

การจำลองแบบเครือข่ายเพื่อทำนายผลผลิตมันสำปะหลังในพื้นที่ ศูนย์ศึกษาการพัฒนาเขาหินซ้อนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ Network Modeling for Forecasting Cassava Yield in Khao Hin Sorn Royal Development Study Center Area

ธเนศ มณีกุล¹, โสภณ ธนะมัย¹, นิพนธ์ ตั้งธรรม² และ พีระศักดิ์ ศรีนิเวศน์³
Thanes Maneekul¹, Sophon Tanamai¹, Nipon Tangtham² and Peerasak Srinives³

ABSTRACT

In this research, the authors aim to find out network modeling for forecasting cassava yield in Khao Hin Sorn Royal Development Study Center based on Principles of Environmental Systems. The research indicates that there are three structures: soil type, fertilizers used and damaging insects, relating to cassava production. When the authors used these three structures constructed network modeling, we found that the low level of cassava yield (1.8-3.5 tons per rai) consists of 13 models, the medium level of cassava yield (3.6-4.9 tons per rai) consists of 12 models and the high level of cassava yield (5.0-7.0 tons per rai) consists of 7 models. The model giving the highest yield of cassava (7 tons per rai) shows the component of sandy clay loam, fertilizer and organic fertilizer used with no damage from the insects

Keywords: network modeling, cassava yield forecasting, Khao Hin Sorn Royal Development Study Center area

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อจำลองแบบ
เครือข่ายเพื่อทำนายผลผลิตมันสำปะหลังภายใต้หลัก

การระบบสิ่งแวดล้อม (Principle of Environmental
System) ในพื้นที่ศูนย์ศึกษาการพัฒนาเขาหินซ้อนอัน
เนื่องมาจากพระราชดำริ อำเภอนมสารคาม จังหวัด
ฉะเชิงเทรา ภายใต้หลักการระบบสิ่งแวดล้อม พบว่า

¹ วิทยาลัยสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

College of Environment, Kasetsart University, Bangkok 10900, Thailand.

² ศูนย์วิจัยป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

Forestry Research Center, Faculty of Forestry, Kasetsart University, Bangkok 10900, Thailand.

³ ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม 73140

Department of Agronomy, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom 73140, Thailand.

โครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรของมันสำปะหลังในพื้นที่ศูนย์ศึกษาการพัฒนาเขาหินซ้อน อันเนื่องมาจากพระราชดำริ ประกอบด้วย ดิน การใช้ปุ๋ย และโรคแมลง และเมื่อนำมาจำลองแบบเครือข่ายเพื่อทำนายผลผลิตมันสำปะหลัง โดยแบ่งระดับผลผลิตออกเป็น 3 ระดับ พบว่า ผลผลิตระดับต่ำ (1.8-3.5 ตันต่อไร่) ได้แบบจำลองเครือข่าย จำนวน 13 แบบ ผลผลิตระดับปานกลาง (3.6-4.9 ตันต่อไร่) จำนวน 12 แบบ และผลผลิตระดับสูง (5.0-7.0 ตันต่อไร่) จำนวน 7 แบบ โดยแบบจำลองเครือข่ายที่ทำให้ผลผลิตสูงสุด คือ ดินร่วนปนทราย ใช้ปุ๋ยเคมีและอินทรีย์ และไม่พบโรคแมลง ให้ผลผลิต 7 ตันต่อไร่

คำสำคัญ: การจำลองแบบเครือข่าย, การทำนายผลผลิต, ศูนย์ศึกษาการพัฒนาเขาหินซ้อนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ

บทนำ

ในปัจจุบันได้มีการสร้างแบบจำลองขึ้นมาเพื่อทำนายผลผลิตของพืชในสภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงปัจจัยการผลิตหรือสภาพที่มีปัจจัยการผลิตที่แตกต่างกันเพื่อทราบถึงปริมาณผลผลิตที่จะได้ในแต่ละฤดูการผลิต อันจะเป็นการนำไปสู่การหาแนวทางจัดการกับผลผลิตที่ได้ต่อไป แบบจำลองเพื่อทำนายผลผลิตนิยมใช้กันมากคือแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ซึ่งสามารถทำนายผลผลิตของพืชได้ใกล้เคียงความจริงเป็นอย่างมาก จากการศึกษาของ จันจิรา (2547) เรื่อง การศึกษาการประยุกต์ใช้แบบจำลองการปลูกพืชในการคำนวณอัตราปุ๋ยที่เหมาะสมสำหรับข้าวโพดบนชุดดินลพบุรี พบว่าผลจากการจำลองระบบการปลูกพืช แสดงให้เห็นว่าอัตราปุ๋ยในโตรเจนที่ 15 กิโลกรัมต่อไร่ เป็นอัตราปุ๋ยที่เหมาะสมและคุ้มค่าทางเศรษฐกิจที่สุด ขณะที่อัตราปุ๋ยในโตรเจน 9 และ 12 กิโลกรัมต่อไร่ จะเกิดการขาดธาตุอาหาร และที่อัตราปุ๋ยในโตรเจน 18 และ 20 กิโลกรัมต่อไร่ ไม่คุ้มค่าทางเศรษฐกิจ ถึงแม้ว่าจะมีผลผลิตเพิ่มขึ้นก็ตาม และที่สำคัญผลผลิตที่ได้จากการ

