การทำนายผลผลิตมันสำปะหลังในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย

PREDICTING CASSAVA YIELD IN NORTHEASTERN REGION OF THAILAND

จุฑารัตน์ ศรีชะบา
JUTARAT SRICHABA

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสถิติและการวิเคราะห์ธุรกิจ
ภาควิชาสถิติประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2563
KMITL-2020-SC-M-050-051

การทำนายผลผลิตมันสำปะหลังในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย

PREDICTING CASSAVA YIELD IN NORTHEASTERN REGION OF THAILAND

จุฑารัตน์ ศรีชะบา

JUTARAT SRICHABA

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสถิติและการวิเคราะห์ธุรกิจ
ภาควิชาสถิติประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2563

KMITL-2020-SC-M-050-051

PREDICTING CASSAVA YIELD IN NORTHEASTERN REGION OF THAILAND

JUTARAT SRICHABA

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE IN STATISTICS AND BUSINESS ANALYTICS

DEPARTMENT OF APPLICATION STATISTICS FACULTY OF SCIENCE
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2020
KMITL-2020-SC-M-050-051

COPYRIGHT 2020
FACULTY OF SCIENCE
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การทำนายผลผลิตมันสำปะหลังในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย
นักศึกษา นางสาวจุฑารัตน์ ศรีชะบา
รหัสประจำตัว 61605089
ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (สถิติและการวิเคราะห์ธุรกิจ)
ภาควิชา สถิติ
พ.ศ. 2563
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์สายชล สินสมบูรณ์ทอง

บทคัดย่อ

มันสำปะหลังเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย ซึ่งประเทศไทยเป็นประเทศผู้ผลิตมันสำปะหลังลำดับที่ 2 ของโลก และเป็นประเทศผู้ส่งออกมันสำปะหลังและผลิตภัณฑ์รายใหญ่ของโลก งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อผลผลิตมันสำปะหลัง เปรียบเทียบประสิทธิภาพในการทำนายผลผลิตมันสำปะหลังของวิธีการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณและวิธีโครงข่ายประสาทเทียม การศึกษาครั้งนี้ใช้ข้อมูลทุติยภูมิปี 2562 ของอำเภอที่มีการปลูกมันสำปะหลังในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จำนวน 313 อำเภอ ซึ่งเก็บรวบรวมข้อมูลปัจจัยต่าง ๆ จากหน่วยงานราชการ และเปรียบเทียบประสิทธิภาพของวิธีการทำนายด้วยค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย ผลการศึกษาพบว่าวิธีการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณมีค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยเท่ากับ 13,334.57 วิธีโครงข่ายประสาทเทียมโดยใช้โปรแกรม R-Studio มีค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยเท่ากับ 12,286.38 สรุปได้ว่าวิธีโครงข่ายประสาทเทียมโดยใช้โปรแกรม R-Studio มีประสิทธิภาพในการทำนายผลผลิตมันสำปะหลังภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยมากกว่าวิธีการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ

คำสำคัญ : การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ โครงข่ายประสาทเทียม ผลผลิตต่อไร่มันสำปะหลัง

Thesis Title	Predicting Cassava Yield in Northeastern Region of Thailand
Student Name	Miss Jutarat Srichaba
Student ID	61605089
Degree	Master of Science (Statistics and Business Analytics)
Department	Statistics
Year	2019
Thesis Advisor	Assoc. Prof. Saichon Sinsomboonthong

Abstract

Cassava is an important cash crop in Thailand. Thailand ranks the world's second biggest producer of cassava and also the major exporter of cassava and related products. The objective of this research by study the factors that affect cassava yield, and comparing the efficiency between multiple regression analysis and artificial neural network. This study uses secondary data of the year 2019 from 313 districts in the northeastern part of Thailand having cassava cultivation, collected by various government agencies. By comparing the efficiency of prediction methods with mean squares error, results show that multiple regression analysis gives mean squares error of 13,334.57, artificial neural network method using the program R-Studio gives mean squares error of 12,286.38. In conclusion, the artificial neural network method using the program R-Studio is more effective in predicting cassava yield in the northeastern region of Thailand than by multiple regression analysis.

Keywords : Multiple Regression Analysis, Artificial Neural Networks, Cassava Yield.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดีนั้น ผู้วิจัยขอขอบคุณทุกท่านที่ให้คำชี้แนะ ซึ่งประกอบด้วยรศ.สายชล สินสมบูรณ์ทอง อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผศ.ดร.สมศรี บัณฑิตวิไล กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ รศ.ดร.ลี่ลี อิงศรีสว่าง ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และบุคลากรจากสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร งานวิจัยนี้ไม่สามารถเกิดขึ้นได้ถ้าไม่ได้ข้อมูลสนับสนุนจากหน่วยงานต่าง ๆ ได้แก่ สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กรมส่งเสริมการเกษตร กรมอุตุนิยมวิทยา และกรมพัฒนาที่ดิน ผู้วิจัยขอขอบคุณหน่วยงานที่เกี่ยวข้องที่ให้การสนับสนุนด้านข้อมูลเพื่อใช้ในงานวิจัย

นอกจากนี้ผู้วิจัยขอบคุณเฟซบุ๊คเพจ DataRockie ที่เปิดคอร์สเรียนออนไลน์ให้ผู้วิจัยได้ศึกษาโปรแกรม R-Studio ขอบคุณมหาวิทยาลัยราชธานีที่เปิดโอกาสให้ผู้วิจัยได้นำเสนอผลงานวิจัยในช่วงที่มีการระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา (Covid-19) และขอบคุณผู้ที่ให้ความช่วยเหลือทุกท่านที่ไม่ได้เอ่ยนามในที่นี้ด้วย

นางสาวจุฑารัตน์ ศรีชะบา

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ก

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ข

กิตติกรรมประกาศ ค

สารบัญ ง

สารบัญตาราง ฉ

สารบัญรูป ช

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย 3

1.3 สมมุติฐานของงานวิจัย 3

1.4 ขอบเขตของงานวิจัย 3

1.5 ตัวแปร 3

1.6 นิยามศัพท์ 3

1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 4

บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 5

2.1 ข้อมูลทั่วไปของมันสำปะหลัง 5

2.2 การเปรียบเทียบพื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลังและอ้อยโรงงานในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 9

2.3 การเปรียบเทียบราคามันสำปะหลังและราคาอ้อยโรงงาน 10

2.4 ปริมาณน้ำฝนและจำนวนวันฝนตกของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 10

2.5 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 11

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 18

บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย 22

3.1 ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา 22

3.2 การเก็บรวบรวมข้อมูล 23

3.3 การวิเคราะห์ข้อมูล 24

บทที่ 4 ผลการวิจัยและการอภิปรายผล 27

4.1 การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ 28

4.2 การวิเคราะห์โครงข่ายประสาทเทียม 42

4.3 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของวิธีการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณและ และหาร้อยละค่าคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยของวิธีที่ดีที่สุด 43

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 45

5.1 สรุปผลการวิจัย 45

5.2 ข้อเสนอแนะ 46

บรรณานุกรม 47

ภาคผนวก 49

ภาคผนวก ก ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ 50

ภาคผนวก ข ค่าปลายสุด 56

ภาคผนวก ค พล็อตการกระจายแสดงความสัมพันธ์ของตัวแปร 57

ภาคผนวก ง การลงข้อมูลในโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ SPSS 58

ภาคผนวก จ การเขียนโปรแกรม R-Studio สำหรับการวิเคราะห์โครงข่ายประสาทเทียม 59

ภาคผนวก ฉ ค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยของการทำนายผลผลิตมันสำปะหลังด้วย วิธีโครงข่ายประสาทเทียมโดยใช้โปรแกรม R-Studio 61

ประวัติผู้เขียน 65

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 เนื้อที่เพาะปลูก เนื้อที่เก็บเกี่ยว ผลผลิต ผลผลิตต่อไร่ของมันสำปะหลังและจำนวนครัวเรือนผู้ปลูกมันสำปะหลัง ปี 2553-2562 5

ตารางที่ 2.2 เนื้อที่เพาะปลูก เนื้อที่เก็บเกี่ยว ผลผลิต ผลผลิตต่อไร่ของมันสำปะหลังและจำนวนครัวเรือนปลูกมันสำปะหลัง ปี 2562 6

ตารางที่ 2.3 ปริมาณและมูลค่าการส่งออกผลิตภัณฑ์มันสำปะหลังของประเทศคู่ค้าที่สำคัญ ปี 2562 7

ตารางที่ 2.4 อัตราแปลงผลผลิตมันสำปะหลัง 8

ตารางที่ 2.5 จำนวนแหล่งรับซื้อหัวมันสำปะหลังจำแนกตามรายภาค 8

ตารางที่ 2.6 พื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลังและอ้อยโรงงานในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ปี 2553-2562 9

ตารางที่ 3.1 การเก็บรวบรวมข้อมูล 23

ตารางที่ 4.1 การตรวจสอบการแจกแจงแบบปรกติของตัวแปรตามด้วยการทดสอบลิลลีโฟรส์ 28

ตารางที่ 4.2 การตรวจสอบความสัมพันธ์กันในเชิงเส้นของตัวแปรอิสระและตัวแปรตามด้วยค่าสัมประสิทธิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน 28

ตารางที่ 4.3 การตรวจสอบความสัมพันธ์เชิงเส้นพหุระหว่างตัวแปรอิสระด้วยค่าความคลาดเคลื่อนยินยอมและค่า VIF 30

ตารางที่ 4.4 การเลือกตัวแปรอิสระเข้าในสมการถดถอยพหุคูณ 31

ตารางที่ 4.5 ผลสรุปตัวแบบ 32

ตารางที่ 4.6 การวิเคราะห์ความแปรปรวน 35

ตารางที่ 4.7 สัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณ 36

ตารางที่ 4.8 การตรวจสอบการแจกแจงปรกติของส่วนเหลือด้วยการทดสอบลิลลีโฟรส์ 40

ตารางที่ 4.9 ค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยของวิธีการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ 42

ตารางที่ 4.10 การเปรียบเทียบผลการทำนายทั้ง 2 วิธี 43

ตารางที่ 4.11 ร้อยละค่าคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยของวิธีโครงข่ายประสาทเทียมโดยใช้โปรแกรม R-Studio 44

ตารางที่ ก ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ 50

ตารางที่ ข ค่าปลายสุดของข้อมูลชุดนี้ 56

ตารางที่ ง การลงข้อมูลในโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ SPSS 57

ตารางที่ ฉ ค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยของการทำนายผลผลิตมันสำปะหลังด้วยวิธีโครงข่ายประสาทเทียมโดยใช้โปรแกรม R-Studio 61

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 2.1 เนื้อที่เพาะปลูกมันสำปะหลัง ปี 2562 6
รูปที่ 2.2 ราคามันสำปะหลังและราคาอ้อยโรงงาน 10
รูปที่ 2.3 ปริมาณน้ำฝนและจำนวนวันฝนตกของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 10
รูปที่ 2.4 โครงข่ายประสาทเทียม 15
รูปที่ 3.1 ค่าปลายสุด 25
รูปที่ 4.1 ความแปรปรวนของค่าคลาดเคลื่อน 41
รูปที่ 4.2 โครงข่ายประสาทเทียมที่ดีที่สุดสำหรับข้อมูลชุดนี้ 43
รูปที่ 4.3 เปรียบเทียบค่าจริงและค่าทำนายด้วยวิธีโครงข่ายประสาทเทียมโดยใช้โปรแกรม R-Studio 44
รูปที่ ค พล็อตการกระจายแสดงความสัมพันธ์ของตัวแปร 57

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ประเทศไทยเป็นประเทศผู้ส่งออกมันสำปะหลังและผลิตภัณฑ์ที่สำคัญ โดยปี 2560 มีส่วนแบ่งการตลาดโลกร้อยละ 64.46 ซึ่งผลผลิตมันสำปะหลังของประเทศไทยนั้นเข้าสู่กระบวนการแปรรูปทั้งหมด โดยแปรรูปเป็นมันเส้น มันอัดเม็ด แป้งมันสำปะหลัง และเอทานอล เป็นต้น เพื่อใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมต่อเนื่อง เช่น อาหาร อาหารสัตว์ สารให้ความหวาน ผงชูรส กระดาษ สิ่งทอ เคมีภัณฑ์และพลังงาน โดยในแต่ละปีมีความต้องการใช้ในประเทศประมาณร้อยละ 25-30 และส่งออกร้อยละ 70-75 ปี 2561 ที่ผ่านมาคาดว่าปริมาณการส่งออกผลิตภัณฑ์มันสำปะหลังลดลงประมาณร้อยละ 22.85 เนื่องจากผลผลิตมันสำปะหลังสดลดลง สำหรับปี 2562 คาดว่าการส่งออกผลิตภัณฑ์มันสำปะหลังเพิ่มขึ้นจากปี 2561 เล็กน้อย เนื่องจากผลผลิตมันสำปะหลังเพิ่มขึ้นและประเทศคู่ค้ามีความต้องการผลิตภัณฑ์มันสำปะหลังอย่างต่อเนื่อง ทั้งในรูปของมันเส้นและแป้งมันสำปะหลัง (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2561)

ผู้วิจัยได้เลือกศึกษามันสำปะหลังในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เนื่องจากเป็นแหล่งเพาะปลูกมันสำปะหลังที่สำคัญของประเทศ และมีพืชเศรษฐกิจเหมือนกันคือ ข้าว อ้อยโรงงาน และมันสำปะหลัง ประกอบกับพฤติกรรมการทำเกษตรของเกษตรกรในภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีการปลูกมันสำปะหลังและอ้อยโรงงานสลับกัน นอกจากนี้ยังพบว่าในปีที่เกิดภัยแล้ง เกษตรกรปลูกมันสำปะหลังในพื้นที่นาและปลูกแทนอ้อยโรงงาน เนื่องจากมันสำปะหลังเป็นพืชที่ใช้น้ำน้อยและทนแล้ง อ้อยโรงงานจึงเป็นพืชแข่งขันที่สำคัญของการปลูกมันสำปะหลังในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2561)

ปี 2562 ประเทศไทยประสบกับปัญหาทางสภาพภูมิอากาศ เกิดปรากฏการณ์เอลนิโญ่ ส่งผลให้อุณหภูมิสูงขึ้น ฝนน้อย น้ำน้อย ฝนทิ้งช่วง เกิดภัยแล้ง ฤดูฝนมาช้ากว่าปกติ ปีนี้ประเทศไทยเข้าสู่ฤดูฝนในสัปดาห์ที่ 3 ของเดือนพฤษภาคม และคาดว่าปริมาณฝนรวมของทั้งประเทศในช่วงฤดูฝนปีนี้จะน้อยกว่าค่าปกติประมาณร้อยละ 5-10 (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2562) การเปลี่ยนแปลงทางสภาพอากาศส่งผลต่อการทำเกษตรของประเทศไทย เนื่องจากพื้นที่ทำการเกษตรบางส่วนของประเทศไทยอยู่นอกเขตชลประทาน ต้องพึ่งพาปริมาณน้ำฝน เกษตรกรบางส่วนปรับเปลี่ยนการปลูกพืชตามปริมาณน้ำฝน นอกจากนี้ปัญหาด้านราคาสินค้าเกษตรที่มีความผันผวนเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ปลูกพืชและผลผลิตที่จะออกสู่ตลาด มันสำปะหลังเป็นพืชที่สามารถชะลอการเก็บเกี่ยวได้ ที่ผ่านมาพบว่าเมื่อมันสำปะหลังราคาตกต่ำ เกษตรกรบางรายชะลอการเก็บเกี่ยวเพื่อรอราคาที่ตนเองพึงพอใจ และในช่วงที่มันสำปะหลังมีราคาสูง เกษตรกรบางรายเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังก่อนครบอายุ (โดยปกติเกษตรกรจะเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังในช่วงอายุ 8-12 เดือน)

ความไม่แน่นอนทางสภาพภูมิอากาศ ราคา และการเกิดโรคระบาดอาจส่งผลให้คาดการณ์ผลผลิตมันสำปะหลังลดลง ซึ่งในความเป็นจริงผลผลิตออกสู่ตลาดมากขึ้น ดังนั้นในการคาดการณ์ผลผลิตจึงควรพิจารณาปัจจัยอื่น ๆ เช่น พื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลัง ราคาพืชแข่งขัน ในปัจจุบันภาครัฐมีโครงการบริหารจัดการพื้นที่เกษตรกรรม (Zoning by Agri-Map) เพื่อบริหารจัดการการเพาะปลูกพืชให้เหมาะสมกับชนิดดิน และควบคุมผลผลิตที่จะออกสู่ตลาด ซึ่งควรวางแผนในระดับอำเภอ เพราะสามารถควบคุมพื้นที่ได้ง่าย ลดค่าใช้จ่ายในการขนส่งสินค้าไปขาย และสามารถรวมกลุ่มกันเพื่อทำเกษตรแปลงใหญ่เพื่อลดต้นทุนการผลิต ทั้งนี้ สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรมีการพยากรณ์ผลผลิตมันสำปะหลังระดับจังหวัด แต่ยังไม่มีการพยากรณ์ผลผลิตมันสำปะหลังในระดับอำเภอ การศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่ามีหลายงานวิจัยที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการพยากรณ์ผลผลิตมันสำปะหลังภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ตัวอย่าง เช่น การเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการทำนายราคายางพาราระหว่างวิธีการวิเคราะห์การถดถอยแบบพหุคูณกับวิธีโครงข่ายประสาทเทียม (ธวัชชัย อดิเทพสถิต และคณะ, 2557) การเลือกตัวแบบทำนายผลผลิตการเกษตรที่เหมาะสม (นรวัฒน์ เหลืองทอง และนันทชัย กานตานันทะ, 2559) การทำนายปริมาณความต้องการสับปะรดกระป๋องของประเทศไทย (ปรียาณัฐ เอื๊ยบศิริเมธี และคณะ, 2559) แบบจำลองการทำนายราคามันสำปะหลังโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียมแบบหลายชั้น (ผุสดี บุญรอด และกรวัฒน์ พลเยี่ยม, 2560) การพัฒนาโครงข่ายประสาทเทียมเพื่อวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้น สำหรับสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (มาริสา มาแตง, 2560) การพัฒนาตัวแบบทางสถิติเพื่อทำนายผลผลิตข้าวในเขตภาคเหนือตอนล่าง (อนามัย นาอุดม และจรัสศรี รุ่งรัตนาอุบล, 2558) แบบจำลองผลผลิตเมล็ดของดอกคำฝอย (Abdipour, M. et al., 2019) การทำนายผลผลิตมันฝรั่งอินทรีย์โดยใช้ระบบไถพรวนและคุณสมบัติของดิน (Abrougui, K. et al., 2019) การทำนายปริมาณน้ำมันหอมระเหยของเครื่องเทศอโจวาน (Niazian, M. et al., 2018) การทำนายความแน่นของผลกีวีโดยใช้ความเข้มข้นของแร่ธาตุในผลกีวี (Torkashvand, A. M. et al., 2017) การประมาณผลผลิตเมล็ดทานตะวันโดยใช้วิธีการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณและโครงข่ายประสาทเทียม (Wenzhi, Z. et al., 2018) จากผลการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องที่กล่าวมาข้างต้นพบว่าทุกงานวิจัยให้ผลการศึกษาเหมือนกันคือวิธีโครงข่ายประสาทเทียมมีประสิทธิภาพสูงกว่าวิธีการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ

จากสาเหตุต่าง ๆ ที่กล่าวมาข้างต้น ซึ่งส่งผลต่อผลผลิตมันสำปะหลัง ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาการทำนายผลผลิตมันสำปะหลัง เพื่อให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องใช้ในการวางแผนควบคุมปริมาณผลผลิตมันสำปะหลังให้เพียงพอกับความต้องการใช้ของประเทศ สำหรับงานวิจัยนี้ผู้วิจัยจึงใช้วิธีการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ (Multiple Regression Analysis) และโครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Networks) ซึ่งเป็นวิธีที่เหมาะสมในการทำนายผลผลิตมันสำปะหลัง เนื่องจากต้องพิจารณาปัจจัยต่าง ๆ ที่อาจส่งผลต่อผลผลิตมันสำปะหลัง ผู้วิจัยจึงสนใจเปรียบเทียบวิธีการทั้ง 2 วิธีด้วยร้อยละค่าคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Absolute Percentage Error : MAPE) เพื่อหาวิธีการทำนายที่เหมาะสมกับข้อมูลชุดนี้

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1) ศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อผลผลิตมันสำปะหลัง

2) เปรียบเทียบประสิทธิภาพของวิธีการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณและวิธีโครงข่ายประสาทเทียม

1.3 สมมติฐานของงานวิจัย

ปัจจัยต่างด้านราคามันสำปะหลังปีที่แล้ว ราคาอ้อยโรงงานปีที่แล้ว เนื้อที่ปลูกมันสำปะหลัง ปริมาณปุ๋ยเคมี ปริมาณปุ๋ยอินทรีย์ อายุตั้งแต่ปลูกถึงเก็บเกี่ยว ปริมาณน้ำฝนปีที่แล้ว และความเหมาะสมของดิน ส่งผลต่อผลผลิตมันสำปะหลังในทิศทางบวก ส่วนปัจจัยด้านเนื้อที่เสียหายมันสำปะหลัง การระบาดของโรคและแมลง และภัยธรรมชาติ ส่งผลต่อผลผลิตมันสำปะหลังในทิศทางลบ

1.4 ขอบเขตของงานวิจัย

ข้อมูลที่นำมาใช้ในการศึกษาครั้งนี้เป็นข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary Data) โดยใช้ข้อมูลปี 2562 ของแต่ละอำเภอที่มีการปลูกมันสำปะหลังในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จำนวน 313 อำเภอ ซึ่งรวบรวมข้อมูลจากหน่วยงานราชการ เพื่อนำมาศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อผลผลิตมันสำปะหลัง และเปรียบเทียบประสิทธิภาพของวิธีการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณและวิธีโครงข่ายประสาทเทียม โดยใช้ค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย จากนั้นนำวิธีการทำนายที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดมาทำนายข้อมูลชุดที่ 2 และคำนวณหาร้อยละค่าคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย

1.5 ตัวแปร

1) จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องและการพยากรณ์ของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร ผู้วิจัยเลือกปัจจัยที่นำมาเป็นตัวแปรอิสระ ได้แก่ ราคามันสำปะหลังปีที่แล้ว ราคาอ้อยโรงงานปีที่แล้ว เนื้อที่ปลูกมันสำปะหลัง ปริมาณปุ๋ยเคมี ปริมาณปุ๋ยอินทรีย์ อายุตั้งแต่ปลูกถึงเก็บเกี่ยว เนื้อที่เสียหายมันสำปะหลัง ปริมาณน้ำฝนปีที่แล้ว ความเหมาะสมของดิน การระบาดของโรคและแมลง และภัยธรรมชาติ

2) ตัวแปรตาม ได้แก่ ผลผลิตมันสำปะหลัง

1.6 นิยามศัพท์

มันสำปะหลัง หมายถึง มันสำปะหลังที่เกษตรกรเก็บเกี่ยวผลผลิตหรือขุดระหว่างวันที่ 1 ตุลาคม ถึงวันที่ 30 กันยายนของปีถัดไป โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อขายผลผลิตให้แก่ลานมันเส้น โรงงานมันอัดเม็ด โรงงานแป้งมัน และโรงงานแปรรูปอื่น ๆ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2557)

เนื้อที่เพาะปลูก หมายถึง เนื้อที่มันสำปะหลังที่สามารถเก็บเกี่ยวได้ในปีนั้น รวมกับเนื้อที่เสียหายสิ้นเชิง (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2557)

เนื้อที่เก็บเกี่ยว หมายถึง เนื้อที่มันสำปะหลังที่เก็บเกี่ยวได้ ทั้งนี้ไม่รวมเนื้อที่ที่ปล่อยทิ้งผลผลิตไว้ไม่ว่าด้วยสาเหตุใดก็ตาม (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2557)

เนื้อที่เสียหายสิ้นเชิง หมายถึง เนื้อที่เพาะปลูกที่ไม่สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ หรือได้ผลผลิตไม่เกินร้อยละ 10 ของผลผลิตที่เคยได้รับในปีปกติ โดยเสียหายในบริเวณเดียวกันขนาดตั้งแต่ 25 ตารางวาขึ้นไป หรือหลายบริเวณรวมกันตั้งแต่ 50 ตารางวาขึ้นไป (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2557)

ราคา หมายถึง ราคาที่เกษตรกรขายได้ ณ ไร่นา (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2557)

ผลผลิตมันสำปะหลัง หมายถึง ผลผลิตที่เก็บเกี่ยวได้โดยมีหน่วยเป็นกิโลกรัมต่อพื้นที่ปลูกมันสำปะหลัง 1 ไร่

ภัยธรรมชาติ หมายถึง การเกิดภัยแล้ง น้ำท่วม เนื่องจากมันสำปะหลังมีอายุการเพาะปลูกจนถึงเก็บเกี่ยวเป็นเวลาหลายเดือนในบางพื้นที่อาจประสบปัญหาทั้งภัยแล้งและน้ำท่วม

การทำมากเกินไป (Overfitting) หมายถึง ระบบจดจำข้อมูลที่ใช้ฝึกหัดมากเกินไป เมื่อนำไปใช้การทำนายจริงจึงไม่ได้ผลลัพธ์ตามที่ทดสอบและมีความคลาดเคลื่อนสูง (DataRockie, 2019)

1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1) ทราบปัจจัยที่ส่งผลต่อผลผลิตมันสำปะหลัง เพื่อให้ภาครัฐนำไปวางแผนควบคุมปริมาณการผลิตมันสำปะหลังให้เพียงพอกับความต้องการใช้

2) ทราบวิธีการทำนายที่มีเหมาะสมเพื่อนำไปใช้ในการทำนายสำหรับข้อมูลชุดใหม่

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยเรื่อง “การทำนายผลผลิตมันสำปะหลังในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย” มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อผลผลิตมันสำปะหลัง เปรียบเทียบประสิทธิภาพของวิธีการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณและวิธีโครงข่ายประสาทเทียม หาวิธีที่เหมาะสมสำหรับการทำนายผลผลิตมันสำปะหลัง ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวกับมันสำปะหลัง ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องมาเป็นแนวทางในการศึกษาวิจัยในประเด็นต่าง ๆ ดังนี้

2.1 ข้อมูลทั่วไปของมันสำปะหลัง

2.2 การเปรียบเทียบพื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลังและอ้อยโรงงานในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

2.3 การเปรียบเทียบราคามันสำปะหลังและราคาอ้อยโรงงาน

2.4 ปริมาณน้ำฝนและจำนวนวันฝนตกของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

2.5 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ข้อมูลทั่วไปของมันสำปะหลัง

2.1.1 การผลิตมันสำปะหลัง ปี 2553-2562 (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2563)

ตารางที่ 2.1 เนื้อที่เพาะปลูก เนื้อที่เก็บเกี่ยว ผลผลิต ผลผลิตต่อไร่ของมันสำปะหลังและจำนวนครัวเรือนผู้ปลูกมันสำปะหลัง ปี 2553-2562

ปี	เนื้อที่เพาะปลูก (ไร่)	เนื้อที่เก็บเกี่ยว (ไร่)	ผลผลิต (ตัน)	ผลผลิตต่อไร่ (กิโลกรัม)	จำนวนครัวเรือน
2553	7,668,659	7,405,168	22,005,740	2,972	440,959
2554	7,400,148	7,096,173	21,912,416	3,088	476,356
2555	9,242,398	8,513,242	29,848,491	3,506	535,256
2556	9,037,273	8,656,942	30,227,542	3,492	550,012
2557	8,975,865	8,431,223	30,022,052	3,561	535,352
2558	9,319,718	8,961,344	32,357,741	3,611	567,998
2559	9,315,012	9,065,277	31,161,103	3,437	557,033
2560	8,918,392	8,714,471	30,495,190	3,499	544,774
2561	8,624,284	8,327,370	29,368,185	3,527	523,589
2562	8,823,412	8,666,596	31,079,966	3,586	537,937

