวัชพืช 2 ครั้ง หรือการใช้  
สารคลุมวัชพืช ตามด้วยจอบตาด 2 ครั้ง (ภาควิชาพืชไร่นา, 2547)

### แบบจำลอง

นิพนธ์ ตั้งธรรม (2549) ได้กล่าวไว้ว่า แบบจำลอง คือ ตัวแทนของสรรพสิ่งอันใดอันหนึ่ง  
และมักจะถูกใช้เพื่อวัตถุประสงค์ในการคาดการณ์ (prediction) และควบคุมสรรพสิ่งนั้นๆ โดย  
แบบจำลองจะทำหน้าที่อธิบายถึงลักษณะของวัตถุ เหตุการณ์ กระบวนการหรือระบบมากกว่าที่จะ  
บรรยายว่าสิ่งเหล่านั้นเป็นอย่างไร หรือเกิดขึ้นอย่างไร แบบจำลองมักจะถูกสร้างขึ้นมาใช้หรือ  
ทำให้มองเห็นว่า ถ้าหากสิ่งนั้นหรือระบบถูกเปลี่ยนแปลงไปทางใดทางหนึ่งหรือหลายทางจะมี  
ผลกระทบต่อองค์ประกอบอื่นๆ ของสิ่งนั้นและ/หรือระบบนั้นๆ อย่างไร

### รูปแบบของแบบจำลอง

1. รูปแบบของมโนภาพหรือความคิด (mental model) คือ แบบจำลองที่เกิดจากความคิด  
ของแต่ละบุคคล ซึ่งคิดถึงลักษณะ โครงสร้างและพฤติกรรมของแต่ละสิ่งหรือระบบที่เราคิดถึง ซึ่งมี  
ข้อดี คือ สามารถสร้างขึ้นได้ง่าย แต่มีข้อเสีย คือ ภาพที่เกิดจากความนึกคิดของแต่ละบุคคลย่อมมี  
จุดเริ่มต้น และลำดับขั้นตอนในการจัดเรียงภาพแตกต่างกันไป และบางครั้งยังเกิดความสับสน จึง  
ทำให้แบบจำลองภาพมีประโยชน์น้อย แต่มักจะเป็นจุดเริ่มต้นของแบบจำลองในรูปแบบอื่นๆ

2. รูปแบบแผนภาพ (pictorial model) คือ แบบจำลองที่พัฒนามาจากแบบจำลองมโนภาพ  
เป็นการถ่ายทอดมโนภาพหรือความคิดให้ออกมาเป็นภาพที่ชัดเจนยิ่งขึ้น โดยใช้ภาพวาดหรือ  
ไดอะแกรมแทน ซึ่งข้อดี คือ สามารถทำให้มองเห็นถึงลักษณะของโครงสร้างและกระบวนการ  
ได้ชัดเจนขึ้น แต่ยังไม่สามารถบอกลักษณะการทำงาน (function) ของระบบได้มากขึ้นเท่าไร

3. รูปแบบคณิตศาสตร์ (mathematical model) คือ แบบจำลองที่มีการนำหลักการทาง  
คณิตศาสตร์เข้ามาช่วย เพื่อแสดงให้เห็นปริมาณของสิ่งที่ต้องการจะรู้ ให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลง

และความแตกต่างที่เกิดขึ้น สามารถบอกถึงกระบวนการต่างๆ ที่เกิดขึ้นในระบบย่อย คาดการณ์ว่า จะเกิดอะไรขึ้นเมื่อภาวะการณ์ภายนอกเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม ช่วยให้รู้ว่าอะไรบ้างที่เป็นปัจจัย สำคัญในการก่อให้เกิดกระบวนการหรือพฤติกรรมต่างๆ และ ช่วยเชื่อมความเข้าใจในโครงสร้าง และการทำงานของระบบกลุ่มย่อยแก่บรรดากลุ่มผู้ศึกษาเกี่ยวกับระบบด้วยกัน

### ชนิดของแบบจำลอง

1. แบบจำลองเหมือนของจริง (iconic models) คือ แบบหรือรูปแบบที่มีความเหมือนกับ ของจริงทุกประการ คือ มีคุณสมบัติทุกอย่างคล้ายของจริง เพียงแต่มีมาตราส่วนเล็กลง สามารถ มองเห็นเป็นรูปร่างได้ชัดเจน และมองเห็นเป็นรูปเดียวกัน แต่ยากที่นำมาใช้เพื่อวัตถุประสงค์ใน การทดลองและคาดการณ์

2. แบบจำลองเลียนแบบของจริง (analogue models) หมายถึง แบบจำลองที่ใช้เพียง องค์ประกอบเพียงชุดเดียวแทนสมบัติหรือพฤติกรรมของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง เช่น การใช้เส้นลายขอบเขา (contour line) แทนความสูงจากระดับน้ำทะเลของพื้นที่ ซึ่งแบบจำลองแบบนี้ เมื่อมองดูแล้วจะเห็น เป็นรูปร่างคล้ายของจริงได้ยากกว่าแบบจำลองเหมือนของจริง และมองแตกต่างกันไป แต่มีความ ง่ายที่จะนำมาใช้จัดหรือแสดงพฤติกรรมและความสัมพันธ์ของสิ่งต่างๆ ที่ต้องการได้มากกว่า

3. แบบจำลองที่ใช้สัญลักษณ์ (symbolic models) แบบจำลองชนิดนี้ใช้อักษร ตัวเลข หรือ สัญลักษณ์อื่นๆ แทนค่าด้วยตัวแปรต่างๆ ซึ่งสัมพันธ์กัน จึงเป็นแบบจำลองที่นิยมกันและสามารถ บอกพฤติกรรมต่างๆ ของความสัมพันธ์ได้ดีกว่าแบบอื่นๆ เป็นแบบจำลองที่ง่ายที่สุดที่จะนำมาใช้ กับการทดลอง และเป็นเครื่องมือช่วยในการปรับความสัมพันธ์ของตัวแปรต่างๆ แบบจำลองแบบนี้ จะอยู่ในรูปของความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ จะเป็นสมการหรือไม่ก็ได้ ซึ่งแสดงให้เห็นถึง โครงสร้างและความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างซึ่งมีสัญลักษณ์ต่างๆ แทนอยู่

### วัตถุประสงค์ในการจัดทำแบบจำลองคณิตศาสตร์

นิพนธ์ ตั้งธรรม (2549) ได้สรุปวัตถุประสงค์ของการสร้างแบบจำลองคณิตศาสตร์ไว้ 5 ประการ คือ

1. เพื่อแสดงถึงข้อเท็จจริงเกี่ยวกับระบบ
2. เพื่อแสดงถึงแนวความคิดของผู้สร้างแบบจำลองที่มีต่อระบบ และการจัดการระบบ
3. เพื่อให้ทั้งผู้สร้าง และผู้อื่นในวงการวิเคราะห์ระบบ เกิดแนวความคิดใหม่ๆ ในการสร้าง และใช้แบบจำลองอย่างละเอียดถี่ถ้วนมากยิ่งขึ้น
4. เพื่อใช้แบบจำลองคาดการณ์หรือพยากรณ์ว่า ระบบจะแสดงพฤติกรรมอย่างไร ถ้าสิ่งหนึ่งสิ่งใด หรือหลายสิ่งในระบบผันแปรไป
5. เพื่อใช้เป็นเครื่องมือชี้ให้เห็นว่า อะไรเป็นสาเหตุทำให้ระบบเปลี่ยนแปลงไปในลักษณะต่างๆ ที่บ่งบอกได้ถึงนัยของแนวทางการจัดการ

#### ขั้นตอนการดำเนินการของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

ทวิวงศ์ ศรีบุรี (2541) ได้สรุปขั้นตอนที่ทำให้แบบจำลองสามารถใช้ได้กับระบบที่ทำการศึกษาไว้ 3 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การเปรียบเทียบแบบจำลอง (calibration) เป็นการจำลองสภาพของระบบการศึกษา ซึ่งสามารถอธิบายได้ด้วยสมการทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วยการปรับแก้ค่าพารามิเตอร์กำหนดของแบบจำลอง จนกระทั่งผลที่ได้ออกมาเทียบเคียงกับข้อมูลจริงได้ โดยวิธีการประเมินค่าอาจเป็นแบบสุ่มหรือการหาค่าที่เหมาะสมที่สุด ซึ่งขึ้นอยู่กับวิจารณญาณของผู้ศึกษาเอง

ขั้นตอนที่ 2 การตรวจสอบความถูกต้อง (verification) เป็นการทดสอบผลจากการจำลองสภาพของระบบที่ศึกษาเพื่อบอกประสิทธิภาพของแบบจำลองโดยใช้แบบจำลองที่เปรียบเทียบแล้ว และทดสอบความใกล้เคียงของผลที่ได้จากแบบจำลองกับข้อมูลชุดใหม่เป็นการตรวจสอบการทำงาน of แบบจำลองอีกครั้ง

ขั้นตอนที่ 3 การนำไปประยุกต์ใช้ (validation) เป็นการประยุกต์ใช้แบบจำลองที่ผ่านการจำลองสภาพและผ่านการตรวจสอบความถูกต้องแล้ว เพื่อการวางแผนและตัดสินใจในการพัฒนาระบบต่อไป

## กระบวนการและขั้นตอนในการสร้างแบบจำลองคณิตศาสตร์

นิพนธ์ ตั้งธรรม (2549) ได้สรุปขั้นตอนการดำเนินการสร้างแบบจำลองคณิตศาสตร์ไว้ 10 ขั้นตอน (ภาพที่ 3) ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 กำหนดปัญหาที่ต้องการแก้ไข เพื่อใช้กำหนดรูปแบบและทิศทางของแบบจำลอง

ขั้นตอนที่ 2 กำหนดกรอบของปัญหาให้อยู่ในรูปแบบของการเปลี่ยนแปลงตามเวลา (time) และตามพื้นที่ (space) และระบบย่อยของระบบทั้งหมด

ขั้นตอนที่ 3 ความต้องการข้อมูล การที่จะใช้ข้อมูลมากน้อยหรือแบบจำลองที่มีคุณภาพขึ้นอยู่กับความสลับซับซ้อนของแบบจำลองที่จะสร้างและข้อมูลที่มีอยู่แล้ว ในกรณีที่มีข้อมูลจำกัดก็อาจจำเป็นต้องลดความซับซ้อนของแบบจำลองลงหรือกำหนดกรอบของปัญหาให้เล็กลงไป

ขั้นตอนที่ 4 เขียนโครงสร้างแบบจำลองมโนทัศน์ที่ผู้สร้างมีอยู่หรือจากกลุ่มผู้สร้าง ขั้นตอนนี้อาจทำก่อนขั้นตอนรวบรวมข้อมูล แต่มักจำกัดด้วยข้อมูลที่มีอยู่ การเขียนโครงข่ายแบบจำลองจึงมักทำภายหลังที่ทราบปริมาณและคุณภาพของข้อมูลแล้ว

ขั้นตอนที่ 5 สร้างสมการแสดงความสัมพันธ์และความสัมพันธ์ของระบบที่เชื่อมโยงกัน เพื่อหาคำตอบที่กำหนดไว้ในขั้นตอนที่ 1 และที่ 2 สิ่งที่จะต้องคำนึงถึงในขั้นตอนนี้ คือ ความต้องการที่จะให้แบบจำลองช่วยตัดสินใจปัญหา ให้คำตอบเรื่องอะไร ในระดับใด จะต้องมีการจำแนกองค์ประกอบ (ตัวแปร) ของแบบจำลองที่จะเป็นตัวกำหนด (regulate) และตัวผลลัพธ์ให้ครบถ้วน สร้างความสัมพันธ์เชื่อมโยงตัวแปรต่างๆ โดยรูปแบบทางคณิตศาสตร์ โดยอาศัยผลงานวิจัยที่ผ่านมาเป็นหลัก หากไม่มีจึงค่อยให้ผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้กำหนดพารามิเตอร์ที่จะเป็นผลลัพธ์ (outputs) และดัชนีผลกระทบ (indicators) ตลอดจนกำหนดช่วงเวลา (time interval) และระยะเวลา (time span) ที่จะให้แบบจำลองหาคำตอบให้ โดยผนวกแบบจำลองย่อยต่างๆ เข้าด้วยกันอย่างเป็นระบบและมีระเบียบสอดคล้องกับพฤติกรรมธรรมชาติ

ขั้นตอนที่ 6 ทดสอบการทำงานของแบบจำลอง และความถูกต้องของผลลัพธ์ เมื่อเชื่อมโยงสมการหรือแบบจำลองย่อยต่างๆ เข้าด้วยกันแล้ว โดยทั่วไป ถ้าเป็นขั้นการทดสอบว่าระบบจำลอง

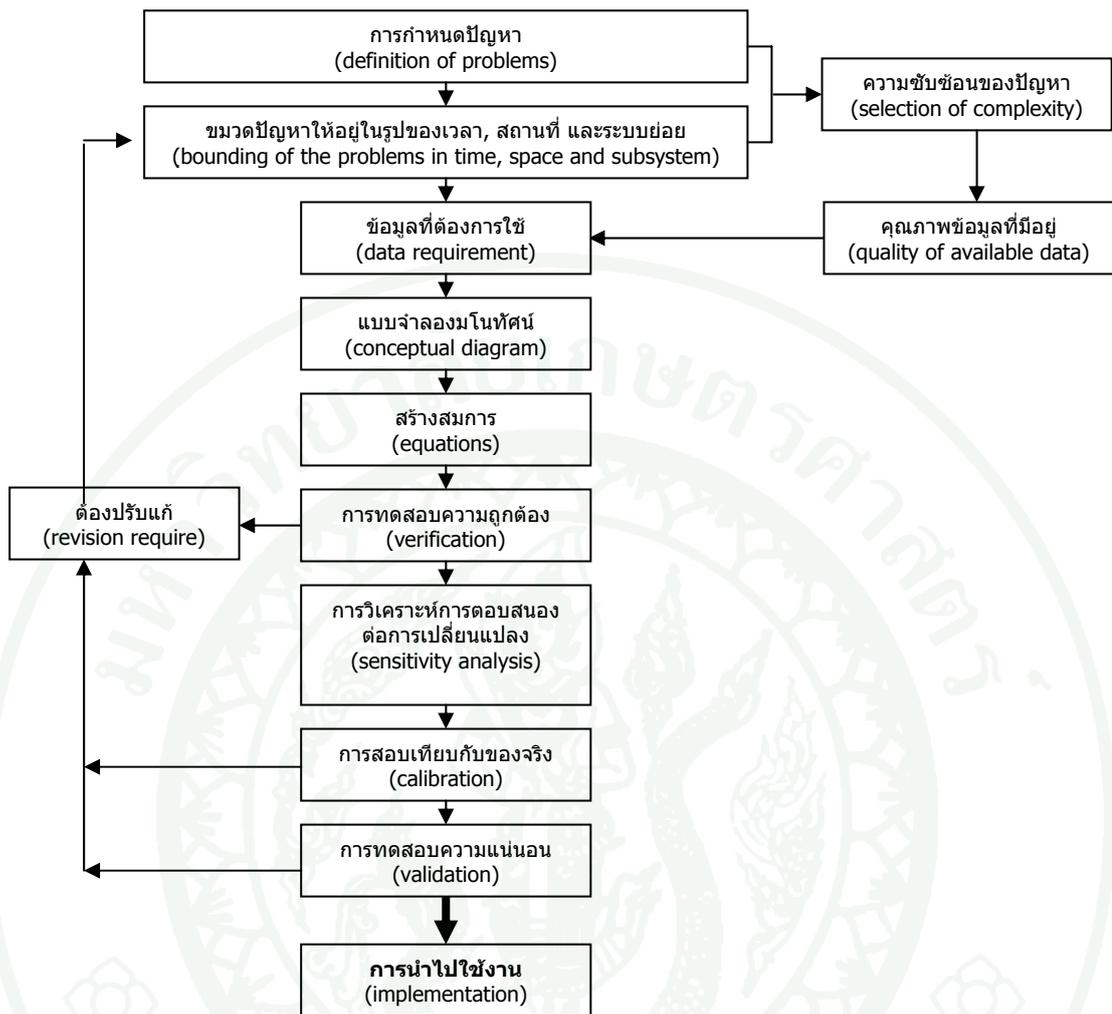
ที่สร้างขึ้นมาสามารถทำงานได้ตามที่ต้องการหรือไม่ มีความถูกต้องตามหลักตรรกะ และอธิบายความเป็นไปได้ตามที่คิดไว้ (conceptualize) หรือไม่ ส่วนมากจะใช้ข้อมูลที่มีอยู่ในอดีตเป็นตัวทดสอบ

ขั้นตอนที่ 7 ทบทวนแบบจำลองกรณีที่ยังทำงานไม่ดีพอ ซึ่งอาจเกิดจากแบบจำลองย่อยๆ ยังไม่สมบูรณ์ หรือการเชื่อมต่อกันไม่เป็นไปตามตรรกะหรือรายละเอียดในแบบจำลองยังไม่เพียงพอ หรือตั้งวัตถุประสงค์ไว้มากเกินไปมากกว่าข้อมูลที่มีอยู่จะหาคำตอบให้ได้ ก็จะต้องมีการทบทวน (reverse) กันใหม่ โดยกลับไปเริ่มต้นขั้นตอนที่ 2 ใหม่ ก็จะได้แบบจำลองที่ให้ความพอใจได้

ขั้นตอนที่ 8 ในกรณีที่แบบจำลองสามารถใช้ได้ดีแล้ว มีความถูกต้องแม่นยำตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้แล้ว ก็จะต้องมีการทดสอบการตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงพารามิเตอร์ภายในแบบจำลอง (sensitive analysis) ว่าเมื่อกำหนดให้พารามิเตอร์ต่างๆ คงที่ แล้วการเปลี่ยนแปลงพารามิเตอร์ตัวหนึ่งไปในระดับต่างๆ จะทำให้ผลลัพธ์ออกมาแตกต่างไปจากเดิมอย่างมีตรรกะและระดับการเปลี่ยนแปลงยอมรับได้หรือไม่ ถ้ายังไม่ตอบสนองในระดับที่ดีพอ ก็จะต้องกลับไปเริ่มต้นที่ขั้นตอนที่ 7 คือ ทบทวนแบบจำลองกันใหม่อีกจนเป็นที่พอใจ

ขั้นตอนที่ 9 การปรับค่าพารามิเตอร์ในแบบจำลอง ขั้นตอนนี้มักทำกันเสมอในเกือบทุกแบบจำลอง เพื่อให้ได้ค่าตรงหรือใกล้เคียงกับค่าที่ตรวจวัดได้จริงหรือค่าที่ควรจะเป็น ทั้งนี้เนื่องจากแบบจำลองนั้นมีโอกาสเลียนแบบของจริงได้ร้อยละ 90-95 ค่าที่ได้มักจะเพี้ยนไปจากค่าจริง จึงมีการปรับค่าคงที่ต่างๆ ให้เกิดผลลัพธ์ที่ใกล้เคียงความเป็นจริงที่สุด

ขั้นตอนที่ 10 ตรวจสอบความแน่นอนของแบบจำลอง (validation) เป็นการทดสอบว่าแบบจำลองทำงานได้ดีและถูกต้องเพียงใดเมื่อกำหนดสภาวะต่างๆ ในการจัดการระบบเปลี่ยนไป ซึ่งถือว่าเป็นขั้นตอนการตรวจประสิทธิภาพและประสิทธิผลของแบบจำลองว่า ถ้ามีการเปลี่ยนแปลงตัวแปรภายนอกที่เป็นตัวแปรนำเข้า (input data) แล้ว แบบจำลองทำงานได้ถูกต้องสมเหตุสมผลหรือไม่ ซึ่งถ้ามาถึงขั้นตอนนี้แล้ว แบบจำลองให้ผลลัพธ์ถูกต้องแน่นอนและมีตรรกะในทุกกรณีแล้ว ก็สามารถนำไปประยุกต์ในพื้นที่อื่นเพื่อหาคำตอบที่ชี้แนะในการกำหนดนโยบายการจัดการได้



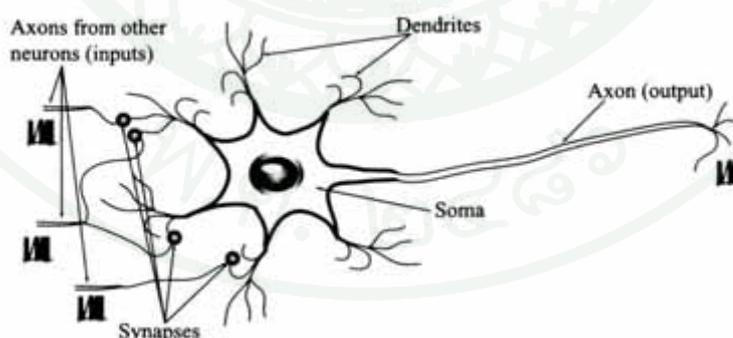
ภาพที่ 3 ขั้นตอนการพัฒนาแบบจำลองคณิตศาสตร์  
ที่มา: Jorgensen (1988)

### แบบจำลองเครือข่าย

แบบจำลองเครือข่ายมีพื้นฐานมาจากคำสองคำ คือ คำว่า “แบบจำลอง” และ “เครือข่าย” ซึ่งความหมายของแบบจำลองดังที่กล่าวมาข้างต้นแล้วว่ คือ ตัวแทนของสรรพสิ่งอันใดอันหนึ่งที่ถูกใช้เพื่อวัตถุประสงค์ในการคาดการณ์หรือทำนาย ส่วนเครือข่าย หมายถึง การติดต่อหรือเชื่อมโยงระหว่างองค์ประกอบหลายๆ องค์ประกอบ เมื่อรวมคำสองคำนี้เข้าด้วยกัน คือ “แบบจำลองเครือข่าย” หมายถึง การเชื่อมต่อขององค์ประกอบหลายๆ องค์ประกอบเพื่อนำไปสู่การคาดการณ์หรือการแก้ปัญหาซึ่งมีความสัมพันธ์เป็นไปตามเงื่อนไขต่างๆ

แบบจำลองเครือข่ายมีการพัฒนามาจากการเลียนแบบการทำงานของระบบการรับรู้ของมนุษย์ หรือระบบประสาทของสิ่งมีชีวิต การประมวลผลข้อมูลจะเกิดขึ้นที่องค์ประกอบขั้นต้นจำนวนมาก ที่เรียกว่า นิวรอน (neuron) หรือหน่วยประมวลผล ซึ่งเชื่อมต่อกันเป็นเครือข่ายและการเชื่อมโยงแต่ละเส้นจะมีน้ำหนัก (weight) กำกับอยู่ เมื่อมีการส่งผ่านข้อมูล ข้อมูลจะถูกปรับด้วยค่าน้ำหนัก จากนั้นทำการรวมข้อมูลที่ได้แบบเชิงเส้นแล้วผ่านฟังก์ชันกระตุ้น (activation function) เพื่อคำนวณผลลัพธ์แล้วส่งผ่านไปยังนิวรอนอื่นๆ (Fausett L, 1994) ซึ่งเรียกแบบจำลองนี้ว่า “แบบจำลองเครือข่ายประสาทเทียม (artificial neural network)” และเป็นต้นแบบในการประยุกต์ใช้เพื่อทำนายหรือแก้ปัญหาต่างๆ ในหลายกรณี

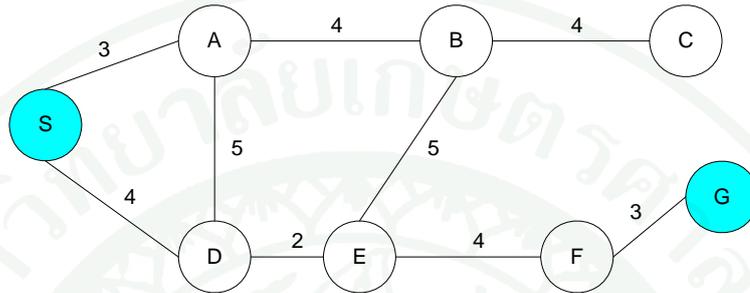
กระบวนการทำงานของแบบจำลองเครือข่ายประสาทเทียม คือ เมื่อสัมผัสกับวัตถุชนิดหนึ่ง นิวรอนตัวแรกจะเป็นตัวกำหนดสัญญาณว่ามีลักษณะเป็นอย่างไร โดยที่เดนไดรต์ (dendrites) ทำหน้าที่รับสัญญาณผ่านเส้นใยประสาทและส่งสัญญาณไปยังตัวเซลล์ (soma or cell body) หลังจากนั้นตัวเซลล์ จะทำการประมวลผลโดยการรวมสัญญาณและแปลงสัญญาณออกไปเป็นสัญญาณที่มีความถี่ต่างกับตอนแรก และส่งสัญญาณนี้ออกไปยังแอกซอน (axon) โดยที่แอกซอนจะส่งสัญญาณไปยังนิวรอนอื่นๆ โดยผ่านไซแนปส์ (synapses) ซึ่งแต่ละไซแนปส์จะมีค่า synapses strength ที่แตกต่างกัน สัญญาณนี้จะส่งต่อกันไปจนกระทั่งเราสามารถรับรู้ได้ว่าวัตถุชิ้นนั้นคืออะไร มีลักษณะเป็นอย่างไร เป็นอันสิ้นสุด กระบวนการทำงาน การเปรียบเทียบระหว่างเซลล์ประสาทเทียมกับเซลล์ประสาทในทางชีววิทยา แสดงดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 การเปรียบเทียบระหว่างเซลล์ประสาทในทางชีววิทยากับเซลล์ประสาทเทียม

ที่มา: Gupta *et al.* (2003)

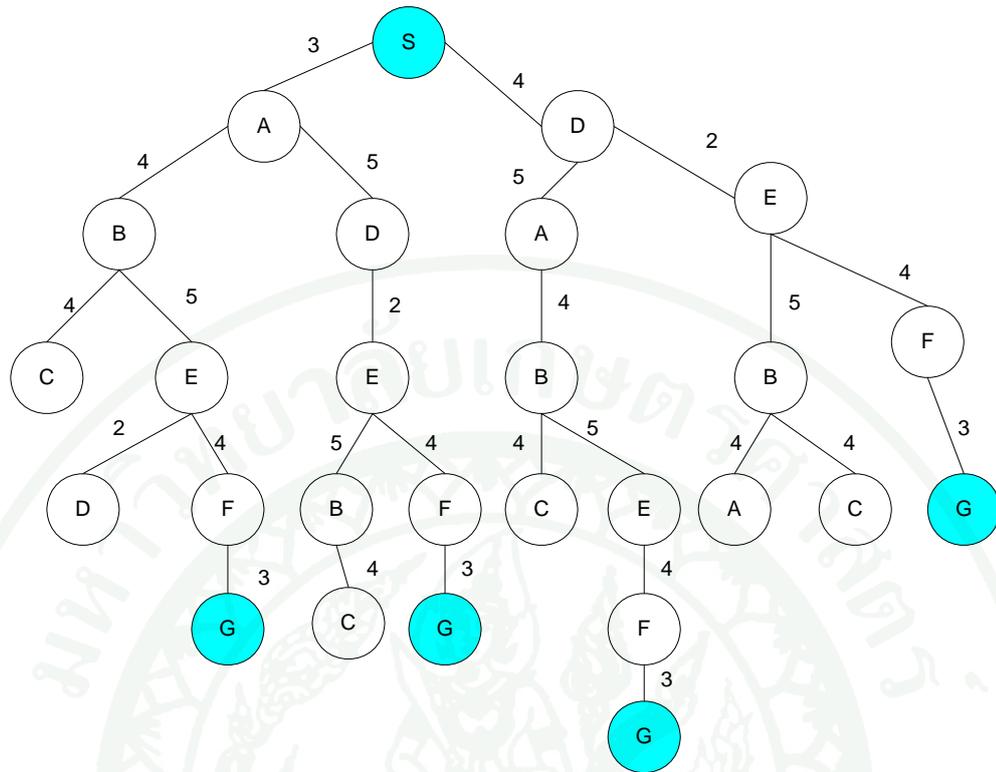
ลักษณะของแบบจำลองเครือข่ายจะคล้ายกับ graph ซึ่งแต่ละ node มักจะแทนด้วยเมืองต่างๆ ที่ต้องเดินทางแต่ละเมืองหรือแต่ละ node นั้นจะเชื่อมถึงกันเรามักนำแบบจำลองเครือข่ายมาใช้ในการแก้ปัญหาการเดินทางเพื่อให้ใช้ระยะทางสั้นที่สุดหรือแก้ปัญหาการขนส่งที่เดินทางน้อยสุดแบบจำลองเครือข่ายแสดงดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 แบบจำลองเครือข่ายที่แต่ละ node เชื่อมถึงกัน

ที่มา: วลัยลักษณ์ ภูทองกรม (2552)

จากภาพที่ 5 แบบจำลองเครือข่ายหรือ graph นี้จะเห็นว่าการเดินทางจะเดินวนเป็น loop เราสามารถตัด loop ทิ้งได้โดยการเปลี่ยนจาก graph ให้กลายเป็น tree ด้วยการตัดเส้นเชื่อม (link) เส้นใดเส้นหนึ่ง ดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6 การแปลง graph ให้เป็น tree  
ที่มา: วลัยลักษณ์ ภูทองกรม (2552)

จากที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นได้ว่าแบบจำลองเครือข่ายเป็นแบบจำลองที่จัดความสัมพันธ์ขององค์ประกอบต่างๆ หลากๆ องค์ประกอบให้มีความเชื่อมโยงกันจนนำไปสู่การคาดการณ์หรือให้คำตอบบางอย่างที่สามารถตัดสินใจเลือกภายใต้เงื่อนไข ซึ่งการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้หลักการของแบบจำลองเครือข่ายในการจัดความสัมพันธ์และเชื่อมโยงองค์ประกอบของระบบสิ่งแวดล้อมมันสำปะหลังในพื้นที่ศูนย์ฯ เขาหินซ้อนอันเนื่องมาจากพระราชดำริเพื่อนำไปสู่การจำลองแบบเครือข่ายเพื่อทำนายผลผลิตมันสำปะหลังที่เป็นผลมาจากการเก็บข้อมูลทางวิทยาศาสตร์และการสัมภาษณ์เกษตรกรในพื้นที่

## ศูนย์ศึกษาการพัฒนาเขานินซอนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ

### ความเป็นมา

เมื่อวันที่ 8 สิงหาคม พ.ศ. 2522 พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวเสด็จพระราชดำเนินเปิดศาลบวรราชานุสาวรีย์ พระบาทสมเด็จพระปิ่นเกล้าเจ้าอยู่หัว ณ ตำบลเขานินซอน อำเภอพนมสารคาม จังหวัดฉะเชิงเทรา มีราษฎรน้อมเกล้าฯ ถวายที่ดินหมู่ที่ 2 ตำบลเขานินซอน อำเภอพนมสารคาม จำนวน 264 ไร่ ได้เสด็จทอดพระเนตรที่ดินดังกล่าว และทรงมีพระราชดำริกับหน่วยราชการต่างๆ ได้แก่ กรมพัฒนาที่ดิน กรมชลประทาน กรมป่าไม้ กรมปศุสัตว์ ให้ร่วมกันพัฒนาพื้นที่แห่งนี้ โดยจัดทำเป็นศูนย์ศึกษาตัวอย่างสาธิต การพัฒนาด้านเกษตรกรรมที่สมบูรณ์แบบทั้งการพัฒนาแหล่งน้ำ พื้นฟูสภาพป่า การพัฒนาที่ดิน การวางแผนปลูกพืชและเลี้ยงสัตว์ เพื่อขยายผลให้แก่เกษตรกรนำไปปฏิบัติในการประกอบอาชีพ รวมทั้งส่งเสริมงานหัตถกรรมพื้นบ้าน เพื่อเป็นการเพิ่มรายได้ให้แก่เกษตรกร หลังจากนั้นได้มีราษฎรมีจิตศรัทธาน้อมเกล้าฯ ถวายที่ดินเพิ่มเติมอีก 497 ไร่ ผนวกกับที่ดินบริเวณสวนรุกขชาติและสวนพฤกษศาสตร์ รวมเป็นเนื้อที่ทั้งหมดของศูนย์ฯ เขานินซอนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ 1,240 ไร่เศษ นอกจากนี้ พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวทรงพระราชทานพื้นที่ส่วนพระองค์ที่ติดกับศูนย์ฯ เขานินซอนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ ประมาณ 655 ไร่ ให้เป็นพื้นที่ทำการศึกษ วิจัย และทดสอบ การพัฒนาด้านการเกษตรกรรม รวมเป็นพื้นที่ทั้งหมด 1,895 ไร่ (ศูนย์ศึกษาการพัฒนาเขานินซอนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ, 2545)

### ที่ตั้งและอาณาเขต

ศูนย์ศึกษาการพัฒนาเขานินซอนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ ตั้งอยู่ที่ตำบลเขานินซอน อำเภอพนมสารคาม จังหวัดฉะเชิงเทรา อยู่ห่างจากกรุงเทพฯ ประมาณ 120 กิโลเมตร ตั้งอยู่บนฝั่งขวาของถนนสายฉะเชิงเทรา-กบินทร์บุรี หรือทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 304 อยู่ห่างจากอำเภอพนมสารคาม 17 กิโลเมตร ซึ่งมีพื้นที่ในความรับผิดชอบ แบ่งเป็น (สำนักงานคณะกรรมการพิเศษเพื่อประสานงานโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริ, 2542)

1. ศูนย์ฯ เขานินซอนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ เนื้อที่ 1,240 ไร่ และพื้นที่โครงการพัฒนาส่วนพระองค์ เนื้อที่ 655 ไร่ รวมพื้นที่ทั้งหมดของศูนย์ฯ 1,895 ไร่

2. หมู่บ้านรอบศูนย์ ซึ่งเป็นหมู่บ้านเป้าหมายในการปฏิบัติงานขยายผลบริเวณลุ่มน้ำโจน ในตำบลเขาหินซ้อน และตำบลเกาะขนุน อำเภอพนมสารคาม จังหวัดฉะเชิงเทรา จำนวน 15 หมู่บ้าน เนื้อที่ 113,214 ไร่ ดังนี้ ตำบลเขาหินซ้อน 10 หมู่บ้าน ได้แก่ หมู่ 1 บ้านม่วงโพรง หมู่ 2 บ้านเขาหินซ้อน หมู่ 3 บ้านแหลมเขาจันทร์ หมู่ 4 บ้านปรือวาย หมู่ 7 บ้านลำหาชัย หมู่ 8 บ้านหนองยายแจ่ม หมู่ 10 บ้านเขาเจริญสุข หมู่ 11 บ้านห้วยสำโรง หมู่ 12 บ้านคลองตะเคียน และหมู่ 13 บ้านหนองเหียง ตำบลเกาะขนุน 5 หมู่บ้าน ได้แก่ หมู่ 5 บ้านแหลมตะคร้อ หมู่ 7 บ้านชายเคือง หมู่ 8 บ้านไร่ดอน หมู่ 13 บ้านคอนขี้เหล็ก และหมู่ 15 บ้านห้วยสาม

3. พื้นที่ราษฎรน้อมเกล้าฯ ถวาย เกษตรทฤษฎีใหม่ตำบลเสม็ดเหนือ อำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา เนื้อที่ 114 ไร่

4. พื้นที่ราษฎรน้อมเกล้าฯ ถวาย เกษตรทฤษฎีใหม่บ้านธารพุด ตำบลเขาหินซ้อน อำเภอพนมสารคาม จังหวัดฉะเชิงเทรา เนื้อที่ 32 ไร่

### สภาพภูมิประเทศ

สภาพภูมิประเทศส่วนใหญ่จะมีลักษณะเป็นลูกคลื่นลอนลาด มีความลาดชันประมาณ 2-5 เปอร์เซ็นต์ และบางส่วนมีลักษณะเป็นลูกคลื่นลอนชัน มีความลาดชัน 5-8 เปอร์เซ็นต์ ส่วนบริเวณแคบๆ ริมห้วยน้ำโจนและคลองท่าลาด จะมีสภาพค่อนข้างราบเรียบมีความลาดชัน 0-2 เปอร์เซ็นต์ อยู่สูงกว่าระดับน้ำทะเลประมาณ 6-134 เมตร (ศกภาพรณ นันทรัตน์, 2546)

### สภาพภูมิอากาศ

จากรายงานศูนย์ศึกษาการพัฒนาเขาหินซ้อนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ ประจำปี 2550 พบข้อมูลสภาพภูมิอากาศ ซึ่งประกอบด้วย ลักษณะลมฟ้าอากาศ อุณหภูมิในพื้นที่ศึกษา และปริมาณน้ำ ดังนี้

1. ลักษณะลมฟ้าอากาศ บริเวณพื้นที่ศูนย์ศึกษาการพัฒนาเขาหินซ้อนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ และหมู่บ้านรอบศูนย์ฯ อยู่ภายใต้อิทธิพลของลมมรสุม 2 ชนิด คือ ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งพัดในฤดูหนาวและฤดูร้อน มีอิทธิพลทำให้พื้นที่โครงการประสบภาวะหนาวเย็นและแห้งแล้ง และลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ซึ่งพัดในฤดูฝน ทำให้อากาศชุ่มชื้นและมีฝนตกทั่วไป

ฤดูกาลของพื้นที่โครงการแบ่งออกได้เป็น 3 ฤดู คือ ฤดูหนาว เริ่มตั้งแต่กลางเดือนตุลาคมถึงกลางเดือนกุมภาพันธ์ ฤดูร้อน เริ่มตั้งแต่กลางเดือนกุมภาพันธ์ถึงกลางเดือนพฤษภาคม เดือนที่มีอากาศร้อนที่สุด คือ เดือนเมษายน ฤดูฝน เริ่มตั้งแต่กลางเดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคม เดือนที่มีฝนตกชุกที่สุดคือเดือนสิงหาคม