ทดลองในแปลงปลูกพืชมีค่าใกล้เคียงกับผลผลิตที่ได้จากการคาดคะเน จึงนับได้ว่า การจำลองแบบดังกล่าวมีประสิทธิภาพสูงอย่างไรก็ตาม ในการใช้แบบจำลองดังกล่าวมีความสลับซับซ้อน เนื่องจากต้องมีการสร้างเพิ่มข้อมูลหลายรายการ ได้แก่ 1) เพิ่มข้อมูลดิน ประกอบด้วย ข้อมูลจำนวนชั้นดิน ความหนาของชั้นดิน สีดิน ความชื้นดิน จำนวนรากพืช เนื้อดิน สมบัติทางกายภาพ และเคมีของดิน 2) เพิ่มข้อมูลภูมิอากาศ ประกอบด้วย ข้อมูลที่ตั้ง ละติจูด ลองจิจูด ค่าอุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือน อุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด ช่วงแสง ปริมาณน้ำฝน 3) เพิ่มข้อมูลการทดลอง ประกอบด้วย ข้อมูลวันปลูก พันธุ์ที่ใช้ ระยะปลูกอัตราปลูก การจัดการด้านปุ๋ยและการให้น้ำ 4) เพิ่มข้อมูลสัมประสิทธิ์ทางพันธุกรรม ประกอบด้วยข้อมูลสัมประสิทธิ์การพัฒนาการ และสัมประสิทธิ์การเจริญเติบโต รวมไปถึงการกำหนดค่าสัมประสิทธิ์ต่างๆ จากนั้น จึงทำการป้อนข้อมูลต่างๆ ลงไปในโปรแกรม เพื่อทำการคาดคะเน รวมไปถึงการปลูกพืชในแปลงทดลอง เพื่อนำผลที่ได้มาเปรียบเทียบกับผลที่ได้จากการคาดคะเนอีกครั้งหนึ่ง ซึ่งการนำไปใช้ประโยชน์จึงสามารถใช้ประโยชน์ได้เฉพาะในกลุ่มนักวิชาการ เช่น นักวิจัย นักวิชาการ หรือผู้เชี่ยวชาญ เท่านั้น ไม่เหมาะกับเกษตรกรส่วนใหญ่ที่มีความรู้อยู่ในระดับต่ำ จนถึงปานกลางไม่สามารถจะใช้จากแบบจำลองดังกล่าวได้โดยตรง นอกจากนี้ การกำหนดปัจจัยหรือข้อมูลที่ ต้องใช้ในการศึกษา ยังเป็นการกำหนดปัจจัยตามที่โปรแกรมสำเร็จรูปต้องการ แต่เมื่อนำมาใช้ในแปลงปลูกพืชของเกษตรกรแล้ว อาจมีความแตกต่างกันออกไปตามสภาพแวดล้อมของแต่ละพื้นที่

ในการศึกษาครั้งนี้ จึงจะเป็นการนำหลักการระบบสิ่งแวดล้อม ซึ่งกล่าวไว้ว่า การแสดงบทบาทหน้าที่ของสิ่งแวดล้อมในสภาวะปกติย่อมประกอบด้วยโครงสร้างทางสิ่งแวดล้อมต่างๆ ได้แก่ ชนิด (species) ปริมาณ (quantity) สัดส่วน (proportion) และการกระจาย (distribution) ที่ทำงานร่วมกันและจะมีความแตกต่างกันตามแต่ละระบบสิ่งแวดล้อมและ

เมื่อไรที่มีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างภายในระบบสิ่งแวดล้อมย่อมส่งผลให้บทบาทหน้าที่ของระบบสิ่งแวดล้อมมีการเปลี่ยนแปลงตามไปด้วย (เกษม, 2547) มาประยุกต์ใช้ในการจำลองแบบเครือข่ายเพื่อทำนายผลผลิตมันสำปะหลังในพื้นที่ศูนย์ศึกษาการพัฒนาเขาหินซ้อนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ ตำบลเขาหินซ้อน อำเภอพนมสารคาม จังหวัดฉะเชิงเทรา ซึ่งเป็นแหล่งเพาะปลูกมันสำปะหลังที่สำคัญแห่งหนึ่งของภาคตะวันออกและมีการปลูกมันสำปะหลังมาเป็นระยะเวลายาวนานจนเป็นอาชีพหลักของเกษตรกร ปัจจุบันมีพื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลัง จำนวน 307,206 ไร่ (ศูนย์สารสนเทศการเกษตร, 2550) จัดเป็นอันดับ 2 ของภาคตะวันออก และเป็น อันดับ 5 ของประเทศ ซึ่งแบบจำลองที่ได้จากการจำลองแบบเครือข่ายดังกล่าวได้มีการกำหนด โครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อม การเกษตรของมันสำปะหลังที่ได้มาจากเกษตรกรในพื้นที่ที่จริงจึงมีความสอดคล้องกับสภาพสิ่งแวดล้อมของพื้นที่ เกษตรกรสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการคาดการณ์ผลผลิตมันสำปะหลังได้ง่ายไม่สลับซับซ้อน ขณะเดียวกัน เกษตรกรยังสามารถรู้ได้ว่า ต้องมีจัดการ โครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรของมันสำปะหลังในพื้นที่ของเกษตรกรอย่างไรเพื่อให้เกิดผลผลิตสูงสุดตามสภาพแวดล้อมที่ต่างกันออกไป นอกจากนี้ วิธีการดังกล่าวสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการจำลองแบบเครือข่ายเพื่อทำนายผลผลิตมันสำปะหลังในพื้นที่อื่นๆ หรือพืชเศรษฐกิจชนิดอื่นๆ ต่อไป