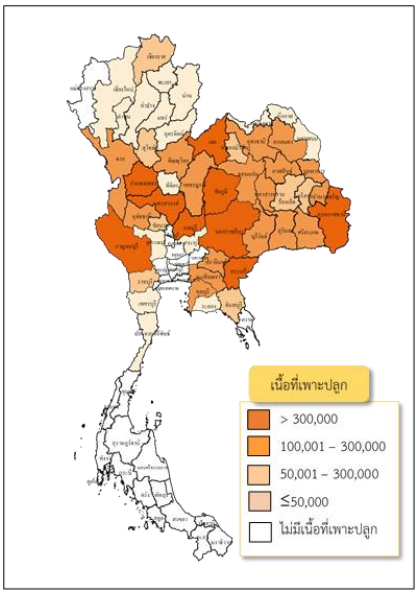
จากตารางที่ 2.1 เนื้อที่เพาะปลูก เนื้อที่เก็บเกี่ยว ผลผลิต ผลผลิตต่อไร่ของมันสำปะหลัง และจำนวนครัวเรือนผู้ปลูกมันสำปะหลังในปี 2562 เพิ่มขึ้นมากเมื่อเทียบกับ 10 ปีที่แล้ว ซึ่งการผลิตมันสำปะหลังมีการเปลี่ยนแปลงอย่างมากในปี 2555 เนื่องจากราคาที่เกษตรกรขายได้ในปี 2554 จูงใจให้เกษตรกรปลูกเพิ่มขึ้นและดูแลรักษามากขึ้น

2.1.2 การผลิตมันสำปะหลัง ปี 2562 (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2563)

ตารางที่ 2.2 เนื้อที่เพาะปลูก เนื้อที่เก็บเกี่ยว ผลผลิต ผลผลิตต่อไร่ของมันสำปะหลังและจำนวนครัวเรือนผู้ปลูกมันสำปะหลัง ปี 2562 แยกตามรายภาคและทั้งประเทศ

ประเทศ/ภาค	เนื้อที่เพาะปลูก (ไร่)	เนื้อที่เก็บเกี่ยว (ไร่)	ผลผลิต (ตัน)	ผลผลิตต่อไร่ (กิโลกรัม)	จำนวนครัวเรือน
ภาคเหนือ	2,002,062	1,991,978	6,790,736	3,409	107,098
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	4,891,473	4,782,759	17,531,952	3,666	350,169
ภาคกลาง	1,929,877	1,891,859	6,757,278	3,572	80,670
ทั้งประเทศ	8,823,412	8,666,596	31,079,966	3,586	537,937

จากตารางที่ 2.2 เนื้อที่เก็บเกี่ยวมันสำปะหลังปี 2562 เพิ่มขึ้นจากปี 2561 เนื่องจากราคาที่เกษตรกรขายได้มีราคาดีอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ปี 2561 ทำให้เกษตรกรมีแรงจูงใจปลูกเพิ่มขึ้น โดยปลูกแทนอ้อยโรงงานที่ราคาตกต่ำและปลูกในพื้นที่ว่าง แหล่งผลิตที่สำคัญของมันสำปะหลังอยู่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งมีเนื้อที่ปลูกร้อยละ 55.44 ของพื้นที่ปลูกทั้งประเทศ เนื้อที่เก็บเกี่ยวร้อยละ 54.21 ผลผลิตร้อยละ 56.41 ผลผลิตต่อไร่ 3,666 กิโลกรัม และจำนวนครัวเรือนผู้ปลูกมันสำปะหลังร้อยละ 65.09



รูปที่ 2.1 เนื้อที่เพาะปลูกมันสำปะหลัง ปี 2562

2.1.3 ปริมาณและมูลค่าการส่งออกมันสำปะหลังและผลิตภัณฑ์ (ต.ค.61 – ก.ย.62) ของประเทศคู่ค้าที่สำคัญ 5 อันดับแรก (กรมศุลกากร, 2562)

ตารางที่ 2.3 ปริมาณและมูลค่าการส่งออกผลิตภัณฑ์มันสำปะหลังของประเทศคู่ค้าที่สำคัญ ปี 2562

ผลิตภัณฑ์/ประเทศ	ปริมาณ (ตัน)	มูลค่า (ล้านบาท)
มันเส้น	2,831,671	19,585.74
1. จีน	2,824,088	19,525.09
2. อื่น ๆ	7,583	60.65
แป้งมันสำปะหลัง	3,045,711	43,342.33
1. จีน	1,629,324	22,705.76
2. อินโดนีเซีย	344,556	4,749.54
3. ไต้หวัน	267,653	3,839.56
4. มาเลเซีย	178,393	2,479.30
5. ญี่ปุ่น	147,152	2,077.66
6. อื่น ๆ	478,633	7,490.51
แป้งมันสำปะหลังดัดแปร	1,052,676	24,625.63
1. ญี่ปุ่น	320,348	7,248.89
2. จีน	248,245	5,597.58
3. อินโดนีเซีย	84,398	1,920.19
4. เกาหลีใต้	71,803	1,656.55
5. สหรัฐอเมริกา	44,103	1,271.10
6. อื่น ๆ	283,779	6,931.32
มันอัดเม็ด	8,605	72.30
1. ญี่ปุ่น	4,851	36.24
2. เนเธอร์แลนด์	2,672	25.39
3. ฝรั่งเศส	280	2.71
4. เกาหลีใต้	304	2.61
5. สหรัฐอเมริกา	188	1.95
6. อื่น ๆ	310	3.40

จากตารางที่ 2.3 ประเทศไทยส่งออกผลิตภัณฑ์มันสำปะหลังที่สำคัญ 4 ชนิด ได้แก่ มันเส้น แป้งมันสำปะหลัง แป้งมันสำปะหลังดัดแปร และมันอัดเม็ด โดยมีปริมาณการส่งออก 24,029,8880 ตัน (แปลงเป็นหัวมันสด) และมีมูลค่าการส่งออกในแต่ละปีมากกว่า 87,000 ล้านบาท

2.1.4 อัตราแปลงผลผลิตมันสำปะหลัง (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2557)

ตารางที่ 2.4 อัตราแปลงผลผลิตมันสำปะหลัง

หน่วย : กิโลกรัม

ก่อนแปรรูปผลผลิต		หลังแปรรูปผลผลิต	
หัวมันสด[1)]	100	มันเส้น/มันอัดเม็ด	41.32
หัวมันสด[1)]	100	แป้งมัน	23.81
หัวมันสด[1)]	100	ผงชูรส	11.21
หัวมันสด[1)]	100	สาคู	21.51
หัวมันสด[2)]	100	เอทานอล	16 ลิตร

ที่มา : 1) สมาคมมันสำปะหลัง

2) กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน

จากตารางที่ 2. 4 พบว่าหัวมันสด 100 กิโลกรัมสามารถแปรรูปเป็นมันเส้นหรือมันอัดเม็ดได้ 41.32 กิโลกรัม แปรรูปเป็นแป้งมันได้ 23.81 กิโลกรัม แปรรูปเป็นผงชูรสได้ 11.21 กิโลกรัม แปรรูปเป็นสาคูได้ 21.51 กิโลกรัม แปรรูปเป็นเอทานอลได้ 16 ลิตร

2.1.5 จำนวนแหล่งรับซื้อหัวมันสำปะหลังจำแนกตามรายภาค

(สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2562)

ตารางที่ 2.5 จำนวนแหล่งรับซื้อหัวมันสำปะหลังจำแนกตามรายภาค

แหล่งรับซื้อ	ประเทศ	ภาคเหนือ	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	ภาคกลาง
ลานมัน[1)]	2,753	482	1,534	737
โรงแป้ง[2)]	96	14	52	30
โรงงานมันอัดเม็ด[2)]	51	2	23	26
โรงงานเอทานอลที่รับซื้อหัวมันสด[3)]	9	-	3	6

ที่มา : 1) สมาคมแป้งมันสำปะหลังไทย

2) กรมโรงงานอุตสาหกรรม

3) กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน

จากตารางที่ 2.5 พบว่าภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีแหล่งรับซื้อผลผลิตมันสำปะหลังมากที่สุด โดยมีลานมัน 1,534 แห่ง โรงแป้ง 52 แห่ง โรงงานมันอัดเม็ด 23 แห่ง และโรงงานเอทานอลที่รับซื้อหัวมันสด 3 แห่ง

2.2 การเปรียบเทียบพื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลังและอ้อยโรงงานในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

(สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2562 และสำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย, 2562)

ตารางที่ 2.6 พื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลังและอ้อยโรงงานในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ปี 2553-2562

หน่วย : ไร่

ปี	พื้นที่ปลูกมันสำปะหลัง[1)]	พื้นที่ปลูกอ้อย[2)]
2553	3,940,100	2,849,690
2554	3,930,283	3,669,884
2555	4,926,913	3,797,219
2556	4,714,713	3,936,371
2557	4,604,972	4,317,002
2558	4,891,792	4,566,133
2559	4,867,828	4,786,376
2560	4,807,207	4,750,671
2561	4,764,692	5,044,952
2562	4,891,473	5,345,711

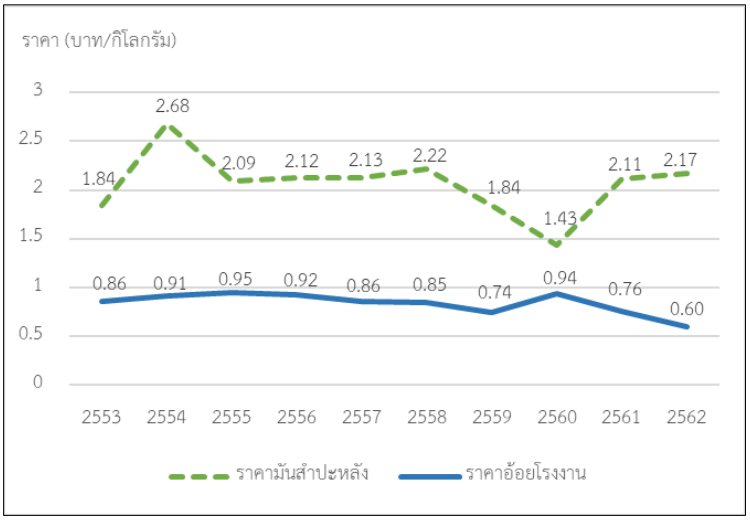
ที่มา : 1) สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร

2) สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย

จากตารางที่ 2.6 พบว่าในปี 2553-2560 ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีพื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลังมากกว่าอ้อยโรงงาน ส่วนปี 2561 มีพื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลังน้อยกว่าอ้อยโรงงาน เนื่องจากมันสำปะหลังในปี 2560 ราคาตกต่ำมาก เกษตรกรจึงปรับเปลี่ยนไปปลูกอ้อยโรงงาน สำหรับปี 2562 เกษตรกรปลูกมันสำปะหลังเพิ่มขึ้นในพื้นที่อ้อยโรงงานที่ครบอายุ (โดยปกติอ้อยโรงงานมีอายุ 3 ปี) แต่เกษตรกรบางส่วนปลูกอ้อยโรงงานทดแทนพื้นที่นาข้าวเนื่องจากปี 2562 ปริมาณน้ำฝนน้อย เกษตรกรมีความกังวลว่าปริมาณน้ำไม่เพียงพอตลอดฤดูกาลทำนา ทำให้พื้นที่ปลูกอ้อยโรงงานเพิ่มขึ้น

2.3 การเปรียบเทียบราคามันสำปะหลังและราคาอ้อยโรงงาน

(สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2562)

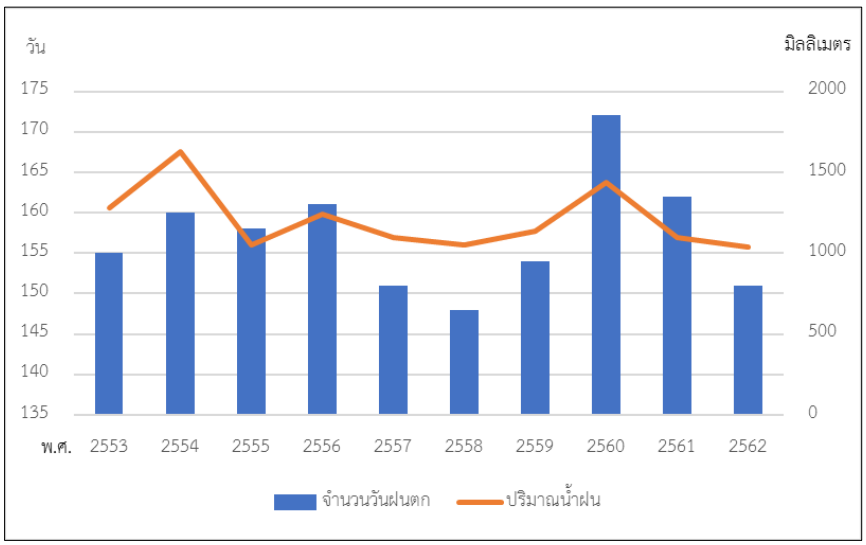


รูปที่ 2.2 ราคามันสำปะหลังและราคาอ้อยโรงงาน

จากรูปที่ 2.2 พบว่า ราคามันสำปะหลังมีความผันผวนมากกว่าราคาอ้อยโรงงาน โดยเฉพาะในปี 2559-2561 ซึ่งราคาเป็นสาเหตุหนึ่งที่เกษตรกรตัดสินใจว่าจะปลูกพืชชนิดใด

2.4 ปริมาณน้ำฝนและจำนวนวันฝนตกของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

(กรมอุตุนิยมวิทยา, 2562)



รูปที่ 2.3 ปริมาณน้ำฝนและจำนวนวันฝนตกของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

จากรูปที่ 2.3 พบว่าปริมาณน้ำฝนและจำนวนวันฝนตกในปี 2562 มีค่าต่ำมากเมื่อเทียบกับปี 2560 และ 2561 ซึ่งสอดคล้องกับสถานการณ์การผลิตมันสำปะหลังคือปี 2562 มีผลผลิตต่อไร่สูงกว่าปี 2560 และ 2561 เนื่องจากมันสำปะหลังเป็นพืชทนแล้งและต้องการน้ำน้อย

2.5 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.5.1 การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ (Multiple Regression Analysis)

(กัลยา วานิชย์บัญชา, 2550)

เป็นการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของตัวแปรหลายตัว ประกอบด้วยตัวแปรตาม 1 ตัว ซึ่งเป็นตัวแปรเชิงปริมาณ และตัวแปรอิสระตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไป ในที่นี้มีตัวแปรอิสระ k ตัว $(k \geq 2)$ โดยตัวแปรอิสระทั้ง k ตัว อาจเป็นตัวแปรเชิงปริมาณทั้ง k ตัว หรือมีตัวแปรบางตัวเป็นเชิงปริมาณและตัวแปรบางตัวเป็นเชิงคุณภาพ

ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามและตัวแปรอิสระจะอยู่ในรูปเชิงเส้น (Linear) ดังนี้

ตัวแบบของประชากร (Model of Population)

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + ... + \beta_k X_k + \varepsilon$$

เมื่อ Y คือ ตัวแปรตาม

$X_1, X_2, ..., X_k$ คือ ตัวแปรอิสระ

β_0 คือ ส่วนตัดแกน Y เมื่อ $X_1 = X_2 = ... = X_k = 0$

$\beta_1, \beta_2, ..., \beta_k$ คือ สัมประสิทธิ์การถดถอยบางส่วน

ε คือ ค่าคลาดเคลื่อนอย่างสุ่ม

ตัวแบบของตัวอย่าง (Model of Sample)

$$\hat{Y} = b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + ... + b_k X_k$$

เมื่อ $\hat{Y}$ คือ ค่าทำนาย

$X_1, X_2, ..., X_k$ คือ ตัวแปรอิสระ

b_0 คือ ส่วนตัดแกน Y เมื่อ $X_1 = X_2 = ... = X_k = 0$

$b_1, b_2, ..., b_k$ คือ สัมประสิทธิ์การถดถอยบางส่วน (Partial Regression Coefficient)

ข้อสมมติ (Assumption) (กัลยา วานิชย์บัญชา, 2550)

1) ตัวแปรตามมีการแจกแจงปรกติ (Normality)

2) ตัวแปรอิสระและตัวแปรตามมีความสัมพันธ์กันในเชิงเส้น (Linearity)

3) ตัวแปรอิสระไม่ควรมีความสัมพันธ์กันหรือไม่ควรเกิดปัญหาตัวแปรอิสระมีความสัมพันธ์เชิงเส้นพหุ (Multicollinearity)

4) ส่วนเหลือ (Residual : e) จะต้องมีการแจกแจงปรกติ (Normality) ด้วยค่าเฉลี่ยเป็น 0

5) ส่วนเหลือเป็นอิสระกัน (No Autocorrelation)

6) ส่วนเหลือต้องมีความแปรปรวนเท่ากันหรือคงที่ (Homoscedasticity)

การตรวจสอบข้อสมมติ

1) การตรวจสอบตัวแปรตามจะต้องมีการแจกแจงปรกติ (Normality) (กัลยา วานิชย์บัญชา, 2557)

การทดสอบลิลลีโฟรส์ (Lilliefors Test) เป็นการทดสอบการแจกแจงของประชากรว่ามีการแจกแจงปรกติหรือไม่ โดยต่างจากการทดสอบคอลโมโกรอฟ-สมีร์นอฟ (Kolmogorov-Smirnov Test) คือการทดสอบคอลโมโกรอฟ-สมีร์นอฟจะต้องกำหนดค่าเฉลี่ยของประชากรและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของประชากรไว้ในสมมติฐาน

สมมติฐาน (Hypothesis)

H_0 : ตัวแปรตามมีการแจกแจงปรกติ

H_1 : ตัวแปรตามไม่มีการแจกแจงปรกติ

ตัวสถิติทดสอบ (Test Statistics)

$$D = \max(F(x) - S(x))$$

โดยที่ $F(x) = P(X \le x) = P\left(Z \le \frac{X-\bar{X}}{S}\right)$

เขตวิกฤต (Critical Region)

จะปฏิเสธ H_0 ถ้า D > ค่าวิกฤตที่ได้จากตาราง Lilliefors Test

2) การตรวจสอบตัวแปรอิสระและตัวแปรตามมีความสัมพันธ์กันในเชิงเส้น (Linearity) (กัลยา วานิชย์บัญชา, 2561)

การทดสอบสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson's Correlation Coefficient) เป็นการทดสอบว่า X และ Y มีความสัมพันธ์กันในรูปเชิงเส้นหรือไม่

สมมติฐาน

H_0 : X และ Y ไม่มีความสัมพันธ์กันในรูปเชิงเส้น

H_1 : X และ Y มีความสัมพันธ์กันในรูปเชิงเส้น

ตัวสถิติทดสอบ

$$t = \frac{r}{\sqrt{Var(r)}}$$

โดยที่ $Var(r) = \frac{1-r^2}{n-2}$ และ $r = \frac{\sum_{i=1}^{n}(X_i-\bar{X})(Y_i-\bar{Y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^{n}(X_i-\bar{X})^2\sum_{i=1}^{n}(Y_i-\bar{Y})^2}}$

เขตวิกฤต

จะปฏิเสธ H_0 ถ้า $|t| > t_{\frac{\alpha}{2};n-2}$

3) การตรวจสอบความสัมพันธ์เชิงเส้นพหุระหว่างตัวแปรอิสระ (Multicollinearity) (กัลยา วานิชย์บัญชา, 2550)

การตรวจสอบจะทำโดยกำหนดให้ตัวแปรอิสระตัวหนึ่งเป็นตัวแปรตาม ส่วนตัวแปรอิสระที่เหลือเป็นตัวแปรอิสระ กรณีที่มีตัวแปรอิสระ k ตัว และกำหนดให้ X_i เป็นตัวแปรตาม จะได้สมการถดถอย ดังนี้

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + ... + \beta_k X_k + \varepsilon$$

ในงานวิจัยนี้จะพิจารณาจากค่าความคลาดเคลื่อนยินยอมและค่า VIF

3.1) ความคลาดเคลื่อนยินยอม (Tolerance)

$$\text{Tolerance}(X_i) = 1 - R^2(X_i)$$

เมื่อ $Y_i = b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + ... + b_k X_k$

โดยที่ $0 \le \text{Tolerance}(X_i) \le 1$; $R^2(X_i)$ มีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1

ถ้า $\text{Tolerance}(X_i)$ มีค่าใกล้ 0 แสดงว่า X_i มีความสัมพันธ์กับ X's อื่น ๆ มาก เนื่องจาก $R^2(X_i)$ มีค่าใกล้ 1 หรือกล่าวได้ว่า X's อื่น ๆ สามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงของ X_i ได้มาก นั่นคือ เกิดปัญหาความสัมพันธ์เชิงเส้นพหุ

ถ้า $\text{Tolerance}(X_i)$ มีค่าใกล้ 1 แสดงว่า X_i ไม่มีความสัมพันธ์กับ X's อื่น ๆ หรือมีความสัมพันธ์กับ X's อื่น ๆ น้อย นั่นคือ ไม่เกิดปัญหาความสัมพันธ์เชิงเส้นพหุ

3.2) Variance Inflation Factor (VIF)

$$\text{VIF}(X_i) = \frac{1}{\text{Tolerance}(X_i)} = \frac{1}{1 - R^2(X_i)} \text{ ; } 1,2,...,k$$

โดยที่ $1 \le \text{VIF}(X_i) < \infty$

ถ้า $\text{VIF}(X_i) \ge 10$ แสดงว่า X_i มีความสัมพันธ์กับ X's อื่น ๆ มาก นั่นคือ เกิดปัญหาความสัมพันธ์เชิงเส้นพหุ

ถ้า $\text{VIF}(X_i) < 10$ แสดงว่า X_i ไม่มีความสัมพันธ์กับ X's อื่น ๆ หรือมีความสัมพันธ์กับ X's อื่น ๆ น้อย นั่นคือ ไม่เกิดปัญหาความสัมพันธ์เชิงเส้นพหุ

4) การตรวจสอบส่วนเหลือ (Residual) จะต้องมีการแจกแจงปรกติ (Normality) (กัลยา วานิชย์บัญชา, 2557)

การทดสอบลิลลีโฟรส์ (Lilliefors Test) เป็นการทดสอบการแจกแจงของส่วนเหลือว่ามีการแจกแจงปรกติหรือไม่ โดยต่างจากการทดสอบคอลโมโกรอฟ-สมีร์นอฟ (Kolmogorov-Smirnov Test) คือการทดสอบคอลโมโกรอฟ-สมีร์นอฟจะต้องกำหนดค่าเฉลี่ยของประชากรและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของประชากรไว้ในสมมติฐาน

สมมติฐาน

H_0 : ส่วนเหลือมีการแจกแจงปรกติ

H_1 : ส่วนเหลือไม่มีการแจกแจงปรกติ

ตัวสถิติทดสอบ

$$D = \max\left|F(x) - S(x)\right|$$

โดยที่ $F = P(X \le x) = P\left(Z \le \frac{X-\bar{X}}{S}\right)$

เขตวิกฤต

จะปฏิเสธ H_0 ถ้า D > ค่าวิกฤตที่ได้จากตาราง Lilliefors Test

5) การตรวจสอบส่วนเหลือไม่มีสหสัมพันธ์ในตัว (No Autocorrelation) (กัลยา วานิชย์บัญชา, 2557)

การทดสอบส่วนเหลือเป็นอิสระกันเมื่อใช้การทดสอบเดอร์บิน-วัตสัน (Durbin – Watson Test) เป็นการทดสอบความสัมพันธ์ของ e_i และ e_{i-1} โดยที่ i เป็นค่าสังเกต

ตัวสถิติทดสอบ

$$D = \frac{\sum_{i=2}^{n}(e_i - e_{i-1})^2}{\sum_{i=1}^{n} e_i^2}$$

การพิจารณาว่า e_i และ e_{i-1} มีสหสัมพันธ์ในตัวหรือไม่จะพิจารณาจากค่าเดอร์บิน-วัตสัน (Durbin – Watson) โดยที่ $0 \le D \le 4$

1. ถ้าค่าเดอร์บิน-วัตสัน มีค่าใกล้ 2 (มีค่าอยู่ในช่วง 1.5 ถึง 2.5) แสดงว่า e_i และ e_{i-1} เป็นอิสระกัน

2. ถ้าค่าเดอร์บิน-วัตสัน < 1.5 แสดงว่า e_i และ e_{i-1} มีความสัมพันธ์กันในทิศทางบวก และถ้า ค่าเดอร์บิน-วัตสัน มีค่าใกล้ 0 แสดงว่า e_i และ e_{i-1} มีความสัมพันธ์กันมากในทิศทางบวก

3. ถ้าค่าเดอร์บิน-วัตสัน > 2.5 แสดงว่า e_i และ e_{i-1} มีความสัมพันธ์กันในทิศทางลบ และถ้าค่าเดอร์บิน-วัตสัน มีค่าใกล้ 4 แสดงว่า e_i และ e_{i-1} มีความสัมพันธ์กันมากในทิศทางลบ

6) การตรวจสอบส่วนเหลือมีความแปรปรวนเท่ากันหรือคงที่ (Homoscedasticity) (กัลยา วานิชย์บัญชา, 2550)

ตรวจสอบโดยทำการพล็อตกราฟระหว่างค่าส่วนเหลือมาตรฐาน (Standardized Residual or Z Residual) และค่าทำนายมาตรฐาน (Standardized Predicted or Z Predicted) ถ้าค่าส่วนเหลือมาตรฐานมีกระจายแบบสุ่ม และอยู่ในช่วง ± 2 จะถือว่าความแปรปรวนของค่าคลาดเคลื่อนคงที่

การเลือกตัวแปรอิสระเข้าสมการถดถอย (กัลยา วานิชย์บัญชา, 2550)

ในงานวิจัยนี้ใช้วิธีการถดถอยทีละขั้น (Stepwise Regression) เนื่องจากเป็นวิธีที่นิยมใช้กันมาก วิธีนี้ใช้ทั้งเกณฑ์ของวิธีการเลือกแบบไปข้างหน้า (Forward Selection) และวิธีการกำจัดถอยหลัง (Backward Elimination) ผสมกัน โดยมีขั้นตอนการเลือกตัวแปรอิสระ ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 เลือกตัวแปรอิสระตัวแรกเข้าสมการโดยใช้เกณฑ์ของวิธีไปข้างหน้า ถ้าพบว่าไม่มีตัวแปรใดผ่านเกณฑ์ (Entry) จะหยุด และถือว่าไม่มีตัวแปรอิสระตัวใดมีความสัมพันธ์กับตัวแปรตาม แต่ถ้ามีตัวแปรอิสระผ่านเกณฑ์ จะทำขั้นตอนที่ 2

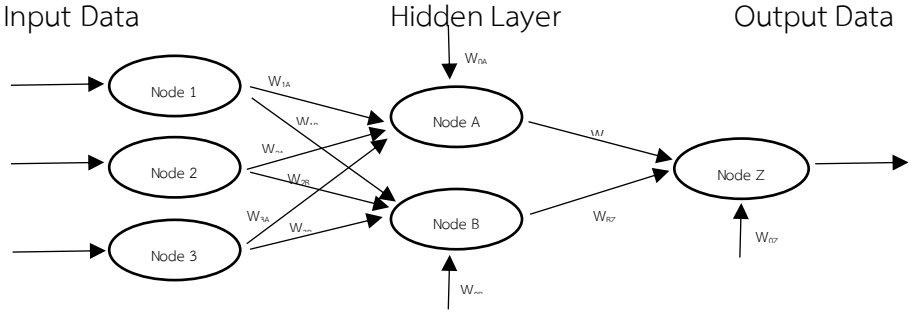
ขั้นตอนที่ 2 ใช้เกณฑ์ของวิธีไปข้างหน้าและวิธีไปข้างหลัง นั่นคือ จะพิจารณาเลือกตัวแปรอิสระเข้าสมการ และในขณะเดียวกันจะพิจารณาตัวแปรอิสระที่อยู่ในสมการว่าควรถูกนำออกจากสมการหรือไม่