2. อุณหภูมิในพื้นที่ อุณหภูมิเฉลี่ยของพื้นที่บริเวณศูนย์ศึกษาการพัฒนาเขาหินซ้อน อันเนื่องมาจากพระราชดำริ และหมู่บ้านรอบศูนย์ฯ ตลอดปี ประมาณ 27.7 องศาเซลเซียส อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย 36.8 องศาเซลเซียส อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย 19.4 องศาเซลเซียส

3. ปริมาณน้ำฝน บริเวณพื้นที่ศูนย์ฯ เขาหินซ้อนอันเนื่องมาจากพระราชดำรินี้อยู่ในเกณฑ์ปานกลาง โดยมีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยตลอดทั้งปีประมาณ 1,273 มิลลิเมตร โดยเฉลี่ยฝนตกประมาณ 84 วัน เดือนที่มีฝนตกมากที่สุดคือ เดือนสิงหาคม

### ลักษณะดินในพื้นที่

ดินส่วนใหญ่เป็นดินชุดมาบบอน (Mab Bon Series: Mb) สภาพพื้นที่มีลักษณะเป็นลูกคลื่นลอนลาด มีความลาดชัน 3-6 เปอร์เซ็นต์ ดินเป็นดินลึก มีการระบายน้ำดี ดินมีความสามารถให้น้ำซึมผ่านได้ปานกลาง มีดินบนลึกไม่เกิน 20 เซนติเมตร มีเนื้อดินเป็นดินร่วนปนทรายหรือดินทรายปนดินร่วน (sandy loam) มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างประมาณ 6.0-7.0 มีอินทรีย์วัตถุปานกลาง มีการอึมตัวด้วยค้างสูง มีความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุต่ำ มีปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืชต่ำ และมีปริมาณธาตุโปแตสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืชสูง โดยภาพรวมดินชุดนี้มีปริมาณแร่ธาตุระดับปานกลาง และมีคุณภาพทางกายภาพดีพอสมควร (กรมพัฒนาที่ดิน, 2541) และมีสมบัติทางเคมีดังในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 คุณสมบัติทางเคมีของดินบริเวณพื้นที่ศูนย์ฯ เขาหินซ้อนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ

สมบัติทางเคมี	ดินบน	ดินล่าง
pH	5.5-7.0	5.5-6.0
อินทรีย์วัตถุ (%)	<1.5	<1.5
avail. P (ppm)	<10	<10
avail. K (ppm)	<60	<60

### งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากรุวรรณ ไหญ่ยงค์ (2547) ได้ทำการศึกษา เรื่อง ปัจจัยที่มีผลต่อการใช้เทคโนโลยีเพื่อการผลิตมันสำปะหลังของเกษตรกรตำบลห้วยบง อำเภอด่านขุนทด จังหวัดนครราชสีมา โดยการสัมภาษณ์เกษตรกรผู้ปลูกมันสำปะหลังเป็นอาชีพหลัก หรืออาชีพรอง จำนวน 154 ครัวเรือน พบว่าเกษตรกรส่วนใหญ่มีความรู้ในการปลูกมันสำปะหลังถูกต้องตามคำแนะนำของทางราชการอยู่ในระดับดี เกษตรกรมีความรู้และการปฏิบัติที่ถูกต้องในการใช้ปุ๋ยหมักมันสำปะหลังพันธุ์ดีตามคำแนะนำของทางราชการมากที่สุด เกษตรกรที่มีความรู้ในการใช้เทคโนโลยีในการผลิตมันสำปะหลังสูง และมีรายได้จากการปลูกมันสำปะหลังสูง มีการปฏิบัติในการผลิตมันสำปะหลังที่ถูกต้องตามคำแนะนำของทางราชการสูงที่ระดับนัยสำคัญ 0.1 สำหรับเกษตรกรที่มีพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังมาก รายได้ครัวเรือนระดับสูง และรายจ่ายจากการปลูกมันสำปะหลังสูง มีการปฏิบัติในการผลิตมันสำปะหลังที่ถูกต้องตามคำแนะนำของทางราชการสูงที่ระดับนัยสำคัญ 0.1 ปัญหาในการปลูกมันสำปะหลังที่ถูกต้องตามคำแนะนำของทางราชการ คือ ปัญหาด้านการตลาด ดินขาดความอุดมสมบูรณ์ ผลผลิตต่ำ การขาดความรู้ในเรื่องปุ๋ยพืชสดและปุ๋ยเคมีราคาแพง

จันจิรา ศิริสุวรรณ (2547) เรื่อง การศึกษาการประยุกต์ใช้แบบจำลองการปลูกพืชในการคำนวณอัตราปุ๋ยที่เหมาะสมสำหรับข้าวโพดบนชุดดินลพบุรี ที่แปลงทดลอง ตำบลจันทึก อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา โดยการใช้ข้อมูลดินมาสร้างเป็นแฟ้มข้อมูลดิน ประกอบด้วยข้อมูลจำนวนชั้นดิน ความหนาของชั้นดิน สีดิน ความชื้นดิน จำนวนรากพืช เนื้อดิน สมบัติทางกายภาพ และเคมีของดิน ข้อมูลสภาพอากาศมาสร้างเป็นแฟ้มข้อมูลภูมิอากาศ ประกอบด้วยข้อมูลที่ตั้งละติจูด ลองจิจูด ค่าอุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือน อุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด ช่วงแสง ปริมาณน้ำฝน และข้อมูลสัมประสิทธิ์ประจําพันธุ์ข้าวโพดพันธุ์สุวรรณ 3601 ประกอบด้วยข้อมูลสัมประสิทธิ์

การพัฒนาการ และการเจริญเติบโต จากนั้นทำการวิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้โปรแกรมแบบจำลองสำเร็จรูปเพื่อคาดคะเนผลผลิตที่จะได้ และนำมาเปรียบเทียบกับผลผลิตที่ได้จากแปลงทดลอง พบว่าผลจากการจำลองระบบการปลูกพืช แสดงให้เห็นว่า อัตราปุ๋ยไนโตรเจนที่ 15 กิโลกรัมต่อไร่ เป็นอัตราปุ๋ยที่เหมาะสมและคุ้มค่าทางเศรษฐกิจที่สุด ขณะที่อัตราปุ๋ยไนโตรเจน 9 และ 12 กิโลกรัมต่อไร่ จะเกิดการขาดธาตุอาหาร และที่อัตราปุ๋ยไนโตรเจน 18 และ 20 กิโลกรัมต่อไร่ ไม่คุ้มค่าทางเศรษฐกิจ ถึงแม้ว่าจะมีผลผลิตเพิ่มขึ้นก็ตาม และ ผลผลิตที่ได้จากการทดลองในแปลงปลูกพืชมีค่าใกล้เคียงกับผลผลิตที่ได้จากการคาดคะเน

ไชยรัตน์ เพ็ชรชลาณวัฒน์ (2542) ได้ทำการศึกษาผลกระทบของพันธุ์ อายุการเก็บเกี่ยว อัตราปุ๋ยที่มีผลต่อผลผลิต และคุณภาพแป้งมันสำปะหลัง โดยทำการศึกษาที่ศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง จังหวัดระยอง พบว่า ผลผลิตและคุณภาพของแป้งมันสำปะหลังในพันธุ์แนะนำ ได้แก่ ระยอง 1 ระยอง 5 ระยอง 60 ระยอง 90 และเกษตรศาสตร์ 50 เมื่ออายุเก็บเกี่ยว 6, 8, 10, 12, 14 และ 16 เดือน พบว่า พันธุ์ระยอง 90 ให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์อื่นๆ ผลผลิตเพิ่มขึ้นตามอายุของพันธุ์อื่น มันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 1 และระยอง 60 มีปริมาณแป้งในหัวต่ำสุด ปริมาณแป้งในหัวมันสำปะหลังและความหนืดของแป้งมันในทุกพันธุ์ลดลงหากได้รับปริมาณฝนมาก สำหรับผลกระทบต่อปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 0 50 และ 100 กิโลกรัมต่อไร่ ที่มีผลต่อผลผลิตและปริมาณแป้งในมันสำปะหลังพันธุ์ ระยอง 1 ระยอง 5 ระยอง 60 ระยอง 90 และเกษตรศาสตร์ 50 พบว่า การใส่ปุ๋ยเพิ่มขึ้นทำให้ผลผลิตหัวสดและน้ำหนักแห้งเพิ่มขึ้น แต่ไม่มีผลต่อคุณภาพของแป้งมันสำปะหลังที่สกัดได้

นภศูล สมุทรทอง (2550) ได้ทำการศึกษา การเพิ่มผลผลิตมันสำปะหลัง โดยการให้น้ำมันสำปะหลังในช่วงฤดูแล้ง หรือฤดูฝนที่ฝนทิ้งช่วงนาน เพื่อศึกษาปริมาณและอัตราการให้น้ำที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของมันสำปะหลัง โดยมี 8 คำสำหรับการทดลอง คือ ปริมาณน้ำ 30 มิลลิเมตรต่อเดือน ให้น้ำ 1 ครั้ง แบ่งให้ 2 ครั้ง และแบ่งให้ 3 ครั้ง ปริมาณน้ำ 45 มิลลิเมตรต่อเดือน ให้น้ำ 1 ครั้ง แบ่งให้ 2 ครั้ง และแบ่งให้ 3 ครั้ง และปริมาณน้ำ 60 มิลลิเมตรต่อเดือน แบ่งให้ 2 ครั้ง และแบ่งให้ 3 ครั้ง เปรียบเทียบกับมันสำปะหลังที่ได้รับความชื้นจากน้ำฝนตามธรรมชาติ สรุปได้ ว่า ถ้าต้องการใช้น้ำอย่างประหยัด ควรให้น้ำอัตรา 30 มิลลิเมตรต่อเดือน โดยแบ่งให้ 2 ครั้ง แต่ถ้าต้องการผลตอบแทนต่อไร่สูงสุด และมีน้ำอย่างเพียงพอ ควรให้น้ำอัตรา 30 มิลลิเมตรต่อเดือน โดยแบ่งให้ 3 ครั้ง

ประภาส ช่างเหล็ก (2544) ได้ทำการศึกษาถึงผลของปุ๋ยที่มีต่อผลผลิตและปริมาณแป้งของ มันสำปะหลังพันธุ์ต่างๆ ที่ปลูกในดินชุดมาบบอน (Mb) และโคราช (Kt) โดยใช้มันสำปะหลัง ทั้งหมด 7 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ระยอง 1 ระยอง 60 ระยอง 90 ระยอง 5 เกษตรศาสตร์ 50 เกษตรศาสตร์ 206 และ เกษตรศาสตร์ 17 ใช้ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 2 อัตรา คือ ไม่ใส่ปุ๋ย และใส่ปุ๋ย 50 กิโลกรัมต่อไร่ พบว่า ในชุดดินมาบบอน มันสำปะหลังพันธุ์เกษตรศาสตร์ 206 ให้ผลผลิตหัวสดเฉลี่ยสูงสุด คือ 5,182 กิโลกรัมต่อไร่ พันธุ์เกษตรศาสตร์ 17 ให้ผลผลิตหัวสดเฉลี่ยใกล้เคียงกับ พันธุ์ระยอง 60 ระยอง 90 เกษตรศาสตร์ 50 และระยอง 5 โดยพันธุ์ระยอง 1 ให้ผลผลิตเฉลี่ยต่ำสุด การใส่ปุ๋ยอัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ มีผลให้ผลผลิตหัวสดเฉลี่ยของแต่ละพันธุ์เพิ่มขึ้นจากที่ไม่ใส่ปุ๋ยประมาณร้อยละ 20-37 โดยพันธุ์ระยอง 90 มีระดับการตอบสนองต่อปุ๋ยสูงสุด รองลงมาเป็นพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 และ เกษตรศาสตร์ 17 ส่วนพันธุ์ระยอง 60 ไม่ตอบสนองเลย สำหรับผลการศึกษาในชุดดินโคราช พบว่า พันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 ให้ผลผลิตสูงสุด คือ 6,802 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมาได้แก่ พันธุ์ เกษตรศาสตร์ 206 ระยอง 60 ระยอง 5 เกษตรศาสตร์ 17 และระยอง 90 ส่วนระยอง 1 ให้ผลผลิตหัว สดเฉลี่ยต่ำสุด อัตราปุ๋ยที่เพิ่มขึ้นทำให้ผลผลิตหัวสดเฉลี่ยของทุกพันธุ์เพิ่มขึ้นประมาณร้อยละ 14-53 ยกเว้นพันธุ์ระยอง 90 และเกษตรศาสตร์ 50

สกล สายศรี และคณะ (2551) ได้ทำการศึกษาผลผลิตมันสำปะหลัง 3 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ เกษตรศาสตร์ 50 หัวบง 60 และระยอง 5 เพื่อศึกษาการให้ผลผลิตของมันสำปะหลังที่ปลูกบนดิน ชุดมาบบอนซึ่งมีเนื้อดินเป็นดินร่วนปนทราย โดยใช้ระยะปลูก 1x1 เมตร ที่สถานีวิจัยเขาหินซ้อน ตำบลเขาหินซ้อน อำเภอพนมสารคาม จังหวัดฉะเชิงเทรา พบว่า มันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 5 ให้น้ำหนักผลผลิตหัวสด ผลผลิตหัวแห้ง และจำนวนหัวต่อพื้นที่ (8,040 กิโลกรัมต่อไร่ 3,005 กิโลกรัม ต่อไร่ และ 16,185 หัวต่อไร่ ตามลำดับ) เมื่อเฉลี่ยจาก 2 การทดลอง สูงกว่าพันธุ์ หัวบง 60 (6,847 กิโลกรัมต่อไร่ 2,659 กิโลกรัมต่อไร่และ 12,434 หัวต่อไร่) และ เกษตรศาสตร์ 50 (6,644 กิโลกรัม ต่อไร่ 2,621 กิโลกรัมต่อไร่ และ 15,148 หัวต่อไร่ ตามลำดับ)

สุเมธ ทับเงิน และคณะ (2547) ได้ทำการศึกษา ระยะปลูกที่เหมาะสมของมันสำปะหลัง พันธุ์หัวบง 60 พันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 และพันธุ์ระยอง 5 ที่ปลูกในดินชุดมาบบอนที่มีเนื้อดินเป็น ดินร่วนปนทราย ณ สถานีวิจัยเขาหินซ้อน ตำบลเขาหินซ้อน อำเภอพนมสารคาม จังหวัดฉะเชิงเทรา โดยใช้ระยะปลูก 5 ระยะ ได้แก่ 120x120 เซนติเมตร (1,111 ต้นต่อไร่) 100x100 เซนติเมตร (1,600 ต้นต่อไร่) 120x80 เซนติเมตร (1,666 ต้นต่อไร่) 80x80 เซนติเมตร (2,500 ต้นต่อไร่) และ 120x50 เซนติเมตร (2,666 ต้นต่อไร่) ผลการทดลองพบว่า ระยะปลูกไม่มีผลทำให้ผลผลิตหัวสดแตกต่างกัน แต่การปลูกที่ระยะปลูกแคบลง (จำนวนต้นต่อพื้นที่เพิ่มขึ้น) ทำให้จำนวนหัวต่อพื้นที่ของ

มันสำปะหลังเพิ่มขึ้น พันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 มีแนวโน้มให้ผลผลิตหัวสดสูงสุดที่ระยะปลูก 80x80 และ 100x100 เซนติเมตร (7,105 และ 7,071 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ) ส่วนพันธุ์ระยอง 5 มีแนวโน้มให้ผลผลิต หัวสดสูงในทุกระยะปลูก ยกเว้นที่ระยะปลูก 120x120 เซนติเมตร และการปลูกที่ระยะ 80x80 และ 120x50 เซนติเมตร ให้ผลผลิตหัวสดสูงสุด (8,386 และ 8,444 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ)

สุลาวัลย์ สุทธิวรพงศ์ (2547) เรื่อง แบบจำลองการเอมไพริเคิลเพื่อใช้ทำนายผลผลิตอ้อย ระดับแปลงปลูกในจังหวัดนครราชสีมา ซึ่งผลที่ได้นำไปใช้ในการทำนายผลผลิตอ้อยในระดับแปลงปลูกในพื้นที่จังหวัดนครราชสีมาและบุรีรัมย์ ทำการศึกษาหาความสัมพันธ์ของผลผลิตอ้อยที่ คาดว่าจะได้รับกับปัจจัยการผลิตการเกษตรต่างๆ ซึ่งผลที่ได้นำไปใช้ในการทำนายผลผลิตอ้อยในระดับแปลงปลูกในพื้นที่จังหวัดนครราชสีมาและบุรีรัมย์ โดยใช้ปัจจัยการผลิตการเกษตรในการ สร้างแบบจำลอง แบ่งเป็น 3 กลุ่ม ประกอบด้วย ปัจจัยด้านพันธุกรรม การปฏิบัติ และปัจจัย สภาพแวดล้อม โดยใช้แบบจำลองพันธุ์อ้อยที่ปลูก (variety) เป็นตัวแทนด้านพันธุกรรม อายุอ้อย (ratoon) แทนปัจจัยด้านการปฏิบัติ ส่วนปฏิกิริยาดิน (pH) ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก ของดิน (CEC) ความหนาแน่นรวมดิน สัมประสิทธิ์การนำน้ำของดินขณะดินอิ่มตัวด้วยน้ำ ( $K_{sat}$ ) ทรายเนื้อดิน (TI) ปริมาณฝนรายเดือน (RN) และจำนวนวันที่ฝนตก (RD) เป็นตัวแทนด้านปัจจัย สภาพแวดล้อม ผลจากความสัมพันธ์เชิงเส้นพบว่า ปัจจัยการผลิตดังกล่าวมีสหสัมพันธ์ต่อผลผลิต อ้อย และในการสร้างแบบจำลองปัจจัยสภาพแวดล้อมมีความจำเป็นในการสร้างแบบจำลองร่วมกับ ปัจจัยด้านพันธุกรรมและการปฏิบัติ โดยแบบจำลองที่สร้างขึ้นสามารถทำนายผลผลิตได้ใกล้เคียงกับ ผลผลิตที่ได้จากแปลงทดลอง

โอภาส บุญเส็ง (2539) ได้ทำการศึกษาเรื่องพันธุกรรมและปุ๋ยเคมีในการเพิ่มผลผลิต มันสำปะหลังและคุณภาพมันสำปะหลัง โดยใช้มันสำปะหลังพันธุ์ ระยอง 1 ระยอง 60 ระยอง 90 ศรีราชา 1 และเกษตรศาสตร์ 50 มีการใช้ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 0, 313, 625 และ 1,250 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ และเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังที่อายุ 9 เดือน และ 12 เดือนหลังปลูก ทำการศึกษา การปลูกมันสำปะหลังต้นฤดูฝน จำนวน 9 แห่ง และปลายฤดูฝน 11 แห่ง ในปี พ.ศ.2535-2536 ใน เขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย พบว่า ปัจจัยที่มีผลต่อผลผลิตหัว สดของมันสำปะหลัง ได้แก่

1. อิทธิพลของสภาพแวดล้อม คือ ผลผลิตหัวสดของมันสำปะหลังแต่ละสภาพแวดล้อมที่ ปลูกจะแปรปรวนตามระดับความอุดมสมบูรณ์ของดิน และความชื้นของดินตลอดช่วงการเจริญเติบโต

2. อิทธิพลของมันสำปะหลัง โดยมันสำปะหลังพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 ให้ผลผลิตสูงสุด คือ 33.19 ตันต่อเฮกตาร์ ซึ่งใกล้เคียงกับพันธุ์ระยอง 60 รองลงมาคือ ระยอง 90 ระยอง 1 และศรีราชา 1 ตามลำดับ โดยเมื่อศึกษาผลผลิตหัวสดของพันธุ์มันสำปะหลังที่ปลูกภายใต้สภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันพบว่า พันธุ์ระยอง 1 และศรีราชา 1 ให้ผลผลิตต่ำกว่าพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 ระยอง 60 และระยอง 90 เกือบทุกสภาพแวดล้อม

3. อิทธิพลจากการใช้ปุ๋ยเคมี พบว่า การใช้ปุ๋ยเคมี สูตร 15-15-15 ในอัตรา 1,250 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ ให้ผลผลิตหัวสดสูงสุด ใกล้เคียงกับการใช้ปุ๋ยอัตรา 625 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ รองลงมาคือการใช้ปุ๋ยอัตรา 313 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ และไม่ใช้ปุ๋ยตามลำดับ และสภาพแวดล้อมที่มีการตอบสนองต่อปุ๋ยเคมีอย่างชัดเจน คือ สภาพแวดล้อมที่มีความอุดมสมบูรณ์ของดินค่อนข้างต่ำ

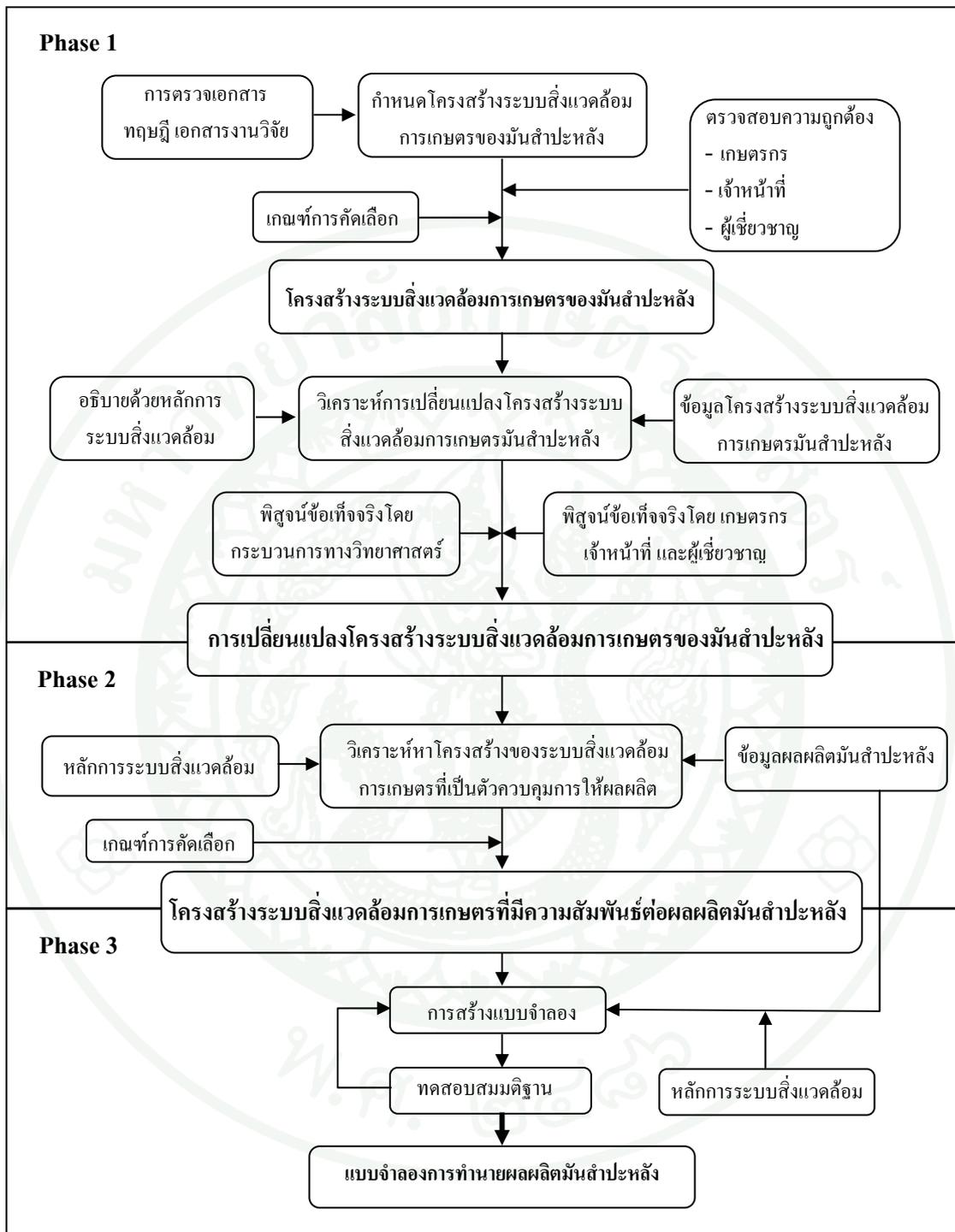
4. อิทธิพลของอายุเก็บเกี่ยว การเพิ่มอายุเก็บเกี่ยวจาก 9 เดือนเป็น 12 เดือน ผลผลิตจะเพิ่มขึ้นหรือลดลงขึ้นอยู่กับปริมาณความชื้นในดินของช่วงเวลาที่เพิ่มขึ้น

นอกจากนี้ ยังพบว่าผลผลิตมันแห้ง ปริมาณแป้งในหัวสด ผลผลิตพืชทั้งหมด คัดนี้เก็บเกี่ยวผลผลิตมันแห้ง และผลผลิตแป้งของมันสำปะหลังที่ปลูกต้นฤดูฝน และปลายฤดูฝนจะแตกต่างกันตามสภาพแวดล้อมที่ปลูก พันธุ์มันสำปะหลัง อัตราการใช้ปุ๋ยเคมี และอายุเก็บเกี่ยวของมันสำปะหลัง โดยพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 และการใช้ปุ๋ยอัตรา 625 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ ให้ผลผลิตหัวมันสด และหัวมันแห้งสูงสุด การปลูกต้นฤดูฝนให้ผลผลิตสูงกว่าการปลูกปลายฤดูฝน และเมื่อพิจารณาค่าเสถียรภาพและผลผลิตมันแห้งเฉลี่ย พบว่า พันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 เหมาะสมที่จะปลูกในทุกสภาพแวดล้อม ทั้งปลูกต้นฤดูฝนและปลายฤดูฝน ตลอดจนเก็บเกี่ยวที่อายุ 9 และ 12 เดือนหลังปลูก ส่วนพันธุ์ระยอง 90 เหมาะสมที่จะปลูกปลายฤดูฝน และเก็บเกี่ยวที่อายุ 12 เดือนหลังปลูกเท่านั้น และจากการศึกษาการเจริญเติบโตของมันสำปะหลัง พบว่า อัตราการเจริญเติบโตจะสูงในช่วงฤดูฝน การใช้ปุ๋ยเคมีจะทำให้อัตราการเจริญเติบโตสูงขึ้น

#### กรอบแนวคิดในการวิจัย

จากการตรวจสอบเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องนำมากำหนดเป็นกรอบในการวิจัย เรื่อง การจำลองแบบเครือข่ายเพื่อทำนายผลผลิตมันสำปะหลังในพื้นที่ศูนย์ฯ เขาหินซ้อนอันเนื่องมาจากพระราชดำริโดยใช้หลักการระบบสิ่งแวดล้อม ได้นำหลักการระบบสิ่งแวดล้อมมาประยุกต์ใช้ในหลักการที่ว่า เมื่อผลผลิตมันสำปะหลังมีการเปลี่ยนแปลง น่าจะเป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลง

โครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรของมันสำปะหลัง ซึ่งในการศึกษาในครั้งนี้ เป็นการศึกษาโครงสร้างและการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรของมันสำปะหลัง การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรของมันสำปะหลังกับผลผลิตมันสำปะหลัง อันจะนำไปสู่การจำลองแบบเครือข่ายเพื่อใช้ในการทำนายผลผลิตมันสำปะหลัง ภายใต้กรอบแนวคิดของแบบจำลองเครือข่าย ซึ่งเป็นแบบจำลองอย่างง่ายที่เกษตรกรและนักวิชาการสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ง่าย โดยในการศึกษาครั้งนี้ ได้เลือกพื้นที่ศูนย์ฯ ศึกษา เขาหินซ้อน อันเนื่องมาจากพระราชดำริเป็นพื้นที่ศึกษา เนื่องจากเป็นพื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลังที่สำคัญในภาคตะวันออก จนเป็นอาชีพหลักของเกษตรกรในพื้นที่ โดยแบบจำลองเครือข่ายที่สร้างขึ้นนอกจากสามารถทำนายผลผลิตมันสำปะหลังได้แล้ว ยังใช้เป็นแนวทางการจัดการโครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรของมันสำปะหลังในแปลงผลิตของเกษตรกรให้ได้ผลผลิตสูงสุด แบ่งการศึกษาออกเป็น 3 ระยะ ดังนี้ ระยะที่ 1 การศึกษาการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรของมันสำปะหลังในพื้นที่ศูนย์ฯ เขาหินซ้อนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ ระยะที่ 2 การวิเคราะห์โครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรที่มีความสัมพันธ์กับผลผลิตมันสำปะหลัง และระยะที่ 3 การจำลองแบบเครือข่ายเพื่อทำนายผลผลิตมันสำปะหลัง รายละเอียดดังภาพที่ 7



ภาพที่ 7 กรอบแนวคิดในการวิจัย

### บทที่ 3

#### วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การจำลองแบบเครือข่ายเพื่อทำนายผลผลิตมันสำปะหลังในพื้นที่ศูนย์ฯ เขาหินซ้อนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ โดยใช้หลักการระบบสิ่งแวดล้อม เป็นการศึกษาแบบอุปนัย (inductive method) ร่วมกับวิธีการแบบนิรนัย (deductive method) โดยแบ่งการศึกษาออกเป็น 4 ระยะ ดังนี้ ระยะที่ 1 ลักษณะทั่วไปของพื้นที่ศึกษา ระยะที่ 2 การศึกษาการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรของมันสำปะหลังในพื้นที่ศูนย์ฯ เขาหินซ้อนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ ระยะที่ 3 การวิเคราะห์โครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรที่มีความสัมพันธ์กับผลผลิตมันสำปะหลัง ระยะที่ 4 การจำลองแบบเครือข่ายเพื่อทำนายผลผลิตมันสำปะหลัง

#### ระยะที่ 1 ลักษณะทั่วไปของพื้นที่ศึกษา

ลักษณะทั่วไปของพื้นที่ศึกษา ประกอบด้วยข้อมูลด้านที่ตั้ง ลักษณะพื้นที่ ลักษณะดิน สภาพอากาศ พืช และการทำการเกษตรในพื้นที่ศึกษา โดยทำการศึกษาตามที่ตั้งจากรายงานประจำปี พ.ศ.2549 ศูนย์ฯ เขาหินซ้อนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ และเอกสารเผยแพร่เนื่องในโอกาสครบรอบ 20 ปี การจัดตั้งศูนย์ศึกษาการพัฒนาอันเนื่องมาจากพระราชดำริของสำนักคณะกรรมการพิเศษเพื่อประสานงานโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริ (2542) การศึกษาลักษณะพื้นที่ ลักษณะดิน จากวิทยานิพนธ์เรื่องการยอมรับวิธีการอนุรักษ์ดินและน้ำของเกษตรกรตำบล เขาหินซ้อน และตำบลเกาะขนุน อำเภอพนมสารคาม จังหวัดฉะเชิงเทรา ของผกาพรรณ นันทรรัตน์ (2546) การศึกษาข้อมูลสภาพอากาศ จากงานบริการข้อมูลกลุ่มภูมิอากาศ กรมอุตุนิยมวิทยา (2551) การศึกษาข้อมูลเรื่องพืชจาก สำนักงานเกษตรอำเภอ อำเภอพนมสารคาม จังหวัดฉะเชิงเทรา และการศึกษาข้อมูล การทำการเกษตรในพื้นที่ศึกษาได้จากการสัมภาษณ์เกษตรกรผู้ประสบความสำเร็จในการประกอบอาชีพปลูกมันสำปะหลัง ในพื้นที่ศูนย์ฯ เขาหินซ้อนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ จำนวน 3 ราย ได้แก่ นายคำ ประเสริฐศรี นายบุญชู เครืออ่อน และนายอนันต์ เหลี่ยมวงศ์

## ระยะที่ 2 การศึกษาการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรของมันสำปะหลัง ในพื้นที่ศูนย์ฯ เขาหินซ้อนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ

1. การศึกษาหาโครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรของมันสำปะหลัง แบ่งออกเป็น 4  
ขั้นตอน ดังนี้

### 1.1 ประชากร

ผู้เชี่ยวชาญด้านมันสำปะหลัง จำนวน 9 คน (ภาคผนวก ก)

### 1.2 เครื่องมือรวบรวมข้อมูล

1.2.1 ตารางสรุปโครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรของมันสำปะหลัง ซึ่งประกอบด้วย ตาราง 2 ช่อง โดยช่องที่ 1 คือ โครงสร้างของระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรของมันสำปะหลัง ช่องที่ 2 คือ โครงสร้างย่อยของระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรของมันสำปะหลัง (ภาคผนวก ง)

1.2.2 แบบประเมินโครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรของมันสำปะหลัง ที่มีผลต่อการให้ผลผลิตของมันสำปะหลัง ประกอบด้วยตาราง 3 ช่อง โดยช่องที่ 1 คือ โครงสร้าง ช่องที่ 2 คือ โครงสร้างย่อยของระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรของมันสำปะหลัง และช่องที่ 3 คือ การมี หรือไม่มีผลต่อการให้ผลผลิตมันสำปะหลัง (ภาคผนวก ง)

### 1.3 การรวบรวมข้อมูล

1.3.1 รวบรวมโครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรของมันสำปะหลัง โดยการตรวจเอกสารจากเอกสารวิชาการ และผลงานวิชาการที่เกี่ยวข้อง

1.3.2 ส่งแบบประเมินโครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรที่มีผลต่อการให้ผลผลิตของมันสำปะหลังไปยังผู้เชี่ยวชาญ เพื่อทำการประเมิน

## 1.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

1.4.1 วิเคราะห์โครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรของมันสำปะหลัง ที่ได้จากข้อ 1.3 โดยใช้ตารางสรุปโครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรของมันสำปะหลัง นำเสนอผลการวิเคราะห์ต่ออาจารย์ที่ปรึกษา และผู้เชี่ยวชาญด้านสิ่งแวดล้อม คือ ศ.ดร.เกษม จันท์แก้ว เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง และขอข้อเสนอแนะเพื่อปรับปรุงแก้ไข

1.4.2 ประเมินโครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรที่มีผลต่อการให้ผลผลิตของมันสำปะหลัง โดยนำโครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรของมันสำปะหลัง จากข้อ 1 เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญด้านมันสำปะหลัง เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง และขอข้อเสนอแนะ เพื่อปรับปรุงแก้ไข

2. การศึกษาโครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรของมันสำปะหลังในพื้นที่ศูนย์ฯ เขาหินซ้อนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

### 2.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาโครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรของมันสำปะหลังที่เป็นข้อมูลที่ได้จากเกษตรกร คือ เกษตรกรผู้ประสบความสำเร็จในการประกอบอาชีพปลูกมันสำปะหลังในพื้นที่ศูนย์ฯ เขาหินซ้อนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ จำนวน 3 ราย ได้แก่ นายคำ ประเสริฐศรี นายบุญชู เครืออัน และ นายอนันต์ เหลี่ยมวงศ์

### 2.2 เครื่องมือรวบรวมข้อมูล

2.2.1 เครื่องมือในการศึกษาโครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรของมันสำปะหลังที่เป็นสภาพอากาศ คือ หนังสือขอความอนุเคราะห์ข้อมูลจากกรมอุตุนิยมวิทยา จำนวน 6 โครงสร้าง ได้แก่ ปริมาณน้ำฝน จำนวนวันฝนตก ชั่วโมงแดดออก อุณหภูมิเฉลี่ย อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย และอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย จากกรมอุตุนิยมวิทยา (ภาคผนวก ข)

2.2.2 เครื่องมือในการศึกษาโครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรของมันสำปะหลังที่ได้จากเกษตรกร คือ แผนผังความคิดที่ใช้เป็นกรอบในการสัมภาษณ์เกษตรกรผู้ประสบความสำเร็จในการประกอบอาชีพปลูกมันสำปะหลัง ซึ่งแผนผังดังกล่าว ประกอบด้วย โครงสร้างระบบ

สิ่งแวดล้อมการเกษตรของมันสำปะหลัง จำนวน 12 โครงสร้างได้แก่ ดิน ลักษณะพื้นที่ พันธุ์ ช่วงปลูก การเตรียมดิน การยกร่อง ระยะปลูก การใช้ปุ๋ย การกำจัดวัชพืช โรคและแมลงที่พบ อายุเก็บเกี่ยว และวิธีการเก็บเกี่ยว (ภาคผนวก ค) เพื่อศึกษาหาโครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมเฉพาะการเกษตรของ มันสำปะหลังในพื้นที่ศูนย์ฯ เขาหินซ้อนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ

### 2.3 การรวบรวมข้อมูล

2.3.1 นำหนังสือขอความอนุเคราะห์ ไปติดต่อขอข้อมูลจากเจ้าหน้าที่งานบริการ ข้อมูล กลุ่มภูมิอากาศ สำนักพัฒนาอศุนิยมวิทยา กรมอุตุนิยมวิทยา

2.3.2 ใช้แผนผังความคิดในข้อ 2.2.2 ไปสัมภาษณ์เกษตรกรผู้ประสบความสำเร็จ ในอาชีพการปลูกมันสำปะหลัง

### 2.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

2.4.1 วิเคราะห์ข้อมูลสภาพอากาศ โดยค่าสถิติสูงสุด ต่ำสุด และค่าเฉลี่ย แล้ว นำเสนอในรูปของตาราง

2.4.2 วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์เกษตรกรผู้ประสบความสำเร็จในการ ประกอบอาชีพการปลูกมันสำปะหลัง โดยใช้ตารางสรุปข้อมูล โครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมซึ่งมี ลักษณะเป็นตาราง 2 ช่อง โดยช่องที่ 1 คือ โครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อม และช่องที่ 2 คือ คำนิยาม/ รายละเอียดของแต่ละโครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมเฉพาะการเกษตรของมันสำปะหลัง (ภาคผนวก ง)

3. ศึกษาการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรของมันสำปะหลังในพื้นที่ ศูนย์ฯ เขาหินซ้อนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

#### 3.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตร ของมันสำปะหลังในพื้นที่ศูนย์ฯ เขาหินซ้อนอันเนื่องมาจากพระราชดำริที่เป็นข้อมูลที่ได้จาก

เกษตรกร คือ เกษตรกรผู้ปลูกมันสำปะหลังที่เป็นสมาชิกสหกรณ์การเกษตรพัฒนาเขาหินซ้อน จำนวน 50 คน ซึ่งมีคุณสมบัติ ดังนี้

3.1.1 เป็นเกษตรกรที่มีแปลงปลูกมันสำปะหลังเต็มฤดูการผลิตที่อยู่ในเขตพื้นที่ หมู่บ้านรอบศูนย์ฯ เขาหินซ้อนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ ตำบลเขาหินซ้อน อำเภอพนมสารคาม จังหวัดฉะเชิงเทรา

3.1.2 เป็นเกษตรกรที่มีแปลงปลูกมันสำปะหลังอย่างต่อเนื่องในพื้นที่เดียวกัน อย่างน้อยในปีการผลิต 2549 และ 2550

### 3.2 เครื่องมือรวบรวมข้อมูล

3.2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาการเปลี่ยนแปลง โครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อม การเกษตรของมันสำปะหลังที่เป็นข้อมูลสภาพอากาศ คือ ตารางการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศในพื้นที่ศูนย์ฯ เขาหินซ้อนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ ปี 2546-2550 (ภาคผนวก ง)

3.2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาการเปลี่ยนแปลง โครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อม การเกษตรของมันสำปะหลังที่ได้จากเกษตรกร คือ แบบสัมภาษณ์การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรของมันสำปะหลัง (ภาคผนวก ง)

### 3.3 การรวบรวมข้อมูล

3.3.1 รวบรวมข้อมูลการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศจากข้อ 3.2.1 โดยบันทึกข้อมูลลงในตารางข้อมูลสภาพอากาศตามปีการผลิต 2546-2550

3.3.2 การรวบรวมข้อมูลการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรของมันสำปะหลัง โดยการสัมภาษณ์เกษตรกรกลุ่มตัวอย่างตามแบบสัมภาษณ์ที่สร้างขึ้น

### 3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.4.1 วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศจากข้อ 3.3.1 โดยใช้กราฟเปรียบเทียบข้อมูลสภาพอากาศ ประกอบด้วย ปริมาณน้ำฝน จำนวนวันฝนตก ชั่วโมงแดดออก อุณหภูมิเฉลี่ย อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย และอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย ของแต่ละปี ในช่วงปีการผลิต 2546-2550

3.4.2 วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรของม้นสำปะหลังจากเกษตรกรของแต่ละปีโดยใช้กราฟแสดงความถี่ของข้อมูลโครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรของม้นสำปะหลังที่ได้จากการสัมภาษณ์เกษตรกรกรของในช่วงปีการผลิต 2546-2550

### ระยะที่ 3 การวิเคราะห์โครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรของม้นสำปะหลัง ที่มีความสัมพันธ์กับผลผลิต

การวิเคราะห์ได้ดำเนินการเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

#### 1. เครื่องมือรวบรวมข้อมูล

1.1 ตารางสรุปการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศและผลผลิตเฉลี่ย ตั้งแต่ปีการผลิต 2546-2550 (ภาคผนวก ง)

1.2 ตารางสรุปผลการสัมภาษณ์การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรของม้นสำปะหลังในพื้นที่ศูนย์ฯ เขาหินซ้อนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ ซึ่งประกอบด้วยตารางจำนวน 14 ช่อง ได้แก่ แปลงที่ พันธุ์ ลักษณะพื้นที่ ลักษณะดิน ช่วงปลูก การเตรียมดิน การยกร่อง ระยะปลูก ปุ๋ย การกำจัดวัชพืช โรค/แมลง อายุเก็บเกี่ยว และวิธีการเก็บเกี่ยว ผลผลิต ตามลำดับ (ภาคผนวก ง)

1.3 ตารางกำหนดหมายเลขตามตัวแปรในแต่ละโครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรของม้นสำปะหลัง ประกอบด้วยช่องที่ 1 คือ โครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรของม้นสำปะหลัง ช่องที่ 2 ตัวแปรของแต่ละโครงสร้าง ช่องที่ 3 คือ หมายเลขที่กำหนดขึ้น ตามตัวแปรของแต่ละโครงสร้าง (ภาคผนวก ง)

## 2. การรวบรวมข้อมูล

2.1 รวบรวมข้อมูลการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ และผลผลิตเฉลี่ย ตามปีการผลิต 2546-2550 โดยบันทึกข้อมูลลงในตารางสรุปการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศและผลผลิตเฉลี่ย

2.2 รวบรวมข้อมูลการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมเกษตรของ มันสำปะหลังในพื้นที่ศูนย์ฯ เขาหินซ้อนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ และผลผลิตที่ได้จากการ สัมภาษณ์เกษตรกรกลุ่มตัวอย่าง โดยทำการแทนค่าของแต่ละโครงสร้างตามที่ได้กำหนดไว้ จากนั้น บันทึกลงในตารางสรุปผลการสัมภาษณ์ ในข้อ 1.2

## 3. การวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 วิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่าง โครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมเกษตรของ มันสำปะหลังที่เป็นข้อมูลสภาพอากาศกับผลผลิตมันสำปะหลัง โดยป้อนข้อมูลที่รวบรวมได้ตาม ข้อ 2.2.2 ลงในโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป แล้วใช้สถิติ Correlations หาความสัมพันธ์ระหว่าง ข้อมูลสภาพอากาศแต่ละ โครงสร้างของปีการผลิต 2546-2550 กับผลผลิตมันสำปะหลังเฉลี่ยของ แต่ละปีการผลิต (ภาคผนวก จ)

3.2 วิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่าง โครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมเกษตรของ มันสำปะหลังในพื้นที่ศูนย์ฯ เขาหินซ้อนอันเนื่องมาจากพระราชดำริที่ได้จากการสัมภาษณ์เกษตรกร กลุ่มตัวอย่าง และผลผลิตมันสำปะหลัง โดยป้อนข้อมูล โครงสร้าง และผลผลิตมันสำปะหลังที่ได้มี การแทนค่าตามที่ได้กำหนดไว้แล้ว ลงในโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป จากนั้นใช้สถิติ Chi Squares หาความสัมพันธ์ระหว่างความถี่ของแต่ละ โครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมเกษตรของ มันสำปะหลังกับผลผลิตมันสำปะหลังแต่ละแปลงของปีการผลิต 2550 (ภาคผนวก ฉ)

## ระยะที่ 4 การจำลองแบบเครือข่าย

แบ่งการดำเนินการออกเป็น 2 ส่วน คือ การจำลองแบบเครือข่ายตามทฤษฎี และการจำลอง แบบเครือข่ายตามข้อมูล โครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมเกษตรของมันสำปะหลังจากการสัมภาษณ์ เกษตรกร

## 1. การจำลองแบบเครือข่ายตามทฤษฎี แบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

### 1.1 เครื่องมือรวบรวมข้อมูล

1.1.1 แบบสัมภาษณ์การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรของ  
มันสำปะหลัง (ภาคผนวก ฉ)

1.1.2 ตารางสรุปจำนวนตัวแปร และรายละเอียดตัวแปร โครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อม  
การเกษตรของมันสำปะหลัง (ภาคผนวก ง)

### 1.2 การรวบรวมข้อมูล

รวบรวมข้อมูล โครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมของมันสำปะหลังจากการสัมภาษณ์  
เกษตรกร

### 1.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

1.3.1 เขียนคำสั่งลงในโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป spread sheet (ภาคผนวก ช)  
เพื่อสร้างแผ่นงานสำหรับป้อนข้อมูล โครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรของมันสำปะหลัง แล้ว  
ป้อนข้อมูล โครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรของมันสำปะหลังลงในช่องว่างบนหน้าจอ  
สำหรับป้อนข้อมูล เพื่อสร้างแบบจำลองเครือข่าย

1.3.2 นำแบบจำลองเครือข่ายที่สร้างขึ้นไปสร้างเป็นแบบจำลองวงกลมตามตัวแปร  
ของแต่ละโครงสร้าง โดยเรียงลำดับตามโครงสร้าง ได้แก่ ลักษณะดิน ช่วงปลูก พันธุ์ ระยะปลูก  
การใส่ปุ๋ย อายุเก็บเกี่ยว และผลผลิต

2. การพัฒนาจำลองแบบเครือข่ายตามข้อมูล โครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรของ  
มันสำปะหลังจากการสัมภาษณ์เกษตรกร แบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

## 2.1 เครื่องมือรวบรวมข้อมูล

2.1.1 แบบสัมภาษณ์การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรของ  
มันสำปะหลัง (ภาคผนวก ง)

2.1.2 ตารางสรุปการจัดเรียงโครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรของมันสำปะหลัง  
ของเกษตรกรในพื้นที่ศูนย์ฯ เขาหินซ้อนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ ประกอบด้วย ช่องที่ 1 คือ  
แบบจำลองที่ ช่องที่ 2 คือ พันธุ์ ช่องที่ 3 คือ ระยะเวลาปลูก ช่องที่ 4 คือ การใส่ปุ๋ย ช่องที่ 5 คือ อายุเก็บเกี่ยว  
และช่องที่ 6 คือ ผลผลิต

## 2.2 การรวบรวมข้อมูล

รวบรวมข้อมูลโครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมของมันสำปะหลังจากการสัมภาษณ์  
เกษตรกร จำนวน 50 คน

## 2.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

2.3.1 จำลองแบบเครือข่ายโดยแยกการจัดเรียงโครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตร  
ของมันสำปะหลังที่ได้จากการสัมภาษณ์เกษตรกร จำนวน 6 โครงสร้าง ประกอบด้วย ดิน ช่วงปลูก  
พันธุ์ ระยะเวลาปลูก การใส่ปุ๋ย และอายุเก็บเกี่ยว โดยแบ่งโครงสร้างที่เหมือนกันออกเป็นกลุ่ม

2.3.2 แบบจำลองเครือข่ายใดที่มีโครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรของ  
มันสำปะหลังเหมือนกันให้นับเป็น 1 แบบจำลอง และผลผลิตที่ได้นำมาหาค่าผลผลิตเฉลี่ย

2.3.3 จำลองแบบเครือข่าย โดยมีโครงสร้างเริ่มต้น คือ ดิน ต่อด้วย ช่วงปลูก พันธุ์  
ระยะเวลาปลูก การใส่ปุ๋ย และอายุเก็บเกี่ยว ตามลำดับ และต่อท้ายด้วย ผลผลิตเฉลี่ยของแต่ละแบบจำลอง

2.3.4 นำแบบจำลองเครือข่ายที่สร้างขึ้นจากข้อ 2.3.3 ไปสร้างแบบจำลองวงกลม

## บทที่ 4

### ผลการวิจัยและข้อวิจารณ์

ผลการวิจัย เรื่อง การจำลองแบบเพื่อทำนายผลผลิตมันสำปะหลังในพื้นที่ศูนย์ฯ เขาหินซ้อน อันเนื่องมาจากพระราชดำริ โดยใช้หลักการระบบสิ่งแวดล้อม สามารถนำเสนอผลการวิจัยออกเป็น 4 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ลักษณะทั่วไปของพื้นที่ศึกษา

ส่วนที่ 2 โครงสร้างและการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรของ มันสำปะหลัง

ส่วนที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรของมันสำปะหลัง กับผลผลิตมันสำปะหลัง

ส่วนที่ 4 การจำลองแบบเครือข่าย

#### ส่วนที่ 1 ลักษณะทั่วไปของพื้นที่ศึกษา

ที่ตั้ง

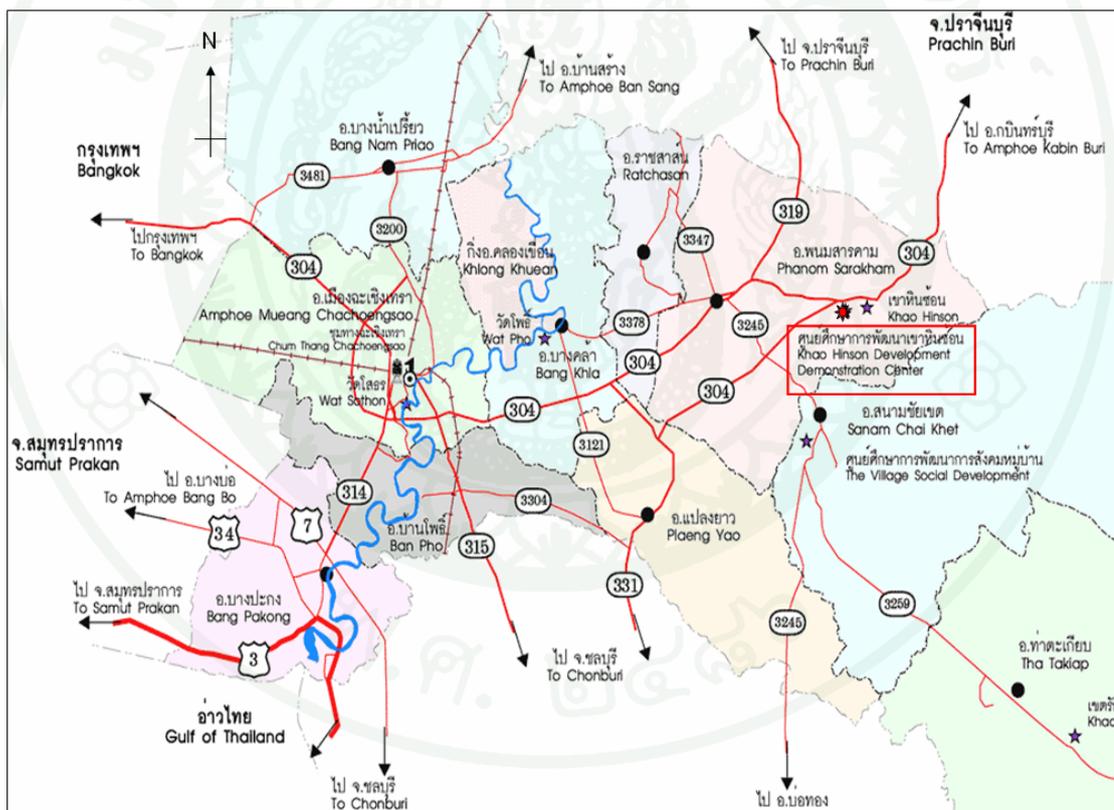
ศูนย์ฯ เขาหินซ้อนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ อยู่ในพื้นที่ หมู่ 2 ตำบลเขาหินซ้อน อำเภอพนมสารคาม จังหวัดฉะเชิงเทรา ห่างจากกรุงเทพมหานคร ประมาณ 130 กิโลเมตร และห่างจาก อำเภอพนมสารคาม ประมาณ 17 กิโลเมตร (ภาพที่ 8) มีพื้นที่ทั้งหมด 115,209 ไร่ ประกอบด้วย พื้นที่ศูนย์ฯ เขาหินซ้อนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ จำนวน 1,240 ไร่ พื้นที่โครงการพัฒนาส่วน พระองค์เขาหินซ้อน 655 ไร่ พื้นที่ หมู่บ้านรอบศูนย์ฯ ในตำบลเขาหินซ้อน จำนวน 10 หมู่บ้าน และ ตำบลเกาะขนุนจำนวน 5 หมู่บ้าน จำนวน 113,314 ไร่ (ภาพที่ 9) มีอาณาเขตติดต่อ คือ

ทิศเหนือ จรดแนวเขตแบ่งตำบลบ้านช่อง อำเภอพนมสารคาม จังหวัดฉะเชิงเทรา และอำเภอศรีมหาโพธิ์ จังหวัดปราจีนบุรี

ทิศใต้ จรดแนวแบ่งเขตอำเภอสนามชัยเขต จังหวัดฉะเชิงเทรา

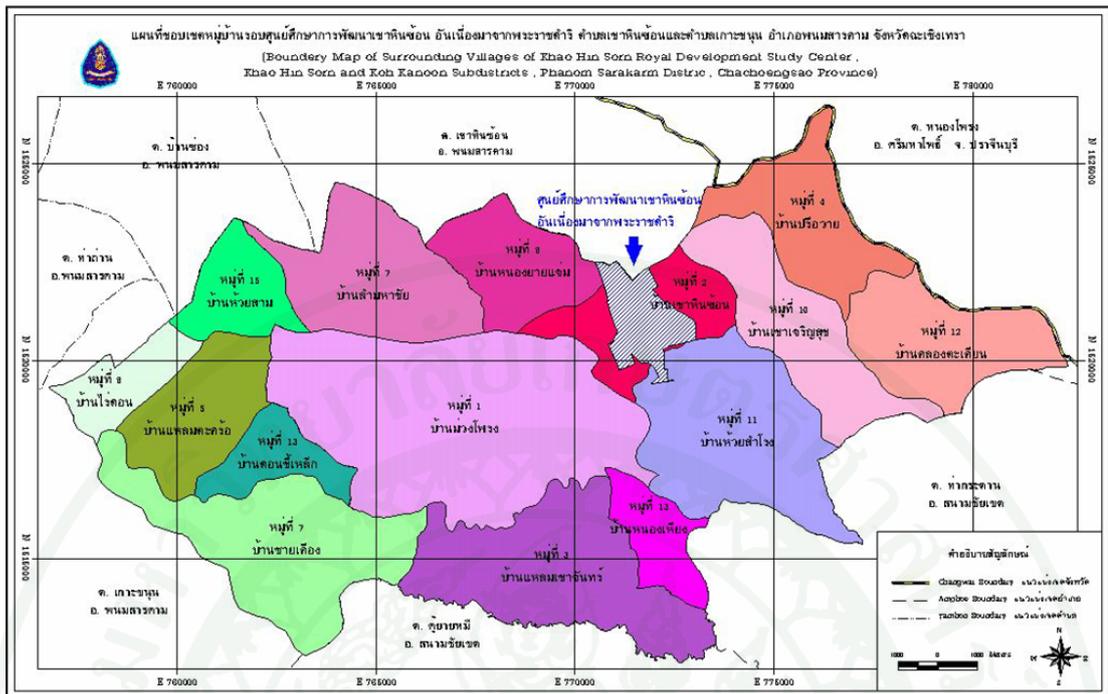
ทิศตะวันออก จรดแนวแบ่งเขตอำเภอสนามชัย จังหวัดฉะเชิงเทรา และอำเภอศรีมหาโพธิ์ จังหวัดปราจีนบุรี

ทิศตะวันตก จรดแนวแบ่งเขตตำบลบ้านช่อง และแนวคลองท่าลาด ตำบลเกาะขนุน อำเภอพนมสารคาม จังหวัดฉะเชิงเทรา



ภาพที่ 8 ที่ตั้งศูนย์ฯ เขานหินซ้อนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ

ที่มา: ศูนย์ศึกษาการพัฒนาเขานหินซ้อนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ (2545)



ภาพที่ 9 พื้นที่ศูนย์ฯ เขาค้ออันเนื่องมาจากพระราชดำริ  
ที่มา: ศูนย์ศึกษาการพัฒนาเขาค้ออันเนื่องมาจากพระราชดำริ (2545)

**ลักษณะพื้นที่**

สภาพภูมิประเทศส่วนใหญ่จะมีลักษณะเป็นลูกคลื่นลอนลาด มีความลาดชันประมาณ 2-5 เปอร์เซ็นต์ และบางส่วนมีลักษณะเป็นลูกคลื่นลอนชัน มีความลาดชัน 5-8 เปอร์เซ็นต์ ส่วนบริเวณแคบๆ ริมห้วยน้ำโจนและคลองท่าลาด มีสภาพค่อนข้างราบเรียบ มีความลาดชัน 0-2 เปอร์เซ็นต์ อยู่สูงกว่าระดับน้ำทะเลระหว่าง 6-134 เมตร โดยมีจุดสูงสุดอยู่บริเวณภูเขาสูงทางตอนเหนือด้านตะวันออกของเขาค้อ (ภาพที่ 10) สามารถจำแนกสภาพพื้นที่ได้ ดังนี้

1. สภาพพื้นที่ลุ่มต่ำหรือราบเรียบ มีความลาดชัน ประมาณ 0-2 เปอร์เซ็นต์ ส่วนใหญ่พบอยู่บริเวณทิศตะวันตกเฉียงใต้ของพื้นที่ และบางส่วนจะกระจายอยู่ตามสองข้างของลำห้วยเจ๊ก ส่วนใหญ่ใช้ในการทำนาข้าว
2. สภาพพื้นที่ค่อนข้างราบเรียบ มีความลาดชันประมาณ 0-2 เปอร์เซ็นต์ อยู่บริเวณตอนกลางและเป็นแนวเฉียงเหนือ-ใต้ ทางด้านตะวันตกเป็นส่วนใหญ่ และทางทิศตะวันตกเฉียงใต้



## ลักษณะของดิน

ดินในพื้นที่ศูนย์ฯ เขาหินซ้อนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ ส่วนใหญ่เป็นดินทราย บริเวณเนินเขามีหินแกรนิตเป็นส่วนประกอบ นอกจากนี้ยังพบก้อนหินแกรนิตไหลอยู่ทั่วไปในพื้นที่ ร้อยละ 90 มีวัตถุต้นกำเนิดจากหินแกรนิต ร่องลงมาเกิดจากการทับถมของตะกอนลำน้ำบริเวณแคบๆ ริมห้วย และคลอง ส่วนที่เกิดจากวัตถุต้นกำเนิดอื่นๆ จะพบเป็นส่วนน้อย (ภาพที่ 11) สามารถสรุปได้ ดังนี้

1. ดินที่เกิดจากการสลายตัวผุพังอยู่กับที่ของหินแกรนิต ส่วนใหญ่จะอยู่บนที่สูงของเนิน มีเนื้อดินเป็นดินร่วนปนทราย หรือดินร่วนเหนียวปนทราย อาจพบเศษหินปะปนบ้างบางแห่ง ส่วนใหญ่จะเป็นดินลึก โดยจะพบชั้นของหินแกรนิตที่กำลังสลายตัวอยู่ในระดับความลึกประมาณ 80 เซนติเมตร

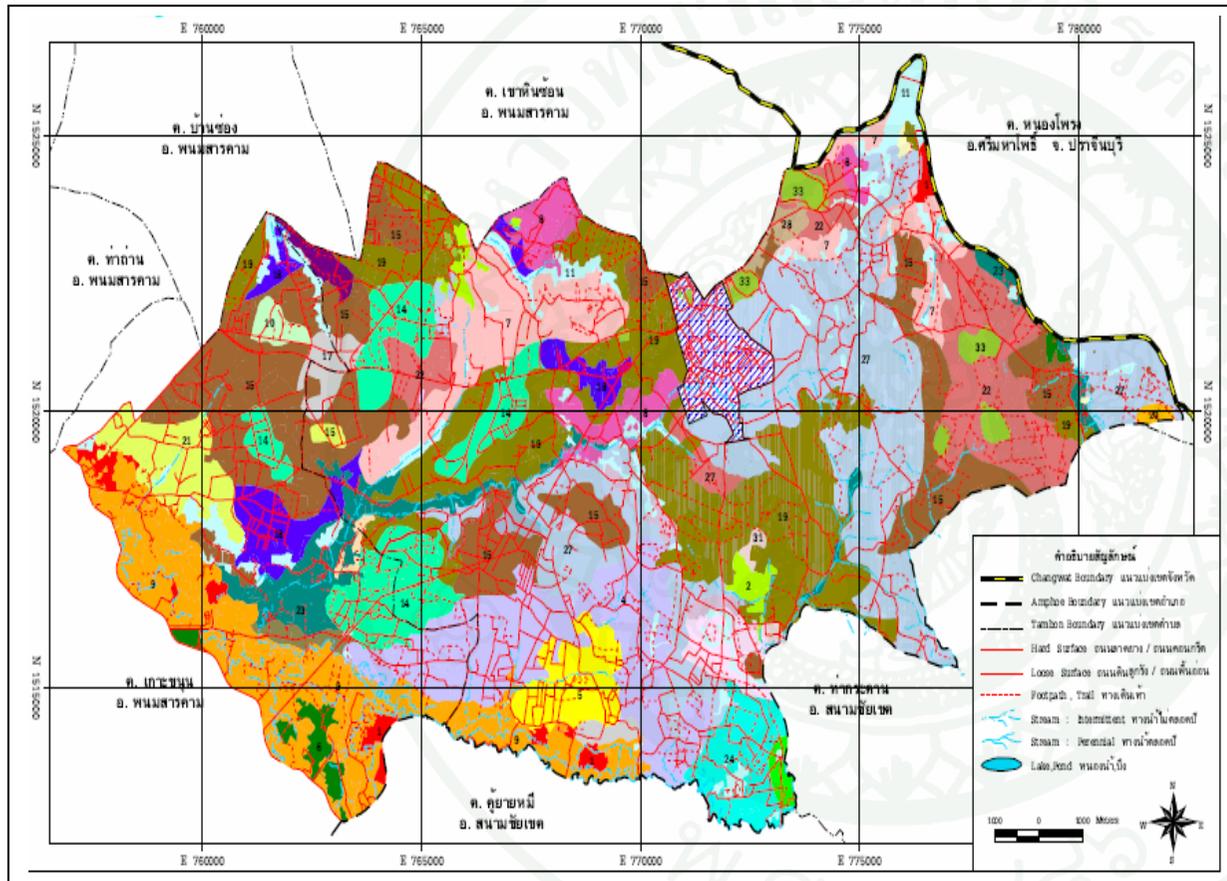
2. ดินที่ถูกพัดพาทับถมกันของหินแกรนิตที่สลายตัวแล้ว ดินพวกนี้จะพบบริเวณส่วนต่ำของเนินหรือที่ราบระหว่างเนิน เนื้อดินส่วนใหญ่เป็นทรายตลอดชั้นความลึกของดิน ส่วนการสะสมดินเหนียวเพิ่มขึ้น อาจพบตั้งแต่ความลึกระหว่าง 100-180 เซนติเมตร โดยชั้นนี้จะมีเนื้อดินเป็นดินร่วนปนทรายถึงดินร่วนเหนียวปนทรายถึงดินร่วนปนทราย

3. ดินที่เกิดจากการทับถมของตะกอนลำน้ำของอนุภาคทรายที่เกิดจากหินแกรนิตบริเวณที่ลุ่มต่ำและมีน้ำท่วมขัง โดยเฉพาะในฤดูฝน บริเวณที่พบคือ บริเวณที่ลุ่มต่ำใกล้ลำน้ำ มีเนื้อดินเป็นดินเหนียวปนทราย เป็นดินลึก การระบายน้ำแล้ว

4. ดินที่เกิดจากการพัดพาทับถมของตะกอนลำน้ำ เป็นแนวตามลำห้วยและคลอง โดยเฉพาะบริเวณที่ลุ่มต่ำใกล้คลองท่าลาด บริเวณนี้จะมีเนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียว หรือดินร่วนเหนียวปนทราย บริเวณนี้จะมีสภาพพื้นที่เป็นที่ลุ่ม มีน้ำขังเกือบตลอดปี

จากกรณีศึกษาและวัตถุต้นกำเนิดดิน สามารถแยกดินในบริเวณพื้นที่ศึกษาออกได้ เป็น 3 ลักษณะดิน คือ ดินทรายปนดินร่วน ดินร่วนปนทราย และดินร่วนปนดินเหนียว โดยลักษณะดินที่พบมากที่สุดได้แก่ ดินร่วนปนทราย พบกระจายอยู่ทั่วไปในพื้นที่ ประกอบด้วย กลุ่มชุดดินที่ 46 ชุดดินบางกล้า (หมายเลข 3, 4 และ 5) กลุ่มชุดดินที่ 46 ชุดดินกบินทร์บุรี (หมายเลข 10) กลุ่มชุดดินที่ 17 ชุดดินโคกเคียน (หมายเลข 11 และ 12) กลุ่มชุดดินที่ 18 ชุดดินเขาย้อย (หมายเลข 13) กลุ่มชุดดินที่ 35 ชุดดินมาบบอน และดินคล้ายชุดดินมาบบอน (หมายเลข 14-24) กลุ่มชุดดินที่ 36 ดินคล้ายชุดดิน

มาบบอน (หมายเลข 25) และกลุ่มชุดดินที่ 40 ดินคล้ายชุดดินมาบบอน (หมายเลข 26-30) ลักษณะดินที่พบเป็นลำดับรองลงมา คือ ดินทรายปนดินร่วน พบบริเวณด้านเหนือตอนกลาง และบางส่วนของบริเวณตอนล่างของพื้นที่ ประกอบด้วยกลุ่มชุดดินที่ 24 ชุดดินบ้านบึง (หมายเลข 2) กลุ่มชุดดินที่ 44 ชุดดินจันทิก (หมายเลข 7 และ 8) และกลุ่มชุดดินที่ 43 กลุ่มชุดดินสัดหีบ (หมายเลข 31 และ 32) ส่วนลักษณะดินที่พบน้อยที่สุด คือ ลักษณะดินร่วนปนดินเหนียว พบบริเวณทิศตะวันตกเฉียงใต้ของพื้นที่ ประกอบด้วย กลุ่มชุดดินที่ 6 ชุดดินบางนรา (หมายเลข 1) กลุ่มชุดดินที่ 6 ชุดดินเชียงราย (หมายเลข 6) และกลุ่มชุดดินที่ 33 ดินคล้ายชุดดินยางเอน (หมายเลข 9) นอกจากนี้ ยังพบพื้นที่ลาดชันเชิงซ้อน (หมายเลข 33) บริเวณตอนเหนือของพื้นที่ มีลักษณะเป็นดินร่วนปนทราย รายละเอียดดังภาพที่ 11



ลักษณะของดิน

ดินทรายปนดินร่วน

- 2
- 7
- 8
- 31
- 32

ดินร่วนปนทราย

- 3
- 4
- 10
- 5
- 11
- 12
- 13
- 14
- 15
- 16
- 17
- 18
- 19
- 20
- 21
- 22
- 23
- 24
- 25
- 26
- 27
- 28
- 29
- 30

ดินร่วนปนดินเหนียว

- 1
- 6
- 9
- 33

ภาพที่ 11 ลักษณะของดินในพื้นที่ศูนย์ฯ เขาหินซ้อนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ  
 ที่มา: สถานีพัฒนาที่ดินระยอง

## สภาพอากาศ

สภาพอากาศพื้นที่ศูนย์ฯ เขาหินซ้อนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ แบ่งออกเป็น 3 ฤดู คือ ฤดูฝน เริ่มจากกลางเดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคม ฤดูหนาว เริ่มจากกลางเดือนตุลาคม ถึงกลางเดือนกุมภาพันธ์ และฤดูร้อน เริ่มจากกลางเดือนกุมภาพันธ์ ถึงเดือนพฤษภาคม จากข้อมูลสภาพอากาศของกรมอุตุนิยมวิทยา พบว่า ระหว่างปี 2546-2550 ในพื้นที่ศูนย์ฯ เขาหินซ้อนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 1,300 มิลลิเมตร เดือนที่ฝนตกมากที่สุด คือเดือนกันยายน จำนวนวันฝนตก 118 วัน เดือนที่มีวันฝนตกมากที่สุด คือ เดือนกันยายน 19 วัน รองลงมา คือ เดือนกรกฎาคม 18 วัน อุณหภูมิเฉลี่ย 27.85 องศาเซลเซียส อุณหภูมิสูงสุดในเดือนเมษายน 33.33 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิต่ำสุดในเดือนธันวาคม 22.93 องศาเซลเซียส รายละเอียดดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 สภาพอากาศบริเวณพื้นที่ศูนย์ฯ เขาหินซ้อนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ ปี 2546-2550

เดือน	ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย (ม.ม.)	จำนวนวันฝนตกเฉลี่ย (วัน)	อุณหภูมิเฉลี่ย (ซํ)	อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย (ซํ)	อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย (ซํ)
ม.ค.	3.32	2	26.06	33	19.5
ก.พ.	25.98	4	27.7	34.5	21.48
มี.ค.	129.44	10	28.9	35.06	23.4
เม.ย.	124.72	8	29.52	35.46	24.26
พ.ค.	167.84	15	29.18	34.04	24.9
มิ.ย.	142.7	14	28.78	33.48	24.72
ก.ค.	156.14	18	28.22	32.68	24.46
ส.ค.	134.78	15	28.28	32.58	24.5
ก.ย.	278.6	19	27.82	32.26	24
ต.ค.	103.86	12	27.46	32.08	23.32
พ.ย.	29.76	2	27	32.86	21.54
ธ.ค.	3.64	1	25.3	31.98	19.04
<b>รวม</b>	<b>1300.78</b>	<b>118</b>	-	-	-
<b>เฉลี่ย</b>	-	-	<b>27.85</b>	<b>33.33</b>	<b>22.93</b>

ที่มา: ข้อมูลสภาพอากาศ กรมอุตุนิยมวิทยา

## พืช

พืชที่เกษตรกรปลูกในเขตตำบลเขาหินซ้อน อำเภอพนมสารคาม จังหวัดฉะเชิงเทรา มากที่สุด คือ มันสำปะหลัง มีพื้นที่ 76,298 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 72.64 อันดับ 2 คือ ยูคาลิปตัส พื้นที่ 11,000 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 10.47 อันดับ 3 คือ มะม่วง พื้นที่ 9,134 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 8.70

ส่วนตำบลเกาะขนุน พืชที่ปลูกมากที่สุด คือ ข้าวนาปี พื้นที่ 21,686 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 43.31 อันดับ 2 คือ มันสำปะหลัง พื้นที่ 18,500 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 10.47 อันดับ 3 คือ มะม่วง พื้นที่ 5,651 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 11.29 (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 พื้นที่การเกษตรและชนิดพืชที่ปลูกในพื้นที่ตำบลเขาหินซ้อนและตำบลเกาะขนุน

พืช	ตำบล	
	เขาหินซ้อน	เกาะขนุน
1. ข้าวนาปี (ไร่/ราย)	7,150/270	21,686/722
2. ข้าวนาปรัง (ไร่/ราย)	-	3,500/116
3. มันสำปะหลัง (ไร่/ราย)	76,298/984	18,500/616
4. ปาล์มน้ำมัน (ไร่/ราย)	-	67/1
5. ถั่วเหลือง (ไร่/ราย)	250/38	-
6. ยางพารา (ไร่/ราย)	680/14	80/5
7. มะม่วง (ไร่/ราย)	9,134 / 261	5,651/70
8. ยูคาลิปตัส (ไร่/ราย)	11,000/240	3,500/50
9. พืชผัก (ไร่/ราย)	-	250/45
10. อื่น ๆ (ไร่/ราย)	519/111	400/16

ที่มา: สำนักงานเกษตรอำเภอพนมสารคาม (2549)

## การทำารเกษตร

จากการสัมภาษณ์เกษตรกรในพื้นที่ศึกษาในด้านการทำารเกษตร สามารถสรุปได้ ดังนี้

### 1. พันธุ์มันสำปะหลังที่ใช้

ในพื้นที่ศึกษาเกษตรกรผู้ปลูกมันสำปะหลังนิยมใช้พันธุ์ระยอง 5 มากที่สุด เนื่องจากเป็นพันธุ์ที่หาง่าย เป็นที่ต้องการของโรงงานแป้งมันและมันเส้น สามารถปลูกได้ทั้ง ช่วงต้นฤดูฝน และปลายฤดูฝน แต่นิยมปลูกในช่วงต้นฤดูฝน เพราะเป็นพันธุ์ที่ไม่ทนแล้ง หากปลูกในช่วงปลาย ฤดูฝนต้องใช้ระยะปลูกถี่

พันธุ์ที่นิยมใช้รองลงมา คือ พันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 เนื่องจากเป็นพันธุ์ที่ทนแล้ง นิยมปลูก ในช่วงปลายฤดูฝน เนื่องจากเมื่อนำมาปลูกช่วงต้นฤดูฝนแล้ว มีการเจริญเติบโตทางลำต้น และใบมาก เมื่อลมพัดแรง หรือช่วงฤดูมรสุม ทำให้เกิดกิ่งหัก ลำต้น โคนล้ม

พันธุ์ที่นิยมใช้เป็นลำดับ 3 คือ พันธุ์ห้วยบง 60 เป็นพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูง แต่ไม่เป็นที่ ต้องการของโรงงานแป้งมันและโรงงานมันเส้น เนื่องจากมีสัดส่วนของน้ำมากให้ผลผลิตหัวสดสูง แต่ผลผลิตมันแห้งต่ำ

ส่วนพันธุ์อื่นๆ ที่เกษตรกรนำมาปลูก คือ พันธุ์เขียวปลัดหนี ไม่ทราบต้นกำเนิดที่แน่นอน เป็นพันธุ์ใหม่ที่นักวิชาการนำมาทดลองปลูกในแปลงของเกษตรกรแล้วให้ผลผลิตสูงในบางแปลง เกษตรกรจึงนำต้นพันธุ์มาขยายปลูกกันเองโดยทางราชการยังไม่ได้แนะนำ แต่ปลูกกันในวงแคบ

### 2. ช่วงเวลาปลูก

ในพื้นที่ศึกษาเกษตรกรนิยมปลูกมันสำปะหลัง 2 ช่วง คือ ก่อนฤดูฝนแล้วเก็บเกี่ยวในเดือนมกราคม และช่วงปลายฤดูฝนแล้วเก็บเกี่ยวเดือนตุลาคม (ตารางที่ 4)

#### ตารางที่ 4 ปฏิทินการเพาะปลูกมันสำปะหลัง

กิจกรรม	ปฏิทินการเพาะปลูก	
	ก่อนฤดูฝน	หลังฤดูฝน
- ช่วงเวลาปลูก	ก.พ.-เม.ย.	พ.ย.-ม.ค.
- ช่วงเวลาเก็บเกี่ยว	ม.ค.	ต.ค.