วัตถุประสงค์

เพื่อจำลองแบบเครือข่ายการทำนายผลผลิตมันสำปะหลังในพื้นที่ศูนย์ศึกษาการพัฒนาเขาหินซ้อนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ ตำบลเขาหินซ้อน อำเภอพนมสารคาม จังหวัดฉะเชิงเทรา

วิธีดำเนินการวิจัย

พื้นที่ศึกษา

พื้นที่ศึกษาได้แก่แปลงปลูกมันสำปะหลังของเกษตรกรกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 102 แปลง ในพื้นที่ศูนย์ศึกษาการพัฒนาเขาหินซ้อนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ ซึ่งประกอบด้วยพื้นที่ 15 หมู่บ้าน ในตำบลเขาหินซ้อน และตำบลเกาะขนุน อำเภอพนมสารคาม จังหวัดฉะเชิงเทรา

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการศึกษา ได้แก่ เกษตรกรผู้ปลูกมันสำปะหลังในพื้นที่ศูนย์ศึกษาการพัฒนาเขาหินซ้อนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ อำเภอพนมสารคาม จังหวัดฉะเชิงเทรา กลุ่มตัวอย่างได้แก่แปลงปลูกมันสำปะหลังเกษตรกรผู้ปลูกมันสำปะหลังที่เป็นสมาชิกสหกรณ์พัฒนาเขาหินซ้อน ตำบลเขาหินซ้อน อำเภอพนมสารคาม จังหวัดฉะเชิงเทรา จำนวน 102 แปลง เกษตรกร 50 ราย ซึ่งในการเลือกกลุ่มตัวอย่างได้ปรึกษาเจ้าหน้าที่ศูนย์ศึกษาการพัฒนาเขาหินซ้อนอันเนื่องมาจากพระราชดำริถึงเกษตรกรผู้ปลูกมันสำปะหลังในพื้นที่ศึกษา จำแนกออกได้ 3 กลุ่มคือกลุ่มที่มีเงินทุนเป็นของตัวเอง กลุ่มเกษตรกรลูกค้าธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์ และกลุ่มเกษตรกรที่เป็นสมาชิกสหกรณ์การเกษตรพัฒนาเขาหินซ้อนจากนั้นจึงทำการสุ่มตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจงจากกลุ่มเกษตรกรผู้เป็นสมาชิกสหกรณ์การเกษตรพัฒนาเขาหินซ้อน เนื่องจากเป็นเกษตรกรกลุ่มที่มีการติดต่อกับศูนย์ศึกษาการพัฒนาเขาหินซ้อนอันเนื่องมาจากพระราชดำริมากที่สุด โดยผ่านทางสมาชิกสหกรณ์การเกษตรพัฒนาเขาหินซ้อน ซึ่งเมื่อผลการวิจัยครั้งนี้เสร็จสิ้นลงน่าจะสามารถนำไปส่งเสริมและเผยแพร่ให้แก่เกษตรกรกลุ่มนี้ได้โดยตรง ซึ่งมีคุณสมบัติ ดังนี้

1. เป็นเกษตรกรที่มีแปลงปลูกมันสำปะหลังเต็มฤดูการผลิตที่อยู่ในเขตพื้นที่หมู่บ้านรอบศูนย์

ศึกษาการพัฒนาเขาหินซ้อนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ ตำบลเขาหินซ้อน อำเภอพนมสารคาม จังหวัดฉะเชิงเทรา

2. เป็นเกษตรกรที่มีแปลงปลูกมันสำปะหลังอย่างต่อเนื่องในพื้นที่เดียวกัน อย่างน้อยในปีการผลิต 2549 และ 2550

เครื่องมือวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ประกอบด้วย

1. แบบสัมภาษณ์เกษตรกรผู้ประสบความสำเร็จในการประกอบอาชีพปลูกมันสำปะหลังในพื้นที่หมู่บ้านรอบศูนย์ศึกษาการพัฒนาเขาหินซ้อนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ ซึ่งเป็นเกษตรกรซึ่งเป็นที่ยอมรับของเกษตรกร และเจ้าหน้าที่ของส่วนราชการในพื้นที่ว่า มีความรู้ความสามารถในการปลูกมันสำปะหลังให้มีผลผลิตสูง เพื่อกำหนดตัวแปรของโครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรของมันสำปะหลัง

2. ตารางกำหนดตัวแปรของโครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรของมันสำปะหลัง

3. แบบสัมภาษณ์เกษตรกรผู้ปลูกมันสำปะหลัง เพื่อศึกษาหาโครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรของมันสำปะหลังและผลผลิตมันสำปะหลังในพื้นที่ศูนย์ศึกษาการพัฒนาเขาหินซ้อนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ แบ่งการเก็บข้อมูลออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

1. สัมภาษณ์เกษตรกรผู้ประสบความสำเร็จในการประกอบอาชีพการปลูกมันสำปะหลังในพื้นที่ศูนย์ศึกษาการพัฒนาเขาหินซ้อนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ อำเภอพนมสารคาม จังหวัดฉะเชิงเทราจำนวน 3 ราย เพื่อกำหนดตัวแปรของโครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรของมันสำปะหลัง โดยศึกษาจากการเลือกแบบเฉพาะเจาะจง คือ เกษตรตำบลเขาหิน