ขั้นตอนที่ 3 กลับไปทำขั้นตอนที่ 2 จนกระทั่งไม่มีตัวแปรใดเข้าหรือออกจากสมการ

ในการกำหนดค่าความน่าจะเป็นสำหรับคัดเลือกตัวแปรอิสระเข้าสมการจะกำหนดให้มีค่าน้อย ๆ เพื่อให้ตัวแปรอิสระมีโอกาสถูกเลือกเข้าสู่สมการมากขึ้น ส่วนการกำหนดสำหรับนำตัวแปรอิสระออกจากสมการจะกำหนดให้มีค่ามากเพื่อให้ตัวแปรอิสระที่ไม่เหมาะสมมีโอกาสถูกนำออกจากสมการมากขึ้น โดยทั่วไปจะกำหนดค่าความน่าจะเป็นสำหรับนำตัวแปรอิสระออกจากสมการมากกว่าค่าความน่าจะเป็นสำหรับคัดเลือกตัวแปรอิสระเข้าสมการเท่ากับ 0.05 ในงานวิจัยนี้กำหนดค่าความน่าจะเป็นสำหรับคัดเลือกตัวแปรอิสระเข้าสมการเท่ากับ 0.05 และค่ากำหนดความน่าจะเป็นสำหรับนำตัวแปรอิสระออกจากสมการเท่ากับ 0.10

2.5.2 โครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Networks) (สายชล สินสมบูรณ์ทอง, 2560)

โครงข่ายประสาทเทียมเป็นศาสตร์ที่จำลองความสามารถของมนุษย์ด้านการเรียนรู้ จดจำ และจำแนกสิ่งต่าง ๆ ซึ่งใช้สมองเป็นส่วนสำคัญ การประมวลระบบโครงข่ายประสาทเทียมจะเลียนแบบการทำงานของระบบสมองคือมีการส่งผ่านข้อมูลระหว่างกัน โดยมีการเชื่อมต่อของเซลล์ประสาท (Neuron) เป็นโครงข่ายร่างแหจำนวนมากและมีการประมวลผลในลักษณะขนาน (Parallel Processing) สาเหตุหลักที่โครงข่ายประสาทเทียมเป็นที่นิยมมากขึ้นเนื่องจากมีความยืดหยุ่นในการทำงานสูงและสามารถปรับตัวเองให้ทำงานในสภาพที่เปลี่ยนแปลงได้ดี อีกทั้งยังไม่จำเป็นต้องทราบตัวแบบทางคณิตศาสตร์ที่แน่นอน เพียงแต่ใช้ชุดข้อมูลที่ประกอบด้วยข้อมูลเข้า (Input Data) และข้อมูลเป้าหมาย (Target Data) ของกระบวนการในจำนวนที่มากพอมาใช้ในการสอนโครงข่ายประสาทเทียม



รูปที่ 2.4 โครงข่ายประสาทเทียม

การแพร่แบบย้อนกลับ (Back-Propagation) เป็นขั้นตอนที่ใช้สอนโครงข่ายประสาทเทียมแบบเพอร์เซปตรอนหลายชั้น (Multi-Layer Perceptron) ซึ่งตัวแบบโครงข่ายประสาทเทียมมีการเชื่อมโยงกันเป็นโครงข่ายแบบเป็นชั้น ๆ โครงข่ายชนิดนี้มีการเชื่อมโยงกัน 3 ชั้น ประกอบด้วย ชั้นข้อมูลเข้า (Input Layer) ชั้นซ่อน (Hidden Layer) และชั้นข้อมูลออก (Output Layer)

กฎการแพร่ย้อนกลับ (Back-Propagation Rules) ขั้นตอนวิธีการแพร่ย้อนกลับใช้ความคลาดเคลื่อนของการทำนาย (ค่าจริง – ค่าผลลัพธ์) สำหรับระเบียนหนึ่ง ๆ และอนุญาตให้ความคลาดเคลื่อนย้อนกลับผ่านโครงข่ายประสาทเทียม โดยจัดความคลาดเคลื่อนเป็นส่วน ๆ เพื่อการเชื่อมต่อต่าง ๆ และทำการปรับน้ำหนักถ่วงสำหรับการเชื่อมต่อเพื่อลดความคลาดเคลื่อนโดยวิธีลดองศา โดยใช้ฟังก์ชันกระตุ้นรูปซิกมอยด์ และวิธีลดองศา

กฎการแพร่แบบย้อนกลับ

$$W_{ij,new} = W_{ij,current} + \Delta W_{ij}$$

โดยที่ $\Delta W_{ij} = \eta \delta_j X_{ij}$

เมื่อ η คือ อัตราการเรียนรู้ (Learning Rate)

X_{ij} คือ ข้อมูลเข้าที่ i กับ โหนด j

δ_j คือ ความคลาดเคลื่อนของโหนด j ความคลาดเคลื่อนคำนวณโดยใช้อนุพันธ์บางส่วนของฟังก์ชันรูปซิกมอยด์ เมื่อเทียบกับ net_j โดยขึ้นอยู่กับโหนดว่าอยู่ในชั้นข้อมูลออกหรือชั้นซ่อน

$$\delta_j = \begin{cases} output_j(1-output_j)(actual_j - output_j) & \text{สำหรับโหนดในชั้นข้อมูลออก} \\ output_j(1-output_j)\sum_{downstream} W_{jk}\delta_j & \text{สำหรับโหนดในชั้นซ่อน} \end{cases}$$

โดยที่ $\sum_{downstream} W_{jk}\delta_j$ แทนผลรวมน้ำหนักถ่วงของความคลาดเคลื่อนของโหนดปลายทาง (Downstream Node) จากโหนดในชั้นซ่อน

เกณฑ์การหยุด (Termination Criteria) โครงข่ายประสาทเทียมส่วนใหญ่ใช้วิธีตรวจสอบการหยุด ดังนี้

1) ใช้ชุดข้อมูลเริ่มต้นเป็นชุดข้อมูลฝึกหัด

2) ประมวลผลข้อมูลเพื่อฝึกหัดโครงข่ายประสาทกับชุดข้อมูลฝึกหัด

3) ใช้น้ำหนักถ่วงที่เรียนรู้จากชุดข้อมูลฝึกหัดกับชุดข้อมูลตรวจสอบความถูกต้อง

4) ตรวจสอบชุดของน้ำหนักถ่วง 2 ชุด ชุดแรกคือชุดน้ำหนักถ่วงปัจจุบันสำหรับชุดข้อมูลฝึกหัด ชุดสองคือชุดข้อมูลน้ำหนักถ่วงที่ดีที่สุดวัดโดย SSE ที่ต่ำที่สุดสำหรับข้อมูลตรวจสอบความถูกต้อง

5) เมื่อชุดของน้ำหนักถ่วงปัจจุบันมีค่า SSE มากกว่าชุดของน้ำหนักถ่วงที่ดีที่สุดขั้นตอนวิธีจะหยุดลง

ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเรียนรู้การแพร่แบบย้อนกลับ

1) ชั้นซ่อน (Hidden Layer) การกำหนดชั้นซ่อนสามารถกำหนดได้มากกว่า 1 ชั้น แม้ว่าโครงข่ายประสาทเทียมส่วนใหญ่มีชั้นซ่อนเพียง 1 ชั้น ซึ่งเพียงพอสำหรับวัตถุประสงค์ การกำหนดชั้นซ่อนขึ้นอยู่กับผู้ใช้งานเป็นผู้กำหนด

2) อัตราการเรียนรู้ (Learning Rate : η) เป็นค่าสัมประสิทธิ์ที่แสดงถึงการเรียนรู้ของโครงข่ายประสาทเทียม โดยทั่วไปค่าอัตราการเรียนรู้ที่เหมาะสมจะอยู่ในช่วง 0.05 ถึง 0.5 ถ้าอัตราการเรียนรู้มีค่าสูง แสดงว่ากำหนดให้โครงข่ายประสาทเทียมมีการเปลี่ยนแปลงค่าน้ำหนักถ่วงมาก ในทางตรงกันข้ามถ้าอัตราการเรียนรู้มีค่าต่ำ แสดงว่ากำหนดให้โครงข่ายประสาทเทียมมีการเปลี่ยนแปลงค่าถ่วงน้ำหนักน้อย ซึ่งจำเป็นต้องใช้เวลาในการเรียนรู้ที่มากขึ้น แต่จะมีข้อดีคือโครงข่ายประสาทเทียมจะมีเสถียรภาพขณะที่ทำการเรียนรู้

3) โมเมนตัม (Momentum Constant : α) ค่าคงที่โมเมนตัมเป็นค่าสัมประสิทธิ์ที่ช่วยหน่วงไม่ให้การเปลี่ยนแปลงค่าน้ำหนักถ่วงมีค่ามากเกินไป เป็นการเพิ่มเสถียรภาพให้กับโครงข่ายประสาทเทียมได้อีกทางหนึ่ง ค่าโมเมนตัมที่เหมาะสมจะมีค่าเข้าใกล้ 1.0 และควรกำหนดให้สอดคล้องกับอัตราการเรียนรู้ด้วย

4) จำนวนรอบของการฝึกหัด การกำหนดจำนวนรอบการฝึกหัดมีค่ามากเกินไปไม่ได้ทำให้โครงข่ายประสาทเทียมเรียนรู้มากขึ้น ควรประมาณจำนวนรอบการฝึกหัดที่น้อยที่สุดที่จำเป็นสำหรับการแก้ปัญหาหนึ่ง ๆ ที่ทำให้โครงข่ายประสาทเทียมเกิดการเรียนรู้ จำนวนรอบการฝึกหัดขึ้นอยู่กับจำนวนข้อมูลที่ใช้วิเคราะห์โครงข่ายประสาทเทียม

2.5.3 ค่าปลายสุด (Extreme Value) (สายชล สินสมบูรณ์ทอง, 2560)

ค่าปลายสุด หมายถึง ข้อมูลที่มีค่ามากกว่า 3 เท่าของความกว้างของกล่อง (Box Plot) นั่นคือข้อมูลที่มีค่ามากกว่า $Q_3 + 3IQR$ หรือข้อมูลที่มีค่าน้อยกว่า $Q_3 - 3IQR$

2.5.4 ผลบวกกำลังสองของค่าคลาดเคลื่อน (Sum of Squares Error : SSE)
(กัลยา วานิชย์บัญชา, 2557)

$$SSE = \sum_{i=1}^{n}\left(Y_i - Y_i\right)^2$$

โดยที่ Y_i คือ ค่าจริง

Y_i คือ ค่าทำนาย

n คือ จำนวนข้อมูลที่นำมาทำนาย

2.5.5 ค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Mean Squares Error : MSE)
(กัลยา วานิชย์บัญชา, 2557)

$$MSE = \sum_{i=1}^{n} \frac{\left(Y_i - Y_i\right)^2}{n}$$

2.5.6 ร้อยละค่าคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Absolute Percentage Error : MAPE)
(กัลยา วานิชย์บัญชา, 2557)

$$MAPE = \frac{\sum_{i=1}^{n} \left(\frac{Y_i - Y_i}{Y_i} \right) \times 100}{n}$$

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ธวัชชัย อดิเทพสถิต และคณะ (2557) ศึกษาเรื่องการเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการพยากรณ์ราคายางพาราระหว่างวิธีการวิเคราะห์การถดถอยแบบพหุคูณกับวิธีโครงข่ายประสาทเทียม งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบการพยากรณ์ราคายางพาราด้วยวิธีการวิเคราะห์การถดถอยแบบพหุคูณกับวิธีโครงข่ายประสาทเทียม และหาวิธีพยากรณ์ราคายางพาราที่เหมาะสมที่สุด โดยพิจารณาจากค่ารากที่สองของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาเป็นข้อมูลรายวันตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2552 ถึง 31 ธันวาคม พ.ศ. 2556 จำนวน 1,826 ข้อมูล ตัวแปรอิสระ ได้แก่ ราคาทองคำ อัตราแลกเปลี่ยนเงินดอลลาร์เทียบกับเงินบาทไทย ราคาปาล์มน้ำมัน ราคาน้ำมันดิบดูไบ ราคาน้ำมันดิบเบรนท์ ราคาน้ำมันดิบเวสเท็กซัส ราคาน้ำมันดีเซลสิงคโปร์ ราคาตลาดยางพาราชั้น 3 ล่วงหน้า ตัวแปรตาม ได้แก่ ราคายางพาราชั้น 3 ผลการศึกษาพบว่าวิธีที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์ราคายางพารา คือ วิธีโครงข่ายประสาทเทียม

นรวัฒน์ เหลืองทอง และนันทชัย กานตานันทะ (2559) ศึกษาเรื่องการเลือกตัวแบบพยากรณ์ผลผลิตการเกษตรที่เหมาะสม งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาวิธีการพยากรณ์ผลผลิตการเกษตรของพืช 4 ชนิด ได้แก่ ข้าวนาปี ข้าวนาปรัง มันสำปะหลัง และสับปะรด ในจังหวัดที่มีผลผลิตสูงสุด 3 อันดับแรกของประเทศ และเลือกวิธีการพยากรณ์ผลผลิตการเกษตรที่เหมาะสม โดยใช้วิธีการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ ระบบผสมของขั้นตอนวิธีทางพันธุกรรมและการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ และโครงข่ายประสาทเทียม และพิจารณาจากร้อยละค่าคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาเป็นข้อมูลรายปีตั้งแต่ปี พ.ศ. 2552 ถึง 2556 ตัวแปรอิสระ ได้แก่ จำนวนพื้นที่เพาะปลูก ราคาขายของพืชที่ศึกษา ราคาขายของพืชแข่งขัน ราคาน้ำมันดีเซล ปริมาณน้ำฝน ตัวแปรตาม ได้แก่ ผลผลิตของพืชแต่ละชนิด ผลการศึกษาพบว่าวิธีโครงข่ายประสาทเทียมมีความแม่นยำมากที่สุด

ปรียาณัฐ เอี๊ยบศิริเมธี และคณะ (2559) ศึกษาเรื่องการพยากรณ์ปริมาณความต้องการสับปะรดกระป๋องของประเทศไทย งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างแบบจำลองการพยากรณ์ และเปรียบเทียบผลลัพธ์ของการพยากรณ์ความต้องการสับปะรดกระป๋องของไทยในตลาดโลก โดยใช้วิธีการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ และโครงข่ายประสาทเทียม และพิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์การกำหนด (R^2) ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาเป็นข้อมูลรายไตรมาสตั้งแต่ปี พ.ศ. 2546 ถึง 2553 จำนวน 32 ข้อมูล ตัวแปรอิสระ ได้แก่ ราคาขายสับปะรดกระป๋องของประเทศไทย ราคาขายสับปะรดกระป๋องของฟิลิปปินส์ ราคาขายสับปะรดกระป๋องของอินโดนีเซีย รายได้ของประชากรโลก ราคารับซื้อสับปะรด พื้นที่เพาะปลูก ต้นทุนการผลิต ปริมาณผลผลิตสับปะรด ปริมาณน้ำฝน ตัวแปรตาม ได้แก่ ความต้องการสับปะรดกระป๋อง ผลการศึกษาพบว่าวิธีโครงข่ายประสาทเทียมมีความแม่นยำในการพยากรณ์มากกว่าการถดถอยพหุคูณ

ผุสดี บุญรอด และกรวัฒน์ พลเยี่ยม (2560) ศึกษาเรื่องแบบจำลองการพยากรณ์ราคามันสำปะหลังโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียมแบบหลายชั้น งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างแบบจำลองที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดในการพยากรณ์ราคามันสำปะหลัง โดยใช้วิธีโครงข่ายประสาทเทียมความใกล้เคียงกันมากที่สุด และการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ และพิจารณาจากร้อยละค่าคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาเป็นข้อมูลรายเดือนตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2549 ถึง ธันวาคม 2558 ตัวแปรอิสระ ได้แก่ ราคารับซื้อหัวมันมันสำปะหลัง ราคาเฉลี่ยของหัวมันสำปะหลังแบบคละ ราคาเฉลี่ยที่ปริมาณเปอร์เซ็นต์แป้งเฉลี่ย ตัวแปรตาม ได้แก่ ราคามันสำปะหลังที่ปริมาณแป้ง 25 เปอร์เซ็นต์ ผลการศึกษาพบว่าวิธีโครงข่ายประสาทเทียมมีประสิทธิภาพในการทำนายมากที่สุด

มาริสา มาแตง (2560) ศึกษาเรื่องการพัฒนาโครงข่ายประสาทเทียมเพื่อวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้น สำหรับสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาโครงข่ายประสาทเทียมสำหรับวิเคราะห์การถดถอยแบบพหุคูณสำหรับสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรใช้ในการพยากรณ์ผลผลิต และเพื่อเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์ โดยใช้วิธีการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ และโครงข่ายประสาทเทียม และพิจารณาจากพิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์การกำหนด ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาเป็นข้อมูลรายปีตั้งแต่ปี พ.ศ. 2538 ถึง 2559 จำนวน 22 ปี ตัวแปรอิสระ ได้แก่ ราคาที่เกษตรกรขายได้ที่ไร่นา ราคาสูงสุดเดือนกุมภาพันธ์ ราคาพืชแข่งขัน ได้แก่ ผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์รุ่น 2 ผลการศึกษาพบว่าวิธีโครงข่ายประสาทเทียมมีความแม่นยำในการพยากรณ์สูงกว่าวิธีการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ

อนามัย นาอุดม และจรัสศรี รุ่งรัตนาอุบล (2558) ศึกษาเรื่องการพัฒนาตัวแบบทางสถิติเพื่อพยากรณ์ผลผลิตข้าวในเขตภาคเหนือตอนล่าง งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อผลผลิตข้าวในเขตภาคเหนือตอนล่าง และสร้างตัวแบบพยากรณ์ผลผลิตข้าวในเขตภาคเหนือตอนล่าง โดยใช้วิธีการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ และโครงข่ายประสาทเทียม จากนั้น

พิจารณาจากค่ารากที่สองของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย และร้อยละค่าคลาดเคลื่อนสมบูรณ์เฉลี่ย ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาเป็นข้อมูลรายปีตั้งแต่ปี พ.ศ. 2551 ถึง 2553 จำนวน 9,206 รายการ ตัวแปรอิสระ ได้แก่ พันธุ์ข้าว ฤดูปลูก จำนวนเมล็ดพันธุ์ วิธีปลูก เนื้อที่ปลูก เดือนที่ปลูก เดือนที่เก็บผลผลิต เนื้อที่เก็บเกี่ยว เนื้อที่เสียหาย ปริมาณผลผลิต เนื้อที่ใส่ปุ๋ย ประเภทปุ๋ย ตัวแปรตาม ได้แก่ ผลผลิตข้าว ผลการศึกษาพบว่าวิธีโครงข่ายประสาทเทียมมีความแม่นยำในการพยากรณ์สูงกว่าวิธีการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ

Abdipour, M. et al. (2019) ศึกษาเรื่องแบบจำลองผลผลิตเมล็ดของดอกคำฝอย งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างแบบจำลองเพื่อทำนายผลผลิตเมล็ดของดอกคำฝอย โดยใช้วิธีการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ และโครงข่ายประสาทเทียมในการทำนาย และพิจารณาจากค่ารากที่สองของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย ค่าสัมประสิทธิ์การกำหนด และร้อยละค่าคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาเป็นข้อมูลรายปีตั้งแต่ปี ค.ศ. 2012 ถึง 2014 ตัวแปรอิสระ ได้แก่ ความสูงของต้น จำนวนกิ่ง จำนวนดอกต่อต้น จำนวนเมล็ดต่อดอก จำนวนวันที่เริ่มออกดอก จำนวนวันที่ครบกำหนดตัดดอก น้ำหนักต่อเมล็ด ตัวแปรตาม ได้แก่ ผลผลิตเมล็ดของดอกคำฝอย ผลการศึกษาพบว่าวิธีโครงข่ายประสาทเทียมมีประสิทธิภาพสูงกว่าวิธีการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ

Abrougui, K. et al. (2019) ศึกษาเรื่องการทำนายผลผลิตมันฝรั่งอินทรีย์โดยใช้ระบบไถพรวนและคุณสมบัติของดิน งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาวิธีการทำนายที่มีประสิทธิภาพในการทำนายผลผลิตมันฝรั่งอินทรีย์ โดยใช้วิธีการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ และโครงข่ายประสาทเทียมในการทำนาย และพิจารณาจากค่ารากที่สองของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาเป็นข้อมูลรายปีตั้งแต่ปี ค.ศ. 2014 ถึง 2016 ตัวแปรอิสระ ได้แก่ ปริมาณน้ำในดิน ปลูกแบบยกร่อง ปลูกแบบไถพรวนธรรมดา ตัวแปรตาม ได้แก่ ผลผลิตมันฝรั่งอินทรีย์ ผลการศึกษาพบว่าวิธีโครงข่ายประสาทเทียมมีประสิทธิภาพสูงกว่าวิธีการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ

Niazian, M. et al. (2018) ศึกษาเรื่องการทำนายปริมาณน้ำมันหอมระเหยของเครื่องเทศอโจวาน งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของวิธีการทำนาย โดยใช้วิธีการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ และโครงข่ายประสาทเทียมในการทำนาย และพิจารณาจากค่ารากที่สองของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย ค่าสัมประสิทธิ์การกำหนด และร้อยละค่าคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาเป็นข้อมูลรายปีตั้งแต่ปี ค.ศ. 2014 ถึง 2015 ตัวแปรอิสระ ได้แก่ ความสูงของพืช จำนวนก้านดอก จำนวนดอกต่อช่อ ความยาวใบ ตัวแปรตาม ได้แก่ ปริมาณน้ำมันหอมระเหย ผลการศึกษาพบว่าวิธีโครงข่ายประสาทเทียมมีประสิทธิภาพสูงกว่าวิธีการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ

Torkashvand, A. M. et al. (2017) ศึกษาเรื่องการทำนายความแน่นของผลกีวีโดยใช้ความเข้มข้นของแร่ธาตุในผลกีวี งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสามารถในการทำนายของแบบจำลองที่สร้างขึ้น โดยใช้วิธีการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ และโครงข่ายประสาทเทียมในการทำนาย และพิจารณาจากค่ารากที่สองของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา

ได้จากการสุ่มผลกีวีจากสวนกีวีในประเทศอิหร่าน ตัวแปรอิสระ ได้แก่ ความเข้มข้นของสารอาหารแต่ละชนิด คือ ไนโตรเจน โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม ตัวแปรตาม ได้แก่ ความแน่นของผลกีวี ผลการศึกษาพบว่าวิธีโครงข่ายประสาทเทียมมีประสิทธิภาพสูงกว่าวิธีการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ

Wenzhi, Z. et al. (2018) ศึกษาเรื่องการประมาณผลผลิตเมล็ดทานตะวัน โดยใช้วิธีการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ และโครงข่ายประสาทเทียม งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของแบบจำลองทางสถิติที่สร้างขึ้น โดยใช้วิธีการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณและโครงข่ายประสาทเทียมในการทำนายผลผลิตเมล็ดทานตะวัน และพิจารณาจากค่ารากที่สองของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาเป็นข้อมูลรายปีตั้งแต่ปี ค.ศ. 2012 ถึง 2013 ตัวแปรอิสระ ได้แก่ ค่าดัชนีพื้นที่ใบ ความสูงของต้น ความเหมาะสมของดิน เส้นผ่าศูนย์กลางของดอก ความแห้งของดิน ตัวแปรตาม ได้แก่ ผลผลิตเมล็ดทานตะวัน ผลการศึกษาพบว่าวิธีโครงข่ายประสาทเทียมมีประสิทธิภาพสูงกว่าวิธีการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ

บทที่ 3
วิธีการดำเนินงานวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้ข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary Data) ซึ่งรวบรวมข้อมูลจากหน่วยงานราชการ ได้แก่ สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2562) กรมส่งเสริมการเกษตร (2562) กรมพัฒนาที่ดิน (2562) และกรมอุตุนิยมวิทยา (2562) โดยใช้ข้อมูลปี 2562 ของแต่ละอำเภอที่มีการปลูกมันสำปะหลังในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จำนวน 313 อำเภอ เนื่องจากภาคตะวันออกเฉียงเหนือเป็นแหล่งเพาะปลูกมันสำปะหลังที่สำคัญของประเทศ ผู้วิจัยตัดค่าปลายสุด (Extreme Value) ก่อนทำการวิเคราะห์ข้อมูล จึงเหลือข้อมูล 292 ค่า การวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

3.1 ศึกษาตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา

3.2 เก็บรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในงานวิจัย

3.3 วิเคราะห์ข้อมูล

3.1 ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องและการพยากรณ์ของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร ผู้วิจัยเลือกปัจจัยที่นำมาเป็นตัวแปรอิสระ ได้แก่ งานวิจัยของนรวัฒน์ เหลืองทอง และนันทชัย กานตานันทะ (2559) และมาริสา มาแตง (2560) ศึกษาราคามันสำปะหลังปีที่แล้วและราคาพืชแข่งขัน สำหรับงานวิจัยนี้ใช้ราคาอ้อยโรงงานปีที่แล้ว เนื่องจากอ้อยโรงงานเป็นพืชแข่งขันของมันสำปะหลังในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ งานวิจัยของนรวัฒน์ เหลืองทอง และนันทชัย กานตานันทะ (2559) อนามัย นาอุดม และจรัสศรี รุ่งรัตนาอุบล (2558) และการพยากรณ์ของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรศึกษาเนื้อที่ปลูกมันสำปะหลัง งานวิจัยของอนามัย นาอุดม และจรัสศรี รุ่งรัตนาอุบล (2558) ศึกษาปริมาณปุ๋ยเคมี ปริมาณปุ๋ยอินทรีย์ และเนื้อที่เสียหายมันสำปะหลัง งานวิจัยของนรวัฒน์ เหลืองทอง และนันทชัย กานตานันทะ (2559) และการพยากรณ์ของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรศึกษาปริมาณน้ำฝนปีที่แล้ว การพยากรณ์ของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรศึกษาอายุตั้งแต่ปลูกถึงเก็บเกี่ยว ความเหมาะสมของดิน การระบาดของโรคและแมลง และภัยธรรมชาติ ตัวแปรตาม ได้แก่ ผลผลิตมันสำปะหลัง

ตัวแปรและชื่อตัวแปร

Pr_CasO	แทน ราคามันสำปะหลังปีที่แล้ว	Pr_sugO	แทน ราคาอ้อยโรงงานปีที่แล้ว
PlCas	แทน เนื้อที่ปลูกมันสำปะหลัง	AvgF	แทน ปริมาณปุ๋ยเคมี
AvgOr	แทน ปริมาณปุ๋ยอินทรีย์	AgeHa	แทน อายุตั้งแต่ปลูกถึงเก็บเกี่ยว
DaCas	แทน เนื้อที่เสียหายมันสำปะหลัง	RainO	แทน ปริมาณน้ำฝนปีที่แล้ว
Soil	แทน ความเหมาะสมของดิน	Dis_Ins	แทน การระบาดของโรคและแมลง
NatureDis	แทน ภัยธรรมชาติ	Yield	แทน ผลผลิตมันสำปะหลัง

3.2 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ข้อมูลที่นำมาใช้ในการศึกษาครั้งนี้เป็นข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary Data) ซึ่งรวบรวมข้อมูลจากหน่วยงานราชการ ได้แก่ สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กรมส่งเสริมการเกษตร กรมพัฒนาที่ดิน และกรมอุตุนิยมวิทยา โดยใช้ข้อมูลปี 2562 ของแต่ละอำเภอที่มีการปลูกมันสำปะหลังในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จำนวน 313 อำเภอ เนื่องจากภาคตะวันออกเฉียงเหนือเป็นแหล่งเพาะปลูกมันสำปะหลังที่สำคัญของประเทศ