### 3. พื้นที่ปลูกมันสำปะหลัง

พื้นที่การเกษตรของเกษตรกรที่ใช้ในการปลูกมันสำปะหลัง ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ของเกษตรกรเอง มีบางรายที่เช่าพื้นที่ของเกษตรกรรายอื่น เกษตรกรใช้พื้นที่ปลูกมันสำปะหลังน้อยที่สุด 1 ไร่ และมากที่สุด 70 ไร่ เฉลี่ย 11.83 ไร่

### 4. การเตรียมพื้นที่เพาะปลูก

การเตรียมดินของเกษตรกรในพื้นที่ศึกษา เริ่มจากการไถตะ ด้วยพลั่วเจ็ด 1 ครั้ง หลังเก็บเกี่ยวผลผลิต จากนั้น ใช้พลั่วเจ็ดไถแปรอีก 1 ครั้ง จึงทำการยกร่องโดยใช้ระยะระหว่างร่อง 1.0 เมตร

### 5. การใส่ปุ๋ย

เกษตรกรในพื้นที่ศึกษา มีการใส่ปุ๋ย 3 ลักษณะ คือ

5.1 ปุ๋ยจี้ไก่หรือมูลสัตว์อื่น โดยหว่านรองพื้นก่อนไถแปร

5.2 ปุ๋ยเคมี เกษตรกรนิยมใช้ปุ๋ยเคมี 15-15-15 หยอดโคนต้นหรือระหว่างต้น ที่มันสำปะหลังอายุ 3-4 เดือนหลังปลูก

5.3 ใช้ทั้งปุ๋ยจี้ไก่และปุ๋ยเคมี โดยหว่านรองพื้นก่อนไถแปร และใช้ปุ๋ยเคมี 15-15-15 หยอดโคนต้นหรือระหว่างต้น ที่มันสำปะหลังอายุ 3-4 เดือนหลังปลูก

## 6. การกำจัดวัชพืช เกษตรกรกำจัดวัชพืชโดยใช้สารเคมี

7. โรคแมลงที่พบ ในการปลูกมันสำปะหลังที่ผ่านมามีการพบโรคและแมลงบ้างในบางปี การผลิต แต่เกิดขึ้นเพียงเล็กน้อยไม่ได้ส่งผลทำให้ผลผลิตลดลง แต่เมื่อปีการผลิต 2551 เริ่มมีการระบาดของเพลี้ยแป้งในพื้นที่ศึกษา

8. การเก็บเกี่ยว เกษตรกรเก็บเกี่ยวโดยใช้แรงงานคนชุดเป็นหลัก ส่วนเกษตรกรที่ใช้รถไถชุดแล้วคนเดินตามเก็บ เป็นเกษตรกรที่มีเงินทุนสูง

## ส่วนที่ 2 โครงสร้างและการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรของมันสำปะหลัง

การศึกษาในส่วนที่ 2 แบ่งผลการศึกษาดังออกเป็น 2 ส่วน คือ การศึกษาโครงสร้าง และการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรของมันสำปะหลังในพื้นที่ศูนย์ฯ เขาหินซ้อน อันเนื่องมาจากพระราชดำริ มีผลการศึกษา ดังนี้

### 1. การศึกษาหาโครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรของมันสำปะหลัง

ผลการศึกษาโครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรของมันสำปะหลัง สามารถแยกออกได้เป็น ข้อมูลโครงสร้างจากการตรวจเอกสารจากเอกสารวิชาการ และผลงานวิชาการที่เกี่ยวข้องกับโครงสร้างที่ได้จากการนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1.1 โครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรของมันสำปะหลังจากการตรวจเอกสารจากเอกสารวิชาการ และผลงานวิชาการที่เกี่ยวข้อง พบโครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรของมันสำปะหลังจำนวน 10 โครงสร้าง และโครงสร้างย่อย 39 โครงสร้าง ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 โครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรของมันสำปะหลัง

โครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรของ มันสำปะหลัง	โครงสร้างย่อย
1. แสง	1.1 ความยาวช่วงแสงในแต่ละวัน 1.2 ความเข้มแสง
2. อุณหภูมิ	2.1 อุณหภูมิเฉลี่ย 2.2 อุณหภูมิสูงสุด 2.3 อุณหภูมิต่ำสุด 2.4 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในรอบปี
3. ปริมาณน้ำฝน	3.1 ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 3.2 ปริมาณน้ำฝนสูงสุด 3.3 ปริมาณน้ำฝนต่ำสุด 3.4 จำนวนวันฝนตก 3.5 ปริมาณน้ำฝนในรอบเดือน
4. ลักษณะของพื้นที่	4.1 ความลาดชันของพื้นที่ 4.2 ลักษณะของพื้นที่
5. ดิน	5.1 เนื้อดิน 5.2 องค์ประกอบ 5.3 ความลึก 5.4 ความหนาแน่น (Bulk Density) 5.5 ความอุดมสมบูรณ์ของดิน
6. การใช้พื้นที่มันสำปะหลัง	6.1 พื้นที่ระยะของ 1 6.2 พื้นที่ระยะของ 5 6.3 พื้นที่ระยะของ 60 6.4 พื้นที่ระยะของ 90 6.5 พื้นที่ศรียาชา 1 6.6 พื้นที่เกษตรศาสตร์ 50
7. การใช้ปุ๋ยเคมี	7.1 ชนิดของปุ๋ย 7.2 สูตรของปุ๋ย

## ตารางที่ 5 (ต่อ)

โครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรของ มันสำปะหลัง	โครงสร้างย่อย
	7.3 อัตราการไถ 7.4 ช่วงเวลาการไถ
8. ระบบการปลูกพืช	8.1 วิธีการเตรียมดิน 8.2 วิธีการปลูก 8.3 ช่วงเวลาการปลูก 8.4 ช่วงเวลาการเก็บเกี่ยว 8.5 วิธีการเก็บเกี่ยว
9. โรคและแมลงศัตรูพืช	9.1 ชนิด 9.2 ความรุนแรง 9.3 การป้องกันและกำจัด
10. วัชพืช	10.1 ชนิด 10.2 ความรุนแรง 10.3 การป้องกันและกำจัด

1.2 โครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรของมันสำปะหลังที่ได้จากการตรวจสอบและให้ข้อเสนอแนะโดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 18 โครงสร้าง สามารถจำแนกออกเป็นโครงสร้างที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ 8 โครงสร้าง และโครงสร้างที่มนุษย์สร้างขึ้น 10 โครงสร้าง ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 โครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรของมันสำปะหลังที่ได้จากการนำไปให้  
ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบและให้ข้อเสนอแนะ

โครงสร้างที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ	โครงสร้างที่มนุษย์สร้างขึ้น
1 ปริมาณน้ำฝน	1 พันธุ์ที่ใช้
2 จำนวนวันฝนตก	2 ช่วงเวลาปลูก
3 อุณหภูมิเฉลี่ย	3 การเตรียมดิน
4 อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย	4 การกร่อง
5 อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย	5 ระยะปลูก
6 ชั่วโมงแดดออก	6 การใช้ปุ๋ย
7 ลักษณะดิน	7 การกำจัดวัชพืช
8 ลักษณะพื้นที่	8 โรคแมลงที่พบ
	9 อายุการเก็บเกี่ยว
	10 วิธีการเก็บเกี่ยว

จากผลการศึกษาหาโครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรของมันสำปะหลังโดยใช้หลักการระบบสิ่งแวดล้อม (เกษม จันทร์แก้ว, 2547ก) ที่กล่าวไว้ว่า การทำงานหรือทำหน้าที่ในสภาวะปกติของระบบสิ่งแวดล้อมประกอบด้วยโครงสร้างของระบบสิ่งแวดล้อม ซึ่งได้แก่ ชนิด ปริมาณ สัดส่วน และการกระจาย ที่แตกต่างกันออกไปตามแต่ละระบบนิเวศหรือระบบสิ่งแวดล้อม แต่อย่างไรก็ตามเมื่อมีการทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างภายในระบบสิ่งแวดล้อม ย่อมส่งผลให้บทบาทและหน้าที่ของระบบสิ่งแวดล้อมเกิดการเปลี่ยนแปลงตามไปด้วย มาเป็นหลักในการศึกษา ทำให้ได้โครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรของมันสำปะหลังในพื้นที่ศูนย์ฯ เขาหินซ้อน อันเนื่องมาจากพระราชดำริ ทั้งหมด 18 โครงสร้าง ซึ่งประกอบด้วย โครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ ได้แก่ ปริมาณน้ำฝน จำนวนวันฝนตก ชั่วโมงแดดออก อุณหภูมิเฉลี่ย อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย ลักษณะดิน ลักษณะพื้นที่ และโครงสร้างที่มนุษย์สร้างขึ้น ได้แก่ พันธุ์ที่ใช้ ช่วงเวลาปลูก การเตรียมดิน การกร่อง ระยะปลูก การใช้ปุ๋ย การกำจัดวัชพืช โรคแมลงที่พบ อายุการเก็บเกี่ยว และวิธีการเก็บเกี่ยว เป็นไปตามที่ เจริญศักดิ์ โรจนฤทธิ์พิเชษฐ์ (2519) ได้กล่าวไว้ว่า สภาพแวดล้อมที่มีผลต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของมันสำปะหลัง ประกอบด้วย อุณหภูมิ แสง ความชื้น และดิน ขณะเดียวกันต้องคำนึงถึง การจัดการระบบปลูกพืช และการใช้พันธุ์ที่เหมาะสม รวมไปถึงการใช้ปุ๋ยเคมี การป้องกัน โรคและแมลงเพื่อเพิ่มผลผลิต

การศึกษาในครั้งนี้ เป็นการศึกษาถึงระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรของมันสำปะหลัง ซึ่งประกอบด้วยโครงสร้างหลายโครงสร้างทำหน้าที่ร่วมกัน โดยมีตัวแปรแตกต่างกันออกไปตามสภาพแวดล้อมความเป็นจริงในแปลงผลิตมันสำปะหลังของเกษตรกร เพื่อให้ได้มาซึ่งผลผลิตของมันสำปะหลัง ซึ่งมีความแตกต่างจากการศึกษาด้านการเกษตร ที่มีการศึกษาปัจจัยเฉพาะด้าน โดยมีการกำหนดปัจจัยและตัวแปรที่ต้องการศึกษาไว้ตั้งแต่เริ่มต้น ส่วนปัจจัยอื่นๆ จะกำหนดให้เป็นตัวแปรควบคุม ซึ่งผลที่ได้จากการศึกษาเป็นเพียงปัจจัยเฉพาะด้านที่มีความเกี่ยวข้องกับการให้ผลผลิตของมันสำปะหลัง ดังในการศึกษาวิธีการเพิ่มผลผลิตมันสำปะหลังของ ประภาส ช่างเหล็ก (2544) เรื่อง ผลของปุ๋ยที่มีผลต่อผลผลิตและปริมาณแป้งของมันสำปะหลังพันธุ์ต่างๆ ที่ปลูกในชุดดินมาบบอน (Mb) และโคราช (Kt) ได้มีการกำหนดตัวแปร คือ ชุดดิน พันธุ์มันสำปะหลังที่ใช้ และอัตราการใส่ปุ๋ย ขณะที่การศึกษาของสกล ฉายศรี และคณะ (2551) เรื่องการทดสอบผลผลิตมันสำปะหลัง 3 พันธุ์ ที่ปลูกบนชุดดินมาบบอน มีการกำหนดตัวแปร คือ พันธุ์มันสำปะหลัง และการศึกษาของสุเมธ ทับเงิน และคณะ (2547) เรื่อง ระยะปลูกที่เหมาะสมของมันสำปะหลังพันธุ์ห้วยบง 60 เกษตรศาสตร์ 50 และระยอง 5 ที่ปลูกในดินชุดมาบบอน ได้มีการกำหนดตัวแปร คือ ระยะปลูก และพันธุ์มันสำปะหลัง

2. โครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรของมันสำปะหลังในพื้นที่ศูนย์ฯ เขาหินซ้อน อันเนื่องมาจากพระราชดำริ

ผลการศึกษาโครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรของมันสำปะหลังในพื้นที่ศูนย์ฯ เขาหินซ้อนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ พบโครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรของมันสำปะหลังในพื้นที่ศูนย์ฯ เขาหินซ้อนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ จำนวนทั้งสิ้น 18 โครงสร้าง จำแนกออกเป็นโครงสร้างที่เป็นสภาพอากาศ 6 โครงสร้าง โดยมีรายละเอียดดังตารางที่ 7 และ โครงสร้างที่ได้จากการสัมภาษณ์เกษตรกร 12 โครงสร้าง โดยมีรายละเอียดดังตารางที่ 8

ตารางที่ 7 โครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรที่เป็นสภาพอากาศของมันสำปะหลังในพื้นที่  
ศูนย์ฯ เขาหินซ้อนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ

	ปริมาณ น้ำฝน <sup>1/</sup>	จำนวนวัน ฝนตก <sup>2/</sup>	ชั่วโมง แดดออก <sup>3/</sup>	อุณหภูมิ เฉลี่ย <sup>4/</sup>	อุณหภูมิสูงสุด เฉลี่ย <sup>4/</sup>	อุณหภูมิต่ำสุด เฉลี่ย <sup>4/</sup>
ต่ำสุด	1061.60	107	5.93	26.81	33.12	22.66
สูงสุด	1541.70	132	6.74	28.30	33.52	23.26
เฉลี่ย	1300.78	118	6.45	27.85	33.33	22.93

หมายเหตุ: <sup>1/</sup> หน่วยเป็น มิลลิเมตร

<sup>2/</sup> หน่วยเป็น วัน

<sup>3/</sup> หน่วยเป็น ชั่วโมง

<sup>4/</sup> หน่วยเป็น องศาเซลเซียส

ตารางที่ 8 โครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรของมันสำปะหลังในพื้นที่ศูนย์ฯ เขาหินซ้อน  
อันเนื่องมาจากพระราชดำริ ที่ได้จากการสัมภาษณ์เกษตรกร

โครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อม	คำนิยาม/รายละเอียด
1. ลักษณะดิน	ดินทราย ดินร่วนปนทราย ดินเหนียวปนทราย ดินร่วน ดินเหนียว
2. ลักษณะพื้นที่	ที่ดอน ที่ลุ่ม
3. พันธุ์ที่ใช้	ระยอง 5 เกษตรศาสตร์ 50 หัวยบง60 เขียวปลดหนี่
4. ช่วงเวลาปลูก	ปลูกต้นฤดูฝน ปลูกปลายฤดูฝน
5. การเตรียมดิน	ใช้พาดเจ็ด 2 ครั้ง ใช้พาดสาม 1 ครั้ง และพาดเจ็ดอีก 2 ครั้ง
6. การยกร่อง	ไม่ยกร่อง ยกร่อง 0.8 เมตร ยกร่อง 1.0 เมตร
7. ระยะปลูก	ระยะ 0.5-0.7 เมตร ระยะ 0.8-1.0 เมตร
8. การใช้ปุ๋ย	ไม่ใส่ปุ๋ย ปุ๋ยอินทรีย์ ปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยเคมี
9. การกำจัดวัชพืช	ใช้แรงงานคน ใช้สารเคมี ใช้ทั้ง 2 ชนิด
10. โรคและแมลงที่พบ	ไม่พบ พบเพลี้ยแป้ง
11. อายุเก็บเกี่ยว	10 เดือน 11 เดือน 12 เดือน
12. วิธีการเก็บเกี่ยว	ใช้แรงงานคนเก็บ และใช้รถไถ แล้วคนตามเก็บ

การศึกษาถึงโครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรของมันสำปะหลังในพื้นที่ศูนย์ฯ เขาหินซ้อนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ โดยการสัมภาษณ์เกษตรกรผู้ที่ประสบความสำเร็จในการประกอบอาชีพปลูกมันสำปะหลัง ทำให้ทราบถึงลักษณะเฉพาะของการปลูกมันสำปะหลังในพื้นที่ที่เกษตรกรได้ปฏิบัติเป็นประจำ และเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง ว่ามีความเหมาะสมกับสภาพพื้นที่ ซึ่งมีความเหมือนและความแตกต่างไปจากวิธีการที่นักวิชาการได้ทำการศึกษาแล้วว่า เป็นวิธีการที่เหมาะสมที่สุด ดังจะเห็นได้จากการศึกษาของวิณะ วัฒนานนท์ และคณะ (2549) เรื่อง วิธีการเตรียมดินชนิดต่างๆ ที่มีผลต่อผลผลิตมันสำปะหลัง 4 พันธุ์ ในเขตจังหวัดนครราชสีมา และ ฉะเชิงเทรา พบว่า ที่สถานีวิจัยเขาหินซ้อน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ การเตรียมดินด้วยการใช้พาสสาม 1 ครั้ง และพาสเจ็ด 1 ครั้ง เป็นวิธีการที่ให้ผลผลิตมันสำปะหลังสูงสุด แต่จากการศึกษาหาโครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรของมันสำปะหลังในพื้นที่ศูนย์ฯ เขาหินซ้อนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ ซึ่งอยู่บริเวณใกล้เคียงกับสถานีวิจัยเขาหินซ้อน พบว่า ไม่มีเกษตรกรกลุ่มตัวอย่างรายใดใช้วิธีการเตรียมดินดังกล่าว แต่เกษตรกรมีวิธีการเตรียมดินโดยใช้พาสเจ็ด 2 ครั้ง เนื่องจากดินในพื้นที่ศึกษาบางแห่งเป็นดาน หากใช้พาส 3 แล้วจะทำให้ไปขุดเอาดินดานขึ้นมาปนกับดินเดิม ทำให้ผลผลิตมันสำปะหลังลดลง รวมไปถึงความยุ่งยากในการปฏิบัติจริงในพื้นที่ ซึ่งเกษตรกรส่วนใหญ่ไม่มีรถไถเป็นของตัวเอง ต้องจ้างรถไถมาทำการเตรียมดิน การที่ต้องใช้พาสสามก่อน แล้วใช้พาสเจ็ด อีกครั้ง ทำให้เสียเวลาและสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้น (บุญชู เครืออัน, คำ ประเสริฐศรี และ อนันต์ เหลี่ยมวงศ์, 2551)

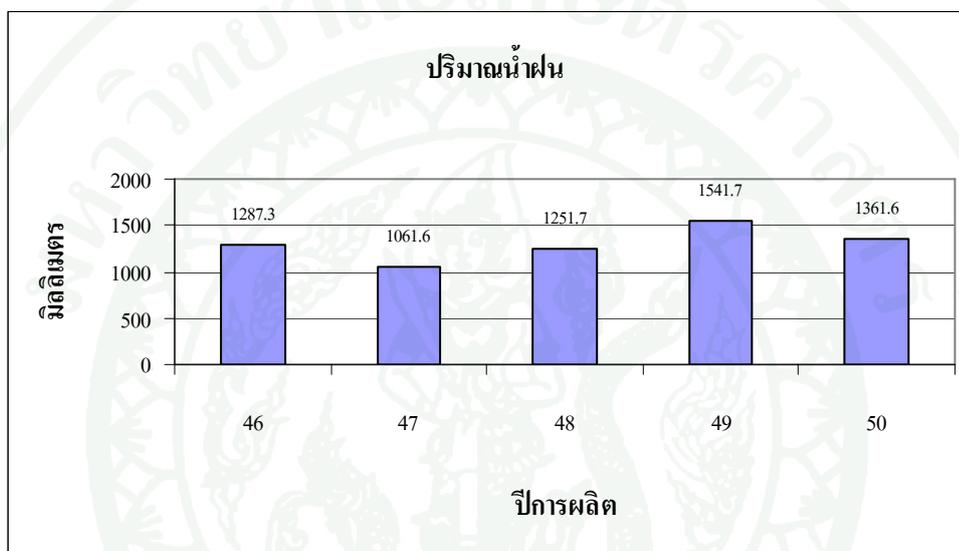
3. การศึกษาการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรของมันสำปะหลังในพื้นที่ศูนย์ฯ เขาหินซ้อนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ

ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรของมันสำปะหลังในพื้นที่ศูนย์ฯ เขาหินซ้อนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ โครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรของมันสำปะหลังที่เป็นสภาพอากาศ และโครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรของมันสำปะหลังที่ได้จากการสัมภาษณ์เกษตรกร แต่ละโครงสร้างมีรายละเอียด ดังนี้

### 3.1 โครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรของมันสำปะหลังที่เป็นสภาพอากาศ ได้แก่

#### 3.1.1 ปริมาณน้ำฝน

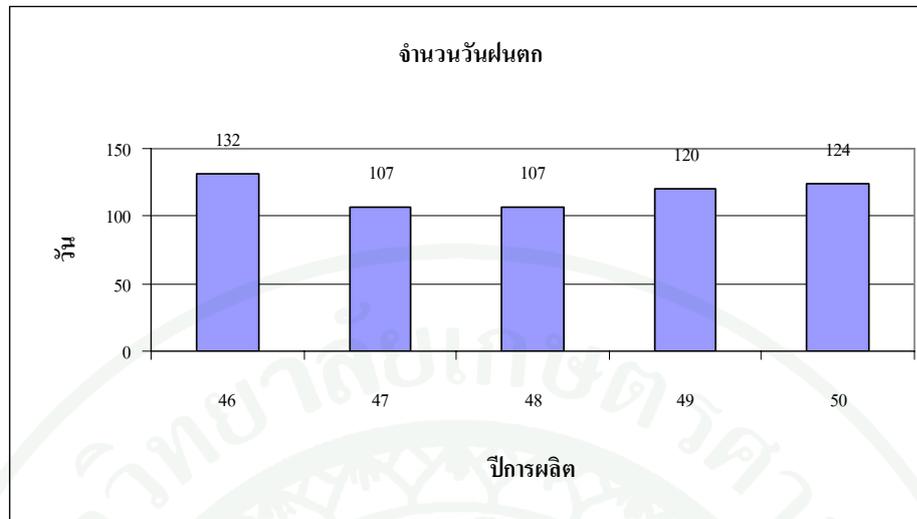
ในพื้นที่ศูนย์ฯ เขาคินซ้อนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ มีปริมาณน้ำฝนต่ำสุด 1,061.6 มิลลิเมตร ในปีการผลิต 2547 และสูงสุด 1,541.7 มิลลิเมตร ในปีการผลิต 2549 ดังภาพที่ 12



ภาพที่ 12 การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำฝนในพื้นที่ศูนย์ฯ เขาคินซ้อนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ ปีการผลิต 2546-2550

#### 3.1.2 จำนวนวันฝนตก

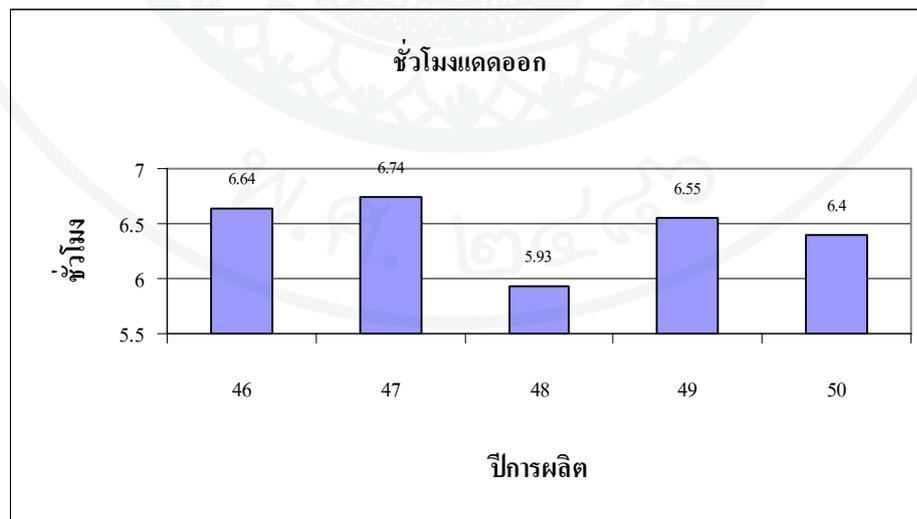
ในพื้นที่ศูนย์ฯ เขาคินซ้อนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ มีจำนวนวันฝนตกน้อยที่สุด คือ 107 วัน ในปีการผลิต 2547 และ 2548 และมีจำนวนวันฝนตกสูงสุด 132 วัน ในปีการผลิต 2546 ดังภาพที่ 13



ภาพที่ 13 การเปลี่ยนแปลงจำนวนวันฝนตกในพื้นที่ศูนย์ฯ เขาหินซ้อนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ ปีการผลิต 2546-2550

### 3.1.3 ชั่วโมงแดดออก

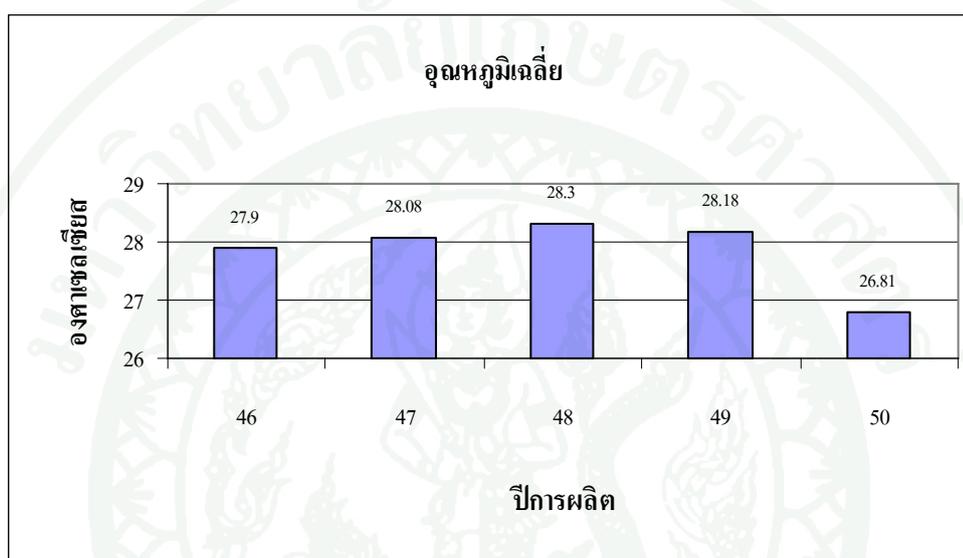
ในพื้นที่ศูนย์ฯ เขาหินซ้อนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ มีจำนวนชั่วโมงแดดออกต่ำสุด 5.93 ชั่วโมง ในปีการผลิต 2548 และสูงสุด 6.74 ชั่วโมง ในปีการผลิต 2547 ดังภาพที่ 14



ภาพที่ 14 การเปลี่ยนแปลงชั่วโมงแดดออกในพื้นที่ศูนย์ฯ เขาหินซ้อนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ ปีการผลิต 2546-2550

### 3.1.4 อุณหภูมิเฉลี่ย

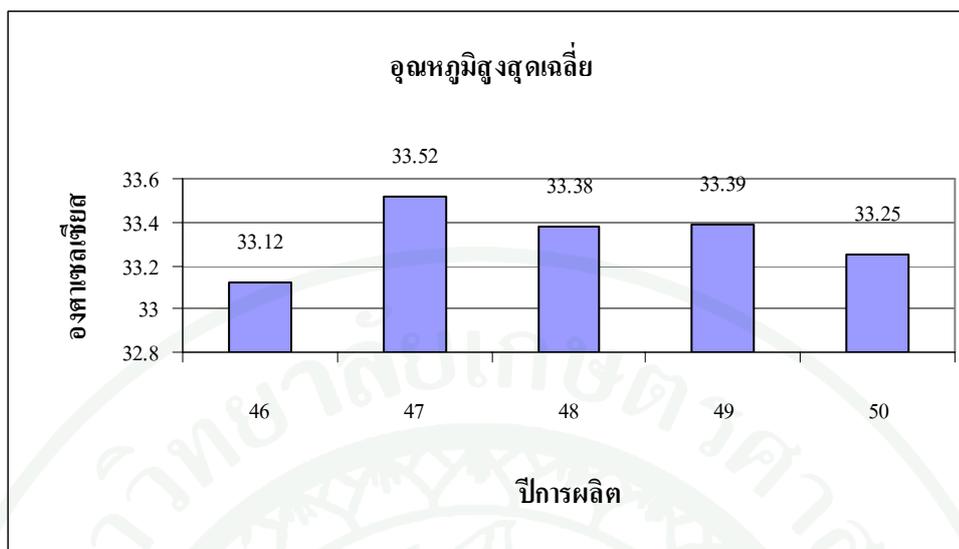
ในพื้นที่ศูนย์ฯ เขาหินซ้อนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ มีอุณหภูมิเฉลี่ยต่ำสุด 26.81 องศาเซลเซียส ในปีการผลิต 2550 และ สูงสุด 28.30 องศาเซลเซียส ในปีการผลิต 2548 ดังภาพที่ 15



ภาพที่ 15 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิเฉลี่ยในพื้นที่ศูนย์ฯ เขาหินซ้อนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ ปีการผลิต 2546-2550

### 3.1.5 อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย

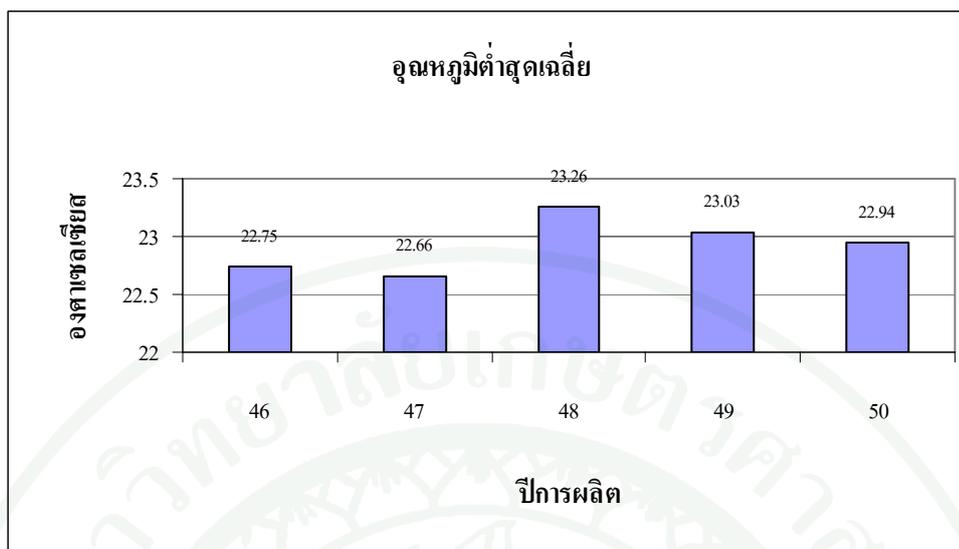
ในพื้นที่ศูนย์ฯ เขาหินซ้อนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ มีอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยต่ำสุด 33.12 องศาเซลเซียส ในปีการผลิต 2546 และสูงสุด 33.52 องศาเซลเซียส ในปีการผลิต 2547 ดังภาพที่ 16



**ภาพที่ 16** การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยในพื้นที่ศูนย์ฯ เขาหินซ้อนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ ปีการผลิต 2546-2550

### 3.1.6 อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย

ในพื้นที่ศูนย์ฯ เขาหินซ้อนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ มีอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยต่ำสุด 22.66 องศาเซลเซียส ในปีการผลิต 2547 และสูงสุด 23.26 องศาเซลเซียส ในปีการผลิต 2548 ดังภาพที่ 17

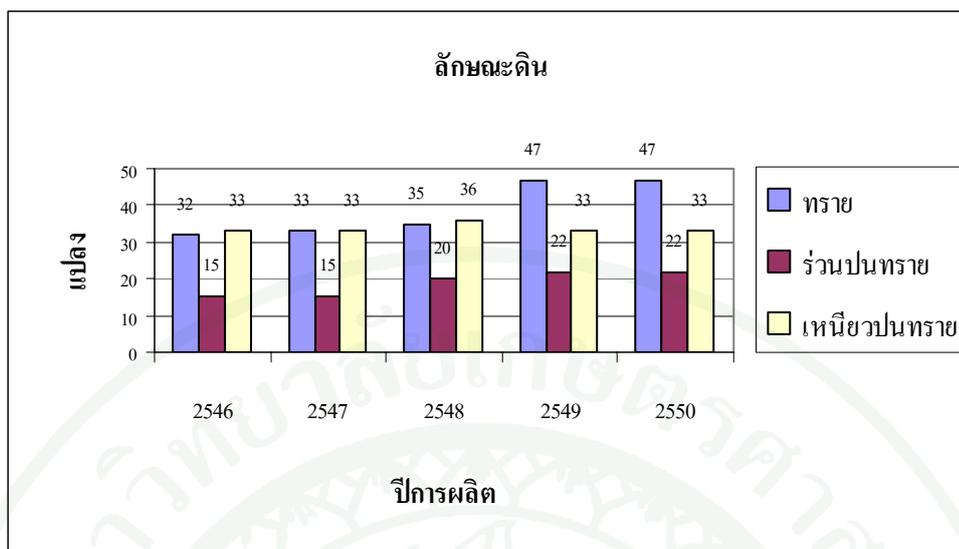


**ภาพที่ 17** การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยในพื้นที่ศูนย์ฯ เขาหินซ้อนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ ปีการผลิต 2546-2550

3.2 โครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรของมันสำปะหลังที่ได้จากการสัมภาษณ์เกษตรกร ได้แก่ ลักษณะดิน ลักษณะพื้นที่ พันธุ์ที่ใช้ ช่วงเวลาปลูก การเตรียมดิน การยกร่อง ระยะปลูก การใช้ปุ๋ย การกำจัดวัชพืช โรคและแมลงที่พบ อายุเก็บเกี่ยว และวิธีการเก็บเกี่ยว

### 3.2.1 ลักษณะดิน

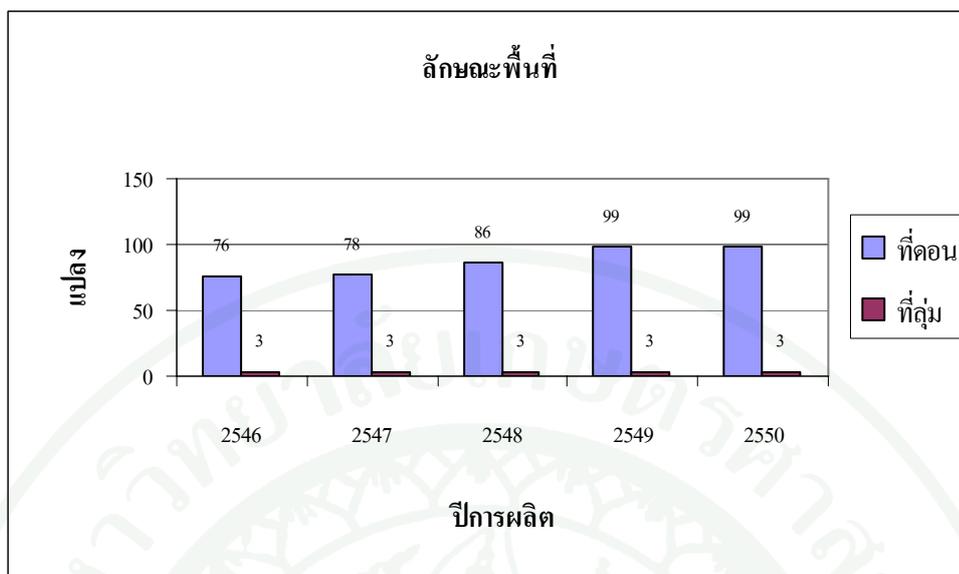
ลักษณะดินในแปลงปลูกมันสำปะหลังในพื้นที่ศึกษาประกอบด้วย ดิน 3 ชนิด คือ ดินทราย ดินร่วนปนทราย และดินทรายปนดินเหนียว พบว่า ดินที่ใช้ปลูกมันสำปะหลังส่วนใหญ่เป็นดินทราย รองลงมา คือ ดินเหนียวปนทราย ดินที่ใช้ในการปลูกมันสำปะหลังน้อยที่สุดคือ ดินร่วนปนทราย ดังภาพที่ 18



**ภาพที่ 18** การเปลี่ยนแปลงดินในแปลงปลูกมันสำปะหลังในพื้นที่ศูนย์ฯ เขาคินซ้อน อันเนื่องมาจากพระราชดำริ ปีการผลิต 2546-2550