ซ้อน และเจ้าหน้าที่ศูนย์ศึกษาการพัฒนาเขาหินซ้อนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ จากนั้นใช้วิธีการโศว์บอลเทคนิค (snowball technique) เพื่อให้ได้รายชื่อเกษตรกรผู้ประสบความสำเร็จในการประกอบอาชีพการปลูกมันสำปะหลังในพื้นที่ศูนย์ศึกษาการพัฒนาเขาหินซ้อนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ

2. สัมภาษณ์เกษตรกรกลุ่มตัวอย่างจำนวน 50 ราย คิดเป็นแปลงปลูกมันสำปะหลังจำนวน 102 แปลง เพื่อศึกษาหาตัวแปรของโครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรของมันสำปะหลัง และผลผลิตที่ได้ในแปลงปลูกมันสำปะหลังของเกษตรกรกลุ่มตัวอย่าง

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลประกอบด้วย

1. วิเคราะห์หาความถี่ของตัวแปรของโครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรของมันสำปะหลัง

2. วิเคราะห์หาค่าสูงสุด ต่ำสุด ค่าเฉลี่ย และฐานนิยมของผลผลิตมันสำปะหลัง

3. แบ่งระดับผลผลิตของมันสำปะหลังออกเป็น 3 ระดับ โดยในการแบ่งระดับผลผลิต ได้ใช้หลักการจากผลการสัมภาษณ์เกษตรกรในพื้นที่ศึกษาการพัฒนาเขาหินซ้อนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ ที่กล่าวว่า หากได้ผลผลิตมันสำปะหลังตั้งแต่ 3.5 ตันต่อไร่ลงไป ถือว่าอยู่ในเกณฑ์ต่ำ แต่ถ้าเกษตรกรรายใดได้ผลผลิตตั้งแต่ 5 ตันต่อไร่ ขึ้นไปแล้ว ถือว่าได้ผลผลิตสูง

4. วิเคราะห์หาโครงสร้างที่มีความสัมพันธ์กับการให้ผลผลิตของมันสำปะหลัง โดยใช้สถิติ Chi-square

5. นำโครงสร้างที่มีความสัมพันธ์กับการให้ผลผลิตมันสำปะหลัง ไปจำลองแบบเครือข่าย

การจำลองแบบเครือข่าย

การจำลองแบบเครือข่ายเพื่อทำนายผลผลิตมันสำปะหลังมีขั้นตอน ดังนี้

1. แบ่งช่วงผลผลิตออกเป็น 3 ช่วง ได้แก่ ต่ำ ปานกลาง และสูง โดยใช้หลักการแบ่งช่วงผลผลิตจากผลการสัมภาษณ์เกษตรกร ที่ว่า ถ้าผลผลิตมันสำปะหลังตั้งแต่ 3.5 ตันต่อไร่ลงไปถือว่าอยู่ในเกณฑ์ต่ำ แต่ถ้าเกษตรกรรายได้ผลผลิตตั้งแต่ 5 ตันต่อไร่ขึ้นไปแล้วถือว่าได้ผลผลิตสูง

2. จัดเรียงรูปแบบโครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรของมันสำปะหลัง ทั้ง 102 แปลง โดยใช้เฉพาะโครงสร้างที่มีความสัมพันธ์กับการให้ผลผลิตของมันสำปะหลัง ตามเรียงลำดับตามผลผลิตจากน้อยไปหามาก ตามสมการ

$$\text{ผลผลิต} = f(\text{โครงสร้าง 1} + \text{โครงสร้าง 2} + \text{โครงสร้าง 3} + \dots + \text{โครงสร้าง n})$$

3. แบ่งรูปแบบโครงสร้างของมันสำปะหลัง ออกเป็น 3 ช่วง ตามระดับผลผลิต ได้แก่ สูง ปานกลาง และต่ำ

4. จำลองแบบโครงสร้างของแต่ละแปลงปลูกมันสำปะหลังในแต่ละช่วงผลผลิต

ผลการศึกษา

1) โครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรของมันสำปะหลังในพื้นที่ศูนย์ศึกษาการพัฒนาเขาหินซ้อนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ

จากการสัมภาษณ์เกษตรกรกลุ่มตัวอย่างพบว่า ในปีการผลิต 2550 โครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรของมันสำปะหลัง จำนวน 12 โครงสร้าง มี 2 โครงสร้างที่ไม่มีความแตกต่างกัน ประกอบด้วย การเตรียมดินโดยการใช้มูล 7 ไร่สองครั้ง และการกำจัดวัชพืชโดยการใช้ยาฆ่าแมลง ส่วนโครงสร้างอีก 10 โครงสร้าง ประกอบด้วย ดิน ลักษณะพื้นที่ พันธุ์ที่ใช้ ช่วงปลูก ระยะปลูก การใช้ปุ๋ย โรคและแมลงอายุเก็บเกี่ยว และวิธีการเก็บเกี่ยว มีตัวแปรแตกต่างกันออกไป โดยมีรายละเอียดดังตารางที่ 1

2) ผลผลิตของมันสำปะหลังในพื้นที่ศูนย์ศึกษาการพัฒนาเขาหินซ้อนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ

ตารางที่ 1 ตัวแปรของโครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรของมันสำปะหลัง ปีการผลิต 2550