ตารางที่ 3.1 การเก็บรวบรวมข้อมูล

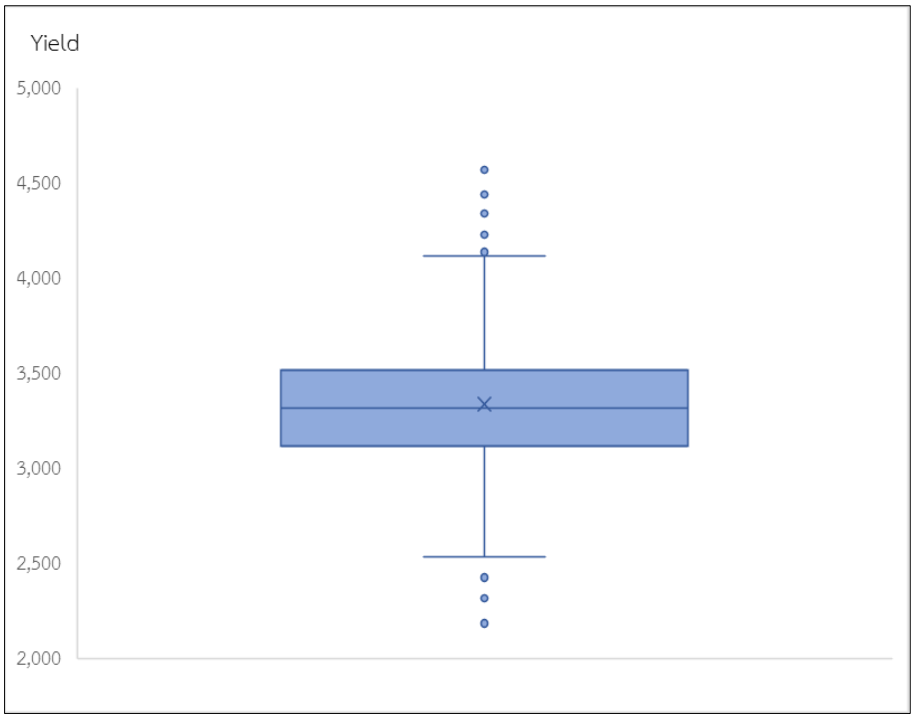
ชื่อตัวแปร	คำอธิบาย	ประเภทของตัวแปร
ราคามันสำปะหลังปีที่แล้ว (Cassava price last year : PR_CasO)	ราคาที่เกษตรกรขายได้ ณ ไร่นา เฉลี่ยทั้งปี รายอำเภอ ข้อมูลจากกรมส่งเสริมการเกษตร (หน่วย : บาท)	ปริมาณ
ราคาอ้อยโรงงานปีที่แล้ว (Sugar cane price last year : Pr_sugO)	ราคาที่เกษตรกรขายได้ ณ ไร่นา เฉลี่ยทั้งปี รายอำเภอ ข้อมูลจากกรมส่งเสริมการเกษตร (หน่วย : บาท)	ปริมาณ
เนื้อที่ปลูกมันสำปะหลัง (Cassava planting area : PlCas)	เนื้อที่ปลูกมันสำปะหลังรายอำเภอ ข้อมูลจากสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (หน่วย : ไร่)	ปริมาณ
ปริมาณปุ๋ยเคมี (Use of chemical fertilizer : AvgF)	ปริมาณการใช้ปุ๋ยเคมีรายอำเภอ ข้อมูลจากสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (หน่วย : กก. ต่อ ไร่)	ปริมาณ
ปริมาณปุ๋ยอินทรีย์ (Use of organic fertilizer : AvgOr)	ปริมาณการใช้ปุ๋ยอินทรีย์รายอำเภอ ข้อมูลจากสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (หน่วย : กก. ต่อ ไร่)	ปริมาณ
อายุตั้งแต่ปลูกถึงเก็บเกี่ยว (Age from planting to harvesting : AgeHa)	อายุตั้งแต่ปลูกถึงเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังรายอำเภอ ข้อมูลจากสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (หน่วย : เดือน)	ปริมาณ
เนื้อที่เสียหายมันสำปะหลัง (Cassava damaged area : DaCa)	เนื้อที่เสียหายมันสำปะหลังรายอำเภอ ข้อมูลจากสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (หน่วย : ไร่)	ปริมาณ
ปริมาณน้ำฝนปีที่แล้ว (Rainfall last year : RainO)	ปริมาณน้ำฝนทั้งปีรายอำเภอ ข้อมูลจากกรมอุตุนิยมวิทยา (หน่วย : มิลลิลิตร)	ปริมาณ

ชื่อตัวแปร	คำอธิบาย	ประเภทของตัวแปร
ความเหมาะสมของดิน (Soil suitability : Soil)	Soil = { 1 คือ เหมาะสม; 0 คือ ไม่เหมาะสม ข้อมูลจากกรมพัฒนาที่ดิน	คุณภาพ
การระบาดของโรคและแมลง (Outbreaks of diseases and insects : Dis_Ins)	Dis_Ins = { 1 คือ มีการระบาดของโรคและแมลง; 0 คือ ไม่มีการระบาดของโรคและแมลง ข้อมูลจากสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร	คุณภาพ
ภัยธรรมชาติ (Natural disaster : NatureDis)	NatureDis = { 1 คือ มีภัยธรรมชาติ; 0 คือ ไม่มีภัยธรรมชาติ ข้อมูลจากสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร	คุณภาพ
ผลผลิตมันสำปะหลัง (Cassava product: Y)	ผลผลิตต่อไร่ รายอำเภอ ข้อมูลจากสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (หน่วย: กิโลกรัมต่อไร่)	ปริมาณ

3.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยตรวจสอบค่าปลายสุด (Extreme Value) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ SPSS ก่อนทำการวิเคราะห์ข้อมูล จากนั้นวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ SPSS และโครงข่ายประสาทเทียมโดยใช้โปรแกรม R-Studio

จากการตรวจสอบค่าค่าปลายสุดของผลผลิตมันสำปะหลังจำนวน 313 อำเภอ พบว่าค่าของข้อมูลจะเป็นค่าปลายสุดถ้ามีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 2,546 และมากกว่าหรือเท่ากับ 4,062 ดังนั้นข้อมูลชุดนี้มีค่าปลายสุดจำนวน 21 ค่า เมื่อตัดค่าปลายสุดออกจึงเหลือข้อมูลที่นำไปวิเคราะห์จำนวน 292 ค่า ดังแสดงในภาคผนวก ข งานวิจัยนี้ผู้วิจัยตัดค่าปลายสุดออกเนื่องจากเมื่อนำข้อมูลทั้งหมดไปวิเคราะห์พบว่าตัวแปรตามไม่มีการแจกแจงปรกติ ซึ่งไม่เป็นไปตามข้อสมมติเบื้องต้นของวิธีการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ



รูปที่ 3.1 ค่าปลายสุด (Extreme Value)

3.3.1 วิธีการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ SPSS

ขั้นตอนการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ (กัลยา วานิชย์บัญชา, 2550)

1) เลือกตัวแปรอิสระที่คาดว่าจะมีความสัมพันธ์กับตัวแปรตาม

2) แบ่งข้อมูลเป็น 2 ชุด

- ข้อมูลชุดที่ 1 ข้อมูลฝึกหัด ร้อยละ 70 จำนวน 204 ค่า ใช้ในการสร้างตัวแบบ
- ข้อมูลชุดที่ 2 ข้อมูลทดสอบ ร้อยละ 30 จำนวน 88 ค่า ใช้ในการทดสอบตัวแบบ

3) นำข้อมูลชุดที่ 1 ตรวจสอบตัวแปรตามมีการแจกแจงปรกติ ด้วยคำสั่ง Discriptive Statistics โดยพิจารณาจากค่า Lilliefors Test

4) ตรวจสอบความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม ด้วยคำสั่ง Regression ในกรณีที่ตัวแปรอิสระเป็นเชิงปริมาณโดยพิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson's Correlation Coefficient) ส่วนในกรณีที่ตัวแปรอิสระเป็นเชิงคุณภาพพิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อันดับที่ของสเปียร์แมน (Spearman's Rank Correlation)

5) ตรวจสอบความสัมพันธ์เชิงเส้นพหุระหว่างตัวแปรอิสระ ด้วยคำสั่ง Regression

6) วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ SPSS ด้วยคำสั่ง Regression และเลือกวิธี Stepwise เพื่อนำตัวแปรเข้าในสมการถดถอย

7) ตรวจสอบความความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรตาม

8) สร้างสมการแสดงความสัมพันธ์

$$\hat{Y} = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + \ldots + b_kX_k$$

9) ศึกษาระดับความสัมพันธ์ โดยพิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์การกำหนด

$R^2 = \frac{SSR}{SST}$ โดยที่ $0 \leq R^2 \leq 1$

10) ตรวจสอบความเชื่อถือได้ของสมการการถดถอยพหุคูณ โดยพิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์การกำหนด (R^2) และค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE)

11) ตรวจสอบข้อสมมติของส่วนเหลือ (Residual)

- ตรวจสอบการแจกแจงปรกติและความแปรปรวนของส่วนเหลือ ด้วยคำสั่ง Discriptive Statistics

- ตรวจสอบส่วนเหลือเป็นอิสระกัน ด้วยคำสั่ง Regression โดยพิจารณาจากค่าเดอร์บิน - วัตสัน (Durbin – Watson)

12) นำตัวแบบที่ได้มาทดสอบด้วยข้อมูลชุดที่ 2

3.3.2 วิธีการวิเคราะห์โครงข่ายประสาทเทียมโดยใช้โปรแกรม R-Studio

ขั้นตอนการวิเคราะห์โครงข่ายประสาทเทียมโดยใช้โปรแกรม R-Studio (DataRockie, 2019)

1) เรียกใช้ฟังก์ชันสำหรับวิเคราะห์โครงข่ายประสาทเทียมในกรณีที่ตัวแปรตามเป็นตัวแปรเชิงปริมาณ

2) ดูที่อยู่ของแฟ้มข้อมูล (Folder) และกำหนดที่อยู่ของแฟ้มข้อมูลที่จะใช้ในการวิเคราะห์

3) โหลดไฟล์ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์

4) เขียน Code เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลโดยกำหนดจำนวนโหนดในชั้นซ่อนเท่ากับ 4, 6, 8, 10 และ 12 กำหนดโมเมนตัมเท่ากับ 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8 และ 0.9 และอัตราเรียนรู้เท่ากับ 0.001, 0.003, 0.005, 0.01, 0.05, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4 และ 0.5

5) ตรวจสอบความเชื่อถือได้ของตัวแบบ โดยพิจารณาจากค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Mean of Squares Error : MSE)

3.3.3 เปรียบเทียบประสิทธิภาพของวิธีการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณและโครงข่ายประสาทเทียมด้วยค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Mean Squares Error : MSE) (กัลยา วานิชย์บัญชา, 2557)

$$MSE = \sum_{i=1}^{n} \frac{\left(Y_i - Y_i\right)^2}{n}$$

โดยที่ Y_i คือ ค่าจริง

Y_i คือ ค่าทำนาย

n คือ จำนวนข้อมูลที่นำมาทำนาย

บทที่ 4
ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

ในการศึกษางานวิจัยเรื่องการทำนายผลผลิตมันสำปะหลังในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ผู้วิจัยทำการศึกษาโดยใช้ข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary Data) ซึ่งรวบรวมข้อมูลจากหน่วยงานราชการ ได้แก่ สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กรมส่งเสริมการเกษตร กรมพัฒนาที่ดินและกรมอุตุนิยมวิทยา ใช้ข้อมูลปี 2562 ของแต่ละอำเภอที่มีการปลูกมันสำปะหลังในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จำนวน 313 อำเภอ เนื่องจากภาคตะวันออกเฉียงเหนือเป็นแหล่งเพาะปลูกมันสำปะหลังที่สำคัญของประเทศ ผู้วิจัยตัดค่าปลายสุด (Extreme Value) ก่อนทำการวิเคราะห์ข้อมูลจึงเหลือข้อมูล 292 ค่า ผู้วิจัยแบ่งข้อมูลเป็น 2 ชุด เพื่อทำการวิเคราะห์ โดยใช้ข้อมูลชุดที่ 1 จำนวน 204 ค่า หรือร้อยละ 70 เพื่อใช้เป็นข้อมูลฝึกหัด ส่วนข้อมูลชุดที่ 2 จำนวน 88 ค่า หรือร้อยละ 30 เพื่อใช้เป็นข้อมูลทดสอบ สำหรับการศึกษาในวัตถุประสงค์ที่ 1 คือ ศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อผลผลิตมันสำปะหลัง จากการศึกษาจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและการพยากรณ์ของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร ผู้วิจัยเลือกปัจจัยที่นำมาเป็นตัวแปรอิสระ ได้แก่ ราคามันสำปะหลังปีที่แล้ว ราคาอ้อยโรงงานปีที่แล้ว เนื้อที่ปลูกมันสำปะหลัง ปริมาณปุ๋ยเคมี ปริมาณปุ๋ยอินทรีย์ อายุตั้งแต่ปลูกถึงเก็บเกี่ยว เนื้อที่เสียหายมันสำปะหลัง ปริมาณน้ำฝนปีที่แล้ว ความเหมาะสมของดิน การระบาดของโรคและแมลงภัยธรรมชาติ และตัวแปรตาม ได้แก่ ผลผลิตมันสำปะหลัง จากนั้นผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลในวัตถุประสงค์ที่ 2 คือ เปรียบเทียบประสิทธิภาพของวิธีการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณและวิธีโครงข่ายประสาทเทียม ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ SPSS ซึ่งพิจารณาจากค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Mean of Squares Error : MSE) และโครงข่ายประสาทเทียมโดยใช้โปรแกรม R-Studio ซึ่งพิจารณาจากค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยและเปรียบเทียบประสิทธิภาพของวิธีการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณและวิธีโครงข่ายประสาทเทียมด้วยค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย จากนั้นนำวิธีการทำนายที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดมาทำนายข้อมูลชุดที่ 2 และคำนวณหาร้อยละค่าคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Absolute Percentage Error : MAPE) งานวิจัยนี้กำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติเท่ากับ 0.05 การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

4.1 การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ

4.2 การวิเคราะห์โครงข่ายประสาทเทียม

4.3 เปรียบเทียบประสิทธิภาพของวิธีการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณและโครงข่ายประสาทเทียมและหาร้อยละค่าคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยของวิธีที่ดีที่สุด

4.1 การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ

จากการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณได้ผลการศึกษา ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การตรวจสอบตัวแปรตามจะต้องมีการแจกแจงปรกติ (Normality)

ตารางที่ 4.1 การตรวจสอบการแจกแจงแบบปรกติของตัวแปรตามด้วยการทดสอบลิลลิโฟรส์

ตัวแปรตาม		Yield
n		204
Normal Parameters[a,b]	Mean	3,301.412
	Std. Deviation	275.678
Most Extreme Differences	Absolute	0.039
	Positive	0.039
	Negative	-0.025
Test Statistic		0.039
Asymp. Sig. (2-tailed)		.200[c,d]

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

c. Lilliefors Significance Correction.

d. This is a lower bound of the true significance.

สมมติฐาน (Hypothesis)

H_0 : ตัวแปรตามมีการแจกแจงปรกติ

H_1 : ตัวแปรตามไม่มีการแจกแจงปรกติ

เนื่องจากตัวสถิติทดสอบ = 0.039 มีค่า p value = 0.200 > 0.05 ซึ่งไม่ตกอยู่ในเขตวิกฤต จึงไม่สามารถปฏิเสธ H_0 ได้ ดังนั้นตัวแปรผลผลิต (Yield) มีการแจกแจงปรกติ

ขั้นตอนที่ 2 การตรวจสอบตัวแปรอิสระและตัวแปรตามมีความสัมพันธ์กันในเชิงเส้น (Linearity)

ตารางที่ 4.2 การตรวจสอบความสัมพันธ์กันในเชิงเส้นของตัวแปรอิสระและตัวแปรตามด้วยค่าสัมประสิทธิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน

Correlations										
		Yield	Pr_casO	Pr_sugO	PlCas	AvgF	AvgOr	AgeHa	DaCas	RainO
Yield	Pearson Correlation	1	0.770**	0.177*	0.305*	0.547**	0.323**	0.411**	-0.104	-0.306**
	Sig. (2-tailed)		0.000	0.011	0.000	0.000	0.000	0.000	0.138	0.000
	n	204	204	204	204	204	204	204	204	204
Pr_casO	Pearson Correlation	0.770**	1	0.135	0.227**	0.419**	0.243**	0.227**	-0.202**	-0.456**
	Sig. (2-tailed)	0.000		0.055	0.001	0.000	0.000	0.001	0.004	0.000
	n	204	204	204	204	204	204	204	204	204

Correlations										
		Yield	Pr_casO	Pr_sugO	PlCas	AvgF	AvgOr	AgeHa	DaCas	RainO
Pr_sugO	Pearson Correlation	0.177**	0.135	1	0.155*	0.065	-0.203**	0.092	0.103	-0.144*
	Sig. (2-tailed)	0.011	0.055		0.026	0.354	0.004	0.192	0.141	0.041
	n	204	204	204	204	204	204	204	204	204
PlCas	Pearson Correlation	0.305**	0.227**	0.155*	1	0.191**	0.078	0.097	0.163*	-0.198**
	Sig. (2-tailed)	0.000	0.001	0.026		0.006	0.266	0.167	0.020	0.004
	n	204	204	204	204	204	204	204	204	204
AvgF	Pearson Correlation	0.547**	0.419**	0.065	0.191**	1	0.326**	0.180*	-0.020	-0.178*
	Sig. (2-tailed)	0.000	0.000	0.354	0.006		0.000	0.010	0.774	0.011
	n	204	204	204	204	204	204	204	204	204
AvgOr	Pearson Correlation	0.323**	0.243**	-0.203**	0.078	0.326**	1	-0.042	0.101	0.084
	Sig. (2-tailed)	0.000	0.000	0.004	0.266	0.000		0.548	0.151	0.233
	n	204	204	204	204	204	204	204	204	204
AgeHa	Pearson Correlation	0.411**	0.227**	0.092	0.097	0.180*	-0.042	1	-0.038	0.004
	Sig. (2-tailed)	0.000	0.001	0.192	0.167	0.010	0.548		0.592	0.950
	n	204	204	204	204	204	204	204	204	204
DaCas	Pearson Correlation	-0.104	-0.202**	0.103	0.163*	-0.020	0.101	-0.038	1	0.165*
	Sig. (2-tailed)	0.138	0.004	0.141	0.020	0.774	0.151	0.592		0.018
	n	204	204	204	204	204	204	204	204	204
RainO	Pearson Correlation	-0.306**	-0.456**	-0.144*	-0.198**	-0.178*	0.084	0.004	0.165*	1
	Sig. (2-tailed)	0.000	0.000	0.041	0.004	0.011	0.233	0.950	0.018	
	n	204	204	204	204	204	204	204	204	204

**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

สมมติฐาน

H_0 : ราคามันสำปะหลังปีที่แล้วและผลผลิตมันสำปะหลังไม่มีความสัมพันธ์กันในรูปเชิงเส้น

H_1 : ราคามันสำปะหลังปีที่แล้วและผลผลิตมันสำปะหลังมีความสัมพันธ์กันในรูปเชิงเส้น

เนื่องจากตัวสถิติทดสอบ = 0.770 มีค่า p value = 0.000 < 0.05 ซึ่งตกอยู่ในเขตวิกฤต จึงปฏิเสธ H_0 ดังนั้น ตัวแปรราคามันสำปะหลังปีที่แล้วและผลผลิตมันสำปะหลังมีความสัมพันธ์กันในเชิงเส้น ในทำนองเดียวกัน ราคาอ้อยโรงงานปีที่แล้ว เนื้อที่ปลูกมันสำปะหลัง ปริมาณปุ๋ยเคมี ปริมาณปุ๋ยอินทรีย์ อายุตั้งแต่ปลูกถึงเก็บเกี่ยว ปริมาณน้ำฝนปีที่แล้วและผลผลิตมันสำปะหลังมีความสัมพันธ์กันในรูปเชิงเส้น ส่วนตัวแปรเนื้อที่เสียหายมันสำปะหลังมีค่า p value = 0.138 ซึ่งมากกว่า 0.05 ไม่ตกอยู่ในเขตวิกฤต จึงไม่สามารถปฏิเสธ H_0 ได้ ดังนั้น ตัวแปรเนื้อที่เสียหายมันสำปะหลังและผลผลิต

มันสำปะหลังไม่มีความสัมพันธ์กันในเชิงเส้น จึงตัดตัวแปรเนื้อที่เสียหายมันสำปะหลังออก ไม่นำไปวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ

การหาระดับความสัมพันธ์ของตัวแปร (Correlation)

ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรผลผลิตมันสำปะหลังกับราคามันสำปะหลังปีที่แล้ว คือ 0.770 แสดงว่า มีความสัมพันธ์กันในทิศทางเดียวกันและมีความสัมพันธ์กันสูง

ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรผลผลิตมันสำปะหลังกับราคาอ้อยโรงงานปีที่แล้ว คือ 0.177 แสดงว่า มีความสัมพันธ์กันในทิศทางเดียวกันและมีความสัมพันธ์กันน้อย

ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรผลผลิตมันสำปะหลังกับเนื้อที่ปลูกมันสำปะหลัง คือ 0. 305 แสดงว่า มีความสัมพันธ์กันในทิศทางเดียวกันและมีความสัมพันธ์กันน้อย

ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรผลผลิตมันสำปะหลังกับปริมาณปุ๋ยเคมี คือ 0.547 แสดงว่า มีความสัมพันธ์กันในทิศทางเดียวกันและมีความสัมพันธ์กันปานกลาง

ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรผลผลิตมันสำปะหลังกับปริมาณปุ๋ยอินทรีย์ คือ 0.323 แสดงว่า มีความสัมพันธ์กันในทิศทางเดียวกันและมีความสัมพันธ์กันน้อย

ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรผลผลิตมันสำปะหลังกับอายุตั้งแต่ปลูกถึงเก็บเกี่ยว คือ 0.411 แสดงว่า มีความสัมพันธ์กันในทิศทางเดียวกันและมีความสัมพันธ์กันน้อย

ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรผลผลิตมันสำปะหลังกับปริมาณน้ำฝนปีที่แล้ว คือ -0.306 แสดงว่า มีความสัมพันธ์กันในทิศทางตรงกันข้ามและมีความสัมพันธ์กันน้อย

ขั้นตอนที่ 3 การตรวจสอบความสัมพันธ์เชิงเส้นพหุระหว่างตัวแปรอิสระ (Multicollinearity)

ตารางที่ 4.3 การตรวจสอบความสัมพันธ์เชิงเส้นพหุระหว่างตัวแปรอิสระด้วยค่าความคลาดเคลื่อนยินยอมและค่า VIF

ตัวแปร	ค่า Tolerance	ค่า VIF
ราคามันสำปะหลังปีที่แล้ว	0.656	1.525
ราคาอ้อยโรงงานปีที่แล้ว	0.900	1.112
เนื้อที่ปลูกมันสำปะหลัง	0.618	1.618
ปริมาณปุ๋ยเคมี	0.737	1.356
ปริมาณปุ๋ยอินทรีย์	0.786	1.273
อายุตั้งแต่ปลูกถึงเก็บเกี่ยว	0.866	1.154
เนื้อที่เสียหายมันสำปะหลัง	0.883	1.132
ปริมาณน้ำฝนปีที่แล้ว	0.729	1.372
ความเหมาะสมของดิน	0.577	1.732
การระบาดของโรคและแมลง	0.908	1.101
ภัยธรรมชาติ	0.619	1.615

ค่าความคลาดเคลื่อนยินยอม (Tolerance) ของทุกตัวแปร มีค่าใกล้ 1 แสดงว่าไม่เกิดปัญหาความสัมพันธ์เชิงเส้นพหุ

ค่า VIF(X_i) ของทุกตัวแปร มีค่าน้อยกว่า 10 แสดงว่าไม่เกิดปัญหาความสัมพันธ์เชิงเส้นพหุ

ขั้นตอนที่ 4 วิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ (Multiple Regression Analysis)

ตารางที่ 4.4 การเลือกตัวแปรอิสระเข้าในสมการถดถอยพหุคูณ

Variables Entered/Removed[a]			
Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	Pr_casO	-	Stepwise (Criteria: Probability-of-F-to-enter <= 0.050, Probability-of-F-to-remove >= 0.100).
2	Soil	-	Stepwise (Criteria: Probability- of- F- to- enter <= 0.050, Probability-of-F-to-enter >= 0.100)
3	NatureDis	-	Stepwise (Criteria: Probability- of- F- to- enter <= 0.050, Probability-of-F-to-enter >= 0.100)
4	AvgF	-	Stepwise (Criteria: Probability- of- F- to- enter <= 0.050, Probability-of-F-to-enter >= 0.100)
5	AgeHa	-	Stepwise (Criteria: Probability- of- F- to- enter <= 0.050, Probability-of-F-to-enter >= 0.100)
6	AvgOr	-	Stepwise (Criteria: Probability- of- F- to- enter <= 0.050, Probability-of-F-to-enter >= 0.100)
7	Pr_sugO	-	Stepwise (Criteria: Probability- of- F- to- enter <= 0.050, Probability-of-F-to-enter >= 0.100)

a. Dependent Variable: Yield

ตารางที่ 4.4 แสดงการเลือกตัวแปรอิสระเข้าสมการถดถอย โดยใช้วิธีการถดถอยทีละขั้น (Stepwise Regression) ที่กำหนดค่าความน่าจะเป็นของ F ในการเลือกตัวแปรเข้าเท่ากับ 0.05 และเลือกตัวแปรออกเท่ากับ 0.10 ตัวแปรตามคือผลผลิตมันสำปะหลัง ตัวแปรอิสระคือ ราคามันสำปะหลังปีที่แล้ว ความเหมาะสมของดิน ภัยธรรมชาติ ปริมาณปุ๋ยเคมี อายุตั้งแต่ปลูกถึงเก็บเกี่ยว ปริมาณปุ๋ยอินทรีย์และราคาอ้อยโรงงานปีที่แล้ว

ตัวแบบที่ 1 ตัวแปรอิสระที่นำเข้าสมการถดถอย คือ ราคามันสำปะหลังปีที่แล้ว

ตัวแบบที่ 2 ตัวแปรอิสระที่นำเข้าสมการถดถอย คือ ความเหมาะสมของดินและไม่มีตัวแปรใดออกจากสมการ

ตัวแบบที่ 3 ตัวแปรอิสระที่นำเข้าสมการถดถอย คือ ภัยธรรมชาติและไม่มีตัวแปรใดออกจากสมการ

ตัวแบบที่ 4 ตัวแปรอิสระที่นำเข้าสมการถดถอย คือ ปริมาณปุ๋ยเคมีและไม่มีตัวแปรใดออกจากสมการ

ตัวแบบที่ 5 ตัวแปรอิสระที่นำเข้าสมการถดถอย คือ อายุตั้งแต่ปลูกถึงเก็บเกี่ยวและไม่มีตัวแปรใดออกจากสมการ

ตัวแบบที่ 6 ตัวแปรอิสระที่นำเข้าสมการถดถอย คือ ปริมาณปุ๋ยอินทรีย์และไม่มีตัวแปรใดออกจากสมการ

ตัวแบบที่ 7 ตัวแปรอิสระที่นำเข้าสมการถดถอย คือ ราคาอ้อยโรงงานปีที่แล้วและไม่มีตัวแปรใดออกจากสมการหรือเพิ่มเข้ามาในสมการ จึงหยุดการคัดเลือกตัวแปร

ตารางที่ 4.5 ผลสรุปตัวแบบ (Model Summary)