### 3.2.2 ลักษณะพื้นที่

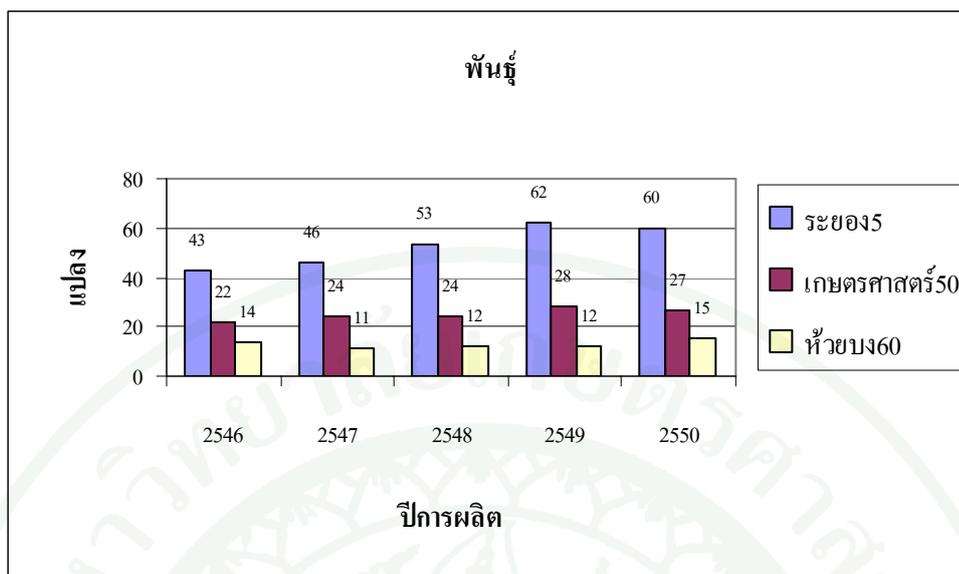
ในพื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลังของเกษตรกรไม่มีการเปลี่ยนแปลงลักษณะพื้นที่ เนื่องจากเกษตรกรกลุ่มตัวอย่างปลูกมันสำปะหลังในที่ดินแปลงเดิม แต่มีความแตกต่างในเรื่องของลักษณะพื้นที่ที่แต่ละแปลงตั้งอยู่ ได้แก่ แปลงที่อยู่ในที่ดอน และแปลงที่อยู่ในที่ลุ่ม พบว่าลักษณะพื้นที่ที่ใช้ปลูกมันสำปะหลังส่วนใหญ่เป็นที่ดอน ดังภาพที่ 19



ภาพที่ 19 การเปลี่ยนแปลงลักษณะพื้นที่ของแปลงปลูกมันสำปะหลังในพื้นที่ศูนย์ฯ เขาหินซ้อน อันเนื่องมาจากพระราชดำริ ปีการผลิต 2546-2550

### 3.2.3 พันธุ์ที่ใช้

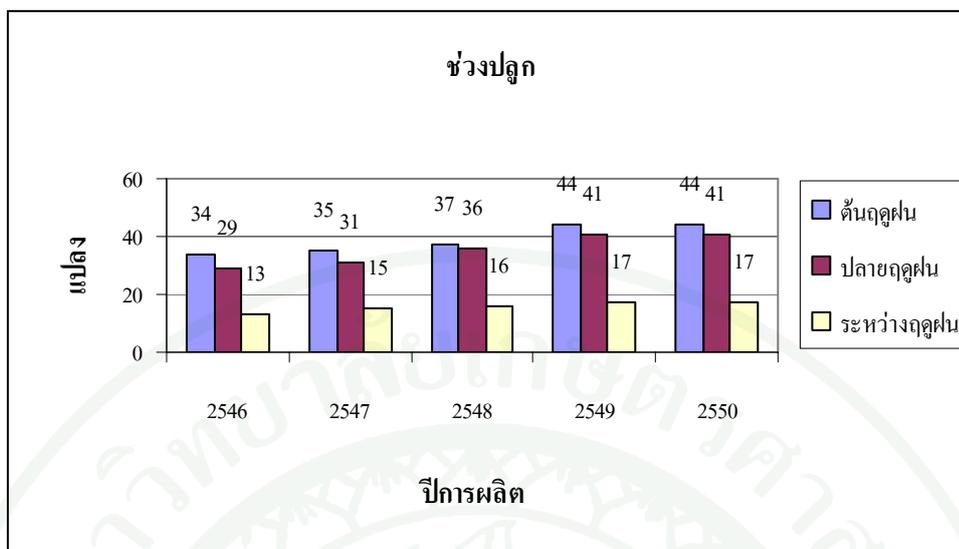
พันธุ์มันสำปะหลังที่เกษตรกรใช้ในพื้นที่ศึกษา ประกอบด้วย 3 พันธุ์ คือ พันธุ์ระยอง 5 พันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 และพันธุ์ห้วยบง 60 ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงผลผลิตตั้งแต่ปี 2546-2550 พบว่า พันธุ์มันสำปะหลังที่เกษตรกรใช้มากที่สุดได้แก่ พันธุ์ระยอง 5 รองลงมา คือ พันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 และพันธุ์ห้วยบง 60 ตามลำดับและเมื่อเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น พบว่า เกษตรกรมีการใช้พันธุ์ระยอง 5 เพิ่มขึ้นมากกว่าพันธุ์อื่นๆ ดังภาพที่ 20



ภาพที่ 20 การเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่มันสำปะหลังในพื้นที่ศูนย์ฯ เขาคินซ้อนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ ปีการผลิต 2546-2550

### 3.2.4 ช่วงเวลาปลูก

ช่วงเวลาปลูกมันสำปะหลังของเกษตรกรในพื้นที่ศูนย์ฯ เขาคินซ้อนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ แบ่งได้เป็น 3 ช่วง คือ ช่วงต้นฤดูฝน ตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ ถึงเดือนเมษายน ช่วงปลายฤดูฝน ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน ถึงเดือนมกราคม และระหว่างฤดูฝน ตั้งแต่เดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคม พบว่า การปลูกมันสำปะหลังช่วงต้นฤดูฝนมากกว่าการปลูกปลายฤดูฝนเล็กน้อย และมีการปลูกระหว่างฤดูฝนบ้างเล็กน้อย ดังภาพที่ 21



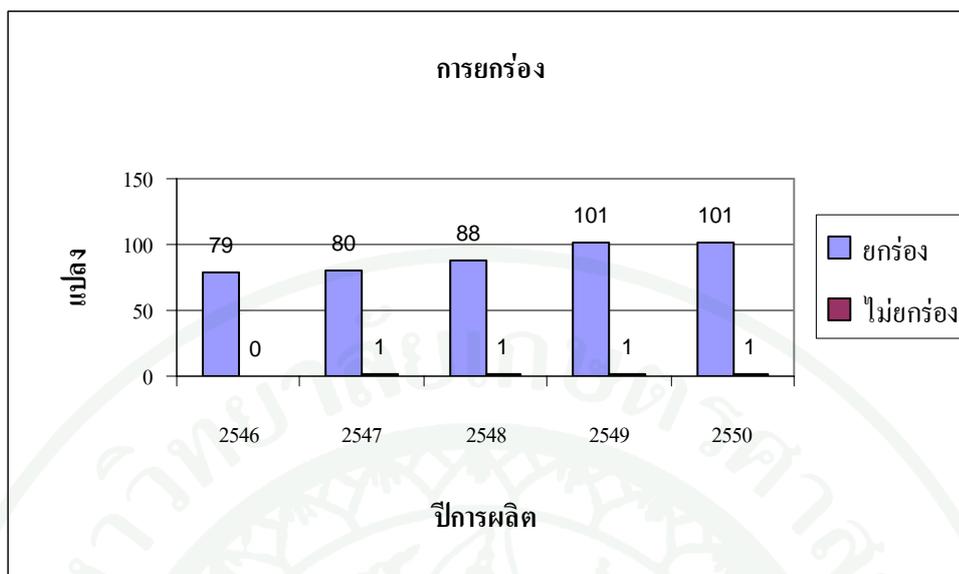
**ภาพที่ 21** การเปลี่ยนแปลงช่วงปลูกมันสำปะหลังในพื้นที่ศูนย์ฯ เขาหินซ้อนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ ปีการผลิต 2546-2550

### 3.2.5 วิธีการเตรียมดิน

การปลูกมันสำปะหลังในพื้นที่ศูนย์ฯ เขาหินซ้อนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ เกษตรกรมีการเตรียมดินโดยการไถด้วยพลาด 7 หน้่ครั้ง หลังจากนั้น ไถแปรด้วย พลาด 7 อีกหน้่ครั้งทุกแปลง ตลอดช่วงปีการผลิต 2546-2550 ไม่มีการเปลี่ยนแปลงวิธีการเตรียมดิน

### 3.2.6 การขกร่อง

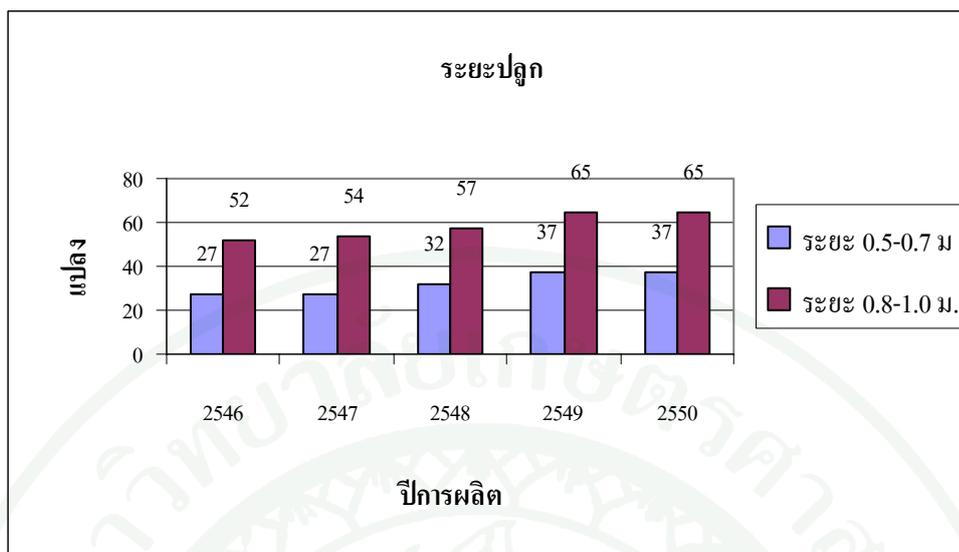
เกษตรกรส่วนใหญ่เตรียมดินโดยการขกร่อง ดังภาพที่ 22



ภาพที่ 22 การเปลี่ยนแปลงการยกร่องเพื่อปลูกมันสำปะหลังในพื้นที่ศูนย์ฯ เขาคินซ้อนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ ปีการผลิต 2546-2550

### 3.2.7 ระยะปลูก

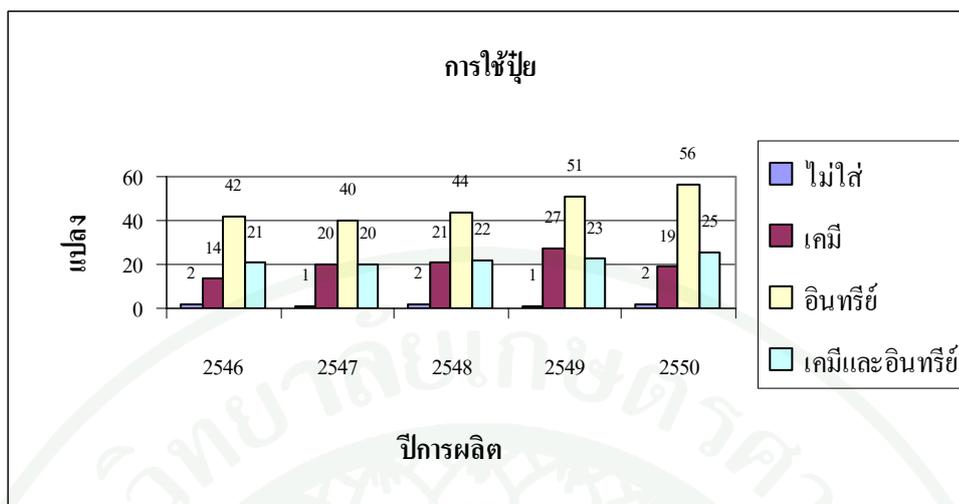
ระยะปลูกที่เกษตรกรใช้ในการปลูกมันสำปะหลัง แบ่งออกได้ 2 ช่วง คือ ระยะปลูก 0.5-0.7 เมตร ใช้ในการปลูกมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 5 และระยะปลูก 0.8-1 เมตร ใช้ในการปลูกมันสำปะหลังพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 และพันธุ์หัวยบง 60 แต่ในทางปฏิบัติจริงไม่สามารถกำหนดได้แน่นอน เนื่องจากเป็นการจ้างแรงงานปลูก พบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่ใช้ระยะปลูก 0.8-1.0 เมตร ดังภาพที่ 23



**ภาพที่ 23** การเปลี่ยนแปลงระยะปลูกมันสำปะหลังในพื้นที่ศูนย์ฯ เขาหินซ้อนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ ปีการผลิต 2546-2550

### 3.2.8 การใส่ปุ๋ย

จากการศึกษา พบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่ใช้ปุ๋ยอินทรีย์ อันดับ 2 คือ ปุ๋ยเคมี และอินทรีย์ อันดับ 3 คือ ปุ๋ยเคมี เมื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงพบว่า การลดลงของการใช้ปุ๋ยเคมีในช่วงปีการผลิต 2549-2550 มีสาเหตุจากการที่ปุ๋ยเคมีมีราคาสูงขึ้น เกษตรกรจึงหันมาใช้ปุ๋ยอินทรีย์แทน ซึ่งสอดคล้องกับการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ที่เพิ่มขึ้น ส่วนการใช้ปุ๋ยเคมีและอินทรีย์มีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย ดังภาพที่ 24



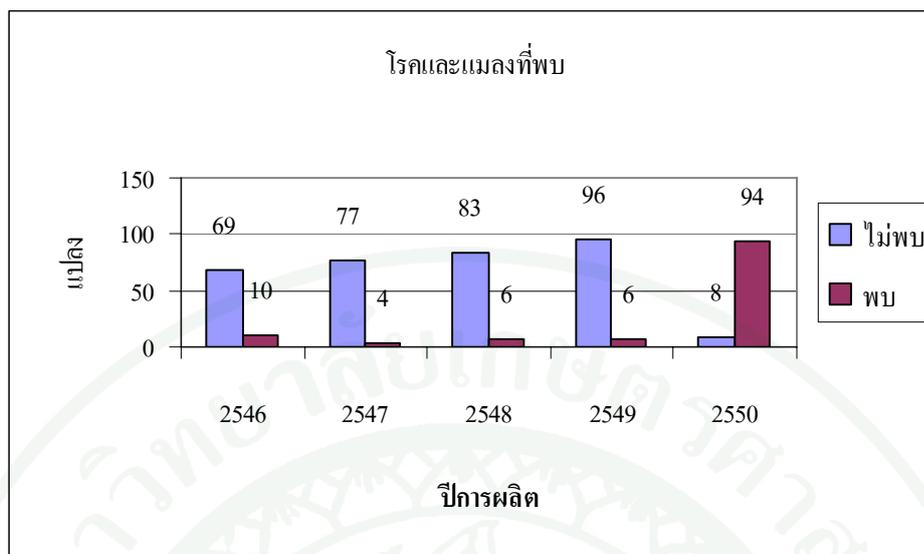
**ภาพที่ 24** การเปลี่ยนแปลงการใส่ปุ๋ยมันสำปะหลังในพื้นที่ศูนย์ฯ เชาหินซ้อนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ ปีการผลิต 2546-2550

### 3.2.9 การกำจัดวัชพืช

เกษตรกรทุกรายกำจัดวัชพืชโดยใช้สารเคมี ตั้งแต่ปีการผลิต 2546-2550 โดยใช้ในช่วง 3 เดือนแรกหลังปลูก เมื่อมันสำปะหลังเจริญเติบโตจนใบสามารถคลุมพื้นที่ได้แล้ว แสงแดดไม่สามารถส่องลงไปถึงพื้นดิน ได้ก็จะหยุดใช้ โดยการปลูกมันสำปะหลังในช่วงปลายฝน จะมีการใช้สารเคมีกำจัดวัชพืชมากกว่าการปลูกช่วงต้นฝน จึงไม่มีการเปลี่ยนแปลงวิธีการกำจัดวัชพืช

### 3.2.10 โรคและแมลงที่พบ

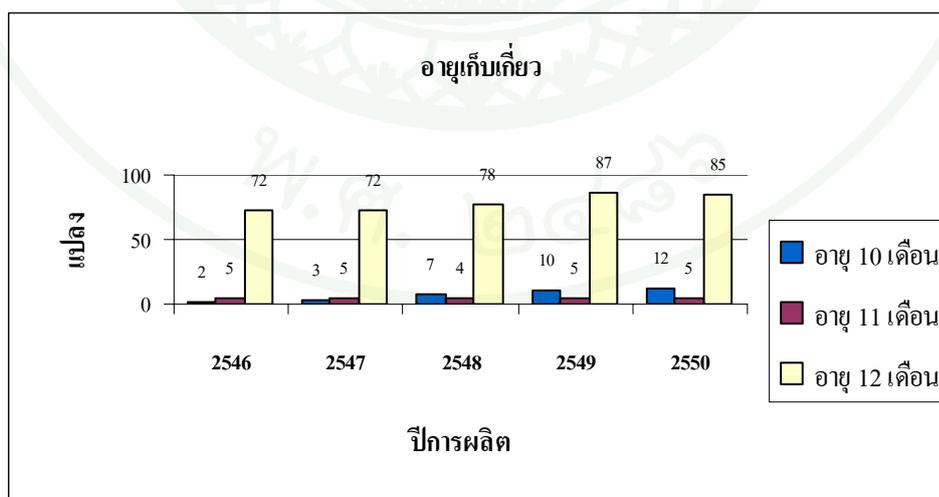
ในฤดูการผลิต 2546-2549 แปลงปลูกมันสำปะหลัง ส่วนใหญ่ไม่พบโรคแมลง มีเพียงปีการผลิต 2546 ที่พบโรคแมลงสูงกว่าปีอื่นๆ ซึ่งโรคแมลงที่พบ คือ เพลี้ยไฟและไรแดง ซึ่งไม่ส่งผลกระทบต่อผลผลิต แต่ในปีการผลิต 2550 แปลงปลูกมันสำปะหลัง เกษตรกรส่วนใหญ่พบแมลง คือ เพลี้ยแป้ง ดังภาพที่ 25 แต่เป็นการพบเพลี้ยแป้งในช่วงใกล้เวลาเก็บเกี่ยวจึงไม่ส่งผลให้ผลผลิตมันสำปะหลังลดลง



ภาพที่ 25 การเปลี่ยนแปลงการพบโรคแมลงในแปลงมันสำปะหลังในพื้นที่ศูนย์ฯ เขาหินซ้อน อันเนื่องมาจากพระราชดำริ ปีการผลิต 2546-2550

### 3.2.11 อายุเก็บเกี่ยว

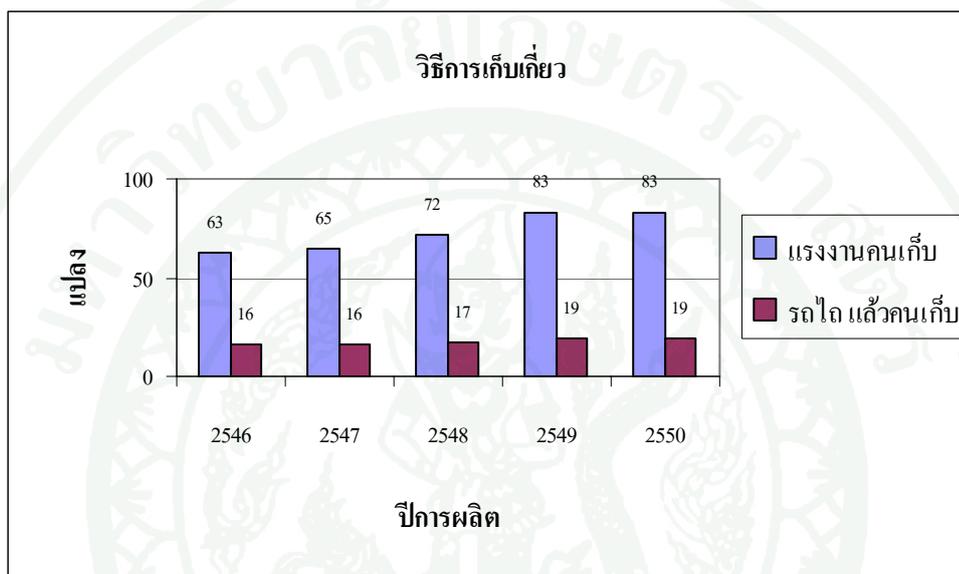
อายุการเก็บเกี่ยวของเกษตรกร ประกอบด้วย เก็บเกี่ยวที่อายุ 10 เดือน 11 เดือน และ 12 เดือน โดยส่วนใหญ่เก็บเกี่ยวที่มันสำปะหลังอายุ 12 เดือน ดังภาพที่ 26



ภาพที่ 26 การเปลี่ยนแปลงอายุการเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังในพื้นที่ศูนย์ฯ เขาหินซ้อนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ ปีการผลิต 2546-2550

### 3.2.12 วิธีการเก็บเกี่ยว

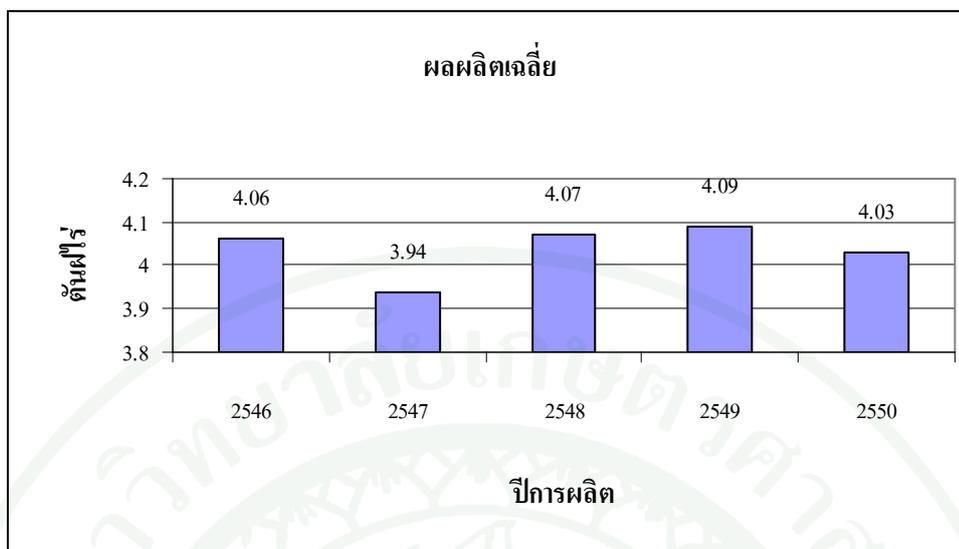
การเก็บเกี่ยวผลผลิตมันสำปะหลังในพื้นที่ศึกษา ประกอบด้วย 2 วิธี คือ การเก็บโดยใช้แรงงานคน เกษตรกรในพื้นที่ศึกษาเก็บเกี่ยวผลผลิตโดยใช้แรงงานคนเป็นส่วนใหญ่ ดังภาพที่ 27



ภาพที่ 27 การเปลี่ยนแปลงวิธีการเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังในพื้นที่ศูนย์ฯ เขานินซ้อนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ ปีการผลิต 2546-2550

### 3.2.13 ผลผลิตเฉลี่ย

ในพื้นที่ศึกษา มันสำปะหลังมีผลผลิตเฉลี่ยต่ำสุด 3.94 ตันต่อไร่ ในปีการผลิต 2547 และมีผลผลิตเฉลี่ยสูงสุด 4.09 ตันต่อไร่ ในปีการผลิต 2549 ดังภาพที่ 28



**ภาพที่ 28** การเปลี่ยนแปลงผลผลิตเฉลี่ยของมันสำปะหลังในพื้นที่ศูนย์ฯ เขาหินซ้อนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ ปีการผลิต 2546-2550

### ส่วนที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมเกษตรของมันสำปะหลังกับผลผลิตมันสำปะหลัง

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมเกษตรของมันสำปะหลังในพื้นที่ศูนย์ฯ เขาหินซ้อนอันเนื่องมาจากพระราชดำริกับผลผลิตมันสำปะหลัง แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ (1) โครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมเกษตรของมันสำปะหลังที่เป็นสภาพอากาศ และ (2) โครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมเกษตรของมันสำปะหลังที่ได้จากการสัมมนาเกษตรกร ซึ่งผลการศึกษาพบว่า

1. โครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมเกษตรของมันสำปะหลังที่เป็นสภาพอากาศ ซึ่งใช้ข้อมูลสภาพอากาศเฉลี่ยของปี พ.ศ. 2546-2550 พบว่า ไม่มีความสัมพันธ์กับผลผลิตมันสำปะหลัง (ภาคผนวก จ) ซึ่งสามารถสรุปเป็นรายละเอียดดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 ความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรที่เป็นสภาพอากาศกับ  
ผลผลิตมันสำปะหลัง

โครงสร้าง	ค่าสัมประสิทธิ์ (r)	n	ความสัมพันธ์
1. ปริมาณฝน	.818	5	N.S.
2. จำนวนวันฝนตก	.423	5	N.S.
3. ชั่วโมงแดดออก	-.472	5	N.S.
4. อุณหภูมิเฉลี่ย	.103	5	N.S.
5. อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย	-.499	5	N.S.
6. อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย	.684	5	N.S.

หมายเหตุ: N.S. ไม่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

2. โครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรของมันสำปะหลังที่ได้จากการสัมภาษณ์เกษตรกรกับผลผลิตมันสำปะหลังในปีการผลิต 2549 และ 2550 ได้ผลดังนี้

2.1 โครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรของมันสำปะหลังในปีการผลิต 2549 (ภาคผนวก ฉ) พบว่า จากโครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรของมันสำปะหลังทั้งหมด 8 โครงสร้าง มีเพียง 1 โครงสร้าง คือ ระยะเวลาปลูก ที่มีความสัมพันธ์กับการให้ผลผลิตมันสำปะหลังสามารถสรุปเป็นรายละเอียดได้ดังตารางที่ 10

โครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรของมันสำปะหลังที่มีผลต่อผลผลิต คือ ระยะเวลาปลูก ซึ่งกรมส่งเสริมการเกษตร (2551) ได้แนะนำระยะเวลาปลูกที่เหมาะสมกับมันสำปะหลังทุกพันธุ์และทุกสภาพดิน คือ 1.0 x 1.0 เมตร แต่กับดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำและดินทรายจัด ควรใช้ระยะเวลาปลูกคือ 1.0 x 0.8 เมตร หรือ 0.8 x 0.8 เมตร จนมีคำกล่าวทั่วไปในหมู่นักวิชาการว่า “ดินเลวปลูกถี่ ดินดีปลูกห่าง” จากการศึกษาในครั้งนี้ พบว่า เกษตรกรมีการปลูกที่แตกต่างกันออกไปเนื่องจากเกษตรกรจ้างรถไถมาขร่ง ทำให้ระยะระหว่างร่องมีความคงที่ คือ ประมาณ 1.0 เมตร แต่จะมีความแตกต่างกันออกไปตามระยะเวลาปลูก คือ ตั้งแต่ 0.5-1.0 เมตร ซึ่งผลการศึกษาพบว่า การปลูกถี่ คือ ระยะ 1.0x0.5-0.7 เมตร ให้ผลผลิตเฉลี่ย 3.97 ตันต่อไร่ ส่วนการปลูกห่าง คือ 1.0x0.8-1.0 เมตร ให้ผลผลิตเฉลี่ย 4.06 ตันต่อไร่ ซึ่งแตกต่างจากคำแนะนำของกรมส่งเสริมการเกษตรข้างต้นเนื่องจากสภาพดินในพื้นที่ศึกษามีสภาพเป็นดินเลว ความอุดมสมบูรณ์ของดินต่ำ แต่เมื่อปลูกระยะ

ห่างกลับให้ผลผลิตสูง ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ สุเมธ ทับเงิน และคณะ (2547) เรื่องระยะปลูกที่เหมาะสมของมันสำปะหลัง 3 พันธุ์ที่ปลูกในดินชุดมาบบอน พบว่า พันธุ์ระยะของ 5 มีแนวโน้มให้ผลผลิตหัวสูงสุดในทุกระยะปลูก คือ 1.0x1.0 เมตร 1.2x0.8 เมตร 0.8x0.8 เมตร และ 1.2x0.5 เมตร ยกเว้นที่ระยะปลูก 1.2x1.2 เมตร และการปลูกที่ระยะ 0.8x0.8 เมตร และ 1.2x0.5 เมตร ให้ผลผลิตหัวสูงสุด ส่วนมันสำปะหลังอีก 2 พันธุ์ที่ปลูกในพื้นที่ศึกษา ได้แก่ พันธุ์ห้วยบง 60 สามารถปลูกได้ทุกระยะแต่ระยะปลูก 0.8x0.8 และ 1.2x0.8 เมตร มีแนวโน้มให้ผลผลิตหัวสดสูงสุด และพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 มีแนวโน้มให้ผลผลิตหัวสดสูงสุดที่ระยะปลูก 0.8x0.8 และ 1.0x1.0 เมตร นอกจากนี้ จากการสัมภาษณ์เกษตรกรผู้ประสบความสำเร็จในการปลูกมันสำปะหลังยังพบว่า ระยะปลูกที่เหมาะสมสำหรับมันสำปะหลังในพื้นที่ศึกษายังขึ้นกับพันธุ์ และช่วงเวลาปลูกอีกด้วย โดยพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 และพันธุ์ห้วยบง 60 ใช้ระยะห่าง คือ 0.8-1.0 เมตร ส่วนระยะของ 5 ใช้ระยะถี่ขึ้น คือ 0.5-0.7 เมตร ซึ่งไม่ได้เป็นระยะปลูกที่ตรงตามที่ทางวิชาการกำหนดไว้ ทั้งนี้ เนื่องจากการปลูกมันสำปะหลังในพื้นที่จริง เกษตรกรส่วนน้อยที่จะลงมือปลูกเองทำให้ได้ระยะตามที่กำหนดไว้ แต่เกษตรกรส่วนใหญ่จ้างแรงงานปลูก ระยะปลูกจึงไม่เป็นไปตามที่กำหนด มีสั้นกว่าบ้าง ยาวกว่าบ้าง ขึ้นกับผู้รับจ้างปลูกว่าจะปลูกระยะเท่าใด จึงได้ผลผลิตไม่สม่ำเสมอ หรือต่ำกว่าที่ควรจะเป็น นอกจากนี้ยังพบว่า ในการปลูกช่วงต้นฝน เกษตรกรจะปลูกมันสำปะหลังในระยะห่าง แต่ในการปลูกปลายฝนจะปลูกถี่ เนื่องจากการปลูกปลายฝน วัชพืชมีการเจริญเติบโตได้อย่างรวดเร็ว หากปลูกระยะห่างจะทำให้ไม่สามารถควบคุมวัชพืชได้ ทำให้ได้รับผลผลิตต่ำ

2.2 โครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรของมันสำปะหลังในปีการผลิต 2550 พบว่า จากโครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรของมันสำปะหลังทั้งหมด 8 โครงสร้าง มีเพียง 1 โครงสร้าง คือ การใช้ปุ๋ย ที่มีความสัมพันธ์กับการให้ผลผลิตมันสำปะหลัง ซึ่งสรุปเป็นรายละเอียดดังตารางที่ 11

จากการศึกษาในครั้งนี้ พบว่า การใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยมูลสัตว์ ให้ผลผลิตสูงสุด ผลผลิตเฉลี่ย 4.11 ตันต่อไร่ รองลงมาคือ การใส่ปุ๋ยมูลสัตว์ ผลผลิตเฉลี่ย 4.07 ตันต่อไร่ และการใส่ปุ๋ยเคมี ผลผลิตเฉลี่ย 3.74 ตันต่อไร่ ซึ่งผลที่ได้เป็นไปในแนวทางเดียวกันกับการศึกษาของ ประภาส ช่างเหล็ก และคณะ (2547) พบว่า ในมันสำปะหลังพันธุ์ ระยะของ 5 และห้วยบง 60 การใส่ปุ๋ยเคมี สูตร 15-15-15 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ การใส่ปุ๋ยมูลไก่ อัตรา 1 ตันต่อไร่ และการใส่ปุ๋ยมูลไก่ อัตรา 1 ตันต่อไร่ ร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมี สูตร 15-15-15 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ผลผลิตเฉลี่ยสูงกว่าไม่ใส่ปุ๋ยใดๆ เลย 31 34 และ 45 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งแสดงให้เห็นว่า การใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยมูลไก่ ให้ผลผลิตสูงสุด (7.2 ตันต่อไร่) รองลงมาคือ การใส่ปุ๋ยขี้ไก่ (6.77 ตันต่อไร่) และต่ำสุด คือ การใส่ปุ๋ยเคมี (6.58 ตันต่อไร่) และไม่ใส่ปุ๋ย (5.0 ตันต่อไร่) ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม ก็ยัง

มีข้อแตกต่างที่เกิดขึ้นจากการศึกษาในครั้งนี้ คือ วิธีการใส่ปุ๋ยเคมีของเกษตรกร ที่ไม่เป็นไปตามวิธีการที่ถูกต้อง การใส่ปุ๋ยเคมีให้แก่มันสำปะหลังที่ถูกต้อง คือ การขุดดินให้เป็นหลุมด้วยจอบ ห่างจากโคนต้นมันสำปะหลัง ประมาณ 20-30 เซนติเมตร ใส่ปุ๋ยแล้วกลบ ที่มันสำปะหลังอายุ 1-2 เดือน หลังปลูก และใส่หลังฝนตก 1-2 วัน เมื่อได้รับฝน อีกครั้งปุ๋ยก็จะละลายเป็นประโยชน์ต่อมันสำปะหลัง (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2551) ซึ่งในการศึกษาของประภาส ช่างเหล็ก (2544) ก็ใช้วิธีการเดียวกัน โดยการขุดดินให้เป็นหลุมด้วยจอบ ห่างจากโคนต้นมันสำปะหลัง ประมาณ 20-30 เซนติเมตร ใส่ปุ๋ยแล้วกลบ ห่างจากโคนต้นมันสำปะหลังประมาณ 20 เซนติเมตร แต่ในความเป็นจริงแล้วเกษตรกรในพื้นที่ศึกษา มีวิธีการใส่ปุ๋ยที่แตกต่างออกไป ส่วนใหญ่ไม่ถูกต้องตามหลักวิชาการ ได้แก่ การหยอดปุ๋ยเคมีที่โคนต้น การหยอดปุ๋ยเคมีระหว่างต้น แต่ไม่ได้มีการขุดหลุมแล้วกลบ ซึ่งหากเกษตรกรทำการใส่ปุ๋ยเคมีให้ถูกต้องตามวิธีการแล้ว น่าจะทำให้ผลผลิตสูงขึ้นกว่าที่ได้รับในปัจจุบัน นอกจากนี้ การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมีก็เป็นวิธีการหนึ่งที่จะเพิ่มผลผลิตมันสำปะหลัง โดยปุ๋ยอินทรีย์จะช่วยปรับสภาพดินให้โปร่ง ร่วนซุย เหมาะแก่การลงหัวของมันสำปะหลัง

ตารางที่ 10 ความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมที่ได้จากการสัมภาษณ์เกษตรกรกับผลผลิตมันสำปะหลัง ปีการผลิต 2549

โครงสร้าง	df	$\chi^2$
1. ลักษณะดิน	2	2.538
2. พันธุ์ที่ใช้	1	.223
3. ช่วงเวลาปลูก	2	1.029
4. ระยะปลูก	1	11.730**
5. การใส่ปุ๋ย	1	.003
6. โรคและแมลงที่พบ	1	-
7. อายุเก็บเกี่ยว	1	-
8. วิธีการเก็บเกี่ยว	1	-

หมายเหตุ: \*\* มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ .01

- ไม่สามารถหาความสัมพันธ์ได้

ตารางที่ 11 ความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างระบบสิ่งแวดลอมที่ได้จากการสัมภาษณ์เกษตรกรกับ  
ผลผลิตมันสำปะหลัง ปีการผลิต 2550

โครงสร้าง	df	$\chi^2$
1. ลักษณะดิน	2	3.143
2. พันธุ์	1	.055
3. ช่วงเวลาปลูก	2	2.075
4. ระยะปลูก	1	.159
5. การใช้ปุ๋ย	1	8.936**
6. โรคแมลง	1	.057
7. อายุเก็บเกี่ยว	1	.080
8. วิธีการเก็บเกี่ยว	1	2.087

หมายเหตุ: \*\* มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ .01

#### ส่วนที่ 4 แบบจำลองเครือข่าย

แบ่งผลการศึกษาออกเป็น 2 ส่วน คือ การจำลองแบบเครือข่ายตามทฤษฎี และการจำลองแบบเครือข่ายตามความเป็นจริง โดยใช้โครงสร้างระบบสิ่งแวดลอมการเกษตรของมันสำปะหลังในพื้นที่ศูนย์ฯ เขาหินซ้อนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ โดยแต่ละส่วนมีผลการศึกษา ดังนี้

##### 1. แบบจำลองเครือข่ายตามทฤษฎี

จากการนำโครงสร้างระบบสิ่งแวดลอมการเกษตรของมันสำปะหลังในพื้นที่ศูนย์ฯ เขาหินซ้อนอันเนื่องมาจากพระราชดำริมาจัดเรียงเพื่อพัฒนาเป็นแบบจำลองเครือข่าย พบว่า การจำลองแบบเครือข่ายเริ่มต้นจากการตั้งโครงสร้างตั้งต้นตามตัวแปร จากนั้นจึงมีการแตกเครือข่ายออกไปตามโครงสร้างที่มีตามตัวแปรของแต่ละโครงสร้าง ดังนั้น การคำนวณหาแบบจำลองเครือข่ายทั้งหมด จึงเป็นการนำตัวแปรที่มีทั้งหมดมาคำนวณหาแบบจำลอง ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ ประกอบด้วยโครงสร้างทั้งสิ้น 11 โครงสร้าง คือ ลักษณะดิน ลักษณะพื้นที่ ช่วงปลูก การเตรียมดิน การยกทรงพันธุ์ ระยะปลูก การใช้ปุ๋ย การกำจัดวัชพืช แมลงที่พบ และอายุเก็บเกี่ยว โดยแต่ละโครงสร้างจำแนกออกได้ ดังนี้