โครงสร้าง	ตัวแปร	ความถี่	โครงสร้าง	ตัวแปร	ความถี่
1. ดิน	ดินทราย	47	7. ระยะปลูก	0.5-0.7 เมตร	37
	ดินร่วนปนทราย	20		0.8-1.0 เมตร	65
	ดินเหนียวปนทราย	12	8. การใช้ปุ๋ย	ไม่ใส่ปุ๋ย	2
	ดินร่วน	2		ใส่ปุ๋ยเคมี	19
	ดินเหนียว	21		ใส่ปุ๋ยอินทรีย์	55
2. ลักษณะพื้นที่	ที่ดอน	99	ใส่ปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยเคมี	26	
	ที่ลุ่ม	3	9. การกำจัดวัชพืช	ใช้ยาฆ่าแมลง	102
3. พันธุ์ที่ใช้	ระยอง 5	60		10. โรคและแมลง	ไม่พบ
	เกษตรศาสตร์ 50	27	พบเพลี้ยแป้ง		94
	ห้วยบง 60	15	11. อายุเก็บเกี่ยว	10 เดือน	12
4. ช่วงปลูก	ต้นฝน	54		11 เดือน	5
	ปลายฝน	48		12 เดือน	15
5. การเตรียมดิน	มูล 7 สองครั้ง	102	12. วิธีการเก็บเกี่ยว	ใช้แรงงานคนเก็บ	83
6. การยกร่อง	ยกร่อง	101		ใช้รถไถ แล้วคนเก็บ	19
		ไม่ยกร่อง	1		

จากการศึกษาพบว่า ในพื้นที่ศึกษาในช่วงเวลา 5 ปี (2546-2550) คือ ผลผลิตเฉลี่ยของมันสำปะหลัง 4.03 ตันต่อไร่ ปีการผลิต 2549 มีผลผลิตเฉลี่ยสูงสุด 4.09 ตันต่อไร่ ปีการผลิต 2547 ผลผลิตเฉลี่ยต่ำที่สุด 3.94 ตันต่อไร่ และมีผลผลิตสูงสุดเฉลี่ย 7.6 ตันต่อไร่ ปีการผลิต 2548 มีผลผลิตสูงสุด 8.5 ตันต่อไร่ และมีผลผลิตต่ำสุดเฉลี่ย 1.8 ตันต่อไร่ ในปีการผลิต 2547 มีผลผลิตต่ำสุด 1.2 ตันต่อไร่ และส่วนใหญ่เกษตรกร

ได้ผลผลิต 4 ตันต่อไร่ โดยมีรายละเอียดดังตารางที่ 2

3) โครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรที่มีความสัมพันธ์กับการให้ผลผลิตมันสำปะหลัง

จากการศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรของมันสำปะหลังในพื้นที่ศูนย์ศึกษาการพัฒนาเขาหินซ้อนอันเนื่องมาจากพระราชดำริกับผลผลิตมันสำปะหลัง พบว่า (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 2 ผลผลิตมันสำปะหลังในพื้นที่ศึกษา

ปีการผลิต (ตัน/ไร่)	ผลผลิตสูงสุด (ตัน/ไร่)	ผลผลิตต่ำสุด (ตัน/ไร่)	ผลผลิตที่พบมากที่สุด (ตัน/ไร่)	ผลผลิตเฉลี่ย
2546	8.0	2.3	4.0	4.06
2547	7.5	1.2	4.0	3.94
2548	8.5	2.1	4.0	4.07
2549	7.0	1.6	4.0	4.09
2550	7.0	1.8	4.0	4.03
เฉลี่ย	7.6	1.8	4.0	4.03

ตารางที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมกับผลผลิตมันสำปะหลัง

โครงสร้าง	df	χ^2	p value
1. ดิน	8	19.837	.006*
2. ลักษณะพื้นที่	2	2.095	.351
3. พันธุ์	4	8.364	.079
4. ช่วงปลูก	2	0.908	.635
5. การเตรียมดิน ^{1/}	-	-	-
6. การยกทรง	2	0.505	.777
7. ระยะปลูก	2	2.464	.292
8. การใส่ปุ๋ย	6	17.176	.009**
9. การกำจัดวัชพืช ^{1/}	-	-	-
10. โรคมแมลง	2	27.857	.000***
11. อายุเก็บเกี่ยว	4	4.619	.329
12. วิธีการเก็บเกี่ยว	2	2.975	.226

หมายเหตุ * p < .05

** p < .01

*** p < .001

^{1/} ไม่สามารถหาความสัมพันธ์ได้

(n=102)

3.1 โครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรของ มันสำปะหลังที่ไม่มีความสัมพันธ์กับการให้ผลผลิตมัน สำปะหลัง ประกอบด้วย ลักษณะพื้นที่ พันธุ์ ช่วงปลูก การยกร่อง ระยะปลูก อายุเก็บเกี่ยว และวิธีการเก็บ เกี่ยว

3.2 โครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อม การเกษตร ของมันสำปะหลังที่มีความสัมพันธ์กับการให้ผลผลิต มันสำปะหลังอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ได้แก่ ดิน ($\chi^2 = 19.837$)

3.3 โครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อม การเกษตร ของมันสำปะหลังที่มีความสัมพันธ์กับการให้ผลผลิต มันสำปะหลังอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ได้แก่ การใช้ปุ๋ย ($\chi^2 = 17.176$)

3.4 โครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อม การเกษตร ของมันสำปะหลังที่มีความสัมพันธ์กับการให้ผลผลิต มันสำปะหลังอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 ได้แก่ โรคมแมลง ($\chi^2 = 27.857$)