Model Summary[h]										
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics					
					R Square Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change	Dubin-Watson
1	0.770[a]	0.593	0.591	176.335	0.593	294.163	1	202	0.000	
2	0.860[b]	0.740	0.738	141.210	0.147	113.992	1	201	0.000	
3	0.882[c]	0.778	0.775	130.803	0.038	34.255	1	200	0.000	
4	0.897[d]	0.805	0.801	122.935	0.027	27.420	1	199	0.000	
5	0.907[e]	0.823	0.818	117.529	0.018	19.729	1	198	0.000	
6	0.909[f]	0.827	0.822	116.433	0.004	4.743	1	197	0.031	
7	0.911[g]	0.831	0.831	115.475	0.004	4.281	1	196	0.040	2.030

a. Predictors: (Constant), Pr_casO

b. Predictors: (Constant), Pr_casO, Soil

c. Predictors: (Constant), Pr_casO, Soil, NatureDis

d. Predictors: (Constant), Pr_casO, Soil, NatureDis, AvgF

e. Predictors: (Constant), Pr_casO, Soil, NatureDis, AvgF, AgeHa

f. Predictors: (Constant), Pr_casO, Soil, NatureDis, AvgF, AgeHa, AvgOr

g. Predictors: (Constant), Pr_casO, Soil, NatureDis, AvgF, AgeHa, AvgOr, Pr_sugO

h. Dependent Variable: Yield

ตัวแบบที่ 1

Adjusted R Square = 0.591 นั่นคือตัวแปรราคามันสำปะหลังปีที่แล้ว สามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงของผลผลิตมันสำปะหลังได้ร้อยละ 59.1

R Square Change หมายถึงค่า R^2 ที่เพิ่มขึ้นเมื่อนำตัวแปรราคามันสำปะหลังปีที่แล้ว เข้าสมการ พบว่ามีค่า R^2 ร้อยละ 59.3 หรือเพิ่มขึ้น 59.3

F Change หมายถึง ค่าสถิติทดสอบ F ที่เปลี่ยนไปเมื่อนำตัวแปรราคามันสำปะหลังปีที่แล้วเข้าสมการ

สมมติฐาน

$H_0 : \beta_1 = 0$ vs $H_1 : \beta_1 \neq 0$

สถิติทดสอบ F Change = 294.163 ค่า Sig. F Change = 0.000 ซึ่งน้อยกว่า 0.05 จึงปฏิเสธ H_0 นั่นคือ $\beta_1 \neq 0$ แสดงว่าตัวแบบที่ 1 มีความเหมาะสม

ตัวแบบที่ 2

Adjusted R Square = 0.738 นั่นคือตัวแปรราคามันสำปะหลังปีที่แล้วและความเหมาะสมของดินสามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงของผลผลิตมันสำปะหลังได้ร้อยละ 73.8

R Square Change หมายถึงค่า R^2 ที่เพิ่มขึ้นเมื่อนำตัวแปรความเหมาะสมของดินเข้าสมการ พบว่ามีค่า R^2 ร้อยละ 74.0 หรือเพิ่มขึ้น 14.7

F Change หมายถึง ค่าสถิติทดสอบ F ที่เปลี่ยนไปเมื่อนำตัวแปรความเหมาะสมของดินเข้าสมการ

สมมติฐาน

$H_0 : \beta_2 = 0$ vs $H_1 : \beta_2 \neq 0$

สถิติทดสอบ F Change = 113.992 ค่า Sig. F Change = 0.000 ซึ่งน้อยกว่า 0.05 จึงปฏิเสธ H_0 นั่นคือ $\beta_2 \neq 0$ แสดงว่าตัวแบบที่ 2 มีความเหมาะสม

ตัวแบบที่ 3

Adjusted R Square = 0.775 นั่นคือตัวแปรราคามันสำปะหลังปีที่แล้ว ความเหมาะสมของดินและภัยธรรมชาติสามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงของผลผลิตมันสำปะหลังได้ร้อยละ 77.5

R Square Change หมายถึงค่า R^2 ที่เพิ่มขึ้นเมื่อนำตัวแปรภัยธรรมชาติเข้าสมการ พบว่ามีค่า R^2 ร้อยละ 77.8 หรือเพิ่มขึ้น 3.8

F Change หมายถึง ค่าสถิติทดสอบ F ที่เปลี่ยนไปเมื่อนำตัวแปรภัยธรรมชาติเข้าสมการ

สมมติฐาน

$H_0 : \beta_3 = 0$ vs $H_1 : \beta_3 \neq 0$

สถิติทดสอบ F Change = 34.255 ค่า Sig. F Change = 0.000 ซึ่งน้อยกว่า 0.05 จึงปฏิเสธ H_0 นั่นคือ $\beta_3 \neq 0$ แสดงว่าตัวแบบที่ 3 มีความเหมาะสม

ตัวแบบที่ 4

Adjusted R Square = 0.801 นั่นคือตัวแปรราคามันสำปะหลังปีที่แล้ว ความเหมาะสมของดินภัยธรรมชาติและปริมาณปุ๋ยเคมีสามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงของผลผลิตมันสำปะหลังได้ร้อยละ 80.1

R Square Change หมายถึงค่า R^2 ที่เพิ่มขึ้นเมื่อนำตัวแปรปริมาณปุ๋ยเคมีเข้าสมการ พบว่ามีค่า R^2 ร้อยละ 80.5 หรือเพิ่มขึ้น 2.7

F Change หมายถึง ค่าสถิติทดสอบ F ที่เปลี่ยนไปเมื่อนำตัวแปรปริมาณปุ๋ยเคมีเข้าสมการ

สมมติฐาน

$H_0 : \beta_4 = 0$ vs $H_1 : \beta_4 \neq 0$

สถิติทดสอบ F Change = 27.420 ค่า Sig. F Change = 0.000 ซึ่งน้อยกว่า 0.05 จึงปฏิเสธ H_0 นั่นคือ $\beta_4 \neq 0$ แสดงว่าตัวแบบที่ 4 มีความเหมาะสม

ตัวแบบที่ 5

Adjusted R Square = 0.818 นั่นคือตัวแปรราคามันสำปะหลังปีที่แล้ว ความเหมาะสมของดิน

ภัยธรรมชาติ ปริมาณปุ๋ยเคมีและอายุตั้งแต่ปลูกถึงเก็บเกี่ยวสามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงของผลผลิตมันสำปะหลังได้ร้อยละ 81.8

R Square Change หมายถึงค่า R^2 ที่เพิ่มขึ้นเมื่อนำตัวแปรอายุตั้งแต่ปลูกถึงเก็บเกี่ยวเข้าสมการ พบว่ามีค่า R^2 ร้อยละ 82.3 หรือเพิ่มขึ้น 1.8

F Change หมายถึง ค่าสถิติทดสอบ F ที่เปลี่ยนไปเมื่อนำตัวแปรอายุตั้งแต่ปลูกถึงเก็บเกี่ยวเข้าสมการ

สมมติฐาน

$H_0 : \beta_5 = 0$ vs $H_1 : \beta_5 \neq 0$

สถิติทดสอบ F Change = 19.729 ค่า Sig. F Change = 0.000 ซึ่งน้อยกว่า 0.05 จึงปฏิเสธ H_0 นั่นคือ $\beta_5 \neq 0$ แสดงว่าตัวแบบที่ 5 มีความเหมาะสม

ตัวแบบที่ 6

Adjusted R Square = 0.822 นั่นคือตัวแปรราคามันสำปะหลังปีที่แล้ว ความเหมาะสมของดินภัยธรรมชาติ ปริมาณปุ๋ยเคมี อายุตั้งแต่ปลูกถึงเก็บเกี่ยวและปริมาณปุ๋ยอินทรีย์สามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงของผลผลิตมันสำปะหลังได้ร้อยละ 82.2

R Square Change หมายถึงค่า R^2 ที่เพิ่มขึ้นเมื่อนำตัวแปรปริมาณปุ๋ยอินทรีย์เข้าสมการ พบว่ามีค่า R^2 ร้อยละ 82.7 หรือเพิ่มขึ้น 0.4

F Change หมายถึง ค่าสถิติทดสอบ F ที่เปลี่ยนไปเมื่อนำตัวแปรปริมาณปุ๋ยอินทรีย์เข้าสมการ

สมมติฐาน

$H_0 : \beta_6 = 0$ vs $H_1 : \beta_6 \neq 0$

สถิติทดสอบ F Change = 4.743 ค่า Sig. F Change = 0.031 ซึ่งน้อยกว่า 0.05 จึงปฏิเสธ H_0 นั่นคือ $\beta_6 \neq 0$ แสดงว่าตัวแบบที่ 6 มีความเหมาะสม

ตัวแบบที่ 7

Adjusted R Square = 0.831 นั่นคือตัวแปรราคามันสำปะหลังปีที่แล้ว ความเหมาะสมของดินภัยธรรมชาติ ปริมาณปุ๋ยเคมี อายุตั้งแต่ปลูกถึงเก็บเกี่ยว ปริมาณปุ๋ยอินทรีย์และราคาอ้อยโรงงานปีที่แล้วสามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงของผลผลิตมันสำปะหลังได้ร้อยละ 83.1

R Square Change หมายถึงค่า R^2 ที่เพิ่มขึ้นเมื่อนำตัวแปรราคาอ้อยโรงงานปีที่แล้วเข้าสมการ พบว่ามีค่า R^2 ร้อยละ 83.1 หรือเพิ่มขึ้น 0.4

F Change หมายถึง ค่าสถิติทดสอบ F ที่เปลี่ยนไปเมื่อนำตัวแปรราคาอ้อยโรงงานปีที่แล้วเข้าสมการ

สมมติฐาน

$H_0 : \beta_7 = 0$ vs $H_1 : \beta_7 \neq 0$

สถิติทดสอบ F Change = 4.281 ค่า Sig. F Change = 0.040 ซึ่งน้อยกว่า 0.05 จึงปฏิเสธ H_0 นั่นคือ $\beta_7 \neq 0$ แสดงว่าตัวแบบที่ 7 มีความเหมาะสม

ตารางที่ 4.6 การวิเคราะห์ความแปรปรวน

ANOVA[a]						
Model		Sum of Square	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	9,146,696.014	1	9,146,696.014	294.163	0.000[b]
	Residual	6,280,989.398	202	31,094.007		
	Total	15,427,685.412	203			
2	Regression	11,419,717.851	2	5,709,858.925	286.350	0.000[c]
	Residual	4,007,967.561	201	19,940.137		
	Total	15,427,685.412	203			
3	Regression	12,005,807.943	3	4,001,935.981	233.903	0.000[d]
	Residual	3,421,877.468	200	17,109.387		
	Total	15,427,685.412	203			
4	Regression	12,420,206.416	4	3,105,051.604	205.456	0.000[e]
	Residual	3,007,478.995	199	15,112.960		
	Total	15,427,685.412	203			
5	Regression	12,692,717.930	5	2,538,543.586	183.780	0.000[f]
	Residual	2,734,967.482	198	13,812.967		
	Total	15,427,685.412	203			
6	Regression	12,757,020.507	6	2,126,170.085	156.836	0.000[g]
	Residual	2,670,664.905	197	13,556.675		
	Total	15,427,685.412	203			
7	Regression	12,814,109.076	7	1,830,587.011	137.281	0.000[h]
	Residual	2,613,576.336	196	13,334.573		
	Total	15,427,685.412	203			

a. Dependent Variable: Yield

b. Predictors: (Constant), Pr_casO

c. Predictors: (Constant), Pr_casO, Soil

d. Predictors: (Constant), Pr_casO, Soil, NatureDis

e. Predictors: (Constant), Pr_casO, Soil, NatureDis, AvgF

f. Predictors: (Constant), Pr_casO, Soil, NatureDis, AvgF, AgeHa

g. Predictors: (Constant), Pr_casO, Soil, NatureDis, AvgF, AgeHa, AvgOr

h. Predictors: (Constant), Pr_casO, Soil, NatureDis, AvgF, AgeHa, AvgOr, Pr_sugO

การทดสอบอิทธิพลของตัวแปรอิสระทั้ง 7 ตัว

สมมติฐาน

$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \beta_4 = \beta_5 = \beta_6 = \beta_7 = 0$

$H_1 : \beta_i \neq 0$ อย่างน้อย 1 ค่า ; i = 1, 2, 3, 4, 5, 6 และ 7

เนื่องจากสถิติทดสอบ F = 137.281 มีค่า Sig. เท่ากับ 0.000 น้อยกว่า 0.05 จึงปฏิเสธ H_0 แสดงว่ามีตัวแปรอิสระอย่างน้อย 1 ตัว ที่แตกต่างจากศูนย์ จึงต้องทดสอบต่อไป ว่าตัวแปรอิสระตัวใดบ้างที่มีอิทธิพลต่อตัวแปรตาม Y

ตารางที่ 4.7 สัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณ

Coefficients[a]								
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	Collinearity Statistics	
		B	Std. Error	Beta			Tolerance	VIF
1	(Constant)	-57.479	196.229		-0.293	0.770		
	Pr_casO	1,429.613	83.354	0.770	17.151	0.000	1.000	1.000
2	(Constant)	781.778	175.705		4.449	0.000		
	Pr_casO	1,038.145	76.157	0.559	13.632	0.000	0.768	1.302
	Soil	260.674	24.415	0.438	10.677	0.000	0.768	1.302
3	(Constant)	1,144.624	174.163		6.572	0.000		
	Pr_casO	939.552	72.528	0.506	12.954	0.000	0.727	1.376
	Soil	195.075	25.241	0.328	7.729	0.000	0.617	1.621
	NatureDis	-150.881	25.779	-0.242	-5.853	0.000	0.648	1.542
4	(Constant)	1,244.336	164.791		7.551	0.000		
	Pr_casO	834.507	71.056	0.449	11.744	0.000	0.669	1.495
	Soil	176.173	23.996	0.296	7.342	0.000	0.603	1.659
	NatureDis	-143.306	24.272	-0.230	-5.904	0.000	0.646	1.548
	AvgF	3.918	0.748	0.184	5.236	0.000	0.790	1.265
5	(Constant)	1,078.387	161.914		6.660	0.000		
	Pr_casO	817.775	68.035	0.440	12.020	0.000	0.667	1.500
	Soil	160.297	23.217	0.269	6.904	0.000	0.588	1.699
	NatureDis	-133.251	23.314	-0.214	-5.715	0.000	0.640	1.562
	AvgF	3.764	0.716	0.177	5.256	0.000	0.789	1.268
	AgeHa	20.825	4.688	0.141	4.442	0.000	0.889	1.125
6	(Constant)	1,079.147	160.405		6.728	0.000		
	Pr_casO	806.025	67.617	0.434	11.920	0.000	0.663	1.509

Coefficients[a]								
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	Collinearity Statistics	
		B	Std. Error	Beta			Tolerance	VIF
	Soil	161.165	23.004	0.271	7.006	0.000	0.588	1.700
	NatureDis	-124.474	23.446	-0.200	-5.309	0.000	0.621	1.610
	AvgF	3.366	0.733	0.158	4.595	0.000	0.740	1.352
	AgeHa	22.458	4.705	0.152	4.773	0.000	0.866	1.154
	AvgOr	0.265	0.121	0.071	2.178	0.031	0.836	1.196
7	(Constant)	1,084.296	159.105		6.815	0.000		
	Pr_casO	791.699	67.417	0.426	11.743	0.000	0.656	1.525
	Soil	154.666	23.030	0.260	6.716	0.000	0.577	1.732
	NatureDis	-127.267	23.292	-0.204	-5.464	0.000	0.619	1.615
	AvgF	3.286	0.728	0.155	4.516	0.000	0.737	1.356
	AgeHa	22.366	4.666	0.151	4.793	0.000	0.866	1.154
	AvgOr	0.328	0.124	0.087	2.637	0.009	0.786	1.273
	Pr_sugO	42.215	20.403	0.064	2.069	0.040	0.900	1.112

a. Dependent Variable: Yield

Unstandardized Coefficient เป็นค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย

B คือ ค่าคงที่และสัมประสิทธิ์การถดถอยของ a, b_1, b_2, b_3, b_4, b_5, b_6, b_7

Std. Error คือ ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของ a, b_1, b_2, b_3, b_4, b_5, b_6, b_7

ค่าคงที่ a = 1,084.296 และ SE(a) = 159.105

ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรราคามันสำปะหลังปีที่แล้ว = b_1 = 791.699 และ SE(b_1) = 67.417

ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรความเหมาะสมของดิน = b_2 = 154.666 และ SE(b_2) = 23.030

ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรภัยธรรมชาติ = b_3 = -127.267 และ SE(b_3) = 23.292

ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรปริมาณปุ๋ยเคมี = b_4 = 3.286 และ SE(b_4) = 0.728

ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรอายุตั้งแต่ปลูกถึงเก็บเกี่ยว = b_5 = 22.366 และ SE(b_5) = 4.666

ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรปริมาณปุ๋ยอินทรีย์ = b_6 = 0.328 และ SE(b_6) = 0.124

ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรราคาอ้อยโรงงานปีที่แล้ว = b_7 = 42.215 และ SE(b_7) = 20.403

สมการถดถอยพหุคูณ

$$\hat{Y} = 1{,}084.296 + 791.699(\text{ราคามันสำปะหลังปีที่แล้ว}) + 154.666(\text{ความเหมาะสมของดิน}) - 127.267(\text{ภัยธรรมชาติ}) + 3.286(\text{ปริมาณปุ๋ยเคมี}) + 22.366(\text{อายุตั้งแต่ปลูกถึงเก็บเกี่ยว}) + 0.328(\text{ปริมาณปุ๋ยอินทรีย์}) + 42.215(\text{ราคาอ้อยโรงงานปีที่แล้ว})$$

โดยมีค่า R^2 = 0.831 Standardized Coefficient เป็นค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยมาตรฐาน
Beta คือ สัมประสิทธิ์การถดถอยมาตรฐาน ซึ่งไม่มีหน่วย
ถ้าตัวแปรอิสระใดมีค่า Beta มาก แสดงว่าตัวแปรอิสระนั้นมีความสัมพันธ์กับตัวแปรตามมากกว่าตัวแปรอิสระที่มีค่า Beta น้อย สัมประสิทธิ์การถดถอยมาตรฐานจะอยู่ในรูปคะแนนแซด (Z-Score)
สัมประสิทธิ์การถดถอยมาตรฐานของตัวแปรราคามันสำปะหลังปีที่แล้ว = 0.426
สัมประสิทธิ์การถดถอยมาตรฐานของตัวแปรความเหมาะสมของดิน = 0.260
สัมประสิทธิ์การถดถอยมาตรฐานของตัวแปรภัยธรรมชาติ = -0.204
สัมประสิทธิ์การถดถอยมาตรฐานของตัวแปรปริมาณปุ๋ยเคมี = 0.155
สัมประสิทธิ์การถดถอยมาตรฐานของตัวแปรอายุตั้งแต่ปลูกถึงเก็บเกี่ยว = 0.151
สัมประสิทธิ์การถดถอยมาตรฐานของตัวแปรปริมาณปุ๋ยอินทรีย์ = 0.087
สัมประสิทธิ์การถดถอยมาตรฐานของตัวแปรราคาอ้อยโรงงานปีที่แล้ว = 0.064
t เป็นค่าตัวสถิติทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับสัมประสิทธิ์การถดถอย β_i และค่าคงที่ β_0
การทดสอบอิทธิพลของค่าคงที่และตัวแปรอิสระแต่ละตัว
1. การทดสอบเกี่ยวกับค่าคงที่ (β_0)
สมมติฐาน

$H_0 : \beta_0 = 0$

$H_1 : \beta_0 \neq 0$

ตัวสถิติทดสอบ
t = 6.815
Sig. = P(t>6.518) = 0.000 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า α = 0.05
จึงปฏิเสธ H_0 ดังนั้นค่าคงที่แตกต่างจากศูนย์ แสดงว่าเส้นตรงแสดงความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตมันสำปะหลังกับตัวแปรอิสระต่าง ๆ ไม่ผ่านจุดกำเนิด
2. การทดสอบเกี่ยวกับสัมประสิทธิ์การถดถอย (β_i)
2.1 สมมติฐาน

$H_0 : \beta_1 = 0$ เมื่อ $\beta_2, \beta_3, \beta_4, \beta_5, \beta_6, \beta_7$ คงที่

$H_1 : \beta_1 \neq 0$ เมื่อ $\beta_2, \beta_3, \beta_4, \beta_5, \beta_6, \beta_7$ คงที่

ตัวสถิติทดสอบ
t = 11.743
Sig. = P(t>11.743) = 0.000 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า α = 0.05
จึงปฏิเสธ H_0 ดังนั้น ราคามันสำปะหลังปีที่แล้วมีความสัมพันธ์กับผลผลิตมันสำปะหลัง เมื่อกำหนดให้ตัวแปรอื่น ๆ คงที่
2.2 สมมติฐาน

$H_0 : \beta_2 = 0$ เมื่อ $\beta_1, \beta_3, \beta_4, \beta_5, \beta_6, \beta_7$ คงที่

$H_1 : \beta_2 \neq 0$ เมื่อ $\beta_1, \beta_3, \beta_4, \beta_5, \beta_6, \beta_7$ คงที่

ตัวสถิติทดสอบ

t = 6.716

Sig. = P(t>6.716) = 0.000 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า α = 0.05

จึงปฏิเสธ H_0 ดังนั้น ความเหมาะสมของดินมีความสัมพันธ์กับผลผลิตมันสำปะหลัง เมื่อกำหนดให้ตัวแปรอื่น ๆ คงที่

2.3 สมมติฐาน

$H_0 : \beta_3 = 0$ เมื่อ $\beta_1, \beta_2, \beta_4, \beta_5, \beta_6, \beta_7$ คงที่

$H_1 : \beta_3 \neq 0$ เมื่อ $\beta_1, \beta_2, \beta_4, \beta_5, \beta_6, \beta_7$ คงที่

ตัวสถิติทดสอบ

t = -5.464

Sig. = P(t>-5.464) = 0.000 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า α = 0.05

จึงปฏิเสธ H_0 ดังนั้น ภัยธรรมชาติมีความสัมพันธ์กับผลผลิตมันสำปะหลัง เมื่อกำหนดให้ตัวแปรอื่น ๆ คงที่

2.4 สมมติฐาน

$H_0 : \beta_4 = 0$ เมื่อ $\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_5, \beta_6, \beta_7$ คงที่

$H_1 : \beta_4 \neq 0$ เมื่อ $\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_5, \beta_6, \beta_7$ คงที่

ตัวสถิติทดสอบ

t = 4.516

Sig. = P(t>4.516) = 0.000 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า α = 0.05

จึงปฏิเสธ H_0 ดังนั้น ปริมาณปุ๋ยเคมีมีความสัมพันธ์กับผลผลิตมันสำปะหลัง เมื่อกำหนดให้ตัวแปรอื่น ๆ คงที่

2.5 สมมติฐาน

$H_0 : \beta_5 = 0$ เมื่อ $\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4, \beta_6, \beta_7$ คงที่

$H_1 : \beta_5 \neq 0$ เมื่อ $\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4, \beta_6, \beta_7$ คงที่

ตัวสถิติทดสอบ

t = 4.793

Sig. = P(t>4.793) = 0.000 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า α = 0.05

จึงปฏิเสธ H_0 ดังนั้น อายุตั้งแต่ปลูกถึงเก็บเกี่ยวมีความสัมพันธ์กับผลผลิตมันสำปะหลัง เมื่อกำหนดให้ตัวแปรอื่น ๆ คงที่

2.6 สมมติฐาน

$H_0 : \beta_6 = 0$ เมื่อ $\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4, \beta_5, \beta_7$ คงที่

$H_1 : \beta_6 \neq 0$ เมื่อ $\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4, \beta_5, \beta_7$ คงที่

ตัวสถิติทดสอบ

t = 2.637

Sig. = P(t>2.637) = 0.009 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า α = 0.05

จึงปฏิเสธ H_0 ดังนั้น ปริมาณปุ๋ยอินทรีย์มีความสัมพันธ์กับผลผลิตมันสำปะหลัง เมื่อกำหนดให้ตัวแปรอื่น ๆ คงที่

2.7 สมมติฐาน

$H_0 : \beta_7 = 0$ เมื่อ $\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4, \beta_5, \beta_6$ คงที่

$H_1 : \beta_7 \neq 0$ เมื่อ $\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4, \beta_5, \beta_6$ คงที่

ตัวสถิติทดสอบ

t = 2.069

Sig. = P(t>2.069) = 0.040 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า α = 0.05

จึงปฏิเสธ H_0 ดังนั้น ราคาอ้อยโรงงานปีที่แล้วมีความสัมพันธ์กับผลผลิตมันสำปะหลัง เมื่อกำหนดให้ตัวแปรอื่น ๆ คงที่

ผลการทดสอบสรุปได้ว่า ราคามันสำปะหลังปีที่แล้ว ความเหมาะสมของดิน ภัยธรรมชาติ ปริมาณปุ๋ยเคมี อายุตั้งแต่ปลูกถึงเก็บเกี่ยว ปริมาณปุ๋ยอินทรีย์และ ราคาอ้อยโรงงานปีที่แล้วมีความสัมพันธ์กับผลผลิตมันสำปะหลัง

ขั้นตอนที่ 5 การตรวจสอบส่วนเหลือจะต้องมีการแจกแจงปรกติ (Normality)

ตารางที่ 4.8 การตรวจสอบการแจกแจงปรกติของส่วนเหลือด้วยการทดสอบลิลลีโฟรส์

ตัวแปรตาม		Unstandardized Residual
n		204
Normal Parameters[a,b]	Mean	0.000
	Std. Deviation	113.467
Most Extreme Differences	Absolute	0.052
	Positive	0.052
	Negative	-0.036
Test Statistic		0.052
Asymp. Sig. (2-tailed)		.200[c,d]

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

c. Lilliefors Significance Correction.

d. This is a lower bound of the true significance.