1.1 ลักษณะดิน จากการศึกษา พบว่า ลักษณะดินในพื้นที่ศึกษา จำแนกออกเป็น 3 ชนิด คือ ดินทราย ดินร่วนปนทราย และดินเหนียวปนทราย

1.2 ลักษณะพื้นที่ จากการศึกษา พบว่า ลักษณะพื้นที่ในพื้นที่ศึกษามีลักษณะเป็นที่ดอน

1.3 ช่วงปลูก จากการศึกษา พบว่า ช่วงที่มีการปลูkmันสำปะหลังในพื้นที่ศึกษา ประกอบด้วย 2 ช่วง คือ ช่วงต้นฤดูฝน และปลายฤดูฝน

1.4 การเตรียมดิน จากการศึกษา พบว่า การเตรียมดินสำหรับการปลูkmันสำปะหลังในพื้นที่ศึกษามีลักษณะเป็นการเตรียมดินโดยใช้พาลเจ็ด 2 ครั้ง

1.5 การยกร่อง จากการศึกษา พบว่า การปลูkmันสำปะหลังในพื้นที่ศึกษาใช้การปลูก โดยการยกร่อง

1.6 พันธุ์ที่ใช้ จากการศึกษา พบว่า พันธุ์ของมันสำปะหลังที่มีการปลูกในพื้นที่ศึกษา จำแนกออกเป็น 3 พันธุ์ คือ พันธุ์ระยอง 5 เกษตรศาสตร์ 50 และหัวยบง 60

1.7 ระยะปลูก จากการศึกษา พบว่า การปลูkmันสำปะหลังในพื้นที่ศึกษามีระยะปลูก 2 ระยะ คือ ระยะ 0.5-0.7 เมตร และระยะ 0.8-1.0 เมตร

1.8 การใช้ปุ๋ย จากการศึกษา พบว่า การปลูkmันสำปะหลังในพื้นที่ศึกษามีการใช้ปุ๋ย 2 ลักษณะ คือ การใส่ปุ๋ยเคมี และไม่ใส่ปุ๋ยเคมี

1.9 การกำจัดวัชพืช จากการศึกษา พบว่า การปลูkmันสำปะหลังในพื้นที่ศึกษามีการกำจัดวัชพืช โดยการใส่สารเคมี

1.10 โรคและแมลงที่พบ จากการศึกษา พบว่า แมลงศัตรูพืชที่พบในพื้นที่การปลูkmันสำปะหลังในพื้นที่ศึกษา คือ เพลี้ยแป้ง

1.11 อายุเก็บเกี่ยว จากการศึกษา พบว่า อายุการเก็บเกี่ยวผลผลิตมันสำปะหลังในพื้นที่ศึกษาจำแนกออกเป็น 2 ช่วงอายุ คือ การเก็บเกี่ยวที่อายุน้อยกว่า 1 ปี และเก็บเกี่ยวที่อายุ 1 ปี

จากโครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรทั้ง 11 โครงสร้าง ซึ่งมีทั้งโครงสร้างที่เป็นตัวแปรมีความแตกต่างกันไปตามชนิดของโครงสร้างนั้นๆ และโครงสร้างที่ไม่เป็นตัวแปร ในการจำลองแบบเครือข่ายจึงนำเฉพาะโครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรของมันสำปะหลังที่เป็นตัวแปร จำนวน 6 โครงสร้าง ซึ่งประกอบด้วย (1) ลักษณะดิน (ST) 3 ตัวแปร (2) ช่วงปลูก (CI) 2 ตัวแปร (3) พันธุ์ที่ใช้ (RA) 3 ตัวแปร (4) ระยะปลูก (SP) 2 ตัวแปร (5) การใช้ปุ๋ย (FER) 2 ตัวแปร (6) อายุเก็บเกี่ยว (HT) 2 ตัวแปร มาจำลองแบบเครือข่าย โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป spread sheet (ภาคผนวก ข) ได้ภาพหน้าจอสำหรับการป้อนข้อมูลโครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรของมันสำปะหลัง ดังนี้

	A	B	C	D	E	F	G	H
1								
2		<b>ST</b>	<b>CI</b>	<b>RA</b>	<b>SP</b>	<b>FER</b>	<b>HT</b>	
3		1 ดินทราย	ดินฝน	ระยอง5	0.5-0.7ม.	ปุ๋ยเคมี	น้อยกว่า1ปี	
4		2 ดินร่วนปนทราย	ปลายฝน	เกษตรศาสตร์50	0.8-1.0ม.	ปุ๋ยอินทรีย์	1ปี	
5		3 ดินเหนียวปนทราย		ห้วยบง60				
6								
7								
8					ผลผลิต	<input type="text"/>	ต้นต่อไร่	
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								

ภาพที่ 29 แผ่นงานสำหรับป้อนข้อมูลโครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรของมันสำปะหลัง

เมื่อป้อนข้อมูลโครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรของมันสำปะหลังลงในแผ่นงานแล้ว ได้แบบจำลองเครือข่ายตามทฤษฎี ทั้งหมด 144 แบบจำลอง และเมื่อนำมาพัฒนาเป็นแบบจำลองวงกลม จะได้แบบจำลองวงกลมดังภาพที่ 29



แบบจำลองเครือข่ายที่สร้างขึ้นจากการศึกษาครั้งนี้ เป็นการจำลองแบบเครือข่ายเพื่อใช้ในการทำนายผลผลิตมันสำปะหลังโดยใช้ข้อมูลโครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมเกษตรของ มันสำปะหลัง และผลผลิตมันสำปะหลังจากเกษตรกรผู้ปลูกมันสำปะหลังในพื้นที่ศึกษา โดยมีการ นำโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูปมาใช้ประกอบการจำลองแบบเครือข่าย และได้พัฒนาเป็น แบบจำลองวงกลม เพื่อให้ง่ายต่อการใช้ประโยชน์ซึ่ง ในการป้อนข้อมูลโครงสร้างระบบ สิ่งแวดล้อมเกษตรของ มันสำปะหลังลงในหน้าจอป้อนข้อมูลที่สร้างขึ้น (ภาพที่ 30) ง่ายต่อการ ใช้งานของนักวิชาการหรือประชาชนทั่วไปที่มีความรู้ด้านคอมพิวเตอร์ ขณะเดียวกันเมื่อมีเกษตรกร ได้มาสอบถามถึงผลผลิตมันสำปะหลังที่คาดว่าจะได้รับในแปลงของเกษตรกรเอง โดยนำข้อมูล โครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมเกษตรของ มันสำปะหลังในแปลงของเกษตรกรป้อนลงในแผ่นงาน เพื่อป้อนข้อมูลที่สร้างขึ้น ก็สามารถที่จะบอกถึงผลผลิตที่คาดว่าจะได้รับได้ ขณะที่แบบจำลองวงกลม ที่สร้างขึ้น มีความเหมาะสมกับการใช้งานของเกษตรกรเนื่องจาก ใช้งานง่ายไม่ต้องมีการป้อนข้อมูล ลงในคอมพิวเตอร์ นอกจากนี้ ยังเหมาะสมกับการใช้งานในพื้นที่ของนักวิชาการที่ลงไปปฏิบัติงาน ในการส่งเสริมและพัฒนาการปลูกมันสำปะหลังให้กับเกษตรกร ซึ่งแบบจำลองวงกลมในภาพที่ 30 ผู้วิจัยได้แบ่งวงกลมออกเป็น 3 ส่วน ตามสีที่แตกต่างกัน คือ สีส้ม หมายถึง แบบจำลองเครือข่ายใน ดินทราย สีเขียว หมายถึง แบบจำลองเครือข่ายในดินร่วนปนทราย และสีฟ้า หมายถึง แบบจำลอง เครือข่ายในดินเหนียวปนทราย และในแต่ละสียังได้แยกออกเป็น 2 ส่วน คือ สีอ่อน หมายถึง การปลูก มันสำปะหลังในช่วงต้นฤดูฝน สีเข้ม หมายถึง การปลูกมันสำปะหลังในช่วงปลายฤดูฝน ต่อจากนั้น จะเป็นการแสดงถึงโครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมเกษตรของ มันสำปะหลังตามลำดับ คือ พันธุ์ที่ ใช้ ระยะปลูก การใส่ปุ๋ย อายุเก็บเกี่ยว โดยช่องวง นอกสุด คือ ผลผลิตเฉลี่ยของแต่ละแบบจำลอง

## 2. แบบจำลองเครือข่ายตามความเป็นจริง

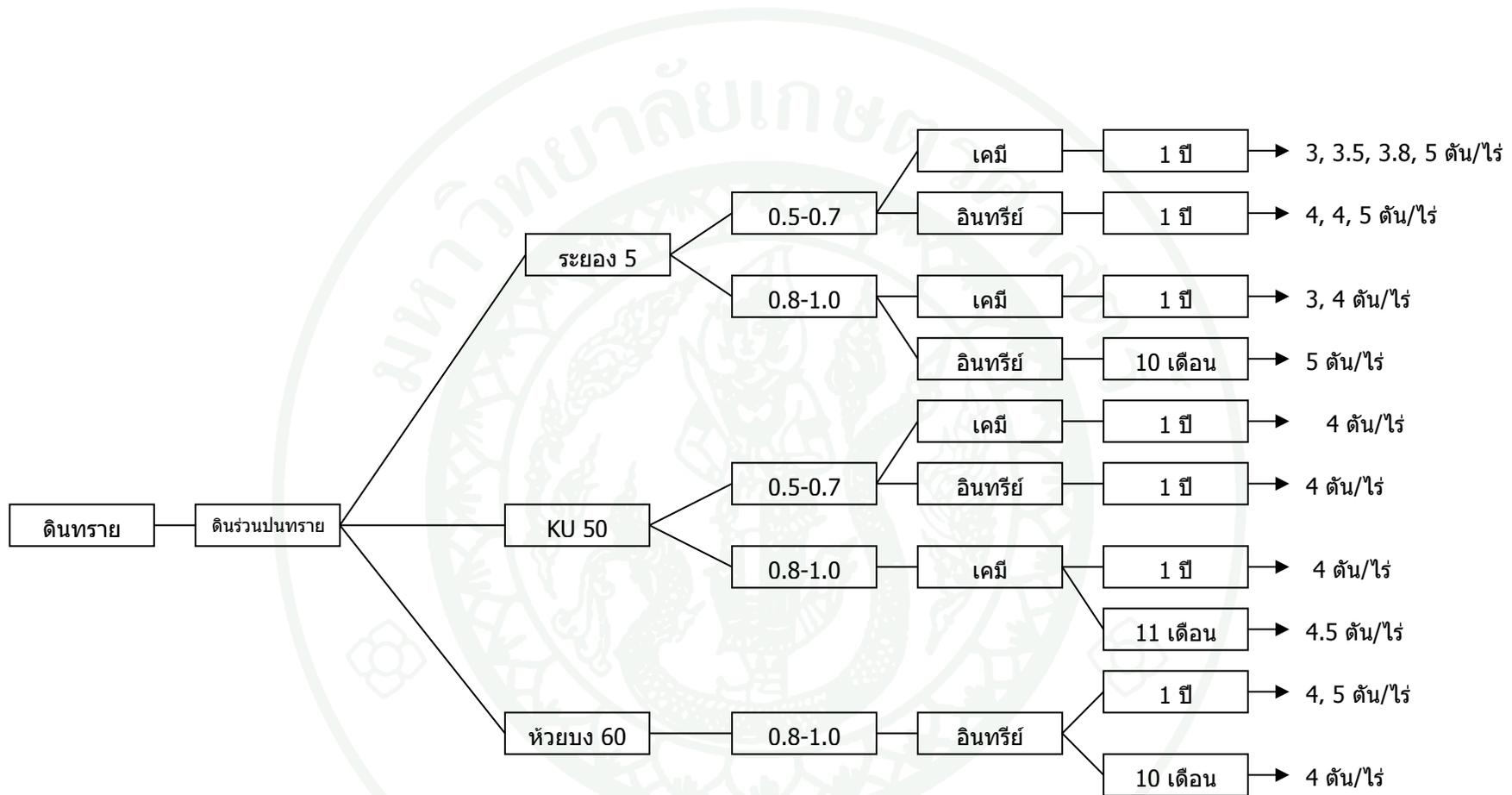
จากการสัมภาษณ์เกษตรกรในพื้นที่ศึกษา พบแบบจำลองเครือข่าย จำนวน 41 แบบจำลอง โดยสามารถแบ่งได้ ดังนี้

### 2.1 การปลูกมันสำปะหลังในดินทราย จำนวน 20 แบบ

2.1.1 ช่วงต้นฤดูฝน 10 แบบจำลอง โดยมีการจัดเรียงลำดับโครงสร้างระบบ สิ่งแวดล้อมเกษตรของ มันสำปะหลัง เรียงตามพันธุ์ ดังตารางที่ 12 ซึ่งโครงสร้างระบบ สิ่งแวดล้อมเกษตรของ มันสำปะหลังพันธุ์ดังกล่าวสามารถอธิบายเป็นภาพแบบจำลองเครือข่าย ได้ดังภาพที่ 31

ตารางที่ 12 โครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรของมันสำปะหลังที่ปลูกในดินทรายช่วงต้นฤดูฝน

แบบจำลองที่	พันธุ์	ระยะปลูก	การใส่ปุ๋ย	อายุเก็บเกี่ยว	ผลผลิต
1	ระยอง 5	0.5-0.7 ม.	ใส่ปุ๋ยเคมี	1 ปี	3.83 ตัน /ไร่
2	ระยอง 5	0.5-0.7 ม.	ไม่ใส่ปุ๋ยเคมี	1 ปี	4.33 ตัน /ไร่
3	ระยอง 5	0.8-1.0 ม.	ใส่ปุ๋ยเคมี	1 ปี	3.50 ตัน /ไร่
4	ระยอง 5	0.8-1.0 ม.	ไม่ใส่ปุ๋ยเคมี	น้อยกว่า 1 ปี	5 ตัน /ไร่
5	ระยอง 5	0.8-1.0 ม.	ไม่ใส่ปุ๋ยเคมี	1 ปี	3.60 ตัน /ไร่
6	เกษตรศาสตร์ 50	0.5-0.7 ม.	ใส่ปุ๋ยเคมี	1 ปี	4.5 ตัน /ไร่
7	เกษตรศาสตร์ 50	0.5-0.7 ม.	ไม่ใส่ปุ๋ยเคมี	1 ปี	5 ตัน /ไร่
8	เกษตรศาสตร์ 50	0.8-1.0 ม.	ใส่ปุ๋ยเคมี	น้อยกว่า 1 ปี	4.5 ตัน /ไร่
9	เกษตรศาสตร์ 50	0.8-1.0 ม.	ใส่ปุ๋ยเคมี	1 ปี	4.0 ตัน /ไร่
10	ห้วยบง 60	0.8-1.0 ม.	ไม่ใส่ปุ๋ยเคมี	1 ปี	4.33 ตัน /ไร่

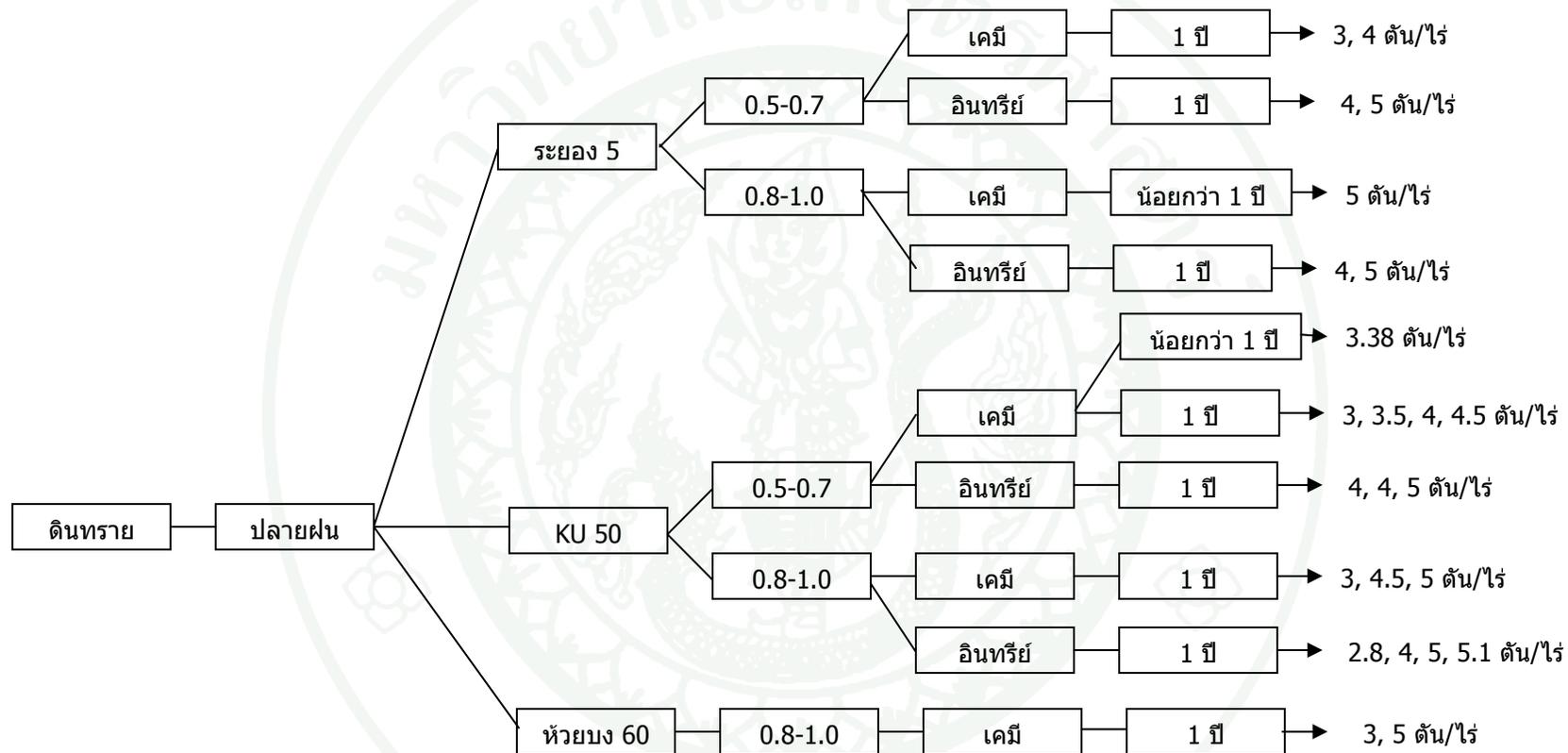


ภาพที่ 31 แบบจำลองเครือข่ายเพื่อทำนายผลผลิตมันสำปะหลังที่ปลูกในดินทรายช่วงต้นฤดูฝน

2.1.2 ช่วงปลายฝน 9 แบบ โดยมีการจัดเรียงลำดับโครงสร้างระบบสิ่งแวดลอม การเกษตรของมันสำปะหลัง เรียงตามพันธุ์ ดังตารางที่ 13 ซึ่งโครงสร้างระบบสิ่งแวดลอมการเกษตร ของมันสำปะหลังพันธุ์ดังกล่าวสามารถอธิบายเป็นภาพแบบจำลองเครือข่ายได้ดังภาพที่ 31

ตารางที่ 13 โครงสร้างระบบสิ่งแวดลอมการเกษตรของมันสำปะหลังที่ปลูกในดินทรายช่วงปลาย ฤดูฝน

แบบจำลองที่	พันธุ์	ระยะปลูก	การใส่ปุ๋ย	อายุเก็บเกี่ยว	ผลผลิต
11	ระยอง 5	0.5-0.7 ม.	ใส่ปุ๋ยเคมี	1 ปี	3.50 ตัน /ไร่
12	ระยอง 5	0.5-0.7 ม.	ไม่ใส่ปุ๋ยเคมี	1 ปี	4.67 ตัน /ไร่
13	ระยอง 5	0.8-1.0 ม.	ใส่ปุ๋ยเคมี	น้อยกว่า 1 ปี	5 ตัน /ไร่
14	ระยอง 5	0.8-1.0 ม.	ไม่ใส่ปุ๋ยเคมี	1 ปี	4.50 ตัน /ไร่
15	เกษตรศาสตร์ 50	0.5-0.7 ม.	ใส่ปุ๋ยเคมี	น้อยกว่า 1 ปี	3.38 ตัน /ไร่
16	เกษตรศาสตร์ 50	0.5-0.7 ม.	ไม่ใส่ปุ๋ยเคมี	1 ปี	4.25 ตัน /ไร่
17	เกษตรศาสตร์ 50	0.8-1.0 ม.	ใส่ปุ๋ยเคมี	1 ปี	4.5 ตัน /ไร่
18	เกษตรศาสตร์ 50	0.8-1.0 ม.	ไม่ใส่ปุ๋ยเคมี	1 ปี	4.3 ตัน /ไร่
19	ห้วยบง 60	0.8-1.0 ม.	ไม่ใส่ปุ๋ยเคมี	1 ปี	4.0 ตัน /ไร่
20	ห้วยบง 60	0.8-1.0 ม.	ใส่ปุ๋ยเคมี	1 ปี	3.67 ตัน /ไร่



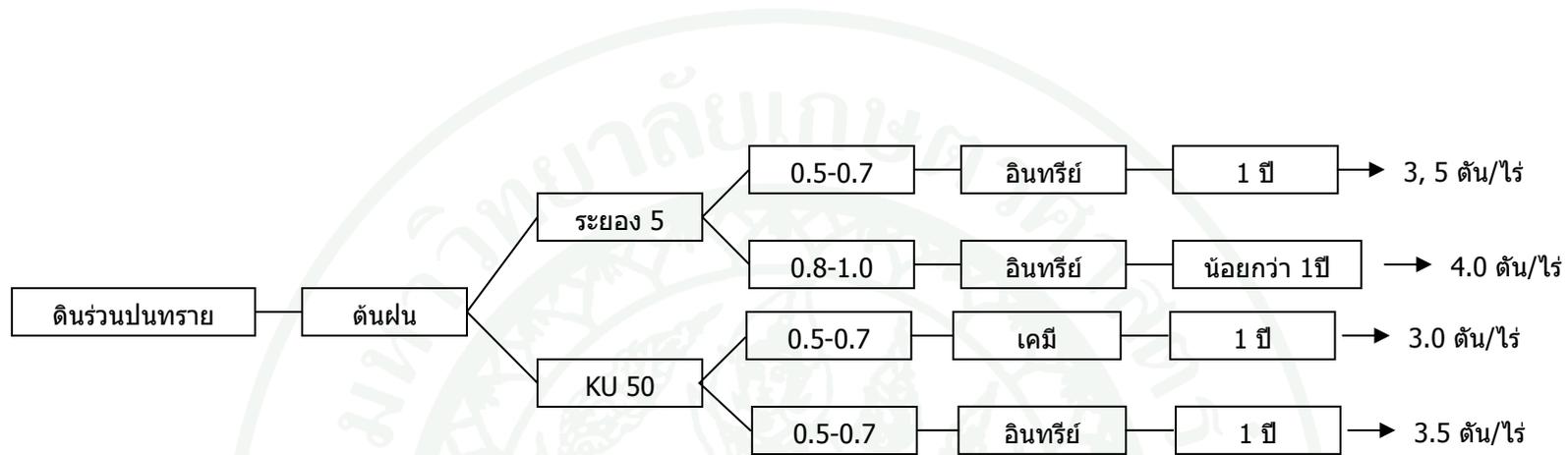
ภาพที่ 32 แบบจำลองเครือข่ายเพื่อทำนายผลผลิตมันสำปะหลังที่ปลูกในดินทรายช่วงปลายฤดูฝน

## 2.2 การปลูกมันสำปะหลังในดินร่วนปนทราย จำนวน 9 แบบ โดยสามารถแบ่งได้ดังนี้

2.2.1 ช่วงต้นฤดูฝน 3 แบบ มีโดยมีการจัดเรียงลำดับโครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อม การเกษตรของมันสำปะหลัง เรียงตามพันธุ์ ดังตารางที่ 14 ซึ่ง โครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรของมันสำปะหลังพันธุ์ดังกล่าวสามารถอธิบายเป็นภาพแบบจำลองเครือข่ายได้ดังภาพที่ 33

ตารางที่ 14 โครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรของมันสำปะหลังที่ปลูกในดินร่วนปนทราย ช่วงต้นฤดูฝน

แบบจำลองที่	พันธุ์	ระยะปลูก	การใส่ปุ๋ย	อายุเก็บเกี่ยว	ผลผลิต
21	ระยอง 5	0.5-0.7 ม.	ไม่ใส่ปุ๋ยเคมี	1 ปี	3.50 ตัน/ไร่
22	ระยอง 5	0.8-1.0 ม.	ไม่ใส่ปุ๋ยเคมี	น้อยกว่า 1 ปี	4.0 ตัน/ไร่
23	เกษตรศาสตร์ 50	0.5-0.7 ม.	ใส่ปุ๋ยเคมี	1 ปี	3.0 ตัน/ไร่
24	เกษตรศาสตร์ 50	0.5-0.7 ม.	ไม่ใส่ปุ๋ยเคมี	1 ปี	3.50 ตัน/ไร่

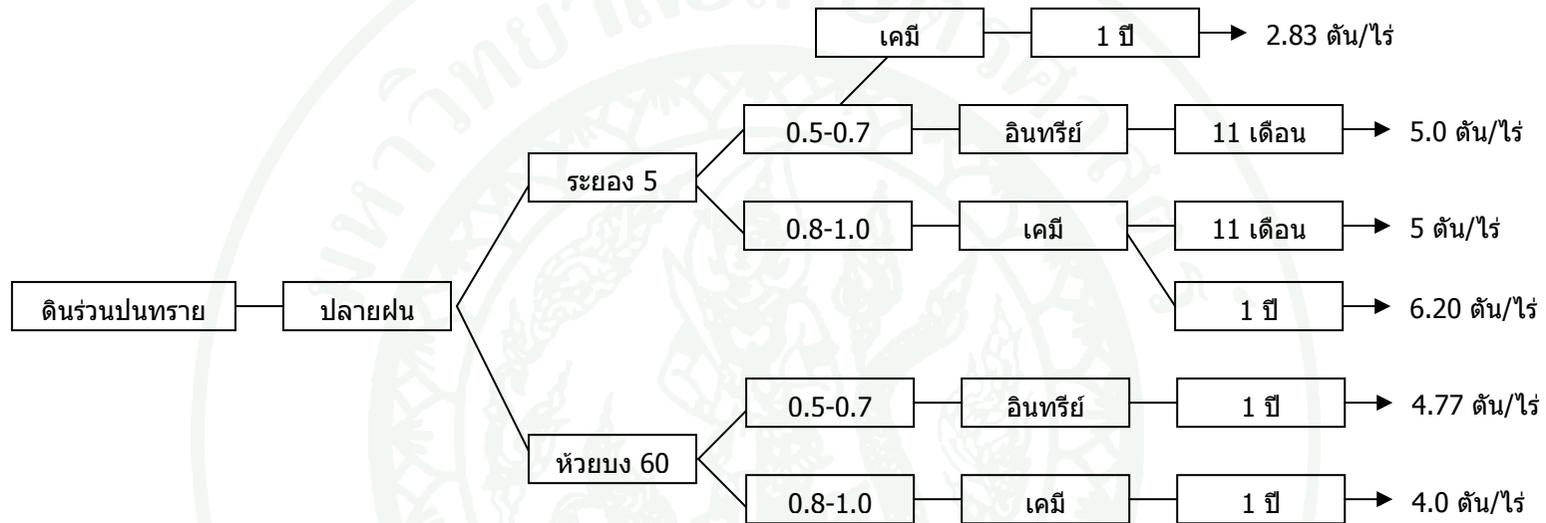


ภาพที่ 33 แบบจำลองเครือข่ายเพื่อทำนายผลผลิตมันสำปะหลังที่ปลูกในดินร่วนปนทรายช่วงต้นฤดูฝน

2.2.2 ช่วงปลายฤดูฝน 6 แบบ โดยมีการจัดเรียงลำดับ โครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อม การเกษตรของมันสำปะหลัง เรียงตามพันธุ์ ดังตารางที่ 15 ซึ่งโครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตร ของมันสำปะหลังดังกล่าว สามารถอธิบายเป็นภาพแบบจำลองเครือข่ายได้ดังภาพที่ 34

ตารางที่ 15 โครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรของมันสำปะหลังที่ปลูกในดินร่วนปนทรายช่วง ปลายฤดูฝน

แบบจำลองที่	พันธุ์	ระยะปลูก	การใส่ปุ๋ย	อายุเก็บเกี่ยว	ผลผลิต
25	ระยอง 5	0.5-0.7 ม.	ใส่ปุ๋ยเคมี	1 ปี	2.83 ตัน /ไร่
26	ระยอง 5	0.5-0.7 ม.	ไม่ใส่ปุ๋ยเคมี	น้อยกว่า 1 ปี	5.0 ตัน /ไร่
27	ระยอง 5	0.8-1.0 ม.	ใส่ปุ๋ยเคมี	น้อยกว่า 1 ปี	5.0 ตัน /ไร่
28	ระยอง 5	0.8-1.0 ม.	ใส่ปุ๋ยเคมี	1 ปี	6.20 ตัน /ไร่
29	ห้วยบง 60	0.5-0.7 ม.	ไม่ใส่ปุ๋ยเคมี	1 ปี	4.77 ตัน /ไร่
30	ห้วยบง 60	0.8-1.0 ม.	ไม่ใส่ปุ๋ยเคมี	1 ปี	4.0 ตัน /ไร่



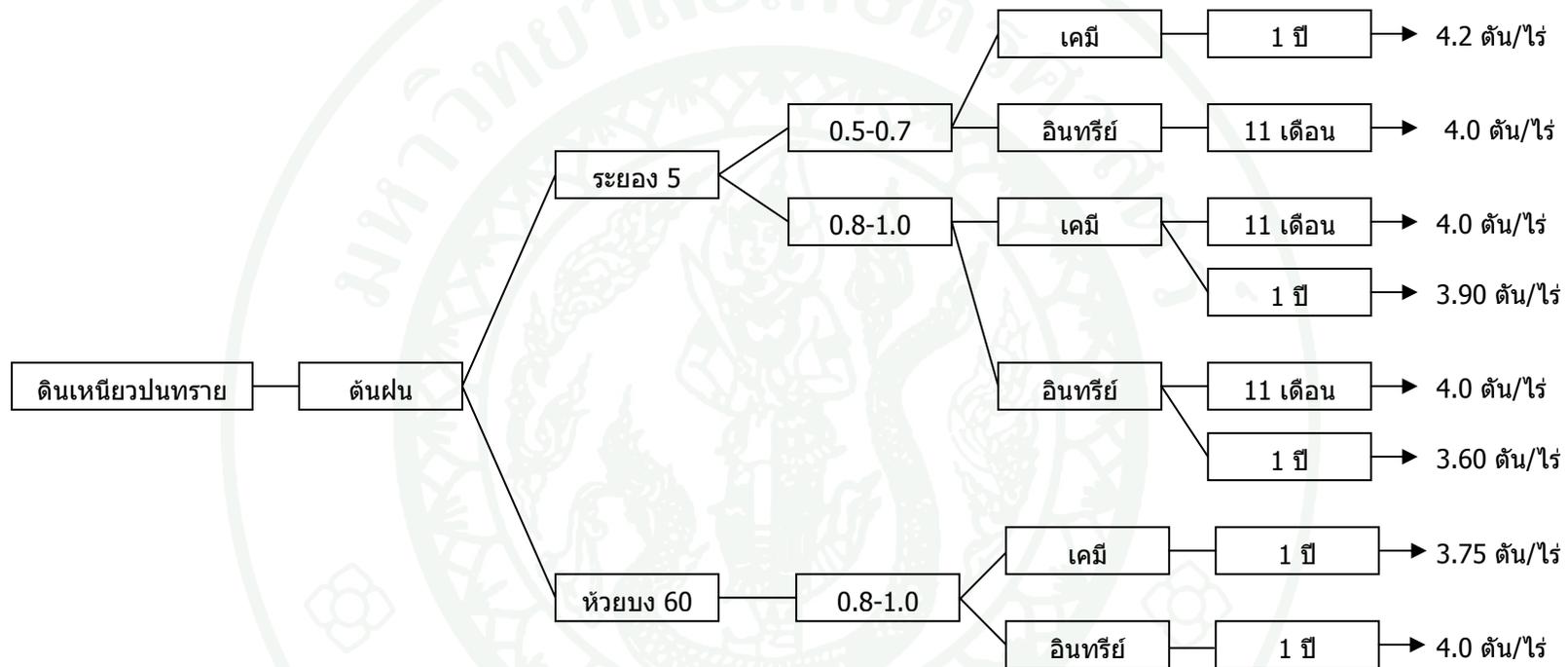
ภาพที่ 34 แบบจำลองเครือข่ายเพื่อทำนายผลผลิตมันสำปะหลังที่ปลูกในดินร่วนปนทรายช่วงปลายฤดูฝน

## 2.3 การปลูกมันสำปะหลังในดินเหนียวปนทราย จำนวน 11 แบบ โดยสามารถแบ่งได้ ดังนี้

2.3.1 ช่วงต้นฤดูฝน 8 แบบจำลอง โดยมีการจัดเรียงลำดับโครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรของมันสำปะหลัง เรียงตามพันธุ์ ดังตาราง ที่ 16 ซึ่งโครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรของมันสำปะหลังพันธุ์ดังกล่าว สามารถอธิบายเป็นภาพแบบจำลองเครือข่ายได้ดังภาพที่ 35

ตารางที่ 16 โครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรของมันสำปะหลัง ที่ปลูกในดินเหนียวปนทราย ช่วงต้นฤดูฝน

แบบจำลองที่	พันธุ์	ระยะปลูก	การใส่ปุ๋ย	อายุเก็บเกี่ยว	ผลผลิต
31	ระยอง 5	0.5-0.7 ม.	ใส่ปุ๋ยเคมี	1 ปี	4.20 ตัน /ไร่
32	ระยอง 5	0.5-0.7 ม.	ไม่ใส่ปุ๋ยเคมี	น้อยกว่า 1 ปี	4.0 ตัน /ไร่
33	ระยอง 5	0.8-1.0 ม.	ใส่ปุ๋ยเคมี	น้อยกว่า 1 ปี	4.0 ตัน /ไร่
34	ระยอง 5	0.8-1.0 ม.	ใส่ปุ๋ยเคมี	1 ปี	3.90 ตัน /ไร่
35	ระยอง 5	0.8-1.0 ม.	ไม่ใส่ปุ๋ยเคมี	น้อยกว่า 1 ปี	4.0 ตัน /ไร่
36	ระยอง 5	0.8-1.0 ม.	ไม่ใส่ปุ๋ยเคมี	1 ปี	3.60 ตัน /ไร่
37	ห้วยบง 60	0.8-1.0 ม.	ใส่ปุ๋ยเคมี	1 ปี	3.75 ตัน /ไร่
38	ห้วยบง 60	0.8-1.0 ม.	ไม่ใส่ปุ๋ยเคมี	1 ปี	4.0 ตัน /ไร่

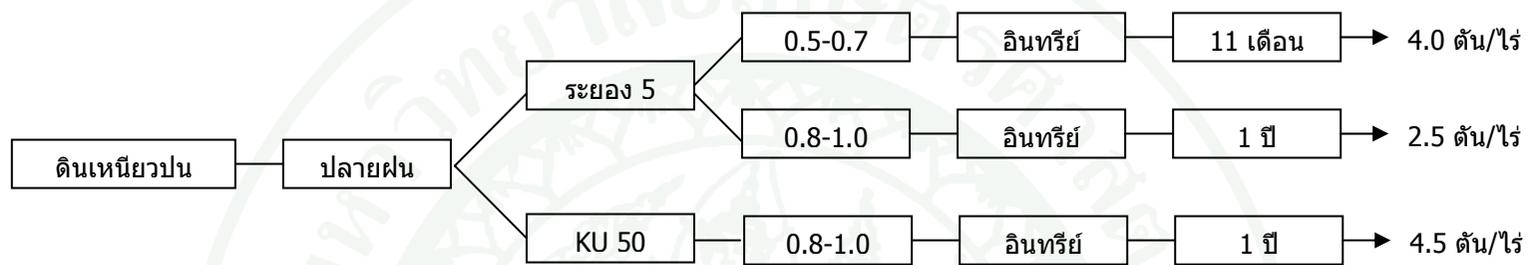


ภาพที่ 35 แบบจำลองเครื่องถ่ายเพื่อทำนายผลผลิตมันสำปะหลังที่ปลูกในดินเหนียวปนทรายช่วงต้นฤดูฝน

2.3.2 ช่วงปลายฤดูฝน 3 แบบ โดยมีการจัดเรียงลำดับโครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อม การเกษตรของมันสำปะหลัง เรียงตามพันธุ์ ดังตารางที่ 17 ซึ่งโครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตร ของมันสำปะหลังดังกล่าว สามารถอธิบายเป็นภาพแบบจำลองเครือข่ายได้ดังภาพที่ 36

ตารางที่ 17 โครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรของมันสำปะหลัง ที่ปลูกในดินเหนียวปนทราย ช่วงปลายฤดูฝน