3.5 โครงสร้างที่ไม่สามารถหาความสัมพันธ์ได้ เนื่องจากไม่ความแตกต่างของโครงสร้าง ประกอบด้วย การเตรียมดิน และการกำจัดวัชพืช รายละเอียดดังตาราง ที่ 3

4) การจำลองแบบเครือข่าย

4.1 เมื่อแบ่งผลผลิตของมันสำปะหลังปีการผลิต โดยใช้หลักการแบ่งช่วงจากผลการสัมภาษณ์เกษตรกร ที่ กล่าวว่า ถ้าผลผลิตมันสำปะหลังตั้งแต่ 3.5 ตันต่อไร่ ลงไป ถือว่าอยู่ในเกณฑ์ต่ำ แต่ถ้าเกษตรกรรายใดได้ ผลผลิตตั้งแต่ 5 ตันต่อไร่ขึ้นไปแล้ว ถือว่าได้ผลผลิต สูง สามารถแบ่งช่วงผลผลิตได้ 3 ช่วง คือ ต่ำ ปาน กลางและสูง ซึ่งระดับผลผลิตที่มีความถี่มากที่สุด ได้แก่ ระดับปานกลาง (3.5-4.9) 52 แปลง คิดเป็นร้อยละ

ละ 50.98 รายละเอียดตาม ตารางที่ 4

4.2 เมื่อนำโครงสร้างที่มีความสัมพันธ์กับการ ให้ผลผลิตมันสำปะหลังมาสร้างสมการ เพื่อใช้ในการ จำลองแบบเครือข่าย มีการจัดเรียงสมการ ดังนี้

$$\text{ผลผลิต} = f(\text{ดิน} + \text{การใช้ปุ๋ย} + \text{โรคมแมลง})$$

จากสมการ สามารถอธิบายได้ว่า ในการ จำลองแบบเครือข่าย ผลผลิตที่ได้จะมีการ เปลี่ยนแปลงไปตามรูปแบบของสมการ ซึ่งประกอบด้วย ดิน จำนวน 5 องค์ประกอบ การใช้ปุ๋ย 4 องค์ ประกอบ และการพบโรคมแมลง 2 องค์ประกอบ

4.3 เมื่อนำรูปแบบแบบการจัดเรียงโครงสร้าง ระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรของมันสำปะหลังมา จำลองแบบเครือข่ายตามสมการ โดยแบ่งออกเป็น ช่วงตามระดับผลผลิตทั้ง 102 แปลง แล้วได้แบบจำลอง เครือข่ายดังนี้

1) ผลผลิตระดับต่ำ 1.8-3.5 ตันต่อไร่ จำนวน 30 แปลง ได้แบบจำลอง 13 แบบ (ตารางที่ 5)

2) ระดับปานกลาง ผลผลิต 3.6-4.9 ตันต่อไร่ จำนวน 52 แปลง ได้แบบจำลอง 12 แบบ (ตารางที่ 6)

3) ระดับสูง ผลผลิต 5.0-7.0 ตันต่อไร่ จำนวน 20 แปลง ได้แบบจำลอง 7 แบบ (ตารางที่ 7)

4) แบบจำลองที่ให้ผลผลิตสูงสุด คือ ผลผลิต 7 ตันต่อไร่ = $f(\text{ดินร่วนปนทราย} + \text{ใช้ ปุ๋ยเคมีและอินทรีย์} + \text{ไม่พบโรคมแมลง})$

สรุป

การจำลองแบบเครือข่ายเพื่อทำนายผลผลิตมัน สำปะหลังในพื้นที่ศูนย์ศึกษาการพัฒนาเขาหินซ้อน อันเนื่องมาจากพระราชดำริ ตำบลเขาหินซ้อน อำเภอ

ตารางที่ 4 ระดับผลผลิตมันสำปะหลังในปีการผลิต 2550

ผลผลิต (ตัน/ไร่)	ระดับ	จำนวน (แปลง)	ร้อยละ
1.8-3.5	ต่ำ	30	29.41
3.6-4.9	ปานกลาง	52	50.98
ตั้งแต่ 5.0	สูง	20	19.61

พนมสารคาม จังหวัดฉะเชิงเทรา ในครั้งนี้ เป็นการ
ศึกษาโดยใช้หลักการระบบสิ่งแวดล้อม (Principle of
Environmental Systems) มาเป็นหลักในการศึกษาหา
โครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรของมันสำปะ
หลังที่มีความสัมพันธ์กับการให้ผลผลิตมันสำปะหลัง
ซึ่งพบว่า ประกอบด้วยโครงสร้างสิ่งแวดล้อม
การเกษตรของมันสำปะหลัง จำนวน 3 โครงสร้าง
ประกอบด้วย ดิน การใช้ปุ๋ย และโรคแมลง และเมื่อ