สมมติฐาน (Hypothesis)

H_0 : ส่วนเหลือมีการแจกแจงปรกติ

H_1 : ส่วนเหลือไม่มีการแจกแจงปรกติ

เนื่องจากตัวสถิติทดสอบ = 0.052 มีค่า p value = 0.200 > 0.05 ซึ่งไม่ตกอยู่ในเขตวิกฤต จึงไม่สามารถปฏิเสธ H_0 ได้ ดังนั้นส่วนเหลือมีการแจกแจงปรกติ

ขั้นตอนที่ 6 การตรวจสอบส่วนเหลือเป็นอิสระกัน (No Autocorrelation)

สมมติฐาน (Hypothesis)

H_0 : ส่วนเหลือเป็นอิสระกัน (No Autocorrelation)

H_1 : ส่วนเหลือไม่เป็นอิสระกัน (Autocorrelation)

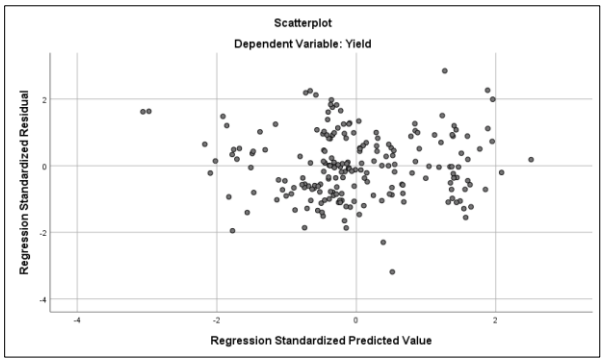
จากตารางที่ 4.5 ค่าเดอร์บิน - วัตสัน = 2.030 มีค่าอยู่ในช่วง 1.5-2.5 ดังนั้นส่วนเหลือเป็นอิสระกัน

ขั้นตอนที่ 7 การตรวจสอบส่วนเหลือมีความแปรปรวนเท่ากันหรือคงที่ (Homoscedasticity)

สมมติฐาน (Hypothesis)

H_0 : ส่วนเหลือมีความแปรปรวนคงที่ (Homoscedasticity)

H_1 : ส่วนเหลือมีความแปรปรวนไม่คงที่ (Heteroscedasticity)



รูปที่ 4.1 ความแปรปรวนของส่วนเหลือ

จากรูปที่ 4.1 จะพบว่าส่วนเหลือมาตรฐานมีการกระจายอยู่รอบค่า 0 อย่างสุ่มและขนานไปกับแกนนอน ดังนั้นส่วนเหลือมีความแปรปรวนคงที่

ผลการทดสอบหลังการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณสรุปได้ว่าเมื่อนำส่วนเหลือมาทดสอบข้อสมมติของการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณพบว่าส่วนเหลือมีการแจกแจงปรกติ มีค่า Sig. เท่ากับ 0.200 ส่วนเหลือเป็นอิสระกัน มีค่าเดอร์บิน - วัตสัน เท่ากับ 2.030 เมื่อพิจารณาความแปรปรวนของส่วนเหลือจากกราฟจะเห็นได้ว่าส่วนเหลือมีความแปรปรวนคงที่ ตัวแบบทำนายที่ได้เป็นไปตามข้อสมมติของการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ ตัวแบบที่เหมาะสม คือ

$$\hat{Y} = 1{,}084.296 + 791.699(\text{ราคามันสำปะหลังปีที่แล้ว}) + 154.666(\text{ความเหมาะสมของดิน}) - 127.267(\text{ภัยธรรมชาติ}) + 3.286(\text{ปริมาณปุ๋ยเคมี}) + 22.366(\text{อายุตั้งแต่ปลูกถึงเก็บเกี่ยว}) + 0.328(\text{ปริมาณปุ๋ยอินทรีย์}) + 42.215(\text{ราคาอ้อยโรงงานปีที่แล้ว})$$

อธิบายความสัมพันธ์ของตัวแปรได้ดังนี้

ถ้า β_1 = 791.699 หมายความว่า ราคารับซื้อหัวมันสำปะหลังปีที่แล้วเพิ่มขึ้น 1 บาท จะทำให้ผลผลิตมันสำปะหลังเพิ่มขึ้น 791.699 กิโลกรัมต่อไร่ โดยที่ปัจจัยอื่น ๆ คงที่

ถ้า β_2 = 154.666 หมายความว่า ดินมีความเหมาะสม จะทำให้ผลผลิตมันสำปะหลังเพิ่มขึ้น 154.666 กิโลกรัมต่อไร่ โดยที่ปัจจัยอื่น ๆ คงที่

ถ้า β_3 = -127.267 หมายความว่า เมื่อมีภัยธรรมชาติ จะทำให้ผลผลิตมันสำปะหลังลดลง 127.267 กิโลกรัมต่อไร่ โดยที่ปัจจัยอื่น ๆ คงที่

ถ้า β_4 = 3.286 หมายความว่า ปริมาณปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้น 1 กิโลกรัม จะทำให้ผลผลิตมันสำปะหลังเพิ่มขึ้น 3.286 กิโลกรัมต่อไร่ โดยที่ปัจจัยอื่น ๆ คงที่

ถ้า β_5 = 22.366 หมายความว่า อายุเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังเพิ่มขึ้น 1 เดือน จะทำให้ผลผลิตมันสำปะหลังเพิ่มขึ้น 22.366 กิโลกรัมต่อไร่ โดยที่ปัจจัยอื่น ๆ คงที่

ถ้า β_6 = 0.328 หมายความว่า ปริมาณปุ๋ยอินทรีย์เพิ่มขึ้น 1 กิโลกรัม จะทำให้ผลผลิตมันสำปะหลังเพิ่มขึ้น 0.328 กิโลกรัมต่อไร่ โดยที่ปัจจัยอื่น ๆ คงที่

ถ้า β_7 = 42.215 หมายความว่า ราคารับซื้ออ้อยโรงงานเพิ่มขึ้น 1 บาท จะทำให้ผลผลิตมันสำปะหลังเพิ่มขึ้น 42.215 กิโลกรัมต่อไร่ โดยที่ปัจจัยอื่น ๆ คงที่

ตารางที่ 4.9 ค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยของวิธีการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ

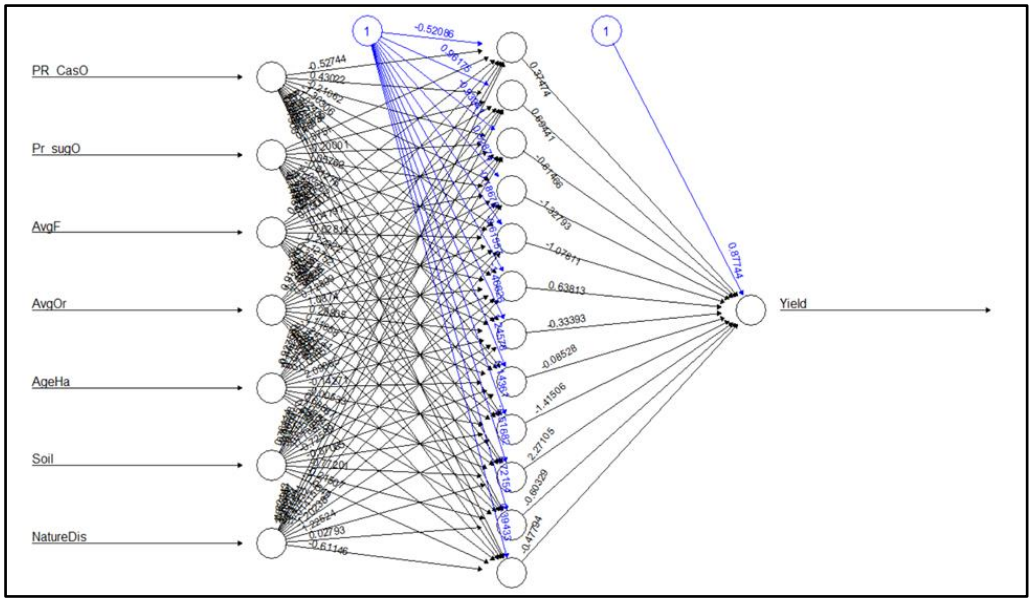
วิธีการทำนาย	ค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย
วิธีการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ	13,334.57

4.2 การวิเคราะห์โครงข่ายประสาทเทียม

ใช้ขั้นตอนวิธีเพอร์เซปตรอนหลายชั้น (Multilayer Perceptron) วิธีนี้จะต้องกำหนดจำนวนโหนดในชั้นซ่อน อัตราการเรียนรู้ โมเมนตัม และจำนวนรอบการฝึกหัด

เนื่องจากโหนดที่เพิ่มขึ้นในชั้นซ่อนจะทำให้กำลัง (Power) และความคล่องตัว (Flexibility) ของโครงข่ายประสาทเทียมเพิ่มขึ้น สำหรับการกำหนดรูปแบบที่ซับซ้อนอาจกำหนดจำนวนโหนดมากเกินไปในชั้นซ่อน แต่ชั้นซ่อนขนาดใหญ่เกินไปจะทำให้ตัวแบบมีความซับซ้อนมากเกินความจำเป็น ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยกำหนดโหนดชั้นซ่อนเท่ากับ 4, 6, 8, 10 และ 12 โหนด กำหนดโมเมนตัมเท่ากับ 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8 และ 0.9 อัตราการเรียนรู้เท่ากับ 0.001, 0.003, 0.005, 0.01, 0.05, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4 และ 0.5 ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์เพื่อหาค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยเพื่อนำไปเปรียบเทียบกับวิธีการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ

ผลการศึกษาพบว่าจำนวนโหนดในชั้นข้อมูลเข้าเท่ากับ 7 จำนวนโหนดในชั้นซ่อนเท่ากับ 12 จำนวนโหนดในชั้นข้อมูลออกเท่ากับ 1 โมเมนตัมเท่ากับ 0.1 และอัตราการเรียนรู้เท่ากับ 0.3 ให้ค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) ต่ำสุด คือ 12,286.38 ได้รูปแบบโครงข่ายประสาทเทียม 7 : 12 : 1



รูปที่ 4.2 โครงข่ายประสาทเทียมที่ดีที่สุดสำหรับข้อมูลชุดนี้

4.3 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของวิธีการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณและโครงข่ายประสาทเทียมและหาร้อยละค่าคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยของวิธีที่ดีที่สุด

4.3.1 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของวิธีการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ และโครงข่ายประสาทเทียม

ตารางที่ 4.10 การเปรียบเทียบผลการทำนายทั้ง 2 วิธี

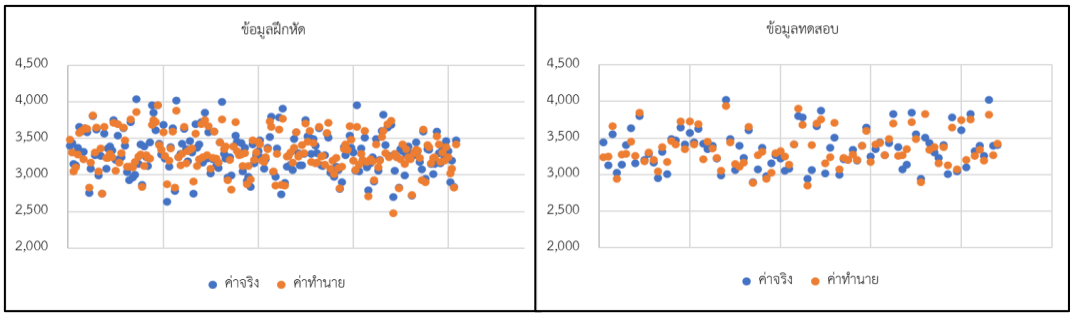
วิธีการทำนาย	ค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย
การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ (SPSS)	13,334.57
โครงข่ายประสาทเทียม (R-Studio)	12,286.38

จากตารางที่ 4.10 ผลการศึกษาพบว่าวิธีโครงข่ายประสาทเทียมมีประสิทธิภาพในการทำนายมากกว่าวิธีการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ กล่าวคือมีค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยต่ำกว่า คือ 12,286.38

4.3.2 ร้อยละค่าคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยของวิธีที่ดีที่สุด

ตารางที่ 4.11 ร้อยละค่าคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยของวิธีโครงข่ายประสาทเทียมโดยใช้โปรแกรม R-Studio

ชุดข้อมูล	ร้อยละค่าคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย
ชุดที่ 1 ข้อมูลฝึกหัด	2.717
ชุดที่ 2 ข้อมูลทดสอบ	2.745



รูปที่ 4.3 เปรียบเทียบค่าจริงและค่าทำนายด้วยวิธีโครงข่ายประสาทเทียมโดยใช้โปรแกรม R-Studio

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อผลผลิตมันสำปะหลัง และเปรียบเทียบประสิทธิภาพของวิธีการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณและวิธีโครงข่ายประสาทเทียม ผู้วิจัยใช้ข้อมูลทุติยภูมิ ซึ่งรวบรวมข้อมูลจากหน่วยงานราชการ ได้แก่ สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กรมส่งเสริมการเกษตร กรมพัฒนาที่ดินและกรมอุตุนิยมวิทยา โดยใช้ข้อมูลปี 2562 ของแต่ละอำเภอที่มีการปลูกมันสำปะหลังในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จำนวน 313 อำเภอ เนื่องจากภาคตะวันออกเฉียงเหนือเป็นแหล่งเพาะปลูกมันสำปะหลังที่สำคัญของประเทศ ผู้วิจัยตัดค่าปลายสุดก่อนทำการวิเคราะห์ข้อมูล จึงเหลือข้อมูล 292 ค่า และแบ่งข้อมูลเป็น 2 ชุด เพื่อทำการวิเคราะห์ โดยใช้ข้อมูลชุดที่ 1 จำนวน 204 หรือร้อยละ 70 เพื่อใช้เป็นข้อมูลฝึกหัด ส่วนข้อมูลชุดที่ 2 จำนวน 88 ค่า หรือร้อยละ 30 เพื่อใช้เป็นข้อมูลทดสอบ จากนั้นวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ SPSS ซึ่งพิจารณาจากค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Mean of Squares Error : MSE) และโครงข่ายประสาทเทียมโดยใช้โปรแกรม R-Studio ซึ่งพิจารณาจากค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยและเปรียบเทียบประสิทธิภาพของวิธีการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณและวิธีโครงข่ายประสาทเทียมจากข้อมูลชุดที่ 1 ด้วยค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย จากนั้นนำวิธีการทำนายที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดมาทำนายข้อมูลชุดที่ 2 และคำนวณหาร้อยละค่าคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Absolute Percentage Error : MAPE) งานวิจัยนี้กำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติเท่ากับ 0.05

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและการพยากรณ์ของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร ผู้วิจัยได้ปัจจัยที่ส่งผลต่อผลผลิตมันสำปะหลังจำนวน 11 ปัจจัย ได้แก่ ราคามันสำปะหลังปีที่แล้ว ราคาอ้อยโรงงานปีที่แล้ว เนื้อที่ปลูกมันสำปะหลัง ปริมาณปุ๋ยเคมี ปริมาณปุ๋ยอินทรีย์ อายุตั้งแต่ปลูกถึงเก็บเกี่ยว เนื้อที่เสียหายมันสำปะหลัง ปริมาณน้ำฝนปีที่แล้ว ความเหมาะสมของดิน การระบาดของโรคและแมลง และภัยธรรมชาติ ตัวแปรตาม ได้แก่ ผลผลิตมันสำปะหลัง

จากผลการศึกษาพบว่าวิธีการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณมีค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยเท่ากับ 13,334.57 วิธีโครงข่ายประสาทเทียมโดยใช้โปรแกรม R-Studio มีค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยเท่ากับ 12,286.38 สรุปได้ว่าวิธีโครงข่ายประสาทเทียมโดยใช้โปรแกรม R-Studio มีประสิทธิภาพในการพยากรณ์ผลผลิตมันสำปะหลังภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยมากกว่าวิธีวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของธวัชชัย อดิเทพสถิต และคณะ (2557) นรวัฒน์ เหลืองทอง และนันทชัย กานตะนันทะ (2559) ปรียาณัฐ เอี๊ยบศิริเมธี และคณะ

(2559) ผุสดี บุญรอด และกรวัฒน์ พลเยี่ยม (2560) มาริสา มาแตง (2560) อนามัย นาอุดม และจรัสศรี รุ่งรัตนาอุบล (2558) Abdipour, M. et al. (2019) Abrougui, K. et al. (2019) Niazian, M. et al. (2018) Torkashvand, A. M. et al. (2017) และ Wenzhi, Z. et al. (2018) คือวิธีโครงข่ายประสาทเทียมมีประสิทธิภาพสูงกว่าวิธีการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ในแต่ละปีอาจมีเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่แตกต่างกัน ควรเพิ่มปัจจัยอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องเพื่อให้ผลการพยากรณ์มีประสิทธิภาพมากขึ้น

5.2.2 ตัวแปรปริมาณน้ำฝนอาจจะใช้เป็นข้อมูลรายเดือนแทนการใช้ข้อมูลรายปีเนื่องจากมันสำปะหลังเป็นพืชไร่ที่มีอายุยาว (เฉลี่ย 8-12 เดือน) ปริมาณน้ำฝนในบางเดือนอาจส่งผลต่อผลผลิตต่อไร่ในขณะที่บางเดือนอาจจะไม่ส่งผลต่อผลผลิตต่อไร่หรือส่งผลน้อย

5.2.3 งานวิจัยนี้สร้างตัวแบบและทดสอบโดยการแบ่งข้อมูลเป็น 2 ชุด คือชุดข้อมูลฝึกหัดและชุดข้อมูลทดสอบซึ่งอาจเกิดปัญหา Overfitting ผู้สนใจศึกษาอาจแบ่งข้อมูลโดยใช้วิธี Cross Validation เพื่อลดการเกิด Overfitting

5.2.4 การกำหนดค่าต่าง ๆ ที่มากเกินไปอาจทำให้เกิดปัญหา Overfitting ได้

บรรณานุกรม

กรมพัฒนาที่ดิน. 2556. **เนื้อที่ตามระดับความเหมาะสมของดินสำหรับการปลูกมันสำปะหลัง**. กรุงเทพฯ : กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

กรมศุลกากร. 2562. **รายงานสถิติ**. [Online]. Available : http://www.customs.go.th.

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2562. **ระบบสารสนเทศการผลิตทางด้านการเกษตร.** [Online]. Available : https://production.doae.go.th/site/login.

กรมอุตุนิยมวิทยา. 2562. **สภาพอากาศ**. [Online]. Available : https://www.tmd.go.th.

กัลยา วานิชย์บัญชา. 2550. **สถิติสำหรับงานวิจัย**. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

กัลยา วานิชย์บัญชา. 2557. **การวิเคราะห์สถิติ : สถิติสำหรับการบริหารและวิจัย**. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

กัลยา วานิชย์บัญชา. 2561. **การใช้ SPSS for Windows ในการวิเคราะห์ข้อมูล**. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์สามลดา.

ธวัชชัย อดิเทพสถิต, วิภา เจริญภัณฑารักษ์ และวิทยา พรพัชรพงศ์. 2557. “การเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการการพยากรณ์ราคายางพาราระหว่างวิธีการวิเคราะห์การถดถอยแบบพหุคูณกับวิธีโครงข่ายประสาทเทียม.” วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต แขนงวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

นรวัฒน์ เหลืองทอง และนันทชัย กานตานันทะ. 2559. “การเลือกตัวแบบพยากรณ์ผลผลิตการเกษตรที่เหมาะสม.” **วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.** 24(3) : 370-381.

ปรียาณัฐ เอี๊ยบศิริเมธี, นันทิ สุทธิการนฤนัย และสราวุธ จันทรผง. 2559. “การพยากรณ์ปริมาณความต้องการสับปะรดกระป๋องของประเทศไทย.” **Journal of Nakhonratchasima College วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.** 10(2) : 9-21.

ผุสดี บุญรอด และกรวัฒน์ พลเยี่ยม. 2560. “แบบจำลองการพยากรณ์ราคามันสำปะหลังโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียมแบบหลายชั้น.” **วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.** 25(3) : 533-543.

มาริสา มาแตง. 2560. “การพัฒนาโครงข่ายประสาทเทียมเพื่อวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้น สำหรับสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร.” วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการโลจิสติกส์, วิทยาลัยการจัดการและนวัตกรรม, มหาวิทยาลัยเทคโลโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

อนามัย นาอุดม และจรัสศรี รุ่งรัตนาอุบล. 2558. “การพัฒนาตัวแบบทางสถิติเพื่อพยากรณ์ผลผลิตข้าวในเขตภาคเหนือตอนล่าง.” โครงการวิจัย ภาควิชาคณิตศาสตร์และภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยนเรศวร.

สายชล สินสมบูรณ์ทอง. 2560. **การทำเหมืองข้อมูลเล่ม 1 การค้นหาความรู้จากข้อมูล**. กรุงเทพฯ : จามจุรีโปรดักส์.

สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย. 2562. **พื้นที่ปลูกและปริมาณการผลิตอ้อย**. กรุงเทพฯ : สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย กระทรวงอุตสาหกรรม.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2557. **คำนิยามข้อมูลสถิติการเกษตร**. กรุงเทพฯ : สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2561. **สถานการณ์สินค้าเกษตรที่สำคัญและแนวโน้ม ปี 2562**. กรุงเทพฯ : สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2562. **Executive Summary มันสำปะหลังโรงงาน ประจำไตรมาสที่ 3/2562**. กรุงเทพฯ : สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2563. **ข้อมูลเศรษฐกิจการเกษตร**. [Online]. Available : http://www.oae.go.th.

Abdipour, M., Younessi-Hmazekhanlu, M., Ramazani, S. H. R. and Omidi, A. H. 2019. "Artificial Neural Networks and Multiple Linear Regression as Potential Methods for Modeling Seed Yield of Safflower." **Industrial Crops & Products**. 2019(127) : 185-194.

Abrougui, K., Gabsi, K., Mercatoris, B., Khemis, C., Amami, R. and Chehaibi, S. 2019. "Prediction of Organic Potato Yield Using Tillage Systems and Soil Properties by Artificial Neural Network (ANN) and Multiple Linear Regressions (MLR)." **Soil & Tillage Research.** 2019(190) : 202-208.

Data Rockie. 2019. **R for Data Science 2019**. [Online]. Available : http://bit.ly/rdsbook2019

Fritsch, S., Guenther, F., Wright, M. N., Suling, M. and Mueller S. M. 2019. **Package'neuralnet'**. [Online]. Available : https://cran.r-project.org/web/packages/neuralnet/index.html.

Niazian, M., Sadat-Noori, S. A. and Abdipour, M. 2018. "Artificial Neural Network and Multiple Regression Analysis Models to Predict Essential Oil Content of Ajowan." **Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants.** 2018(9) : 124-131.

Torkashvand, A. M., Ahmadi, A. and Nikravesh, N. L. 2017. "Prediction of Kiwifruit Firmness Using Fruit Mineral Nutrient Concentration by Artificial Neural Network (ANN) and Multiple Linear Regressions (MLR)." **Journal of Integrative Agriculture.** 16(7) : 1634-1644.

Wenzhi, Z., Chi, X., Zhao, G., Jingwei, W. and Jiesheng, H. 2018. "Estimation of Sun flower Seed Yield Using Partial Least Squares Regression and Artificial Neural Network Models." **Pedosphere.** 25(5) : 764–774.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์

ตารางที่ ก ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์

ที่	อำเภอ	PR_CasO	Pr_sugO	PlCas	DaCas	AvgF	AvgOr	AgeHa	RainO	Soil	Dis_Ins	NatureDis	Yield
1	เมืองเลย	2.38	0.85	42,769	0.86	26.57	17.32	12.00	1,178.70	1	1	1	3,272
2	เชียงคาน	2.38	0.85	35,135	2.25	26.20	37.60	9.00	1,178.70	1	1	0	3,404
3	ด่านซ้าย	2.38	0.00	37,779	1.56	17.78	24.75	12.00	1,178.70	1	1	1	3,288
4	ท่าลี่	2.38	0.81	67,072	1.79	14.30	12.50	12.00	1,178.70	0	1	1	3,268
5	ปากชม	2.47	0.77	48,622	2.45	23.63	37.75	11.00	1,178.70	1	1	0	3,561
6	ภูกระดึง	2.38	0.82	9,813	2.90	29.38	58.82	10.00	1,178.70	0	1	1	3,418
7	ภูเรือ	2.47	0.00	33,755	0.07	26.89	111.11	8.00	1,073.70	1	0	0	3,600
8	วังสะพุง	2.38	0.82	14,488	1.31	19.29	31.00	11.00	1,178.70	0	1	1	3,302
9	นาแห้ว	2.38	0.00	2,466	0.36	20.00	75.00	12.00	1,178.70	0	0	1	3,386
10	นาด้วง	2.38	0.81	15,596	0.91	30.60	92.00	12.00	1,178.70	0	1	1	3,419
11	ภูหลวง	2.38	0.88	14,229	0.80	22.50	26.09	9.00	1,178.70	0	1	1	3,225
12	ผาขาว	2.38	0.85	2,776	0.14	27.42	17.71	9.00	1,178.70	0	0	1	3,243
13	เอราวัณ	2.47	0.83	5,187	1.29	50.43	96.77	10.00	1,073.70	1	0	0	3,623
14	หนองหิน	2.36	0.83	3,187	0.94	27.92	20.00	12.00	1,178.70	0	1	1	3,185
15	เมืองหนองบัวลำภู	2.51	0.90	8,864	2.67	37.43	113.20	12.00	1,308.70	1	0	0	3,994
16	นากลาง	2.47	0.97	13,780	2.47	34.14	85.32	10.00	1,308.70	1	0	0	3,594
17	โนนสัง	2.47	0.86	13,683	2.42	38.59	56.09	12.00	1,308.70	1	0	0	3,562
18	ศรีบุญเรือง	2.49	0.86	7,389	1.75	45.82	43.32	12.00	1,308.70	1	0	0	3,723
19	สุวรรณคูหา	2.47	1.17	23,031	2.29	36.31	56.39	12.00	1,308.70	1	0	0	3,636
20	นาวัง	2.36	0.80	2,398	4.38	29.03	58.33	12.00	1,308.70	0	1	1	3,122
21	เมืองอุดรธานี	2.47	1.30	10,256	1.18	36.86	231.20	12.00	1,423.70	1	0	0	3,572
22	กุมภวาปี	2.47	0.85	26,869	3.36	46.73	131.86	12.00	1,423.70	1	0	0	3,516
23	บ้านดุง	2.47	0.90	2,729	0.73	40.95	150.00	11.00	1,423.70	1	0	0	3,535
24	บ้านผือ	2.49	0.70	9,199	0.49	35.90	140.00	11.00	1,423.70	1	0	0	3,752
25	เพ็ญ	2.38	0.80	1,997	0.70	27.66	70.00	11.00	1,423.70	0	1	1	3,366
26	ศรีธาตุ	2.51	0.89	31,684	7.38	32.95	112.48	12.00	1,423.70	1	0	0	3,851
27	หนองหาน	2.38	0.90	4,520	1.77	34.81	152.14	12.00	1,423.70	0	1	0	3,418
28	น้ำโสม	2.51	0.73	49,021	0.45	37.33	162.00	11.00	1,423.70	1	0	0	3,831
29	หนองวัวซอ	2.55	0.80	22,033	1.03	45.99	175.13	12.00	1,423.70	1	0	0	4,020
30	กุดจับ	2.49	0.84	5,790	0.60	31.18	91.83	12.00	1,423.70	1	0	0	3,754
31	โนนสะอาด	2.47	0.80	17,594	0.40	43.59	90.25	12.00	1,423.70	1	0	0	3,665
32	สร้างคอม	2.36	0.80	562	0.00	29.07	30.00	10.00	1,423.70	0	1	1	3,198
33	วังสามหมอ	2.38	0.94	39,417	5.19	34.96	63.33	12.00	1,423.70	1	1	1	3,444
34	ทุ่งฝน	2.38	1.43	383	0.00	24.69	50.00	11.00	1,423.70	0	1	1	3,436
35	โชยวาน	2.51	0.80	13,929	0.43	48.60	50.00	11.00	1,423.70	1	0	0	3,824
36	หนองแสง	2.36	1.00	6,887	0.25	29.17	51.44	12.00	1,423.70	0	1	1	3,152
37	นายูง	2.49	1.03	6,214	0.00	37.18	50.00	12.00	1,423.70	1	0	0	3,785
38	พิบูลย์รักษ์	2.38	0.80	691	1.45	28.57	50.00	10.00	1,423.70	0	1	1	3,421
39	กู่แก้ว	2.38	0.78	6,306	1.90	40.47	50.00	12.00	1,423.70	0	1	1	3,406
40	ประจักษ์ศิลปาคม	2.47	0.96	1,871	5.34	37.83	33.33	12.00	1,423.70	1	0	0	3,635
41	เมืองหนองคาย	2.36	1.00	134	0.00	19.15	20.00	8.00	1,667.40	0	1	1	3,052
42	ท่าบ่อ	2.38	0.90	362	0.00	15.24	20.00	8.00	1,667.40	0	1	1	3,039
43	โพนพิสัย	1.95	0.74	3,309	1.51	15.77	15.00	11.00	1,667.40	0	1	1	2,974
44	ศรีเชียงใหม่	2.47	1.09	364	0.00	38.71	50.00	12.00	1,667.40	1	0	0	3,610
45	สังคม	2.49	1.38	3,433	0.73	30.19	53.00	12.00	1,667.40	1	0	0	3,792
46	สระใคร	2.47	1.00	341	0.00	37.07	56.00	12.00	1,667.40	1	0	0	3,642
47	เฝ้าไร่	2.36	0.88	3,335	1.35	20.83	62.00	10.00	1,667.40	0	1	1	3,162
48	รัตนวาปี	2.38	0.00	219	0.00	20.70	30.00	11.00	1,667.40	0	1	1	3,041
49	โพธิ์ตาก	2.36	0.80	1,450	0.00	18.89	32.00	11.00	1,667.40	0	1	1	3,016
50	เมืองบึงกาฬ	1.95	0.00	100	0.00	14.44	18.50	9.00	1,195.84	0	1	1	2,830
51	พรเจริญ	1.95	0.76	248	0.00	18.04	17.00	9.00	1,195.84	0	1	1	2,839
52	โซ่พิสัย	1.95	0.76	1,720	2.91	22.70	19.20	11.00	1,195.84	0	1	1	2,916
53	เซกา	2.01	0.85	3,453	1.45	35.71	16.67	9.00	1,195.84	0	1	1	2,746
54	ปากคาด	2.01	0.00	218	0.00	26.32	18.62	9.00	1,195.84	0	0	1	2,734
55	บึงโขงหลง	1.95	0.76	1,165	2.58	20.37	9.26	12.00	1,195.84	0	1	1	2,894