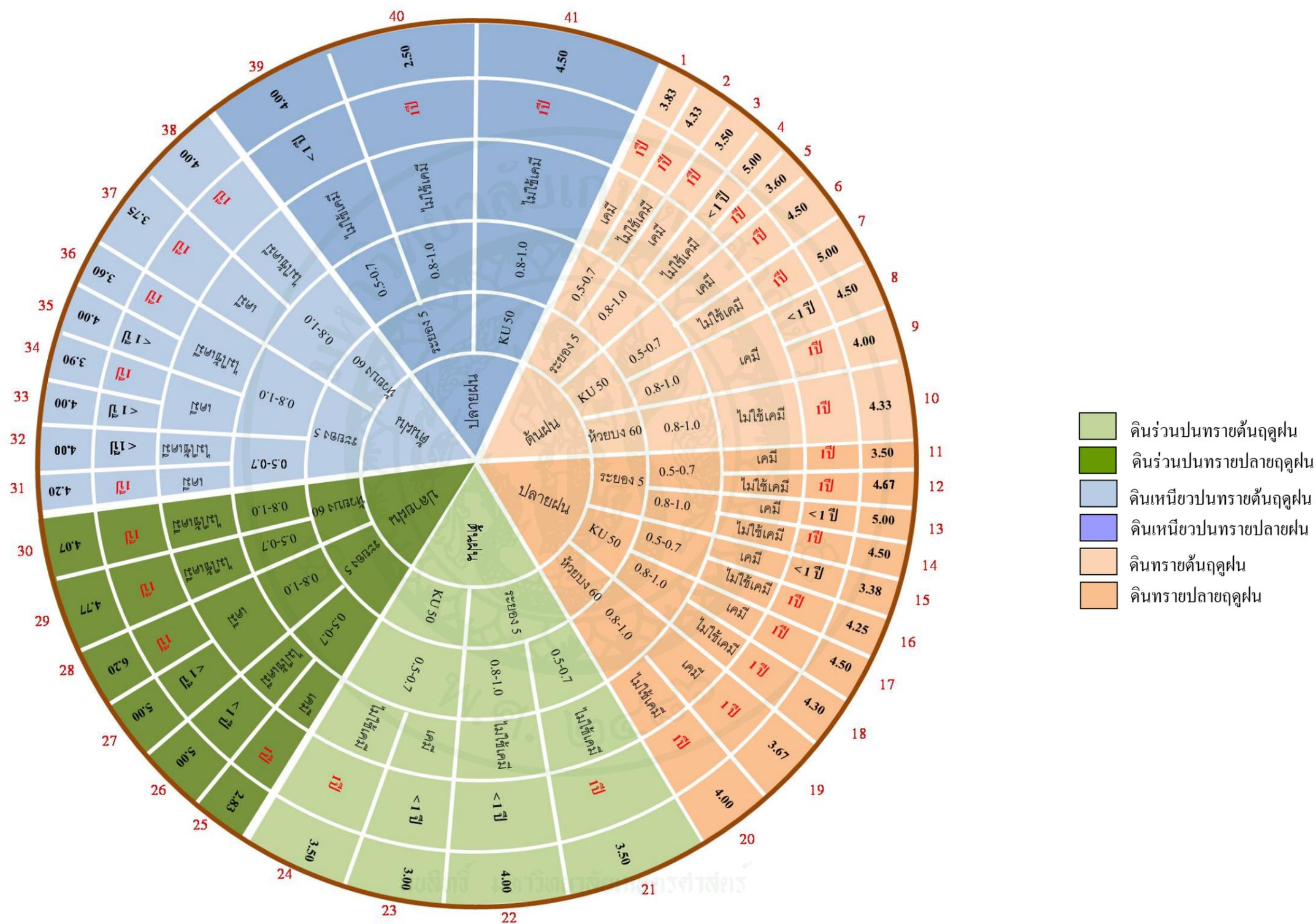
แบบจำลองที่	พันธุ์	ระยะปลูก	การใส่ปุ๋ย	อายุเก็บเกี่ยว	ผลผลิต
39	ระยอง 5	0.5-0.7 ม.	ไม่ใส่ปุ๋ยเคมี	น้อยกว่า 1 ปี	4.0 ตัน /ไร่
40	ระยอง 5	0.8-1.0 ม.	ไม่ใส่ปุ๋ยเคมี	1 ปี	2.50 ตัน /ไร่
41	เกษตรศาสตร์ 50	0.8-1.0 ม.	ไม่ใส่ปุ๋ยเคมี	1 ปี	4.50 ตัน /ไร่



ภาพที่ 36 แบบจำลองเครือข่ายเพื่อทำนายผลผลิตมันสำปะหลังที่ปลูกในดินเหนียวปนทรายช่วงปลายฤดูฝน

เมื่อนำแบบจำลองเครือข่ายจากการศึกษามาสร้างเป็นแบบจำลองวงกลม จะได้แบบจำลองวงกลมเพื่อทำนายผลผลิตมันสำปะหลังในพื้นที่ศูนย์ฯ เขาหินซ้อนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ ดังภาพที่ 37





ภาพที่ 37 แบบจำลองวงกลมเพื่อทำนายผลผลิตมันสำปะหลังในพื้นที่ศูนย์ศึกษการพัฒนาเขาหินซ้อนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ

จากการจำลองเครือข่ายตามที่สร้างขึ้น โดยใช้ข้อมูล โครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรของมันสำปะหลังที่ได้จากเกษตรกรในพื้นที่ศึกษา พบว่า มีแบบจำลองเครือข่ายทั้งสิ้น 41 แบบจำลอง และเมื่อนำมาพัฒนาเป็นแบบจำลองวงกลมเพื่อทำนายผลผลิตมันสำปะหลัง จะได้แบบจำลองวงกลม ดังภาพที่ 37

สำหรับวิธีการใช้งานแบบจำลองวงกลม (ภาพที่ 37) สามารถอธิบายได้ดังนี้ คือ เกษตรกรผู้ที่นำแบบจำลองวงกลมไปใช้ ต้องทราบก่อนว่า โครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรกรในแปลงตนเองมีการจัดเรียงโครงสร้างอย่างไรบ้าง จากนั้นจึงนำลำดับการจัดเรียงโครงสร้างในแปลงผลิตของเกษตรกรมาเปรียบเทียบกับแบบจำลองวงกลมจากการศึกษา ซึ่งสามารถใช้ประโยชน์ได้หลายวิธี ดังนี้

#### 1. การทำนายผลผลิตของเกษตรกร

นาย ก. เป็นเกษตรกรผู้ปลูกมันสำปะหลังในดินทราย ช่วงปลายฤดูฝน โดยใช้พันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 ระยะปลูก 0.8-1.0 เมตร ใส่ปุ๋ยเคมี คาดว่าจะเก็บเกี่ยวเมื่อมันสำปะหลังอายุ 1 ปี เมื่อนำแบบจำลองวงกลมมาใช้ในการทำนายผลผลิตที่คาดว่าจะได้รับ ตามวิธีการใช้งานข้างต้นสามารถทำนายได้ว่า นาย ก. น่าจะได้ผลผลิตมันสำปะหลังประมาณ 4.5 ตันต่อไร่

#### 2. การจัดการโครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรของมันสำปะหลังเพื่อให้ได้ผลผลิตสูงสุดในแต่ละลักษณะดิน

นาย ข. เป็นเกษตรกรที่ต้องการผลผลิตมันสำปะหลังสูง ในแปลงปลูกมันสำปะหลังซึ่งมีลักษณะดินเป็นดินเหนียวปนทราย เมื่อนำแบบจำลองวงกลมมาใช้ในการจัดการโครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรในแปลงปลูกมันสำปะหลัง นาย ข. ต้องไปดูในช่องที่เป็นสีฟ้า ซึ่งแทนดินเหนียว จากนั้นไปดูที่ช่องผลผลิตที่สูงที่สุด คือ 4.5 ตันต่อไร่ จากนั้นจึงมาดูการจัดเรียงโครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรในแบบจำลองวงกลม พบว่า นาย ข. ต้องปลูกมันสำปะหลังช่วงปลายฤดูฝน โดยใช้พันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 ระยะปลูก 0.8-1.0 เมตร ใส่ปุ๋ยเคมี และเก็บเกี่ยวที่อายุ 1 ปี

#### 3. การจัดการโครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรของมันสำปะหลังเพื่อให้ได้ผลผลิตสูงสุด

นาย ค. ต้องการหาที่ดินเพื่อปลูกมันสำปะหลังในพื้นที่ศูนย์ฯ เขาหินซ้อนอันเนื่องมาจากพระราชดำริให้ได้ผลผลิตสูงสุด เมื่อนำแบบจำลองวงกลมมาใช้ในการจัดการ โครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรในแปลงปลูกมันสำปะหลัง นาย ค. ต้องไปดูช่องผลผลิตที่สูงที่สุดในแบบจำลองวงกลม ซึ่งในที่นี้คือ ผลผลิต 6.20 ตันต่อไร่ และเมื่อนำมาดูการจัดเรียงโครงสร้าง พบว่า นาย ค. ต้องปลูกมันสำปะหลังในแปลงผลิตที่มีลักษณะดินร่วนปนทราย ช่วงปลายฤดูฝน โดยใช้พันธุ์ระยะของ 5 ระยะปลูก 0.8-1.0 เมตร ใช้ปุ๋ยเคมี เก็บเกี่ยวที่อายุ 1 ปี

จากตัวอย่างวิธีการใช้ประโยชน์จากแบบจำลองวงกลมดังกล่าวข้างต้น การทำนายผลผลิตมันสำปะหลังที่คาดว่าจะเกิดขึ้น น่าจะใกล้เคียงความเป็นจริงมากที่สุด เนื่องจากเป็นแบบจำลองเครือข่ายที่สร้างขึ้นจากข้อมูลที่ได้มาจากการปลูกมันสำปะหลังในพื้นที่ของเกษตรกร แต่อย่างไรก็ตาม อาจจะมีการคลาดเคลื่อนอยู่บ้าง อันเป็นผลจากการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรของมันสำปะหลังในรายละเอียด ซึ่งไม่ได้ทำการศึกษาในครั้งนี้ เช่น อัตราการใช้ปุ๋ยเคมีและอินทรีย์ เป็นต้น

จะเห็นได้ว่า แบบจำลองเครือข่ายที่สร้างขึ้น เกษตรกรและนักวิชาการสามารถนำไปใช้งานได้ง่ายไม่สลับซับซ้อน โดยการเรียงลำดับโครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรของมันสำปะหลังในแปลงผลิตของเกษตรกรตามแบบจำลองเครือข่ายหรือแบบจำลองวงกลม เกษตรกรจะสามารถทำนายผลผลิตมันสำปะหลังที่คาดว่าจะได้รับในแต่ละปีการผลิตได้ในทันที โดยที่ไม่ต้องมีการเก็บข้อมูลเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีความยุ่งยากและสลับซับซ้อนสำหรับเกษตรกร จากนั้น ต้องนำไปป้อนข้อมูลลงในโปรแกรมคอมพิวเตอร์อีกครั้งหนึ่งจึงจะได้ค่าประมาณการของผลผลิตที่จะได้รับ ดังการศึกษาของสุลาวัลย์ สุทธิวรวงศ์ (2547) เรื่อง แบบจำลองการเอมไพริคัลเพื่อใช้ทำนายผลผลิตอ้อยระดับแปลงปลูกในจังหวัดนครราชสีมา ทำการศึกษาหาความสัมพันธ์ของผลผลิตอ้อยที่คาดว่าจะได้รับกับปัจจัยการผลิตการเกษตรต่างๆ ซึ่งผลที่ได้นำไปใช้ในการทำนายผลผลิตอ้อยในพื้นที่จังหวัดนครราชสีมา ซึ่งผลการศึกษาพบว่า แบบจำลองสามารถทำนายผลผลิตได้ใกล้เคียงกับผลผลิตที่ได้จากแปลงทดลอง แต่การใช้แบบจำลองดังกล่าว ต้องมีการหาค่าสัมประสิทธิ์เพื่อใช้ในการคำนวณ หาผลผลิตที่คาดว่าจะได้รับ ประกอบด้วย ค่าคงที่ของผลผลิตอ้อยในแต่ละพันธุ์ ค่าคงที่ของอายุอ้อยที่ปลูก ค่าสหสัมพันธ์ของปฏิกริยาคินต่อผลผลิตอ้อย ค่าสหสัมพันธ์ของความสามารถในการแลกเปลี่ยนของดินต่อผลผลิตอ้อย ค่าสหสัมพันธ์ของความหนาแน่นรวมของดินต่อผลผลิตอ้อย ค่าสหสัมพันธ์ของการนำน้ำของดินขณะดินอิ่มตัวด้วยน้ำต่อผลผลิตอ้อย ค่าสหสัมพันธ์ของครรชนเนื้อดินต่อผลผลิตอ้อย ปริมาณน้ำฝนใน 1 ปีต่อผลผลิตอ้อย และค่าสหสัมพันธ์ของจำนวนวันฝนตกต่อผลผลิตอ้อย เช่นเดียวกันกับการศึกษาของ จันจิรา ศิริสุวรรณ (2547) เรื่อง

การศึกษาการประยุกต์ใช้แบบจำลองการปลูกพืชในการคำนวณอัตราปุ๋ยที่เหมาะสมสำหรับข้าวโพดบนชุดดินลพบุรี พบว่า ผลจากการจำลองระบบการปลูกพืช แสดงให้เห็นว่า อัตราปุ๋ยในโตรเจนที่ 15 กิโลกรัมต่อไร่ เป็นอัตราปุ๋ยที่เหมาะสมและคุ้มค่าทางเศรษฐกิจที่สุด ขณะที่อัตราปุ๋ยในโตรเจน 9 และ 12 กิโลกรัมต่อไร่ จะเกิดการขาดธาตุอาหาร และที่อัตราปุ๋ยในโตรเจน 18 และ 20 กิโลกรัมต่อไร่ ไม่คุ้มค่าทางเศรษฐกิจ ถึงแม้ว่าจะมีผลผลิตเพิ่มขึ้นก็ตาม และที่สำคัญ ผลผลิตที่ได้จากการทดลองในแปลงปลูกพืชมีค่าใกล้เคียงกับผลผลิตที่ได้จากการคาดคะเน จึงนับได้ว่าการจำลองแบบดังกล่าวมีประสิทธิภาพสูง อย่างไรก็ตาม ในการใช้แบบจำลองดังกล่าวมีความสลับซับซ้อน เนื่องจากต้องมีการสร้างเพิ่มข้อมูลหลายรายการ ได้แก่ 1) เพิ่มข้อมูลดิน ประกอบด้วยข้อมูลจำนวนชั้นดิน ความหนาของชั้นดิน สีดิน ความชื้นดิน จำนวนรากพืช เนื้อดิน สมบัติทางกายภาพ และเคมีของดิน 2) เพิ่มข้อมูลภูมิอากาศ ประกอบด้วยข้อมูลที่ตั้ง ละติจูด ลองจิจูด ค่าอุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือน อุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด ช่วงแสง ปริมาณน้ำฝน 3) เพิ่มข้อมูลการทดลอง ประกอบด้วยข้อมูลวันปลูก พันธุ์ที่ใช้ ระยะปลูกอัตราปลูก การจัดการด้านปุ๋ย และการให้น้ำ 4) เพิ่มข้อมูลสัมประสิทธิ์ทางพันธุกรรม ประกอบด้วยข้อมูลสัมประสิทธิ์การพัฒนากา และการเจริญเติบโต รวมไปถึงการกำหนดค่าสัมประสิทธิ์ต่างๆ จากนั้น จึงทำการป้อนข้อมูลต่างๆ ลงไปในโปรแกรม เพื่อทำการคาดคะเน รวมไปถึงการปลูกพืชในแปลงทดลอง เพื่อนำผลที่ได้มาเปรียบเทียบกับผลที่ได้จากการคาดคะเนอีก ซึ่งเกษตรกร โดยทั่วไปไม่สามารถทำได้หรือหากให้นักวิชาการเข้าไปดำเนินการให้ก็ยังมีความยุ่งยาก

แต่อย่างไรก็ตาม แบบจำลองเครือข่ายที่สร้างขึ้นนี้ยังมีข้อจำกัดอยู่ คือ สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้เฉพาะการทำนายผลผลิตมันสำปะหลังในพื้นที่ศูนย์ฯ เขาหินซ้อนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ เท่านั้น เนื่องจากเป็นการศึกษาโดยใช้โครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรของมันสำปะหลังในพื้นที่ศึกษา การที่จะนำแบบจำลองเครือข่ายจากการศึกษาในครั้งนี้ไปใช้ประโยชน์ในพื้นที่อื่นๆ ต้องเป็นพื้นที่ที่มีโครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรของมันสำปะหลังเหมือนกับศูนย์ฯ เขาหินซ้อนอันเนื่องมาจากพระราชดำริเท่านั้น หากนำไปใช้ในพื้นที่ที่มีความแตกต่างกัน ต้องมีการจำลองแบบเครือข่ายในพื้นที่นั้นๆ ใหม่ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง โครงสร้างด้านปริมาณน้ำฝน ซึ่งเป็นโครงสร้างที่สำคัญในการปลูกมันสำปะหลัง ถึงแม้ว่าการศึกษารุ่นนี้ ปริมาณน้ำฝนไม่มีความสัมพันธ์กับการให้ผลผลิตมันสำปะหลังก็ตาม เนื่องจากแปลงผลผลิตมันสำปะหลังที่ใช้ในการศึกษารุ่นนี้ ตั้งอยู่ในพื้นที่ที่ถือว่ามีความปริมาณน้ำฝนเท่ากัน แต่เมื่อมีการศึกษาในครั้งต่อไปที่มีปริมาณน้ำฝนในพื้นที่ศึกษาความแตกต่างกันออกไปก็น่าที่จะมีผลทำให้ผลผลิตมันสำปะหลังแตกต่างกันด้วย นอกจากนี้ แบบจำลองเครือข่ายนี้ สามารถใช้ทำนายผลผลิตเฉพาะในปีการผลิตที่ไม่มีการพบเพลิงแปร่งเข้าทำลายเท่านั้น นอกจากนี้ในการศึกษารุ่นนี้ไม่ได้นำปัจจัยด้านเศรษฐศาสตร์ ได้แก่ ราคารมันสำปะหลัง ราคาปุ๋ย ค่าแรงงาน มาใช้ในการจำลองแบบเครือข่าย

จากแบบจำลองเครือข่ายที่สร้างขึ้น ได้มีการเปรียบเทียบแบบจำลองเครือข่ายที่สร้างขึ้น โดยมีประเด็น ดังนี้

### 1. การเปรียบเทียบแบบจำลองที่ให้ผลผลิตสูงสุด

จากการศึกษาการจำลองแบบเครือข่ายโดยใช้โครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรของมันสำปะหลังมาจัดเรียงตามตัวแปรที่พบ สามารถจำลองแบบเครือข่ายทั้งหมด 41 แบบจำลอง ซึ่งเมื่อนำแบบจำลองเครือข่ายที่ให้ผลผลิตสูงสุด มาเปรียบเทียบกับแบบจำลองเครือข่ายที่จำลองแบบขึ้นจากการศึกษาของ สุเมธ ทับเงิน และคณะ (2551) พบว่า แบบจำลองเครือข่ายที่ได้จากการศึกษาได้ผลผลิต 6.2 ตันต่อไร่ ขณะที่แบบจำลองเครือข่ายของสุเมธ ทับเงิน และคณะ (2551) ได้ผลผลิต 8.2 ตันต่อไร่ (ตารางที่ 18) ซึ่งการที่แบบจำลองเครือข่ายจากการศึกษารุ่นนี้ ได้ผลผลิตต่ำกว่า น่าจะมีสาเหตุจากความแตกต่างของโครงสร้างในแบบจำลองเครือข่ายในด้านการใส่ปุ๋ย จากแบบจำลองเครือข่ายจากการศึกษารุ่นนี้ เกษตรกรใส่ปุ๋ยเคมีในช่วง 3 เดือนหลังการปลูก โดยการหยอดปุ๋ยที่โคนต้นมันสำปะหลัง แล้วเอาดินกลบ ขณะที่ในแบบจำลองเครือข่ายของสุเมธ ทับเงิน และคณะ (2547) มีการใส่ปุ๋ยเคมีหลังปลูก 2 เดือน โดยวิธีหุดหลุมข้างใด ข้างหนึ่งของต้นมันสำปะหลัง ใส่ปุ๋ยแล้วกลบ ซึ่ง Onwueme (1978) ได้กล่าวไว้ว่า มันสำปะหลังมีการเจริญเติบโตในระยะที่ 1 คือระยะท่อนพันธุ์งอกและตั้งตัว ซึ่งเป็นระยะที่ท่อนพันธุ์มีการแตกยอด และมีระบบราก ใช้ระยะเวลา 2-3 สัปดาห์หลังปลูก หลังจากนั้นจะเป็นการการเจริญเติบโตในระยะที่ 2 คือ ระยะพัฒนาทรงพุ่ม เป็นระยะเวลาที่มันสำปะหลังมีการเจริญเติบโตทางลำต้น แตกกิ่งก้านและใบ และระยะที่ 3 คือระยะพัฒนารากสะสมอาหารและลงหัว ซึ่งมีการสะสมแป้งแล้วลำเลียงไปเก็บสะสมไว้ในหัวช่วง 3 เดือนหลังปลูก ซึ่งการใส่ปุ๋ยในช่วง 1-2 เดือนหลังปลูกจะทำให้มันสำปะหลังสามารถดูดธาตุอาหารไปใช้ในการเจริญเติบโตได้อย่างเต็มที่ ขณะเดียวกันก็มีการพัฒนารากเพื่อใช้ในการสะสมแป้งในการเจริญเติบโตในระยะที่ 3 ซึ่งสอดคล้องกับที่กรมส่งเสริมการเกษตร (2551) ได้กล่าวไว้ว่า ช่วงเวลาการใส่ปุ๋ยที่เหมาะสมกับมันสำปะหลัง คือ ช่วง 1-2 เดือนหลังปลูก การใส่ปุ๋ยที่ล่าช้าออกไปจากนี้ทำให้การเจริญเติบโตในระยะแรกของมันสำปะหลังไม่ดี และอีกประการหนึ่งที่น่าจะส่งผลให้เกิดความแตกต่างของผลผลิต คือ การปลูกมันสำปะหลังของสุเมธ ทับเงิน (2547) เป็นการปลูกมันสำปะหลังในแปลงทดลอง แต่การศึกษารุ่นนี้ เป็นการปลูกมันสำปะหลังในแปลงของเกษตรกร ซึ่งน่าจะมีข้อด้อยในด้านการจัดการ โครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรของมันสำปะหลัง

ตารางที่ 18 การเปรียบเทียบผลผลิตที่ได้จากแบบจำลองเครือข่าย

ลักษณะดิน	ช่วงปลูก	พันธุ์	ระยะปลูก (เมตร)	ใส่/ไม่ใส่ ปุ๋ยเคมี	อายุ เก็บเกี่ยว	ผลผลิต (ตัน/ไร่)
ร่วนปนทราย	ปลายฝน	ระยอง 5	0.8-1.0	ใส่ปุ๋ยเคมี	1 ปี	6.20
ร่วนปนทราย	ปลายฝน	ระยอง 5	1.0.	ใส่ปุ๋ยเคมี	1 ปี	8.2

### 2. การเปรียบเทียบแบบจำลองที่ได้ผลผลิตสูงสุดกับผลผลิตต่ำสุด

นอกจากนี้ ยังพบว่า แบบจำลองเครือข่ายที่ให้ผลผลิตสูงสุด คือ 6.2 ตันต่อไร่ และผลผลิตต่ำสุด คือ 2.83 ตันต่อไร่ (ตารางที่ 19) จะเห็นได้ว่า แบบจำลองเครือข่ายทั้ง 2 แบบจำลอง มีโครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมเหมือนกันทั้งหมด ยกเว้น โครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมด้านระยะปลูก ซึ่งสามารถอธิบายได้ว่า จากการศึกษาครั้งนี้ ระยะปลูกมีความสัมพันธ์กับการให้ผลผลิตมันสำปะหลัง โดยที่ระยะปลูก 0.8-1.0 เมตร ให้ผลผลิตเฉลี่ยสูงกว่าที่ระยะปลูก 0.5-0.7 เมตร ดังนั้น การที่แบบจำลองมีระยะปลูกถี่ มีผลผลิตต่ำ น่าจะมีผลมาจากการที่เกษตรกรใช้ระยะปลูกถี่มาก ทำให้การเข้าไปกำจัดวัชพืชเป็นไปได้ด้วยความลำบาก มีวัชพืชขึ้นในแปลง ส่งผลให้ได้ผลผลิตมันสำปะหลังต่ำ

ตารางที่ 19 แบบจำลองเครือข่ายที่ให้ผลผลิตสูงสุดและต่ำสุด

ลักษณะดิน	ช่วงปลูก	พันธุ์	ระยะปลูก (เมตร)	ใส่/ไม่ใส่ ปุ๋ยเคมี	อายุ เก็บเกี่ยว	ผลผลิต (ตัน/ไร่)
ร่วนปนทราย	ปลายฝน	ระยอง 5	0.8-1.0	ใส่ปุ๋ยเคมี	1 ปี	6.20
ร่วนปนทราย	ปลายฝน	ระยอง 5	0.5-0.7	ใส่ปุ๋ยเคมี	1 ปี	2.83

### 3. แบบจำลองเครือข่ายที่มีการใส่ปุ๋ยแตกต่างกัน

สำหรับ จากการศึกษาแบบจำลองเครือข่ายจากการศึกษาครั้งนี้กับแบบจำลองเครือข่ายที่สร้างขึ้นจากการศึกษาของสุเมธ ทัพบเงิน และคณะ (2547) ในเรื่องของการใส่ปุ๋ยที่แตกต่างกัน พบว่าแบบจำลองเครือข่ายที่ไม่ใส่ปุ๋ยเคมีให้ผลผลิต 4.0 ตันต่อไร่ ขณะที่แบบจำลองเครือข่ายที่ใส่ปุ๋ยเคมีให้ผลผลิตถึง 7.3 ตันต่อไร่ (ตารางที่ 20) น่าจะมีสาเหตุจากการที่แบบจำลองที่ได้จากการศึกษา

ไม่ได้ใส่ปุ๋ยเคมี แต่เป็นการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ การใส่ปุ๋ยอินทรีย์มีข้อดี คือ การทำให้ดินร่วนซุย และการที่ปุ๋ยค่อยๆ ปล่อยธาตุอาหารที่พืชต้องการออกมา และช่วยในการปรับปรุงโครงสร้างดิน แต่ข้อเสียคือ ปล่อยธาตุอาหารออกมาในปริมาณน้อย ซึ่งในประเด็นนี้เองที่น่าจะเป็นผลให้ผลผลิตต่ำ เนื่องจากในช่วง 2 เดือนหลังปลูก มันสำปะหลังมีความต้องการธาตุอาหารเพื่อใช้ในการเจริญเติบโต และพัฒนาหัวมัน การที่ได้รับธาตุอาหารไม่เพียงพอทำให้มันสำปะหลังเจริญเติบโตได้ไม่เต็มที่

ตารางที่ 20 แบบจำลองเครือข่ายที่มีการใส่ปุ๋ยแตกต่างกัน

ลักษณะดิน	ช่วงปลูก	พันธุ์	ระยะปลูก (เมตร)	ใส่/ไม่ใส่ ปุ๋ยเคมี	อายุ เก็บเกี่ยว	ผลผลิต (ตัน/ไร่)
ร่วนปนทราย	ปลายฝน	หัวยบง 60	0.8-1.0	ไม่ใส่	1 ปี	4.0
ร่วนปนทราย	ปลายฝน	หัวยบง 60	1.0	ใส่ปุ๋ยเคมี	1 ปี	7.3

#### 4. แบบจำลองเครือข่ายที่อายุเก็บเกี่ยวแตกต่างกัน

จากการศึกษาแบบจำลองที่มีความแตกต่างกันในด้านอายุเก็บเกี่ยว (ตารางที่ 21) พบว่าแบบจำลองที่อายุเก็บเกี่ยว 1 ปี ให้ผลผลิต 6.20 ตันต่อไร่ ส่วนแบบจำลองที่เก็บเกี่ยวน้อยกว่า 1 ปี ให้ผลผลิต 5.0 ตันต่อไร่ น่าจะมีสาเหตุมาจากการที่เก็บผลผลิตมันสำปะหลังเร็วกว่ากำหนด ถึงแม้ว่ามันสำปะหลังสามารถเก็บผลผลิตได้ตั้งแต่อายุ 8 เดือนหลังปลูก แต่จากการศึกษาของไชยวัฒน์ เพชรานุกวัฒน์ (2542) พบว่า ผลผลิตหัวสดจะเพิ่มขึ้นตามอายุหัวมัน โดยมีผลผลิตสูงสุดที่มันอายุ 14 เดือนหลังปลูก ดังนั้น การเก็บเกี่ยวผลผลิตมันสำปะหลังที่อายุน้อยกว่า 1 ปี ย่อมให้ผลผลิตมันสำปะหลังน้อยกว่า

ตารางที่ 21 แบบจำลองเครือข่ายที่อายุเก็บเกี่ยวต่างกัน

ลักษณะดิน	ช่วงปลูก	พันธุ์	ระยะปลูก (เมตร)	ใส่/ไม่ใส่ ปุ๋ยเคมี	อายุ เก็บเกี่ยว	ผลผลิต (ตัน/ไร่)
ร่วนปนทราย	ปลายฝน	ระยอง 5	0.8-1.0	ใส่ปุ๋ยเคมี	1 ปี	6.20
ร่วนปนทราย	ปลายฝน	ระยอง 5	0.8-1.0	ใส่ปุ๋ยเคมี	< 1 ปี	5.0



## บทที่ 5

### สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

#### สรุปผลการวิจัย

การศึกษาวิจัยเรื่อง การจำลองแบบเครือข่ายเพื่อทำนายผลผลิตมันสำปะหลังในพื้นที่ศูนย์ฯ เขาหินซ้อนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ โดยใช้หลักการระบบสิ่งแวดล้อม พบว่า

1. การศึกษาการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรของมันสำปะหลังในพื้นที่ศูนย์ฯ เขาหินซ้อนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ แบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน โดยแต่ละขั้นตอนมีผลการศึกษา ดังนี้

1.1 โครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรของมันสำปะหลังในพื้นที่ศูนย์ฯ เขาหินซ้อนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ ประกอบด้วย 18 โครงสร้าง ประกอบด้วย โครงสร้างที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ ได้แก่ ปริมาณน้ำฝน จำนวนวันฝนตก ชั่วโมงแดดออก อุณหภูมิเฉลี่ย อุณหภูมิสูงสุด เฉลี่ย อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย ลักษณะดิน ลักษณะพื้นที่ และโครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรของมันสำปะหลังที่มนุษย์สร้างขึ้น ได้แก่ พันธุ์ที่ใช้ ช่วงเวลาปลูก การเตรียมดิน การกร่อง ระยะเวลาปลูก การใช้ปุ๋ย การกำจัดวัชพืช โรคและแมลงที่พบ อายุการเก็บเกี่ยว และวิธีการเก็บเกี่ยว

1.2 โครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรของมันสำปะหลังในพื้นที่ศูนย์ฯ เขาหินซ้อนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ ที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติไม่มีความสัมพันธ์กับผลผลิตมันสำปะหลัง ส่วนโครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรของมันสำปะหลังที่มนุษย์สร้างขึ้นที่มีความสัมพันธ์กับผลผลิตมันสำปะหลัง ได้แก่ ระยะเวลาปลูกและการใช้ปุ๋ย

1.3 การจำลองแบบเครือข่ายเพื่อทำนายผลผลิตมันสำปะหลังในพื้นที่ศูนย์ฯ เขาหินซ้อนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ พบแบบจำลองเครือข่ายทั้งหมด 41 แบบจำลอง โดยมีแบบจำลองเครือข่ายที่ให้ผลผลิตสูงสุด และแบบจำลองเครือข่ายที่ให้ผลผลิตสูงสุดในดินทรายและดินเหนียวปนทราย ดังนี้

## 1.3.1 แบบจำลองเครือข่ายที่ให้ผลผลิตสูงสุด 6.20 ต้นต่อไร่

ตารางที่ 22 แบบจำลองเครือข่ายที่ให้ผลผลิตสูงสุด

ลักษณะดิน	ช่วงปลูก	พันธุ์	ระยะปลูก (เมตร)	ใส่/ไม่ใส่ ปุ๋ยเคมี	อายุ เก็บเกี่ยว	ผลผลิต (ตัน/ไร่)
ร่วนปนทราย	ปลายฤดูฝน	ระยอง 5	0.8-1.0	ใส่ปุ๋ยเคมี	1 ปี	6.20

## 1.3.2 แบบจำลองเครือข่ายที่ให้ผลผลิตสูงสุดในดินทราย 5.0 ต้นต่อไร่

ตารางที่ 23 แบบจำลองเครือข่ายที่ให้ผลผลิตสูงสุดในดินทราย

ลักษณะดิน	ช่วงปลูก	พันธุ์	ระยะปลูก (เมตร)	ใส่/ไม่ใส่ ปุ๋ยเคมี	อายุ เก็บเกี่ยว	ผลผลิต (ตัน/ไร่)
ทราย	ต้นฤดูฝน	ระยอง 5	0.8-1.0	ไม่ใส่	< 1 ปี	5.0
ทราย	ต้นฤดูฝน	เกษตรศาสตร์ 50	0.5-0.7	ไม่ใส่	1 ปี	5.0

## 1.3.3 แบบจำลองเครือข่ายที่ให้ผลผลิตสูงสุดในดินเหนียวปนทราย 4.5 ต้นต่อไร่

ตารางที่ 24 แบบจำลองเครือข่ายที่ให้ผลผลิตสูงสุดในดินเหนียวปนทราย

ลักษณะดิน	ช่วงปลูก	พันธุ์	ระยะปลูก (เมตร)	ใส่/ไม่ใส่ ปุ๋ยเคมี	อายุ เก็บเกี่ยว	ผลผลิต (ตัน/ไร่)
เหนียวปนทราย	ปลายฤดูฝน	เกษตรศาสตร์ 50	0.5-0.7	ไม่ใส่	1 ปี	4.5

## ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งนี้ จำแนกออกเป็นข้อเสนอแนะจากการวิจัย และข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

## ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

ข้อเสนอแนะจากการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย 3 ประเด็น คือ

1. รูปแบบการจัดการ โครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรของมันสำปะหลังเพื่อให้ผลผลิตสูงสุด

1.1 รูปแบบการจัดการ โครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรของมันสำปะหลังในพื้นที่ศูนย์ฯ เขาหินซ้อนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ ที่คาดว่าจะให้ผลผลิตสูงสุด คือ การปลูกมันสำปะหลังในดินร่วนปนทราย ช่วงปลายฤดูฝน โดยใช้พันธุ์ระยะของ 5 ระยะปลูก 0.8-1.0 เมตร ใ้ปุ๋ยเคมีโดยการขุดหลุมห่างจากต้นมันสำปะหลัง 20 เซนติเมตร ใ้ปุ๋ยแล้วเอาดินกลบ ที่มันสำปะหลังอายุ 2 เดือน เก็บเกี่ยวผลผลิตที่อายุ 1 ปี โดยใช้แรงงานคน คาดว่าจะได้ผลผลิตประมาณ 7.0 ตันต่อไร่

1.2 รูปแบบการจัดการ โครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรของมันสำปะหลังในพื้นที่ศูนย์ฯ เขาหินซ้อนอันเนื่องมาจากพระราชดำริที่คาดว่าจะให้ผลผลิตสูงสุดในดินทราย คือ การปลูกมันสำปะหลังในช่วงต้นฤดูฝน โดยใช้พันธุ์ระยะของ 5 ระยะปลูก 0.8-1.0 เมตร หว่านปุ๋ยอินทรีย์ก่อนการขร่อก และใ้ปุ๋ยเคมีโดยการขุดหลุมห่างจากต้นมันสำปะหลัง 20 เซนติเมตร แล้วเอาดินกลบ ที่มันสำปะหลังอายุ 2 เดือน เก็บเกี่ยวผลผลิตที่อายุ 1 ปี โดยใช้แรงงานคน คาดว่า จะได้ผลผลิตประมาณ 5.5-6.0 ตัน/ไร่

1.3 รูปแบบการจัดการ โครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรของมันสำปะหลังในพื้นที่ศูนย์ฯ เขาหินซ้อนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ ที่คาดว่าจะให้ผลผลิตสูงสุดในดินเหนียวปนทราย คือ การปลูกมันสำปะหลังในช่วงปลายฤดูฝน โดยใช้พันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 ระยะปลูก 0.8-1.0 เมตร หว่านปุ๋ยอินทรีย์ก่อนการขร่อก และใ้ปุ๋ยเคมีโดยการขุดหลุมห่างจากต้นมันสำปะหลัง 20 เซนติเมตร แล้วเอาดินกลบ ที่มันสำปะหลังอายุ 2 เดือน เก็บเกี่ยวผลผลิตที่อายุ 1 ปี โดยใช้แรงงานคน คาดว่าจะได้ผลผลิตประมาณ 5.0-5.5 ตันต่อไร่

2. แนวทางลดปัญหาและอุปสรรคเกี่ยวกับการได้มาซึ่งข้อมูลในการวิจัย

ปัญหาที่เกิดขึ้นจากการที่เกษตรกรไม่มีการบันทึกโครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรของมันสำปะหลัง จึงควรวางแผนการจัดเก็บข้อมูลโครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรของ

มันสำปะหลังในพื้นที่ศูนย์ศึกษาการพัฒนาเขาหินซ้อนอันเนื่องมาจากพระราชดำริอย่างต่อเนื่อง เพื่อทำการศึกษาในลักษณะเดียวกันในอนาคต

### 3. การประยุกต์ใช้วิธีการจำลองแบบเครือข่าย และการใช้แบบจำลอง

การนำวิธีการจำลองแบบเครือข่ายที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้ ไปใช้ประโยชน์ในการทำนายผลผลิตของพืชไร่ชนิดอื่นๆ ที่เป็นพืชเศรษฐกิจ เช่น อ้อย ข้าวโพด ข้าวฟ่าง เป็นต้น ทั้งในพื้นที่ศูนย์ศึกษาการพัฒนาอันเนื่องมาจากพระราชดำริอื่นๆ และพื้นที่ทำการเกษตรของกลุ่มเกษตรกรอื่นๆ ต้องมีการศึกษาโครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรที่มีลักษณะเฉพาะในแต่ละพื้นที่และของพืชแต่ละชนิด ก่อนการนำวิธีการจำลองแบบเครือข่ายดังกล่าว ไปประยุกต์ใช้

#### ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

1. จากการเลือกกลุ่มประชากรที่เป็นสมาชิกสหกรณ์พัฒนาเขาหินซ้อนที่ปลูกมันสำปะหลังอย่างต่อเนื่องในพื้นที่เดิมอย่างน้อย 2 ปี จึงทำให้ได้กลุ่มประชากรที่ใช้ในการศึกษามีจำนวนน้อย ซึ่งส่งผลต่อการหาความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรของมันสำปะหลังกับผลผลิต ดังนั้น ในการศึกษารายครั้งต่อไป จึงควรเลือกกลุ่มตัวอย่างที่มีขนาดใหญ่กว่านี้หรือทำการศึกษากับกลุ่มตัวอย่างเกษตรกรผู้ปลูกมันสำปะหลังทั้งหมดในพื้นที่ศูนย์ เขาหินซ้อนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ

2. ควรส่งเสริมให้เกษตรกรในพื้นที่ศูนย์ เขาหินซ้อนอันเนื่องมาจากพระราชดำรินำแบบจำลองที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้ ไปใช้ทำนายผลผลิตมันสำปะหลัง เพื่อเป็นการประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลองที่สร้างขึ้นจากการวิจัยครั้งนี้ อันจะนำไปสู่การปรับปรุงแบบจำลองในการศึกษาวิจัยครั้งต่อไป

3. การจำลองเครือข่ายที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้ เป็นการจำลองแบบเครือข่ายจากกลุ่มเกษตรกรที่เป็นสมาชิกของสหกรณ์การเกษตรพัฒนาเขาหินซ้อน ซึ่งดำเนินการภายใต้ศูนย์ เขาหินซ้อนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ ดังนั้น จึงควรทำการจำลองแบบเครือข่ายจากเกษตรกรที่มีได้มีการรวมกลุ่มและเกษตรกรที่มีการรวมกลุ่มในรูปแบบอื่นๆ ซึ่งมีใช้สหกรณ์

## เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กรมพัฒนาที่ดิน. 2541. รายงานการจัดการทรัพยากรดินเพื่อการปลูกพืชเศรษฐกิจหลักตาม  
กลุ่มชุดดิน เล่มที่ 2 ดินบนที่ดอน. กรุงเทพมหานคร: กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2551. การผลิตมันสำปะหลังภายใต้โครงการจัดระบบพิเศษเฉพาะพื้นที่  
มันสำปะหลัง. เอกสารแนะนำ. โรงพิมพ์กรมส่งเสริมการเกษตร. กรุงเทพมหานคร.