ตารางที่ 5 แบบจำลองเครือข่ายที่ผลผลิตระดับต่ำ

model	ดิน	ปุ๋ย	โรค/แมลง	ผลผลิต (ตัน/ไร่)
1	ทราย	เคมี	พบ	3, 3.5
2	ทราย	อินทรีย์	พบ	2.8, 3.2
3	ทราย	เคมีและอินทรีย์	พบ	3
4	ร่วนปนทราย	เคมี	พบ	1.8
5	ร่วนปนทราย	อินทรีย์	พบ	3, 3.5
6	ร่วนปนทราย	เคมีและอินทรีย์	พบ	3, 3.2, 3.5
7	เหนียวปนทราย	เคมี	พบ	3.5
8	เหนียวปนทราย	อินทรีย์	พบ	3
9	เหนียวปนทราย	เคมีและอินทรีย์	พบ	3.5
10	ร่วน	เคมี	พบ	3
11	เหนียว	เคมี	พบ	3, 3.1, 3.5
12	เหนียว	อินทรีย์	พบ	2, 3
13	เหนียว	เคมีและอินทรีย์	พบ	3.2

ตารางที่ 6 แบบจำลองเครือข่ายที่ผลผลิตระดับปานกลาง

model	ดิน	ปุ๋ย	โรค/แมลง	ผลผลิต (ตัน/ไร่)
1	ทราย	ไม่ใส่	พบ	4.5
2	ทราย	เคมี	ไม่พบ	4.5
3	ทราย	เคมี	พบ	4, 4.5
4	ทราย	เคมีและอินทรีย์	พบ	3.8, 4, 4.5
5	ร่วนปนทราย	อินทรีย์	พบ	4, 4.5
6	เหนียวปนทราย	อินทรีย์	ไม่พบ	4
7	เหนียวปนทราย	อินทรีย์	พบ	4, 4.1
8	เหนียวปนทราย	เคมีและอินทรีย์	พบ	4
9	ร่วน	อินทรีย์	พบ	4
10	เหนียว	อินทรีย์	ไม่พบ	3.7
11	เหนียว	อินทรีย์	พบ	4, 4.5
12	เหนียว	เคมีและอินทรีย์	พบ	3.7, 4, 4.2

นำโครงสร้างทั้ง 3 โครงสร้าง มาจำลองแบบเครือข่าย โดยเริ่มจากการแบ่งผลผลิตออกเป็น 3 ระดับ คือ ต่ำ (1.8-3.5 ตันต่อไร่) ปานกลาง (3.6-4.9 ตันต่อไร่) และ สูง (5.0-7.0 ตันต่อไร่) แล้วนำโครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรที่มีความสัมพันธ์กับการให้ผลผลิต จำนวน 3 โครงสร้าง มาจำลองแบบตามรูปแบบแต่ละแปลงปลูกมันสำปะหลัง โดยจัดเรียงลำดับ คือ ดิน การใช้ปุ๋ย และโรคแมลง ทั้งหมด 102 แปลง พบว่า ผลผลิตระดับต่ำ มี 13 แบบจำลอง ผลผลิตระดับปานกลาง มี 12 แบบจำลอง และผลผลิตระดับสูง มี 7 แบบจำลอง ซึ่งแบบจำลองที่สร้างขึ้นมีลักษณะพิเศษที่แตกต่างไปจากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ คือ เป็นแบบจำลองที่ง่ายต่อการใช้ประโยชน์ มีตัวแปรเพียง 3 ตัวแปร เกษตรกรสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการคาดการณ์ผลผลิตได้โดยไม่ต้องมีการเก็บข้อมูลตัวเลขที่มีความซับซ้อน ยุ่งยาก แล้วจึงต้องนำไปป้อนข้อมูลลงในโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อคำนวณผลอีกทีหนึ่งที่สำคัญ โครงสร้างของระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรของมันสำปะหลัง และตัวแปรในการศึกษาครั้งนี้ เป็นสิ่งที่เกิดขึ้นจากการสัมภาษณ์เกษตรกรในพื้นที่ศึกษาซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการกำหนดแนวทางการจัดการโครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรของมันสำปะหลังในพื้นที่ศูนย์ศึกษาการพัฒนาเขาหินซ้อนอันเนื่องมาจากพระราชดำริซึ่งมีลักษณะเฉพาะ ให้เหมาะสม เพื่อให้เกษตรกรมีผลผลิตมันสำปะหลังได้เต็มประสิทธิภาพ ต่อไป

วิจารณ์ผล

การจำลองแบบเครือข่ายในการศึกษาครั้งนี้ เป็นการสร้างแบบจำลองที่ใช้ข้อมูลได้จากการสัมภาษณ์เกษตรกรถึงโครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรของมันสำปะหลังในพื้นที่ศูนย์ศึกษาการพัฒนาเขาหินซ้อนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ ซึ่งเมื่อได้โครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรของมันสำปะหลังมาแล้ว ได้มีการศึกษาหาโครงสร้างที่มีความสัมพันธ์กับการให้ผลผลิตมันสำปะหลัง แล้วถึงนำมาจำลองแบบเครือข่ายเพื่อทำนายผลผลิตมันสำปะหลังในที่สุด ซึ่งในการใช้ประโยชน์ของการเกษตรนั้น เกษตรกรสามารถเปรียบเทียบการจัดเรียงโครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรของมันสำปะหลังในแปลงของเกษตรกรกับแบบจำลองเครือข่ายที่สร้างขึ้นว่า มีการจัดเรียงเหมือนแบบจำลองใด เกษตรกรก็สามารถที่จะคาดการณ์ผลผลิตมันสำปะหลังที่จะได้ในเบื้องต้นว่า ปีการผลิตนั้นจะอยู่ในระดับใด ซึ่งจะมีความแตกต่างจากการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่มีลักษณะเป็นการทดลอง มีการกำหนดตัวแปรไว้ก่อนแล้ว จากนั้นจึงนำข้อมูลที่เก็บได้ป้อนเข้าไปในโปรแกรม จึงจะได้ผลออกมาใช้ในการทำนายผลผลิตของพืชชนิดต่างๆ ซึ่งการใช้ประโยชน์จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์จะมีความยุ่งยากต่อการใช้งานของเกษตรกรที่จะต้องมาคอยเก็บข้อมูลที่มีความสลับซับซ้อน และมีเป็นจำนวนมาก ตลอดจนต้องนำ