ที่	อำเภอ	PR_CasO	Pr_sugO	PlCas	DaCas	AvgF	AvgOr	AgeHa	RainO	Soil	Dis_Ins	NatureDis	Yield
56	ศรีวิไล	1.95	0.76	189	0.00	22.37	9.20	11.00	1,195.84	0	0	1	2,630
57	บุ่งคล้า	1.95	0.00	44	0.00	21.34	9.86	9.00	1,195.84	0	0	1	2,750
58	เมืองสกลนคร	2.12	0.83	2,785	2.15	22.45	10.25	8.00	1,608.00	0	0	1	2,969
59	กุดบาก	2.36	0.87	13,219	8.71	38.33	22.38	12.00	1,608.00	0	1	1	3,076
60	กุสุมาลย์	2.38	0.83	978	0.82	48.44	50.63	12.00	1,608.00	0	0	1	3,329
61	บ้านม่วง	2.12	1.07	10,079	2.61	31.54	22.49	10.00	1,608.00	0	1	1	2,897
62	พรรณานิคม	2.38	1.00	6,880	0.99	34.57	25.11	11.00	1,560.00	0	0	1	3,319
63	พังโคน	2.36	1.09	772	0.00	33.06	15.20	10.00	1,608.00	0	0	1	3,119
64	วานรนิวาส	2.38	0.90	8,700	0.52	37.34	16.00	11.00	1,560.00	0	0	1	3,375
65	วาริชภูมิ	2.12	1.00	1,797	2.62	28.87	10.80	12.00	1,608.00	0	1	1	2,992
66	สว่างแดนดิน	2.36	1.00	3,081	2.63	35.78	15.80	12.00	1,608.00	0	1	1	3,068
67	อากาศอำนวย	2.36	1.09	2,747	0.55	30.00	15.60	12.00	1,560.00	0	1	1	3,150
68	ส่องดาว	2.38	0.95	4,943	0.91	29.03	18.50	12.00	1,560.00	0	1	1	3,258
69	นิคมน้ำอูน	2.12	0.80	973	6.37	24.59	8.85	12.00	1,608.00	0	1	1	2,972
70	คำตากล้า	2.38	0.79	6,986	4.55	37.90	17.30	12.00	1,560.00	0	0	1	3,264
71	เต่างอย	2.38	0.87	5,558	0.00	44.31	18.50	12.00	1,560.00	0	0	1	3,284
72	โคกศรีสุพรรณ	2.12	0.00	530	0.00	31.11	15.00	8.00	1,608.00	0	1	1	2,915
73	เจริญศิลป์	2.12	1.19	4,129	2.23	37.24	12.00	10.00	1,608.00	0	1	1	2,952
74	โพนนาแก้ว	2.36	0.80	1,513	0.00	44.68	16.00	12.00	1,608.00	0	0	1	3,136
75	ภูพาน	2.36	1.09	30,991	2.57	42.16	62.35	11.00	1,608.00	1	1	1	3,063
76	เมืองนครพนม	1.95	0.85	8,741	3.08	34.14	12.93	9.00	2,666.90	0	1	1	2,893
77	ท่าอุเทน	2.12	0.99	1,123	1.96	51.44	20.00	10.00	2,666.90	0	1	1	3,000
78	ธาตุพนม	2.12	1.00	475	2.11	51.11	22.00	11.00	2,387.70	0	1	1	3,131
79	นาแก	2.38	0.99	312	0.00	38.15	18.30	11.00	2,387.70	0	0	1	3,240
80	บ้านแพง	2.12	0.00	751	2.13	32.79	18.60	10.00	2,666.90	0	0	1	3,028
81	ปลาปาก	2.12	0.99	2,149	3.72	18.97	75.00	11.00	2,666.90	0	0	1	3,154
82	ศรีสงคราม	1.67	0.00	935	9.09	21.25	15.15	8.00	2,666.90	0	1	1	2,720
83	นาหว้า	1.95	1.02	50	0.00	20.11	18.00	9.00	2,666.90	0	0	1	2,860
84	โพนสวรรค์	2.12	0.00	4,407	2.54	26.04	30.00	10.00	2,666.90	0	1	1	3,072
85	นาทม	1.67	0.00	1,260	1.19	20.71	17.80	9.00	2,666.90	0	1	1	2,743
86	วังยาง	1.95	0.99	2,041	0.00	20.22	17.20	8.00	2,666.90	0	1	1	2,810
87	เมืองมุกดาหาร	2.47	0.80	37,831	3.47	42.08	88.85	12.00	1,929.00	1	0	0	3,623
88	คำชะอี	2.38	1.00	15,950	0.75	39.87	68.28	9.00	1,929.00	0	1	1	3,393
89	ดอนตาล	2.38	1.00	16,130	5.38	39.86	97.23	12.00	1,929.00	0	1	1	3,396
90	นิคมคำสร้อย	2.38	1.81	10,780	4.64	34.96	111.70	11.00	1,929.00	0	1	1	3,374
91	ดงหลวง	2.38	0.94	59,501	4.11	34.23	70.28	11.00	1,929.00	1	1	1	3,417
92	หว้านใหญ่	2.01	0.97	540	12.22	28.43	72.55	10.00	1,929.00	0	1	1	2,980
93	หนองสูง	2.47	1.11	1,412	1.84	29.25	62.50	7.00	1,929.00	1	1	0	3,529
94	เมืองยโสธร	2.38	1.00	12,828	1.64	45.15	196.06	6.00	866.34	0	0	1	3,441
95	กุดชุม	2.38	0.92	11,247	3.04	43.75	141.80	12.00	866.34	0	0	1	3,314
96	คำเขื่อนแก้ว	2.51	0.00	24,793	1.15	113.84	326.82	10.00	866.34	1	1	0	3,952
97	ป่าติ้ว	2.47	1.05	7,055	0.77	41.95	102.97	5.00	866.34	1	1	0	3,637
98	มหาชนะชัย	2.51	0.00	7,936	0.91	84.20	299.60	10.00	866.34	1	1	0	3,801
99	เลิงนกทา	2.01	0.93	29,987	19.34	34.83	61.30	10.00	866.34	1	1	1	2,939
100	ทรายมูล	2.47	1.05	3,239	0.00	52.75	120.88	10.00	866.34	1	0	0	3,553
101	ค้อวัง	2.38	0.00	330	0.00	10.00	30.00	9.00	866.34	0	0	0	3,239
102	ไทยเจริญ	2.38	1.15	3,829	8.02	44.33	91.75	11.00	866.34	0	1	1	3,136
103	เมืองอำนาจเจริญ	2.49	0.78	12,847	0.34	45.51	128.04	12.00	1,008.90	1	1	0	3,725
104	ชานุมาน	2.38	1.10	65,745	2.87	44.11	57.14	10.00	1,008.90	1	1	1	3,354
105	ปทุมราชวงศา	2.38	0.80	18,927	0.88	42.26	153.96	11.00	1,008.90	0	0	1	3,465
106	พนา	2.38	0.00	320	0.00	15.00	72.00	5.00	1,008.90	0	0	1	3,066
107	เสนางคนิคม	2.38	0.82	5,653	17.11	22.78	99.54	8.00	1,008.90	0	0	1	3,007
108	หัวตะพาน	2.38	0.82	563	0.00	58.33	122.08	12.00	1,008.90	0	0	1	3,426
109	ลืออำนาจ	2.38	0.00	617	0.00	34.04	46.81	9.00	1,008.90	0	1	1	3,079
110	เมืองอุบลราชธานี	2.47	0.00	1,234	0.00	62.50	285.87	11.00	1,731.60	1	0	0	3,507
111	เขมราฐ	2.38	0.70	30,500	1.02	36.69	100.19	11.00	1,931.00	0	1	1	3,369
112	เขื่องใน	2.38	0.00	4,067	0.74	41.25	245.00	9.00	1,931.00	0	0	1	3,370
113	ศรีเมืองใหม่	2.38	0.00	32,103	1.20	51.92	210.86	10.00	1,931.00	0	1	1	3,365
114	เดชอุดม	2.47	1.11	15,330	4.88	45.87	222.44	11.00	1,731.60	1	1	0	3,645
115	ตระการพืชผล	2.38	0.80	32,017	3.20	56.79	222.92	9.00	1,931.00	0	0	1	3,377
116	น้ำยืน	2.55	0.00	98,776	0.47	56.67	255.42	12.00	1,731.60	1	1	0	4,089
117	โขงเจียม	2.38	0.00	31,563	2.89	34.08	182.61	9.00	1,931.00	0	0	1	3,394

ที่	อำเภอ	PR_CasO	Pr_sugO	PlCas	DaCas	AvgF	AvgOr	AgeHa	RainO	Soil	Dis_Ins	NatureDis	Yield
118	บุณฑริก	2.47	1.07	25,816	0.95	73.25	190.68	10.00	1,731.60	1	1	0	3,684
119	พิบูลมังสาหาร	2.38	0.00	7,882	1.04	44.28	184.32	10.00	1,931.00	0	0	1	3,283
120	ม่วงสามสิบ	2.38	0.00	2,386	0.00	45.65	245.65	11.00	1,931.00	0	0	1	3,303
121	วารินชำราบ	2.38	1.07	2,759	0.00	55.29	284.13	11.00	1,931.00	0	0	1	3,352
122	กุดข้าวปุ้น	2.01	1.07	5,670	13.86	55.42	287.23	8.00	1,931.00	0	0	1	2,944
123	นาจะหลวย	2.51	0.00	31,306	2.39	35.00	280.84	12.00	1,731.60	1	1	0	3,804
124	ตาลสุม	2.38	0.00	7,074	2.95	44.79	158.33	8.00	1,931.00	0	1	1	3,116
125	โพธิ์ไทร	2.38	0.00	46,534	9.29	58.84	163.36	8.00	1,931.00	0	1	1	3,274
126	สำโรง	2.38	1.15	125	0.00	41.82	145.11	8.00	1,931.00	0	0	1	3,224
127	ดอนมดแดง	2.38	0.00	1,556	2.57	45.37	146.30	8.00	1,931.00	0	1	1	3,125
128	สิรินธร	2.38	0.00	16,389	6.08	39.25	143.93	9.00	1,931.00	0	0	1	3,179
129	ทุ่งศรีอุดม	2.51	1.07	21,082	0.00	41.67	211.68	12.00	1,731.60	1	1	0	3,804
130	นาเยีย	2.38	0.00	11,140	1.16	55.91	160.23	8.00	1,931.00	0	0	1	3,360
131	เหล่าเสือโก้ก	2.38	0.00	586	0.00	38.79	155.96	9.00	1,931.00	0	0	1	3,218
132	นาตาล	2.01	1.11	6,363	13.14	20.54	186.02	7.00	1,931.00	0	1	1	2,940
133	สว่างวีระวงศ์	2.47	0.00	5,442	0.00	42.47	227.96	10.00	1,731.60	1	0	0	3,506
134	น้ำขุ่น	2.55	0.00	33,139	1.93	55.35	258.67	12.00	1,731.60	1	0	0	4,023
135	เมืองศรีสะเกษ	2.36	0.00	199	0.00	30.51	78.10	10.00	1,435.60	0	0	1	3,045
136	กันทรลักษ์	2.55	1.02	42,637	1.44	45.21	172.59	12.00	1,435.60	1	1	0	4,036
137	กันทรารมย์	2.38	0.00	1,065	0.00	17.50	395.83	8.00	1,435.60	0	0	1	3,301
138	ขุขันธ์	2.01	0.85	8,744	7.97	22.56	49.68	5.00	1,435.60	0	1	1	2,780
139	ขุนหาญ	2.47	1.00	30,196	2.14	47.64	92.13	9.00	1,435.60	1	1	0	3,640
140	ปรางค์กู่	1.41	1.02	989	27.81	26.82	135.23	5.00	1,435.60	0	0	1	2,187
141	ราษีไศล	2.01	0.00	1,096	0.00	17.50	541.18	9.00	1,435.60	0	0	1	2,992
142	อุทุมพรพิสัย	1.41	0.87	631	0.00	11.54	278.79	7.00	1,435.60	0	0	1	2,322
143	ไพรบึง	1.41	0.85	319	0.00	10.32	109.99	6.00	1,435.60	0	0	1	2,429
144	ห้วยทับทัน	2.36	0.87	870	0.00	35.83	323.33	8.00	1,435.60	0	0	1	3,049
145	บึงบูรพ์	2.36	0.00	2,509	0.88	35.81	259.68	9.00	1,435.60	0	0	1	3,131
146	โนนคูณ	2.38	0.85	1,099	0.00	36.82	80.00	10.00	1,435.60	0	0	1	3,226
147	ศรีรัตนะ	2.38	0.00	6,104	1.93	55.35	143.05	12.00	1,435.60	0	1	0	3,401
148	น้ำเกลี้ยง	2.36	0.00	4,573	1.60	29.02	73.28	9.00	1,435.60	0	1	1	3,010
149	วังหิน	2.36	0.00	1,461	0.00	10.98	20.08	5.00	1,435.60	0	0	1	3,150
150	เมืองจันทร์	2.01	1.15	1,269	0.00	20.00	142.11	5.00	1,435.60	0	0	1	2,992
151	ภูสิงห์	2.38	1.00	39,868	0.87	53.26	65.89	11.00	1,435.60	0	1	1	3,396
152	เบญจลักษ์	2.38	1.02	2,641	1.82	58.58	56.09	8.00	1,435.60	0	1	1	3,267
153	โพธิ์ศรีสุวรรณ	2.36	1.07	1,250	1.12	63.10	114.29	6.00	1,435.60	0	1	1	3,129
154	ศิลาลาด	2.36	0.00	409	0.00	20.84	60.99	10.00	1,435.60	0	0	1	3,017
155	พยุห์	2.36	0.00	92	0.00	25.49	42.06	10.00	1,435.60	0	0	1	3,196
156	เมืองสุรินทร์	1.67	1.37	426	15.49	20.31	7.50	7.00	1,063.20	0	1	1	2,540
157	จอมพระ	2.51	0.95	3,590	1.00	37.73	9.09	11.00	1,044.20	1	0	1	3,822
158	ชุมพลบุรี	2.12	0.95	31	0.00	29.58	8.26	7.00	1,063.20	0	0	1	2,839
159	ท่าตูม	2.38	0.99	955	1.57	46.19	7.63	8.00	1,063.20	0	1	1	3,323
160	ปราสาท	2.36	0.95	7,230	1.44	58.64	22.00	7.00	1,063.20	0	1	1	3,297
161	รัตนบุรี	2.55	0.94	2,977	3.06	58.50	20.00	12.00	1,044.20	1	1	0	4,143
162	ศีขรภูมิ	2.38	0.95	764	0.00	28.57	15.20	11.00	1,063.20	0	0	1	3,318
163	สังขะ	2.55	0.99	18,290	2.04	47.92	17.86	12.00	1,044.20	1	1	0	4,083
164	สำโรงทาบ	2.36	1.32	573	0.00	35.45	15.80	9.00	1,063.20	0	0	1	3,089
165	สนม	2.36	1.10	683	0.00	31.69	17.20	9.00	1,063.20	0	0	1	3,198
166	กาบเชิง	2.55	0.95	27,942	0.96	39.55	11.97	12.00	1,044.20	1	1	0	4,344
167	ลำดวน	2.36	1.40	167	0.00	32.62	15.50	5.00	1,063.20	0	0	1	3,066
168	บัวเชด	2.51	0.90	29,988	1.25	76.14	24.90	12.00	1,044.20	1	1	0	3,875
169	พนมดงรัก	2.55	0.94	20,038	2.20	50.00	22.61	12.00	1,044.20	1	1	0	4,066
170	ศรีณรงค์	2.47	1.10	1,954	0.00	40.69	20.54	8.00	1,063.20	1	0	0	3,553
171	โนนนารายณ์	2.55	0.90	4,729	0.00	54.61	17.76	12.00	1,044.20	1	0	0	4,120
172	เมืองบุรีรัมย์	2.38	0.88	1,573	0.00	30.84	25.32	7.00	831.60	0	0	1	3,357
173	กระสัง	2.49	1.11	1,981	0.71	46.36	25.00	11.00	752.90	1	1	0	3,781
174	นางรอง	2.47	1.08	28,765	5.05	55.65	43.24	11.00	752.90	1	0	1	3,591
175	บ้านกรวด	2.55	0.85	20,931	2.90	71.17	37.50	12.00	752.90	1	1	0	4,025
176	ประโคนชัย	2.55	1.00	8,245	0.21	73.85	42.13	12.00	752.90	1	1	0	4,147
177	หนองกี่	2.55	0.98	14,419	0.64	57.87	39.53	12.00	752.90	1	0	1	4,119
178	สตึก	2.38	1.16	5,980	6.44	41.90	41.18	7.00	831.60	0	1	1	3,358
179	คูเมือง	2.38	0.92	10,509	3.37	41.35	45.45	12.00	831.60	0	1	1	3,438

ที่	อำเภอ	PR_CasO	Pr_sugO	PlCas	DaCas	AvgF	AvgOr	AgeHa	RainO	Soil	Dis_Ins	NatureDis	Yield
180	ลำปลายมาศ	2.47	1.01	4,960	0.97	57.89	42.19	11.00	752.90	1	0	1	3,513
181	ละหานทราย	2.55	1.00	18,967	3.41	58.89	50.00	12.00	752.90	1	1	0	4,062
182	พุทไธสง	2.36	0.87	261	0.00	40.62	22.50	7.00	831.60	0	0	1	3,284
183	ปะคำ	2.51	0.80	72,968	2.43	49.08	47.33	12.00	752.90	1	0	1	3,950
184	นาโพธิ์	2.36	0.80	428	0.00	40.85	23.80	8.00	831.60	0	0	1	3,255
185	หนองหงส์	2.51	1.06	5,134	0.97	59.60	37.50	12.00	752.90	1	0	1	3,949
186	พลับพลาชัย	2.38	0.00	780	0.00	32.54	25.00	8.00	831.60	0	0	1	3,395
187	ห้วยราช	2.36	0.81	63	0.00	34.97	26.00	9.00	831.60	0	0	1	3,238
188	โนนสุวรรณ	2.55	0.95	41,830	1.42	51.66	48.48	12.00	752.90	1	1	0	4,230
189	บ้านใหม่ไชยพจน์	2.38	0.00	121	0.00	33.32	36.00	7.00	831.60	0	0	1	3,372
190	ชำนิ	2.51	0.82	6,161	1.25	72.32	93.75	11.00	752.90	1	1	0	3,904
191	โนนดินแดง	2.55	0.00	12,933	0.77	49.34	49.67	12.00	752.90	1	1	0	4,141
192	บ้านด่าน	2.47	0.80	1,179	7.46	40.00	68.20	9.00	752.90	1	1	0	3,690
193	เฉลิมพระเกียรติ	2.47	0.80	313	0.00	43.23	93.98	11.00	752.90	1	0	0	3,534
194	แคนดง	2.38	0.98	1,055	4.45	35.62	56.80	8.00	831.60	0	1	1	3,351
195	เมืองมหาสารคาม	2.38	1.20	4,221	1.75	49.44	39.33	10.00	1,225.10	0	1	0	3,492
196	กันทรวิชัย	2.36	1.28	133	0.00	32.24	29.22	7.00	1,225.10	0	0	1	3,083
197	โกสุมพิสัย	2.36	1.03	38,377	0.81	36.33	20.08	8.00	1,225.10	1	1	1	3,190
198	เชียงยืน	2.36	1.08	4,712	3.57	34.14	50.00	8.00	1,225.10	0	0	1	3,192
199	นาเชือก	2.36	0.85	11,035	1.65	36.82	12.60	9.00	1,225.10	0	0	1	3,238
200	บรบือ	2.36	1.17	35,859	0.87	38.96	8.75	9.00	1,225.10	0	0	1	3,207
201	พยัคฆภูมิพิสัย	2.36	1.05	82	0.00	27.89	22.50	5.00	1,225.10	0	0	1	2,927
202	วาปีปทุม	2.36	0.99	1,089	0.00	34.67	25.80	11.00	1,225.10	0	0	1	3,239
203	นาดูน	2.38	0.73	2,570	0.00	39.57	13.04	8.00	1,225.10	0	0	1	3,304
204	แกดำ	2.36	0.90	1,004	0.00	31.11	37.04	10.00	1,225.10	0	0	1	3,162
205	ยางสีสุราช	2.36	0.87	1,237	0.49	35.95	16.22	9.00	1,225.10	0	1	1	3,230
206	กุดรัง	2.36	0.97	34,010	0.93	36.02	191.89	11.00	1,225.10	1	1	1	3,278
207	ชื่นชม	2.36	1.00	1,495	0.00	37.72	30.50	8.00	1,225.10	0	0	1	3,095
208	เกษตรวิสัย	2.36	0.00	962	0.00	36.87	32.20	10.00	1,224.60	0	0	1	3,291
209	จตุรพักตรพิมาน	2.36	0.00	1,232	0.00	42.22	33.33	11.00	1,195.90	0	0	1	3,233
210	ธวัชบุรี	2.36	0.00	228	0.00	26.88	15.00	10.00	1,195.90	0	0	1	3,061
211	ปทุมรัตต์	2.36	0.00	177	0.00	24.91	15.00	10.00	1,195.90	0	0	1	3,203
212	พนมไพร	2.36	0.00	25	0.00	22.29	18.00	9.00	1,195.90	0	0	1	3,040
213	โพนทอง	2.47	1.10	13,696	4.20	42.46	19.95	12.00	1,224.60	1	1	1	3,587
214	สุวรรณภูมิ	2.36	0.00	4,801	3.69	34.11	96.20	12.00	1,195.90	0	0	1	3,110
215	เสลภูมิ	2.38	1.08	5,637	0.21	31.61	84.84	11.00	1,224.60	0	1	1	3,360
216	หนองพอก	2.38	1.10	8,274	0.76	44.44	21.83	12.00	1,224.60	0	1	0	3,489
217	อาจสามารถ	1.41	0.00	633	0.00	28.06	20.00	5.00	1,195.90	0	1	1	2,694
218	โพธิ์ชัย	2.38	0.99	17,329	1.79	45.01	73.92	7.00	1,224.60	0	0	1	3,440
219	เมยวดี	2.38	1.00	3,333	0.00	44.67	62.70	13.00	1,224.60	0	1	0	3,402
220	ศรีสมเด็จ	2.36	0.00	401	0.00	48.11	58.96	13.00	1,195.90	0	0	1	3,170
221	หนองฮี	2.36	0.00	67	0.00	26.32	65.00	6.00	1,195.90	0	0	1	2,970
222	เมืองกาฬสินธุ์	2.47	0.60	41,494	0.30	55.36	71.09	12.00	1,108.60	1	1	1	3,591
223	กมลาไสย	2.36	1.32	434	0.00	20.84	63.40	8.00	1,108.60	0	0	1	3,071
224	กุฉินารายณ์	2.38	1.45	28,602	0.64	50.20	104.33	11.00	1,108.60	1	1	1	3,477
225	ท่าคันโท	2.49	1.62	28,140	0.98	53.81	44.23	12.00	1,108.60	1	0	1	3,785
226	ยางตลาด	2.38	1.10	14,458	0.82	64.73	29.76	12.00	1,108.60	0	0	1	3,474
227	สมเด็จ	2.38	1.00	8,719	1.54	51.74	7.94	12.00	1,108.60	0	0	1	3,431
228	สหัสขันธ์	2.51	0.79	20,619	0.27	59.50	5.81	12.00	1,108.60	1	0	0	3,847
229	เขาวง	2.36	0.79	88	0.00	35.62	12.00	10.00	1,108.60	0	0	1	3,205
230	ห้วยเม็ก	2.47	0.92	15,675	0.58	65.60	50.00	11.00	1,108.60	1	1	0	3,581
231	คำม่วง	2.36	0.89	5,704	2.31	55.56	13.89	13.00	1,108.60	0	0	1	3,285
232	ร่องคำ	2.36	0.80	410	0.00	22.05	13.70	8.00	1,108.60	0	1	1	2,900
233	หนองกุงศรี	2.47	0.79	41,784	0.45	53.80	22.88	13.00	1,108.60	1	0	0	3,651
234	นามน	2.38	1.10	10,245	0.20	49.73	23.83	13.00	1,108.60	0	0	0	3,428
235	ห้วยผึ้ง	2.36	1.68	7,006	5.45	22.61	22.27	12.00	1,108.60	0	0	1	3,054
236	สามชัย	2.38	0.89	10,695	0.47	42.37	15.50	13.00	1,108.60	0	1	1	3,364
237	นาคู	2.36	0.89	608	3.45	23.75	22.90	9.00	1,108.60	0	0	1	2,990
238	ดอนจาน	2.47	0.84	18,634	3.41	65.03	35.00	10.00	1,108.60	1	0	1	3,508
239	ฆ้องชัย	2.38	0.80	170	0.00	34.39	35.20	11.00	1,108.60	0	0	0	3,488
240	เมืองขอนแก่น	2.51	1.05	18,248	1.47	35.65	28.15	11.00	1,031.70	1	1	0	3,626
241	กระนวน	2.51	0.88	16,113	0.00	74.24	21.21	12.00	1,031.70	1	0	0	3,855