เกษม จันทร์แก้ว. 2547ก. วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม. พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์  
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

\_\_\_\_\_. 2547ข. การจัดการสิ่งแวดล้อมแบบผสมผสาน. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร:  
สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

คำ ประเสริฐศรี, บุญชู เครืออัน, และ อนันต์ เหลี่ยมวงศ์. 2551. เกษตรผู้ประสบความสำเร็จใน  
อาชีพการปลูกมันสำปะหลังในพื้นที่ศูนย์ศึกษาการพัฒนาเขาหินซ้อนอันเนื่องมาจาก  
พระราชดำริ. สัมภาษณ์, 18 กันยายน 2551.

จันทร์จิรา ศิริสุวรรณ. 2547. การศึกษาการประยุกต์ใช้แบบจำลองการปลูกพืชในการคำนวณ  
อัตราปุ๋ยที่เหมาะสมสำหรับข้าวโพดบนชุดดินลพบุรี. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร  
มหาบัณฑิต สาขาพืชไร่ไรนา, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

จรรุวรรณ ไหญ่ยงค์. 2547. ปัจจัยที่มีผลต่อการใช้เทคโนโลยีเพื่อการผลิตมันสำปะหลังของ  
เกษตรกรตำบลห้วยบง อำเภอด่านขุนทด จังหวัดนครราชสีมา. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร  
มหาบัณฑิต สาขาส่งเสริมการเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เจริญศักดิ์ โรจนฤทธิ์พิเชษฐ์. 2519. มันสำปะหลัง. กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาพืชไร่ไรนา  
คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

\_\_\_\_\_. 2532. มันสำปะหลัง การปลูก อุตสาหกรรมแปรรูป และการใช้ประโยชน์.  
กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาพืชไร่ไรนา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

- เจริญศักดิ์ โรจนฤทธิ์พิเชษฐ์, ปิยะวุฒิ พูลสงวน, สมยศ พุทธเจริญ, จำลอง เขียมจันรรจา, ชีรวัดน์ กษิรวัดน์, วิจารย์ วิชุกิจ, เอ็จ สโรบล, ปิยะ ดวงพัตรา, และนิพนธ์ ทวีชัย. 2533. “มันสำปะหลังพันธุ์ใหม่...ศรีราชา 1.” วารสารเกษตรศาสตร์ (วิทย์.) 24: 145-180.
- ไชยรัตน์ เพ็ชรชลาณวัฒน์. 2542. ผลกระทบของพันธุ์อายุการเก็บเกี่ยว อัตราปุ๋ยที่มีต่อผลผลิต และคุณภาพแป้งมันสำปะหลัง. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรคุษฎีบัณฑิต สาขาพืชไร่, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ดวงดาว สัยยะสิทธิ์พานิชย์. 2548. ความอุดมสมบูรณ์ของดินและการยอมรับของเกษตรกรในการปลูกหญ้าแฝกร่วมกับมันสำปะหลัง: กรณีศึกษา บ้านกุดโคก จังหวัดนครราชสีมา. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการใช้ที่ดินและการจัดการทรัพยากรธรรมชาติ อย่างยั่งยืน, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ทวิวงศ์ ศรีบุรี. 2541. การประยุกต์แบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อการจัดการคุณภาพน้ำในลำน้ำธรรมชาติ. กรุงเทพมหานคร: ม.ป.ท.
- นพศุล สมุทรทอง. 2550. ผลและปริมาณการให้น้ำที่ต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของ มันสำปะหลัง. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาพืชไร่, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- นิพนธ์ ตั้งธรรม. 2549. การจำลองแบบการจัดการลุ่มน้ำและระบบสิ่งแวดล้อม. กรุงเทพมหานคร: ศูนย์วิจัยป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ประภาส ช่างเหล็ก. 2544. ผลของปุ๋ยที่มีต่อผลผลิตและปริมาณแป้งของมันสำปะหลังพันธุ์ต่างๆ ที่ปลูกในดินชุดมาบบอน (Mb) และโคราช (Kt). วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาพืชไร่, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ปิยะวุฒิ พูลสงวน, วิจารย์ วิชชุกิจ, เจริญศักดิ์ โรจนฤทธิ์พิเชษฐ์, เอ็จ สโรบล, ปิยะ ดวงพัตรา, จำลอง เขียมจันรรจา, และวัชร เลิศมงคล. 2542. เทคนิคในการเพิ่มผลผลิตและปริมาณ แป้งในหัวมันสำปะหลัง. กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาพืชไร่, คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ผกาพรรณ นันท์รัตน์. 2546. การยอมรับวิธีการอนุรักษ์ดินและน้ำของเกษตรกร ตำบลเขาหินซ้อน และตำบลเกาะขนุน อำเภอพนมสารคาม จังหวัดฉะเชิงเทรา. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา สาขาการจัดการทรัพยากร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

แผนกสถิติการเกษตร. 2523. สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปีเพาะปลูก 2522/23.

กรุงเทพมหานคร: กองเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

\_\_\_\_\_. 2530. สถิติการเกษตรของประเทศไทย. กรุงเทพมหานคร: กองเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

ภาควิชาพืชไร่นา. 2526. พืชเศรษฐกิจ. กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

\_\_\_\_\_. 2547. พืชเศรษฐกิจ. กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2547ก. รายงานการประชุมทางวิชาการมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 42: สาขาพืช สาขาส่งเสริมและนิเทศศาสตร์เกษตร. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

\_\_\_\_\_. 2547ข. รายงานการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ สายเกษตร ครั้งที่ 42. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

\_\_\_\_\_. 2549. รายงานการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ สายเกษตร ครั้งที่ 44. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

\_\_\_\_\_. 2551. รายงานการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ สายเกษตร ครั้งที่ 46. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วัลย์ลักษณ์ ภูทองกรม. 2552. แบบจำลองและการวิเคราะห์ (Online).

[www.teacher.snru.ac.th/walailuck/admin/document/userfiles/CH\\_4.ppt](http://www.teacher.snru.ac.th/walailuck/admin/document/userfiles/CH_4.ppt), 9 ตุลาคม 2552.

วิจารณ์ วิชชุกิจ, สมยศ พุทธเจริญ, เอ็ฉ สโรบล, และ R.H. Howeler. 2532. รายงานประจำปี  
เสนอต่อสถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ศูนย์ศึกษาการพัฒนาเขาหินซ้อนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ. 2545. รายงานประจำปี 2544 ศูนย์  
ศึกษาการพัฒนาเขาหินซ้อนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ.

\_\_\_\_\_. 2547. แผนที่ท่องเที่ยวจังหวัดฉะเชิงเทรา (Online).

[www.khaohinsorn.com/images/CCCMap.jpg](http://www.khaohinsorn.com/images/CCCMap.jpg), 9 ตุลาคม 2552.

ศูนย์สถิติการเกษตร. 2530. สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปีเพาะปลูก 2529/30. กรุงเทพมหานคร:  
กองเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

สำนักงานเกษตรอำเภอพนมสารคาม. 2549. ข้อมูลด้านการเกษตร (Online).

[www.chachoengsao.doae.go.th/phanomsarakham/index1.htm](http://www.chachoengsao.doae.go.th/phanomsarakham/index1.htm), 15 กรกฎาคม 2552.

สำนักงานคณะกรรมการพิเศษเพื่อประสานงาน โครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริ (กปร.). 2542.  
ประวัติศาสตร์ศูนย์ศึกษาการพัฒนาอันเนื่องมาจากพระราชดำริ. กรุงเทพมหานคร:  
บริษัท อมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง จำกัด (มหาชน).

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2546. สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปี 2546. กรุงเทพมหานคร:  
กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

\_\_\_\_\_. 2550. สถิติการเกษตรของประเทศไทย. กรุงเทพมหานคร: กระทรวงเกษตรและ  
สหกรณ์.

สุลาวัลย์ สุทธิวรวงศ์. 2547. แบบจำลองการเอมไพริคัลเพื่อใช้ทำนายผลผลิตอ้อยระดับแปลงปลูก  
ในจังหวัดนครราชสีมา. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาปฐพีวิทยา,  
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

โอภาส บุญเลี้ยง. 2531. การศึกษาการเจริญเติบโตของมันสำปะหลัง. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์  
มหาวิทยาลัย สาขาพืชไร่ไร่นา, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

\_\_\_\_\_. 2539. พันธุกรรมและปุ๋ยเคมีในการเพิ่มผลผลิตและคุณภาพมันสำปะหลัง. วิทยานิพนธ์  
วิทยาศาสตร์ดุสิตบัณฑิต สาขาพืชไร่ไร่นา, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

Acquaah, G. 2001. **Principles of Crop Production: Theory, Techniques and Technology.**  
New Jersey: Pearson Education Inc.

Hillocks, R.J., J.M. Thresh and A.C. Bellotti. 2002. **Cassava: Biology, Production and  
Utilization.** UK: CABI Publishing Wallingford.

Jorgensen, S.E. 1988. **Fundamentals of ecological modeling.** Amsterdam: Elsevier.

Lenis, J.I., F. Calle, G. Jaramillo, J.C. Perez, H. Ceballos and J.H. Cock. 2006. Leaf retention  
and cassava productivity **Field Crops Research** 95:126-134.

Fausett, L.V. 1994. **Fundamentals of Neural Networks: Architectures, Algorithms, and  
Applications.** USA: Prentice Hall. Inc.

Gupta, M.M., L. Jin, N. Homma. 2003. **Static and Dynamic Neural Networks: From  
Fundamentals to Advanced Theory.** New Jersey: Hoboken, John Wiley & Sons, Inc.

Onwueme, I.C. 1978. **The Tropical Tuber Crops : Yams, Cassava, Sweet Potato and  
Cocoyams.** Chichester: Wiley.



ภาคผนวก



**ภาคผนวก ก**

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญด้านมันสำปะหลังผู้ประเมิน โครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรของมันสำปะหลัง

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญด้านมันสำปะหลังผู้ประเมินโครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรของมันสำปะหลัง

ชื่อ	หน่วยงาน
1. ศ.ดร. เจริญศักดิ์ โจรนฤทธิพิเชษฐ์	ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
2. รศ.ดร. เอ็จ สโรบล	ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
3. ดร. โอภาส บุญเส็ง	ศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง
4. ผศ.ดร. สุตเขตต์ นาคะเสถียร	ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
5. นายประกาย ช่างเหล็ก	สถาบันอินทรีย์ภัณฑ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
6. นายกิตติพงษ์ งามจริง	งานส่งเสริมการเกษตร ศูนย์ศึกษาการพัฒนาเขาหินซ้อน อันเนื่องมาจากพระราชดำริ
7. นายนภศุล สมุทรทอง	สถานีวิจัยเขาหินซ้อน สถาบันอินทรีย์ภัณฑ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
8. นายพรชัย เทียนทอง	บริษัท แอ็ดวานซ์ อะโกร จำกัด (มหาชน)
9. นายสมชาย สมาน	เกษตรกรดีเด่น ด้านการปลูกมันสำปะหลัง



ภาคผนวก ข

หนังสือขอความอนุเคราะห์ข้อมูลจากกรมอุตุนิยมวิทยา



ศธ 0513.11601/

วิทยาลัยสิ่งแวดล้อม  
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์  
ตู้ ปณ.1049 ปณฝ.เกษตรศาสตร์  
กรุงเทพ 10903

มีนาคม 2552

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ข้อมูลประกอบการทำวิทยานิพนธ์

เรียน อธิบดีกรมอุตุนิยมวิทยา

สิ่งที่ส่งมาด้วย รายละเอียดข้อมูลสภาพอากาศประกอบประกอบการจัดทำวิทยานิพนธ์  
จำนวน 1 แผ่น

ด้วย นายชเนศ มณีกุล นิสิตปริญญาเอก สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม วิทยาลัยสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จะได้จัดทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การจำลองแบบเครือข่ายเพื่อทำนายผลผลิตมันสำปะหลังในพื้นที่ศูนย์ศึกษาการพัฒนาเขาหินซ้อนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ อำเภอพนมสารคาม จังหวัดฉะเชิงเทรา ดังรายละเอียดปรากฏในเอกสารสิ่งที่ส่งมาด้วย

ในการนี้ วิทยาลัยสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์ข้อมูลสภาพอากาศบริเวณพื้นที่ศูนย์ศึกษาการพัฒนาเขาหินซ้อนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ อำเภอพนมสารคาม จังหวัดฉะเชิงเทรา จากกรมอุตุนิยมวิทยา (รายละเอียดปรากฏในเอกสารสิ่งที่ส่งมาด้วย) เพื่อใช้ประกอบในการจัดทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้ ด้วย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย จักขอบคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

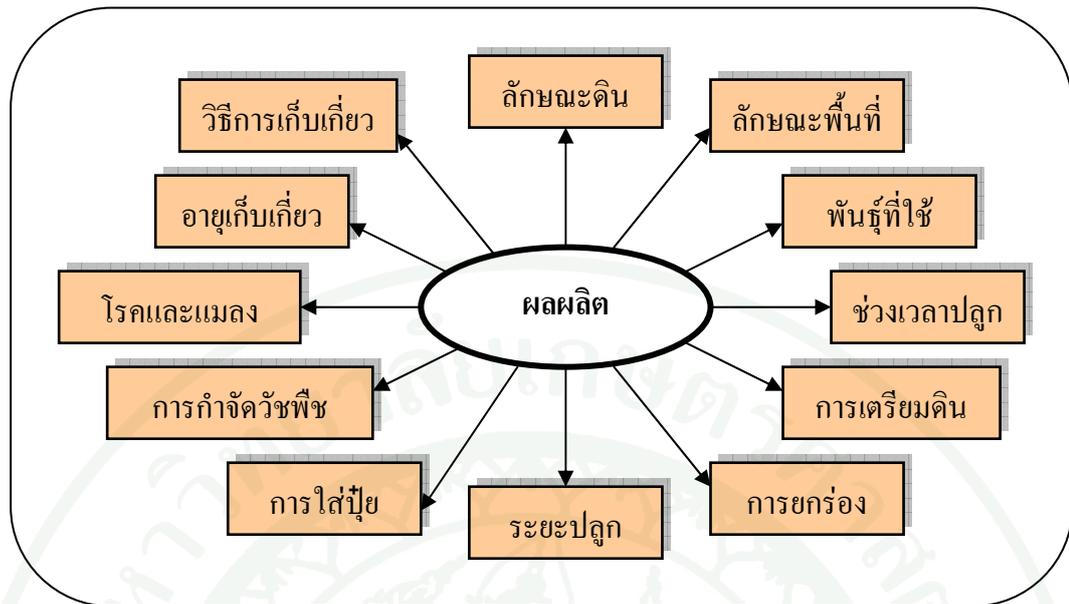
(ศาสตราจารย์เกษม จันทร่แก้ว)

คณบดีวิทยาลัยสิ่งแวดล้อม

โทรศัพท์ 0-2579-2116 ต่อ101



ภาคผนวก ค  
แผนผังความคิดที่ใช้เป็นกรอบในการสัมภาษณ์เกษตรกรผู้ประสบความสำเร็จ  
ในการประกอบอาชีพปลูกมันสำปะหลัง



ภาพผนวกที่ 1 แผนผังความคิดที่ใช้เป็นกรอบในการสัมภาษณ์เกษตรกรผู้ประสบความสำเร็จในการประกอบอาชีพปลูกมันสำปะหลัง



ภาคผนวก ง  
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

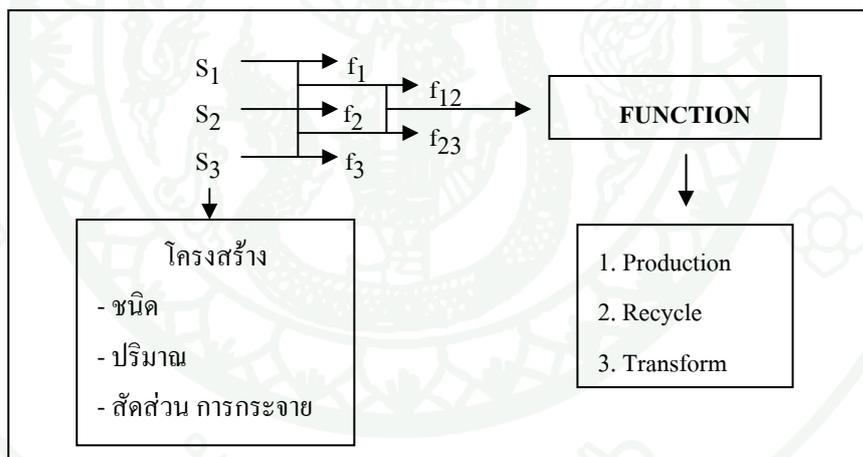
ตารางสรุปโครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรของมันสำปะหลัง

โครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรของมัน สำปะหลัง	โครงสร้างย่อย
1. ....	
2. ....	
3. ....	
4. ....	
5. ....	
6. ....	
7. ....	
8. ....	
9. ....	
10. ....	

## แบบประเมินโครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรที่มีผลต่อการให้ผลผลิตของมันสำปะหลัง

### หลักการ

หลักการระบบสิ่งแวดล้อมได้กล่าวไว้ว่า การทำงานหรือทำหน้าที่ในสภาวะปกติของระบบสิ่งแวดล้อมประกอบด้วยโครงสร้างของระบบสิ่งแวดล้อม ซึ่งได้แก่ ชนิด (species) ปริมาณ (quantity) สัดส่วน (proportion) และการกระจาย (distribution) ที่แตกต่างกันออกไปตามแต่ละระบบนิเวศหรือระบบสิ่งแวดล้อม แต่อย่างไรก็ตามเมื่อมีการทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างภายในระบบสิ่งแวดล้อม ย่อมส่งผลให้บทบาทและหน้าที่ของระบบสิ่งแวดล้อมเกิดการเปลี่ยนแปลงตามไปด้วย (เกษม, 2547) ดังนั้นในการกระทำใดๆ ที่มีผลต่อโครงสร้างของระบบสิ่งแวดล้อม ต้องคำนึงถึงการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น ภายใต้คุณค่าทางนิเวศวิทยา หรือการคงไว้ซึ่งโครงสร้าง/องค์ประกอบ เพื่อที่จะทำให้ระบบสิ่งแวดล้อมสามารถทำงานได้ปกติ



ภาพผนวกที่ 2 การทำงานร่วมกันของโครงสร้างในระบบสิ่งแวดล้อม  
ที่มา: ดัดแปลงจากเกษม จันทรแก้ว (2547)

จากหลักการดังกล่าวสามารถสรุปได้ว่าการให้ผลผลิตของมันสำปะหลังจะประกอบด้วยโครงสร้างต่างๆ ภายในระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรทำงานร่วมกันเพื่อแสดงบทบาทและหน้าที่หลักของระบบ คือ การให้ผลผลิต ซึ่งจากการตรวจเอกสารของผู้วิจัยสามารถสรุปโครงสร้างต่างๆ ที่มีผลต่อการให้ผลผลิตมันสำปะหลังดังตารางแสดงโครงสร้างและตัวแปรระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรของมันสำปะหลัง

## คำชี้แจง

โปรดพิจารณาโครงสร้างและตัวแปรของระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรในตารางว่ามีผลต่อการให้ผลผลิตของมันสำปะหลังใช่หรือไม่ โดยเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน

## ตารางแสดงโครงสร้างและตัวแปรระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรของมันสำปะหลัง

โครงสร้าง	ตัวแปร	มีผลต่อการให้ผลผลิตมันสำปะหลัง	
		ใช่	ไม่ใช่
1. แสง	1.1 ความยาวช่วงแสงในแต่ละวัน		
	1.2 ความเข้มแสง		
	1.3 อื่นๆ .....		
2. อุณหภูมิและความชื้น	2.1 อุณหภูมิเฉลี่ย		
	2.2 อุณหภูมิสูงสุด		
	2.3 อุณหภูมิต่ำสุด		
	2.4 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในรอบปี		
	2.5 ความชื้น		
	2.6 อื่นๆ .....		
3. ปริมาณน้ำฝน	3.1 ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย		
	3.2 ปริมาณน้ำฝนสูงสุด		
	3.3 ปริมาณน้ำฝนต่ำสุด		
	3.4 จำนวนวันฝนตก		
	3.5 ปริมาณน้ำฝนในรอบเดือน		
	3.6 อื่นๆ .....		

โครงสร้าง	ตัวแปร	มีผลต่อการให้ผลผลิต มันล้มปะหลัง	
		ใช่	ไม่ใช่
4. ลักษณะพื้นที่	4.1 ความลาดชันของพื้นที่		
	4.2 ลักษณะของพื้นที่		
	4.3 อื่นๆ ..... .....		
5. ดิน (ชุดดิน)	5.1 เนื้อดิน		
	5.2 องค์ประกอบ		
	5.3 โครงสร้าง		
	5.4 ความลึก		
	5.5 ความหนาแน่น		
	5.6 pH		
	5.7 ธาตุอาหารพืชในดิน		
	5.8 ความอุดมสมบูรณ์ของดิน		
	5.9 จุลินทรีย์ในดิน		
	5.10 อื่นๆ ..... .....		
6. การใช้พันธุ์	6.1 พันธุ์ระยอง 1		
	6.2 พันธุ์ระยอง 5		
	6.3 พันธุ์ระยอง 60		
	6.4 พันธุ์ระยอง 90		
	6.5 พันธุ์ศรีราชา 1		
	6.6 พันธุ์เกษตรศาสตร์ 50		
	6.7 อื่นๆ ..... .....		

โครงสร้าง	ตัวแปร	มีผลต่อการให้ผลผลิต มันล้มปะหลัง	
		ใช่	ไม่ใช่
7. การใช้ปุ๋ย	7.1 ชนิดของปุ๋ย		
	7.2 สูตรของปุ๋ย		
	7.3 อัตราการใส่		
	7.4 ช่วงเวลาการใส่		
	7.5 อื่นๆ ..... .....		
8. ระบบการ ปลูกพืช	8.1 วิธีการเตรียมดิน		
	8.2 วิธีการปลูก		
	8.3 ช่วงเวลาการปลูก		
	8.4 ระยะเวลาการเก็บเกี่ยว		
	8.3 วิธีการเก็บเกี่ยว		
	8.4 อื่นๆ .....		
9. โรคและแมลง ศัตรูพืช	9.1 ชนิด		
	9.2 ความรุนแรง		
	9.3 การป้องกันและกำจัด		
	9.4 อื่นๆ .....		
10. วัชพืช	10.1 ชนิด		
	10.2 ความรุนแรง		
	10.3 การป้องกันและกำจัด		
	10.3 การป้องกันและกำจัด		
	10.4 อื่นๆ ..... .....		



ตารางสรุปข้อมูลโครงสร้างสิ่งแวดล้อมระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรของมันสำปะหลัง

โครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อม	คำนิยาม/รายละเอียด
1. ลักษณะดิน	.....
2. ลักษณะพื้นที่	.....
3. พันธุ์ที่ใช้	.....
4. ช่วงเวลาปลูก	.....
5. การเตรียมดิน	.....
6. การยกร่อง	.....
7. ระยะปลูก	.....
8. การใช้น้ำ	.....
9. การกำจัดวัชพืช	.....
10. โรคและแมลงที่พบ	.....
11. อายุเก็บเกี่ยว	.....
12. วิธีการเก็บเกี่ยว	.....

ตารางสรุปการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ

ปี	ปริมาณฝน <sup>1/</sup>	จำนวน วันฝนตก <sup>2/</sup>	ชั่วโมง แดดออก <sup>3/</sup>	อุณหภูมิ เฉลี่ย <sup>4/</sup>	อุณหภูมิ สูงสุดเฉลี่ย <sup>4/</sup>	อุณหภูมิ ต่ำสุดเฉลี่ย <sup>4/</sup>
46						
47						
48						
49						
50						

แบบสัมภาษณ์การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรของมันสำปะหลัง

ชื่อเกษตรกร.....ที่อยู่ บ้านเลขที่.....  
 อำเภอพนมสารคาม จังหวัดฉะเชิงเทรา อายุ.....ปี ปลูกมันสำปะหลังมา.....ปี เบอร์โทรศัพท์.....  
 พื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลังทั้งหมด.....แปลง.....ไร่ วันที่สัมภาษณ์.....  
 ผู้สัมภาษณ์.....  
 แปลงที่.....

ปีการผลิต	พันธุ์ที่ใช้	พื้นที่ (ไร่)	ลักษณะพื้นที่	ผลผลิต (ตัน/ไร่)	ช่วงปลูก	วิธีการเตรียมดิน	การยกร่อง	ระยะปลูก (เมตร)	การใส่ปุ๋ย	การกำจัดวัชพืช	โรค/แมลง	อายุเก็บเกี่ยว	วิธีการเก็บเกี่ยว
50													
49													
48													
47													
46													

ประเด็นในการสัมภาษณ์

พันธุ์	พื้นที่ (ไร่)	ลักษณะ พื้นที่	ผลผลิต (ตัน/ไร่)	ช่วงปลูก	วิธีการเตรียมดิน	การยกร่อง	ระยะปลูก (เมตร)	การใส่ปุ๋ย	การกำจัดวัชพืช	โรค/แมลง	อายุเก็บเกี่ยว	วิธีการเก็บเกี่ยว
พันธุ์ที่ใช้	จำนวน (ที่ตั้ง)	ที่ดอน / ที่ลุ่ม ลักษณะดิน	เฉลี่ย	เดือน	พรวนดินหรือพรวนหรือพรวนที่ครั้ง	ยก/ไม่ยก ระยะระหว่างร่อง	ระหว่างต้น	-เคมี/ชีว/ไก่ -อัตราส่วน -ช่วงเวลาใส่	วิธีการควบคุม/กำจัด	ที่พบ	เดือน	แรงงานคน/เครื่องจักร



ตารางสรุปการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศและผลผลิตเฉลี่ย

ปี	ปริมาณฝน <sup>1/</sup>	จำนวน วันฝนตก <sup>2/</sup>	ชั่วโมง แดดออก <sup>3/</sup>	อุณหภูมิ เฉลี่ย <sup>4/</sup>	อุณหภูมิสูงสุด เฉลี่ย <sup>4/</sup>	อุณหภูมิต่ำสุด เฉลี่ย <sup>4/</sup>	ผลผลิต เฉลี่ย
46							
47							
48							
49							
50							

ตารางกำหนดหมายเลขตามตัวแปรในแต่ละโครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรของ  
มันสำปะหลัง

โครงสร้าง	ตัวแปร	หมายเลข
1. พันธุ์	ระยอง 5	
	เกษตรศาสตร์ 50	
	ห้วยบง 60	
2. ลักษณะพื้นที่	ที่ดอน	
	ที่ลุ่ม	
3. เนื้อดิน	ดินทราย	
	ดินร่วนปนทราย	
	ดินเหนียวปนทราย	
	ดินร่วน	
	ดินเหนียว	
4. ช่วงเวลาปลูก	ต้นฝน (ก.พ.-ก.ค.)	
	ปลายฝน (ส.ค.-ม.ค.)	
5. วิธีการเตรียมดิน	พาด 7 2 ครั้ง	
	พาด 3 1 ครั้ง พาด 7 1 ครั้ง	
6. การยกร่อง	ยกร่อง	
	ไม่ยกร่อง	
7. ระยะปลูก	0.5-0.7	
	0.8-1	
8. การใส่ปุ๋ย	ไม่ใส่	
	ปุ๋ยเคมี	
	ปุ๋ยอินทรีย์	
	ปุ๋ยเคมีและอินทรีย์	
9. การกำจัดวัชพืช	คนตาก	
	ยาฆ่า	
	ยาฆ่าและคนตาก	

โครงสร้าง	ตัวแปร	หมายเลข
10. โรค/แมลงที่พบ	ไม่มี	
	เพลี้ยแป้ง	
11. อายุเก็บเกี่ยว	10 เดือน	
	11 เดือน	
	12 เดือน	
12. วิธีการเก็บเกี่ยว	คน	
	รถไถแล้วคนเก็บ	

ตารางสรุปการจัดเรียงโครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรของมณฑลสำปะหลังของเกษตรกรใน  
พื้นที่ศูนย์ศึกษาการพัฒนาเขานินซอนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ

แบบจำลองที่	ดิน	ช่วงปลูก	พันธุ์	ระยะปลูก	การใส่ปุ๋ย	อายุเก็บเกี่ยว	ผลผลิต
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							



**ภาคผนวก จ**

ตารางแสดงค่าความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรของมันสำปะหลัง  
ที่เป็นข้อมูลสภาพอากาศกับผลผลิตมันสำปะหลัง

ตารางผนวกที่ 1 ตารางแสดงค่าความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรของ  
มันสำปะหลังที่เป็นข้อมูลสภาพอากาศกับผลผลิตมันสำปะหลัง

		น้ำฝน	วันฝนตก	แดดออก	MEAN TEMP	MEAN MAX	MEAN MIN	ผลผลิต
น้ำฝน	Pearson	1	.502	-.115	-.147	-.334	.457	.818
	Correlation							
	Sig. (2-tailed)	.	.388	.854	.814	.582	.439	.090
วันฝนตก	N	5	5	5	5	5	5	5
	Pearson	.502	1	.367	-.470	-.892(*)	-.282	.423
	Correlation							
แดดออก	Sig. (2-tailed)	.388	.	.544	.425	.042	.646	.478
	N	5	5	5	5	5	5	5
	Pearson	-.115	.367	1	-.095	-.004	-.913(*)	-.472
MEANTEMP	Correlation							
	Sig. (2-tailed)	.854	.544	.	.879	.995	.030	.423
	N	5	5	5	5	5	5	5
MEANMAX	Pearson	-.147	-.470	-.095	1	.433	.176	.130
	Correlation							
	Sig. (2-tailed)	.814	.425	.879	.	.466	.778	.835
MEANMIN	N	5	5	5	5	5	5	5
	Pearson	-.334	-.892(*)	-.004	.433	1	.057	-.499
	Correlation							
ผลผลิต	Sig. (2-tailed)	.582	.042	.995	.466	.	.927	.393
	N	5	5	5	5	5	5	5
	Pearson	.457	-.282	-.913(*)	.176	.057	1	.684
MEANMIN	Correlation							
	Sig. (2-tailed)	.439	.646	.030	.778	.927	.	.203
	N	5	5	5	5	5	5	5
ผลผลิต	Pearson	.818	.423	-.472	.130	-.499	.684	1
	Correlation							
	Sig. (2-tailed)	.090	.478	.423	.835	.393	.203	.
MEANMIN	N	5	5	5	5	5	5	5

หมายเหตุ: \* Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed)



ตารางผนวกที่ 2 ตาราง crosstab โครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรของม้นสำปะหลัง  
ที่ได้จากการสัมภาษณ์เกษตรกรที่ความสัมพันธ์กับผลผลิตมันสำปะหลัง  
ปีการผลิต 2549

		ผลผลิต		รวม
		ต่ำ	สูง	
ระยะปลูก	0.5-0.7 เมตร	16	23	39
	0.8-1.0 เมตร	7	54	61
รวม		23	77	100

ตารางผนวกที่ 3 ตาราง Chi-square Test โครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรของ  
มันสำปะหลังที่ได้จากการสัมภาษณ์เกษตรกรที่ความสัมพันธ์กับผลผลิต  
มันสำปะหลัง ปีการผลิต 2549

	value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Person Chi-square	11.730 <sup>b</sup>	1	.001		
Continuity Correction <sup>a</sup>	10.121	1	.001		
Likelihood Ratio	11.579	1	.001		
Fisher's Exact Test				.011	.001
Linear-by-Linear Association	11.613	1	.001		
N of Valid Cases	100				

หมายเหตุ: a. Computed only for a 2x2 table

b. 0 cells (.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 8.79.

ตารางผนวกที่ 4 ตาราง crosstab โครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรของม่นสำปะหลัง  
ที่ได้จากการสัมภาษณ์เกษตรกรที่ความสัมพันธ์กับผลผลิตม่นสำปะหลัง  
ปีการผลิต 2550

		ผลผลิต		รวม
		ต่ำ	สูง	
การใส่ปุ๋ย	เคมี	10	47	57
	ไม่ใช่เคมี	20	25	45
รวม		30	72	102

ตารางผนวกที่ 5 ตาราง Chi-square Test โครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรของ  
ม่นสำปะหลังที่ได้จากการสัมภาษณ์เกษตรกรที่ความสัมพันธ์กับผลผลิต  
ม่นสำปะหลัง ปีการผลิต 2550

	value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Person Chi-square	8.756 <sup>b</sup>	1	.003		
Continuity Correction <sup>a</sup>	7.517	1	.006		
Likelihood Ratio	8.814	1	.003		
Fisher's Exact Test				.004	.003
Linear-by-Linear Association	8.679	1	.003		
N of Valid Cases	102				

หมายเหตุ: a. Computed only for a 2x2 table

b. 0 cells (.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 13.24



ภาคผนวก ข  
คำสั่งในโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป spread sheet

## คำสั่งในโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป spread sheet

Option Explicit

Sub PredictYield()

Dim RowParValue, ST, CI, RA, SP, FER, HT, Yield, RowYieldValue, ColYieldValue, STr, CIr, RAr, SPr, FERr, HTr

ColYieldValue = 7

RowParValue = 147

STr = Sheets(1).Cells(RowParValue, 1)

CIr = Sheets(1).Cells(RowParValue, 2)

RAr = Sheets(1).Cells(RowParValue, 3)

SPr = Sheets(1).Cells(RowParValue, 4)

FERr = Sheets(1).Cells(RowParValue, 5)

HTr = Sheets(1).Cells(RowParValue, 6)

ST = Sheets(2).Cells(6, 2)

CI = Sheets(2).Cells(6, 3)

RA = Sheets(2).Cells(6, 4)

SP = Sheets(2).Cells(6, 5)

FER = Sheets(2).Cells(6, 6)

HT = Sheets(2).Cells(6, 7)

RowYieldValue = (ST - 1) \* STr + (CI - 1) \* CIr + (RA - 1) \* RAr + (SP - 1) \* SPr + (FER - 1) \* FERr + (HT - 1) \* HTr

If Sheets(1).Cells(ColYieldValue, RowYieldValue) = "" Then Yield = "ไม่ทราบ" Else Yield = Sheets(1).Cells(ColYieldValue, RowYieldValue)

Sheets(2).Cells(8, 6) = Yield

End Sub

Sub Test()

## ประวัติการศึกษา และการทำงาน

ชื่อ-นามสกุล	นายธเนศ มณีกุล
วัน เดือน ปี ที่เกิด	วันที่ 12 เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2515
สถานที่เกิด	จังหวัดระยอง
ประวัติการศึกษา	วิทยาศาสตร์บัณฑิต (เกษตรศาสตร์) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต (พัฒนาสังคม) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ตำแหน่งปัจจุบัน	นักวิเคราะห์นโยบายและแผน ชำนาญการ
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	สำนักงานคณะกรรมการพิเศษเพื่อประสานงาน โครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริ (กปร.) ปฏิบัติราชการสำนักงานมูลนิธิชัยพัฒนา
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	ได้รับทุนสนับสนุนจากมูลนิธิชัยพัฒนา