ตารางที่ 7 แบบจำลองเครือข่ายที่ผลผลิตระดับสูง

model	ดิน	ปุ๋ย	โรค/แมลง	ผลผลิต (ตัน/ไร่)
1	ร่วน	เคมี	พบ	5
2	ร่วน	อินทรีย์	พบ	5,5.1
3	ร่วน	เคมีและอินทรีย์	พบ	5
4	ร่วนปนทราย	เคมี	ไม่พบ	5,6.2
5	ร่วนปนทราย	อินทรีย์	พบ	5, 5.1,5.2
6	ร่วนปนทราย	เคมีและอินทรีย์	ไม่พบ	7
7	ร่วนปนทราย	เคมีและอินทรีย์	พบ	6.3

ไปป้อนข้อมูลลงในโปรแกรมคอมพิวเตอร์อีกครั้งหนึ่ง ดังการศึกษาของสุลาวัลย์ (2547) เรื่อง แบบจำลอง การเอมไพริเคิลเพื่อใช้ทำนายผลผลิตอ้อยระดับแปลง ปลูกในจังหวัดนครราชสีมา ทำการศึกษาหาความสัมพันธ์ของผลผลิตอ้อยที่คาดว่าจะได้รับกับปัจจัย การผลิตการเกษตรต่างๆ ซึ่งผลที่ได้นำไปใช้ในการ ทำนายผลผลิตอ้อยในพื้นที่จังหวัดนครราชสีมา ซึ่ง ในแบบจำลองดังกล่าวต้องมีการหาค่าสัมประสิทธิ์ เพื่อใช้ในการคำนวณหาผลผลิตที่คาดว่าจะได้รับ ประกอบด้วย ค่าคงที่ของผลผลิตอ้อยในแต่ละพันธุ์ ค่าคงที่ของอายุอ้อยที่ปลูก ค่าสหสัมพันธ์ของ ปฏิกริยาดินต่อผลผลิตอ้อย ค่าสหสัมพันธ์ของความ สามารถในการแลกเปลี่ยนของดินต่อผลผลิตอ้อย ค่าสหสัมพันธ์ของความหนาแน่นรวมของดินต่อ ผลผลิตอ้อย ค่าสหสัมพันธ์ของการนำน้ำของดิน ขณะดินอิ่มตัวด้วยน้ำต่อผลผลิตอ้อย ค่าสหสัมพันธ์ ของครรชนีเนื้อดินต่อผลผลิตอ้อย ปริมาณน้ำฝนใน 1 ปีต่อผลผลิตอ้อย และค่าสหสัมพันธ์ของจำนวนวัน ฝนตกต่อผลผลิตอ้อย ซึ่งเกษตรกรผู้ที่มีความรู้ระดับทาง วิชาการและเทคโนโลยีน้อยไม่สามารถทำได้

ดังนั้น การจำลองแบบเครือข่ายเพื่อทำนาย ผลผลิตมันสำปะหลังในครั้งนี้ จึงเป็นการสร้างแบบ จำลองที่ใช้ข้อมูลโครงสร้าง และผลผลิตจริงจาก เกษตรกรในพื้นที่ศึกษาซึ่งเป็นข้อมูลจริงและเกษตรกร สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ง่าย อันจะเป็นการช่วย ทำให้เกษตรกรสามารถคาดการณ์ผลผลิตที่จะได้ใน แต่ละปีการผลิต สามารถคาดการณ์รายได้ที่จะได้ใน ปีการผลิตนั้น เพื่อใช้ประกอบการจัดการโครงสร้าง ระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรในปีต่อไป นอกจากนี้ เกษตรกรยังสามารถเลือกแนวทางการจัดการ โครงสร้างระบบสิ่งแวดล้อมการเกษตรของมันสำปะ หลังเพื่อให้ได้ผลผลิตสูงตามสภาพแวดล้อม ต่อไป

คำขอบคุณ

การวิจัยนี้ ได้รับทุนสนับสนุนจากมูลนิธิวิจัย พัฒนา

เอกสารอ้างอิง

- เกษม จันทร์แก้ว. 2547. *วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม*. พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์.
- จันจิรา ศิริสุวรรณ. 2547. *การศึกษาการประยุกต์ใช้ แบบจำลองการปลูกพืชในการคำนวณอัตราปุ๋ยที่เหมาะสมสำหรับข้าวโพดบนชุดดินลพบุรี*. กรุงเทพมหานคร: วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ศูนย์สารสนเทศการเกษตร. 2550. *ข้อมูลพื้นฐาน เศรษฐกิจการเกษตร ปี 2550*. สำนักงานเศรษฐกิจ การเกษตร. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพมหานคร.
- สุลาวัลย์ สุทธิวรวงศ์. 2547. *แบบจำลองการเอมไพริเคิลเพื่อใช้ทำนายผลผลิตอ้อยระดับแปลงปลูก ในจังหวัดนครราชสีมา*. กรุงเทพมหานคร: วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์.