ที่	อำเภอ	PR_CasO	Pr_sugO	PlCas	DaCas	AvgF	AvgOr	AgeHa	RainO	Soil	Dis_Ins	NatureDis	Yield
242	ชนบท	1.67	0.95	2,315	10.37	30.22	62.09	10.00	1,068.60	0	0	1	2,794
243	ชุมแพ	1.95	0.88	1,671	28.96	21.35	12.80	10.00	1,068.60	0	0	1	2,334
244	น้ำพอง	2.49	0.88	14,362	1.52	43.13	40.00	13.00	1,031.70	1	1	0	3,611
245	บ้านไผ่	2.38	0.88	38,194	2.73	43.68	54.16	9.00	1,031.70	1	1	0	3,493
246	พล	2.38	0.90	6,322	0.00	47.25	30.58	11.00	1,031.70	0	0	0	3,401
247	ภูเวียง	2.36	0.96	2,903	7.06	32.36	22.37	7.00	1,068.60	0	0	1	3,146
248	มัญจาคีรี	2.38	0.80	38,878	0.99	38.35	69.73	11.00	1,031.70	1	0	1	3,443
249	สีชมพู	2.38	0.83	2,537	6.90	31.80	12.16	12.00	1,068.60	0	0	1	3,212
250	หนองเรือ	2.38	1.60	2,281	1.58	39.90	15.20	13.00	1,031.70	0	0	1	3,464
251	หนองสองห้อง	2.38	0.87	3,617	0.94	28.53	15.31	8.00	1,031.70	0	0	1	3,401
252	แวงน้อย	2.38	0.80	1,418	0.00	25.59	136.15	11.00	1,068.60	0	0	1	3,261
253	อุบลรัตน์	2.36	0.90	6,841	7.60	32.89	11.27	12.00	1,068.60	0	0	1	3,116
254	บ้านฝาง	2.36	0.93	2,520	0.00	32.77	22.49	8.00	1,068.60	0	0	1	3,087
255	พระยืน	2.36	0.93	3,999	2.25	33.80	142.41	8.00	1,068.60	0	1	1	3,156
256	แวงใหญ่	2.51	0.81	2,967	2.60	38.76	89.89	11.00	1,031.70	1	1	0	3,508
257	เปือยน้อย	2.38	0.80	11,430	0.44	49.94	19.12	11.00	1,068.60	0	0	1	3,247
258	เขาสวนกวาง	2.49	0.90	23,752	0.00	59.74	83.33	12.00	1,031.70	1	0	0	3,607
259	ภูผาม่าน	1.95	0.83	1,248	22.60	29.63	12.50	11.00	1,068.60	0	1	1	2,546
260	โคกโพธิ์ไชย	2.36	0.83	6,294	0.21	38.46	40.93	10.00	1,068.60	0	1	1	3,014
261	ชำสูง	2.38	0.83	5,100	0.00	47.22	22.77	11.00	1,068.60	0	0	1	3,266
262	หนองนาคำ	2.38	0.97	34	0.00	42.84	22.65	11.00	1,068.60	0	0	1	3,265
263	บ้านแฮด	2.38	0.82	9,187	5.74	40.81	64.85	11.00	1,031.70	0	0	1	3,425
264	โนนศิลา	2.49	0.89	2,604	0.12	46.57	48.57	10.00	1,031.70	1	1	0	3,581
265	เวียงเก่า	2.36	0.00	3,576	0.87	48.29	56.71	8.00	1,068.60	0	1	1	3,007
266	เมืองชัยภูมิ	2.38	1.00	28,753	9.11	43.35	107.71	10.00	911.60	1	1	1	3,228
267	เกษตรสมบูรณ์	2.38	0.79	1,267	1.03	32.09	14.18	8.00	911.60	0	0	1	3,215
268	แก้งคร้อ	2.49	0.80	13,291	4.18	41.06	11.59	10.00	911.60	1	1	0	3,687
269	คอนสวรรค์	2.38	0.90	6,021	0.00	37.66	30.90	12.00	911.60	0	0	0	3,441
270	คอนสาร	2.38	0.84	1,054	0.00	54.44	21.25	7.00	911.60	0	0	0	3,459
271	จัตุรัส	2.38	1.49	90,113	0.95	44.78	62.62	10.00	911.60	1	0	1	3,392
272	บ้านเขว้า	2.38	1.04	72,872	0.42	40.88	91.23	12.00	911.60	1	1	1	3,347
273	บ้านแท่น	2.38	0.99	1,464	0.00	32.67	22.67	12.00	911.60	0	1	0	3,394
274	บำเหน็จณรงค์	2.38	1.16	54,595	6.46	45.21	21.88	12.00	911.60	1	1	1	3,373
275	ภูเขียว	2.38	0.89	995	0.00	37.88	26.20	10.00	911.60	0	0	0	3,260
276	หนองบัวแดง	2.49	0.88	16,702	0.46	44.41	82.76	12.00	911.60	1	1	0	3,540
277	เทพสถิต	2.49	0.75	114,406	3.15	45.98	70.08	10.00	911.60	1	1	1	3,658
278	หนองบัวระเหว	2.38	0.72	105,811	6.97	38.84	14.70	12.00	911.60	1	1	1	3,489
279	ภักดีชุมพล	2.49	0.80	29,633	3.10	37.44	16.67	12.00	911.60	1	1	1	3,635
280	เนินสง่า	2.38	0.83	28,747	0.61	46.16	224.15	9.00	911.60	0	1	0	3,329
281	ซับใหญ่	2.38	1.20	63,846	6.94	28.96	237.86	8.00	911.60	0	1	1	3,240
282	เมืองนครราชสีมา	2.38	1.20	34,129	0.40	44.90	15.28	9.00	962.30	0	0	1	3,337
283	ขามทะเลสอ	2.38	0.70	37,907	0.39	44.06	23.25	8.00	962.30	0	1	1	3,297
284	ขามสะแกแสง	2.38	0.92	14,994	0.27	23.66	40.46	9.00	1,430.60	0	0	1	3,108
285	คง	2.38	0.86	9,452	1.79	33.08	38.86	10.00	1,430.60	0	0	1	3,216
286	ครบุรี	2.55	1.39	170,298	0.71	53.58	59.65	12.00	891.00	1	0	1	4,251
287	จักราช	2.38	0.97	78,407	0.33	51.90	38.11	9.00	962.30	1	0	1	3,323
288	ชุมพวง	2.38	0.98	30,607	0.62	29.60	48.88	10.00	962.30	1	1	1	3,302
289	โชคชัย	2.55	1.00	52,976	2.58	49.05	28.13	12.00	891.00	1	0	1	4,064
290	ด่านขุนทด	2.38	0.92	129,970	2.40	41.42	74.74	8.00	962.30	1	1	1	3,443
291	โนนไทย	2.38	0.80	22,493	0.27	46.71	42.80	9.00	1,430.60	1	0	1	3,133
292	โนนสูง	2.38	0.00	2,668	2.36	25.71	28.46	9.00	1,430.60	0	0	1	3,033
293	บัวใหญ่	2.38	0.90	8,385	0.00	36.38	27.19	8.00	962.30	0	0	0	3,375
294	ประทาย	2.38	0.00	750	0.00	31.05	22.07	8.00	1,430.60	0	0	1	3,059
295	ปักธงชัย	2.38	0.75	42,023	3.76	31.26	28.62	8.00	1,430.60	0	0	1	3,093
296	ปากช่อง	2.49	0.90	74,921	1.04	30.54	28.25	10.00	891.00	1	1	1	3,591
297	พิมาย	2.38	1.12	43,882	1.21	33.63	30.16	9.00	962.30	1	0	1	3,381
298	สีคิ้ว	2.38	1.22	104,192	1.11	36.37	60.02	11.00	962.30	1	1	1	3,468
299	สูงเนิน	2.38	0.97	78,761	0.29	38.97	15.79	10.00	962.30	1	0	1	3,295
300	ห้วยแถลง	2.38	1.00	10,580	0.00	30.53	195.19	11.00	962.30	0	0	1	3,223
301	เสิงสาง	2.55	0.58	156,122	2.15	52.85	30.00	12.00	891.00	1	0	1	4,571
302	บ้านเหลื่อม	2.38	1.07	10,916	0.00	35.82	50.00	9.00	962.30	0	0	1	3,336
303	หนองบุญมาก	2.55	0.18	137,588	0.22	54.92	44.56	12.00	891.00	1	1	1	4,444

ที่	อำเภอ	PR_CasO	Pr_sugO	PlCas	DaCas	AvgF	AvgOr	AgeHa	RainO	Soil	Dis_Ins	NatureDis	Yield
304	แก้งสนามนาง	2.38	0.70	14,221	5.70	38.19	37.28	8.00	1,430.60	0	1	1	3,068
305	โนนแดง	2.38	0.80	470	0.00	36.56	33.15	8.00	1,430.60	0	0	0	3,143
306	วังน้ำเขียว	2.38	1.27	29,021	0.27	38.84	28.97	10.00	962.30	0	0	1	3,400
307	เทพารักษ์	2.38	0.95	47,477	5.17	30.00	76.68	8.00	1,430.60	0	0	1	3,164
308	เมืองยาง	2.38	0.00	304	0.00	34.42	33.60	10.00	962.30	0	0	0	3,391
309	ลำทะเมนชัย	2.38	1.04	37,637	0.14	34.80	12.25	8.00	962.30	1	0	1	3,417
310	พระทองคำ	2.38	0.68	31,161	0.14	35.19	21.46	9.00	962.30	1	1	0	3,347
311	เฉลิมพระเกียรติ	2.38	0.90	16,805	0.29	43.23	93.98	8.00	1,430.60	0	0	1	3,157
312	บัวลาย	2.36	0.77	2,417	5.30	25.00	15.30	8.00	1,430.60	0	0	1	2,976
313	สีดา	2.38	0.00	81	0.00	32.14	34.64	8.00	1,430.60	0	0	0	3,123

ภาคผนวก ข

ค่าปลายสุด

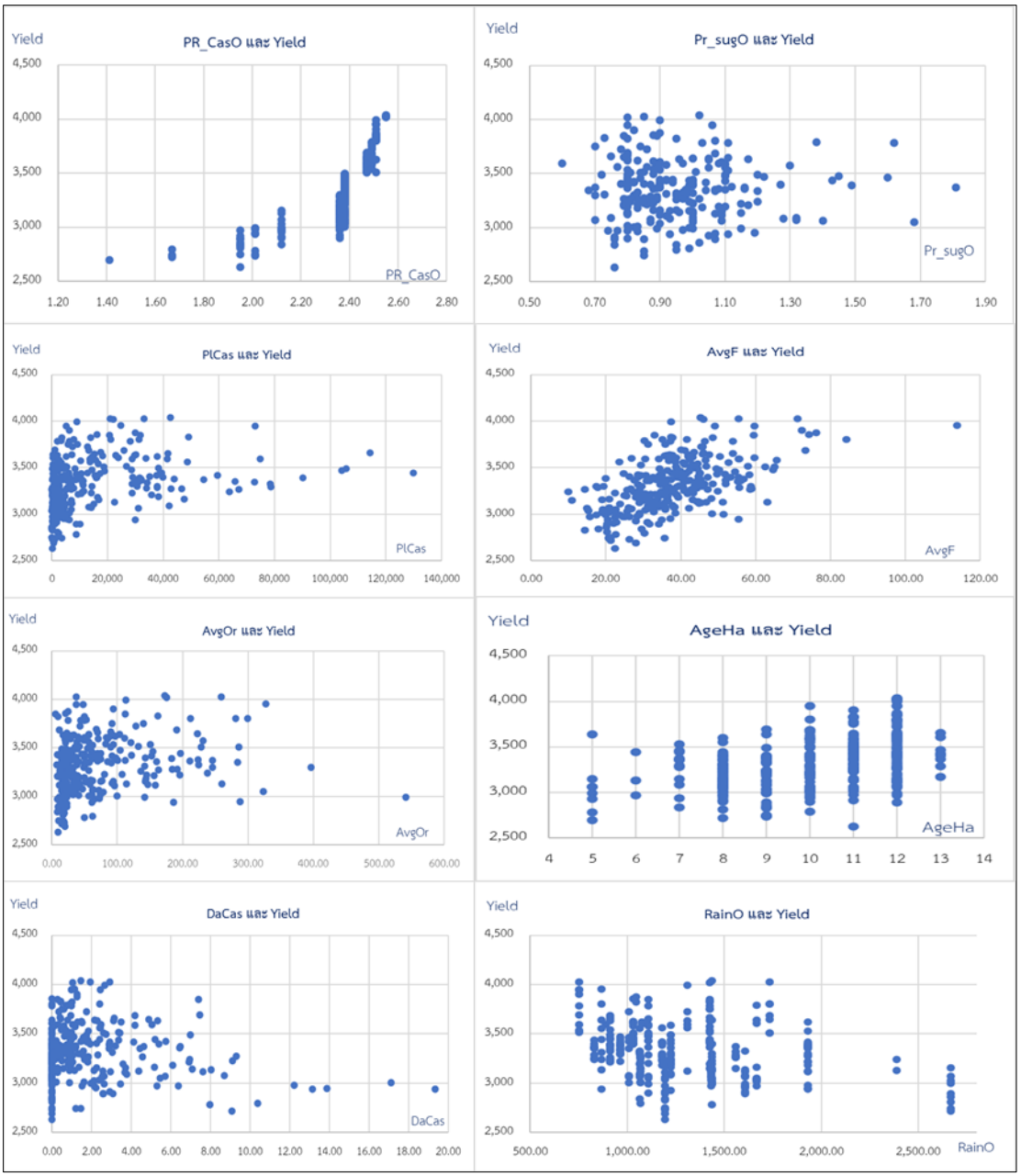
ตารางที่ ข ค่าปลายสุดของข้อมูลชุดนี้

หน่วย : กิโลกรัมต่อไร่

ลำดับที่	ค่าปลายสุดของผลผลิต (Yield)
1	2,187
2	2,322
3	2,334
4	2,429
5	2,540
6	2,546
7	4,062
8	4,064
9	4,066
10	4,083
11	4,089
12	4,119
13	4,120
14	4,141
15	4,143
16	4,147
17	4,230
18	4,251
19	4,344
20	4,444
21	4,571

ภาคผนวก ค

พล็อตการกระจาย (Scatter Plot) แสดงความสัมพันธ์ของตัวแปร



รูปที่ ค พล็อตการกระจายแสดงความสัมพันธ์ของตัวแปร

ภาคผนวก ง

การลงข้อมูลในโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ SPSS

ตารางที่ ง การลงข้อมูลในโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ SPSS

ลำดับที่	ชื่อตัวแปร	การกำหนดค่า
1	Pr_casO	None
2	Pr_sugO	None
3	PlCas	None
4	AvgF	None
5	AvgOr	None
6	AgeHa	None
7	DaCas	None
8	RainO	None
9	Soil	1 = เหมาะสม 0 = ไม่เหมาะสม
10	Dis_Ins	1 = มีการระบาดของโรคและแมลง 0 = ไม่มีการระบาดของโรคและแมลง
11	NatureDis	1 = มีภัยธรรมชาติ 0 = ไม่มีภัยธรรมชาติ
12	Yield	None

ภาคผนวก จ

การเขียนโปรแกรม R-Studio สำหรับการวิเคราะห์โครงข่ายประสาทเทียม

1) เรียกใช้ฟังก์ชันสำหรับวิเคราะห์โครงข่ายประสาทเทียมในกรณีที่ตัวแปรตามเป็นตัวแปรเชิงปริมาณ ด้วยคำสั่ง

```
set.seed(500)
library(MASS)
```

2) ดูที่อยู่ของแฟ้มข้อมูล (Folder) และกำหนดที่อยู่ของแฟ้มข้อมูลที่จะใช้ในการวิเคราะห์ด้วยคำสั่ง

```
getwd()
setwd("F:/R")
```

3) โหลดไฟล์ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์

```
df <- read.csv("datause.csv")
```

4) เรียกดูข้อมูลและประเภทของตัวแปร

```
View(df)
str(df)
```

5) เรียกดูจำนวนข้อมูลและจำนวนตัวแปร

```
dim(df)
```

6) สร้างชุดข้อมูลฝึกหัด ร้อยละ 70 และชุดข้อมูลทดสอบ ร้อยละ 30

```
apply(df,2,function(x) sum(is.na(x)))
index <- sample(1:nrow(df),round(0.7*nrow(df)))
maxs <- apply(df, 2, max)
mins <- apply(df, 2, min)
scaled <- as.data.frame(scale(df, center = mins, scale = maxs - mins))
train_ <- scaled[index,]
test_ <- scaled[-index,]
```

7) วิเคราะห์ข้อมูลโดยกำหนดจำนวนโหนดในชั้นซ่อนเท่ากับ 4, 6, 8, 10 และ 12 กำหนดโมเมนตัมเท่ากับ 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8 และ 0.9 และอัตราเรียนรู้เท่ากับ 0.001, 0.003, 0.005, 0.01, 0.05, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4 และ 0.5

```
library(neuralnet)
n <- names(train_)
f <- as.formula(paste("Yield ~", paste(n[!n %in% "Yield"], collapse = " + ")))
nn <- neuralnet(f,data=train_,hidden=c(12),linear.output=T, threshold = 0.1, stepmax
```

```
                    = 1e+05, rep = 1, startweights = 0, learningrate = 0.001, algorithm
                    = "rprop+", err.fct  = "sse", exclude = NULL,constant.weights = NULL)
        print(nn)
        plot(nn)
        pr.nntr <- compute(nn,train_[,1:8])
        pr.nntr_ <- pr.nntr$net.result*(max(df$Yield)-min(df$Yield))+min(df$Yield)
        train.r <- (train_$Yield)*(max(df$Yield)-min(df$Yield))+min(df$Yield)
        pr.nn <- compute(nn,test_[,1:8])
        pr.nn_ <- pr.nn$net.result*(max(df$Yield)-min(df$Yield))+min(df$Yield)
        test.r <- (test_$Yield)*(max(df$Yield)-min(df$Yield))+min(df$Yield)
        write.csv(pr.nntr_)
        write.csv(pr.nn_)
```

8) ตรวจสอบความเชื่อถือได้ของตัวแบบ โดยพิจารณาจากค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Mean of Squares Error : MSE)

```
        MSE.nntr <- sum((train.r - pr.nntr_)^2)/nrow(train_)
        print(MSE.nntr)
        MSE.nn <- sum((test.r - pr.nn_)^2)/nrow(test_)
        print(MSE.nn)
```

ภาคผนวก ฉ

ค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยของการทำนายผลผลิตมันสำปะหลังด้วยวิธีโครงข่ายประสาทเทียมโดยใช้โปรแกรม R-Studio

ผู้วิจัยได้กำหนดจำนวนโหนดในชั้นซ่อนเท่ากับ 4, 6, 8, 10 และ 12 โมเมนตัมเท่ากับ 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8 และ 0.9 อัตราเรียนรู้เท่ากับ 0.001, 0.003, 0.005, 0.01, 0.05, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, และ 0.5 ได้ค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) ดังนี้

ตารางที่ ฉ ค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยของการทำนายผลผลิตมันสำปะหลังด้วยวิธีโครงข่ายประสาทเทียมโดยใช้โปรแกรม R-Studio

จำนวนโหนดในชั้นซ่อน	โมเมนตัม	อัตราการเรียนรู้	จำนวนรอบในการฝึกหัด	MSE		จำนวนโหนดในชั้นซ่อน	โมเมนตัม	อัตราการเรียนรู้	จำนวนรอบในการฝึกหัด	MSE	
				Training	Testing					Training	Testing
4	0.1	0.001	82	14,336.94	16,440.03	4	0.3	0.001	109	15,602.92	17,066.26
		0.003	127	14,803.06	16,482.68			0.003	112	14,706.90	15,731.13
		0.005	174	14,583.05	17,329.29			0.005	35	18,954.00	23,079.85
		0.01	166	14,358.58	15,635.45			0.01	42	20,794.81	21,081.95
		0.05	149	13,835.11	15,773.43			0.05	53	17,348.27	19,207.81
		0.1	128	15,274.94	17,266.99			0.1	103	16,826.00	17,025.05
		0.2	106	15,552.69	17,100.56			0.2	54	18,248.41	20,192.88
		0.3	109	14,819.60	16,635.86			0.3	85	16,393.75	16,405.06
		0.4	150	14,573.14	15,582.77			0.4	60	17,126.27	17,823.06
		0.5	142	15,290.68	16,998.35			0.5	108	17,468.91	17,516.18
	0.2	0.001	84	16,996.32	18,244.48		0.4	0.001	95	16,052.64	17,427.29
		0.003	112	15,225.16	17,066.25			0.003	48	17,033.30	17,480.86
		0.005	130	15,028.97	17,395.51			0.005	121	15,358.70	16,345.52
		0.01	115	15,528.97	16,978.35			0.01	32	18,646.27	19,155.00
		0.05	175	15,742.60	17,299.68			0.05	73	17,508.69	18,418.29
		0.1	125	15,662.29	16,631.74			0.1	122	15,937.44	19,377.59
		0.2	84	16,996.32	18,244.48			0.2	41	21,681.32	23,387.66
		0.3	112	15,225.16	17,066.25			0.3	65	18,614.74	19,652.86
		0.4	72	14,889.81	16,665.47			0.4	69	15,254.19	15,952.99
		0.5	145	15,168.33	15,902.38			0.5	47	18,956.75	20,189.22

ตารางที่ ฉ ค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยของการทำนายผลผลิตมันสำปะหลังด้วยวิธีโครงข่ายประสาทเทียมโดยใช้โปรแกรม R-Studio (ต่อ)

จำนวนโหนดในชั้นซ่อน	โมเมนตัม	อัตราการเรียนรู้	จำนวนรอบในการฝึกหัด	MSE		จำนวนโหนดในชั้นซ่อน	โมเมนตัม	อัตราการเรียนรู้	จำนวนรอบในการฝึกหัด	MSE	
				Training	Testing					Training	Testing
4	0.5	0.001	32	19,849.75	19,962.38	4	0.7	0.4	34	23,225.63	21,524.54
		0.003	28	21,329.32	21,987.14			0.5	24	25,985.73	22,337.58
		0.005	37	21,325.20	22,122.12		0.8	0.001	21	23,938.60	22,526.95
		0.01	23	27,888.72	28,845.52			0.003	35	27,307.14	25,034.78
		0.05	23	19,706.27	20,999.71			0.005	35	24,194.66	24,363.58
		0.1	22	24,561.82	23,895.90			0.01	33	20,315.73	22,493.05
		0.2	35	19,900.09	19,364.86			0.05	34	31,367.30	32,974.63
		0.3	24	22,153.56	20,891.37			0.1	36	30,703.98	27,180.29
		0.4	24	26,847.85	27,127.88			0.2	26	19,554.65	20,243.22
		0.5	48	21,326.12	20,870.60			0.3	26	19,862.88	19,087.26
	0.6	0.001	33	24,468.20	25,410.80			0.4	42	26,881.16	22,858.48
		0.003	39	22,525.14	21,240.56			0.5	40	20,329.22	20,121.40
		0.005	36	20,773.68	20,281.25		0.9	0.001	24	26,110.56	27,495.73
		0.01	27	20,566.47	25,270.66			0.003	22	20,543.18	20,151.34
		0.05	76	18,309.15	19,343.34			0.005	43	26,646.87	24,902.07
		0.1	26	16,252.43	18,513.69			0.01	27	23,459.86	23,830.54
		0.2	31	19,159.50	19,789.86			0.05	46	29,237.69	25,630.80
		0.3	26	24,564.41	23,484.51			0.1	22	25,901.26	23,349.69
		0.4	34	25,534.74	23,479.37			0.2	42	19,607.86	19,384.49
		0.5	35	19,995.60	20,177.04			0.3	24	29,083.35	27,496.49
	0.7	0.001	20	30,191.34	33,037.72			0.4	18	24,433.42	20,820.35
		0.003	27	20,845.22	20,657.40	6	0.1	0.5	14	21,738.14	23,578.53
		0.005	22	19,921.04	20,930.34			0.001	50	16,518.12	17,001.27
		0.01	36	34,134.10	32,659.76			0.003	109	16,418.23	17,317.85
		0.05	27	23,654.42	24,479.14			0.005	141	14,802.45	15,464.45
		0.1	25	24,617.53	23,553.94			0.01	191	12,796.83	15,269.86
		0.2	29	17,484.86	18,820.10			0.05	122	14,364.65	16,464.75
		0.3	22	20,212.41	20,808.39			0.1	101	14,345.77	16,395.99

ตารางที่ ฉ ค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยของการทำนายผลผลิตมันสำปะหลังด้วยวิธีโครงข่ายประสาทเทียมโดยใช้โปรแกรม R-Studio (ต่อ)

จำนวนโหนดในชั้นซ่อน	โมเมนตัม	อัตราการเรียนรู้	จำนวนรอบในการฝึกหัด	MSE		จำนวนโหนดในชั้นซ่อน	โมเมนตัม	อัตราการเรียนรู้	จำนวนรอบในการฝึกหัด	MSE	
				Training	Testing					Training	Testing
6	0.1	0.2	120	13,687.30	15,905.05	6	0.4	0.05	46	18,985.90	19,652.83
		0.3	106	16,345.31	17,690.65			0.1	48	16,059.79	19,533.46
		0.4	74	15,582.13	16,372.68			0.2	114	16,244.86	17,411.86
		0.5	125	14,324.20	15,877.55			0.3	47	16,803.26	18,762.41
	0.2	0.001	129	15,279.03	16,685.90			0.4	34	18,331.91	19,217.63
		0.003	99	15,729.46	17,455.68			0.5	44	21,245.88	23,240.79
		0.005	103	16,564.59	18,484.43		0.5	0.001	28	16,380.28	19,020.26
		0.01	122	15,363.99	16,712.98			0.003	34	18,951.06	19,046.60
		0.05	81	15,298.24	17,104.33			0.005	47	25,970.91	26,930.15
		0.1	56	15,967.43	18,228.61			0.01	27	25,944.42	27,064.14
		0.2	94	16,302.12	17,800.45			0.05	32	26,669.10	28,441.59
		0.3	62	15,258.82	16,827.38			0.1	49	18,270.16	19,179.61
		0.4	65	16,909.09	17,555.95			0.2	29	19,172.84	20,356.76
		0.5	71	15,948.16	18,328.72			0.3	53	18,234.70	18,360.13
	0.3	0.001	48	17,522.11	18,413.94			0.4	60	20,634.55	21,850.75
		0.003	49	17,406.99	18,899.76			0.5	42	24,135.86	24,260.72
		0.005	42	19,064.71	19,087.28		0.6	0.001	38	16,982.29	18,977.53
		0.01	78	19,731.30	20,315.64			0.003	29	18,687.85	19,465.24
		0.05	82	17,981.20	19,602.17			0.005	28	18,997.48	23,269.11
		0.1	58	17,626.65	17,708.58			0.01	34	25,297.14	25,586.35
		0.2	69	22,763.57	25,061.51			0.05	28	21,783.19	22,462.45
		0.3	65	13,868.10	15,151.13			0.1	64	19,431.66	19,483.85
		0.4	102	15,989.25	16,322.04			0.2	32	17,351.21	18,799.26
		0.5	100	18,063.75	19,930.23			0.3	26	20,840.13	21,222.79
	0.4	0.001	58	20,396.05	22,116.34			0.4	22	19,510.62	19,510.22
		0.003	62	17,913.38	18,184.44			0.5	42	23,550.51	23,553.53
		0.005	34	22,365.43	22,809.30		0.7	0.001	48	16,689.55	17,122.02
		0.01	79	20,461.77	20,887.91			0.003	59	15,529.32	16,644.47

ตารางที่ ฉ ค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยของการทำนายผลผลิตมันสำปะหลังด้วยวิธีโครงข่ายประสาทเทียมโดยใช้โปรแกรม R-Studio (ต่อ)

จำนวนโหนดในชั้นซ่อน	โมเมนตัม	อัตราการเรียนรู้	จำนวนรอบในการฝึกหัด	MSE		จำนวนโหนดในชั้นซ่อน	โมเมนตัม	อัตราการเรียนรู้	จำนวนรอบในการฝึกหัด	MSE	
				Training	Testing					Training	Testing
6	0.7	0.005	84	17,544.47	17,348.19	6	0.9	0.5	34	20,372.50	21,422.60
		0.01	30	21,946.20	22,549.12	8	0.1	0.001	130	13,807.64	17,161.16
		0.05	34	25,811.72	26,887.10			0.003	118	14,857.58	16,772.07
		0.1	27	23,161.80	25,562.88			0.005	88	14,996.09	17,462.10
		0.2	31	23,233.61	23,325.47			0.01	149	14,601.47	16,578.52
		0.3	41	22,451.39	23,584.92			0.05	130	14,504.91	17,440.07
		0.4	34	17,857.62	17,935.54			0.1	90	14,185.01	16,492.81
		0.5	44	19,647.24	20,288.34			0.2	89	14,720.44	15,750.95
	0.8	0.001	40	21,686.77	20,536.24			0.3	69	15,779.11	16,892.91
		0.003	33	21,643.17	20,389.40			0.4	193	13,329.97	17,128.11
		0.005	26	19,916.97	21,560.03			0.5	157	13,803.23	16,925.12
		0.01	31	23,133.42	21,234.65		0.2	0.001	80	16,589.80	17,101.45
		0.05	39	21,057.62	22,058.69			0.003	97	15,169.03	17,627.81
		0.1	39	23,316.71	22,136.39			0.005	93	15,741.79	18,022.95
		0.2	57	23,216.52	22,381.85			0.01	69	15,344.11	17,264.59
		0.3	41	22,499.32	24,390.98			0.05	56	17,392.45	17,668.46
		0.4	30	24,577.92	23,778.48			0.1	72	16,192.72	17,259.99
		0.5	31	26,996.28	28,253.24			0.2	43	16,122.51	17,453.72
	0.9	0.001	43	21,274.50	21,991.35			0.3	109	16,188.23	18,112.75
		0.003	25	21,493.18	22,199.40			0.4	119	13,921.95	15,623.35
		0.005	25	28,516.51	28,556.16			0.5	81	16,270.23	17,810.90
		0.01	33	27,276.19	30,708.92		0.3	0.001	86	16,666.14	18,533.60
		0.05	25	17,862.66	21,921.71			0.003	63	17,351.28	18,369.92
		0.1	37	21,778.10	21,555.18			0.005	126	15,323.97	17,491.80
		0.2	34	21,092.03	22,448.73			0.01	87	16,893.80	19,860.98
		0.3	29	24,495.85	22,333.69			0.05	67	19,150.00	20,492.83
		0.4	28	22,178.21	26,108.15			0.1	59	16,011.78	16,948.79

ตารางที่ ฉ ค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยของการทำนายผลผลิตมันสำปะหลังด้วยวิธีโครงข่ายประสาทเทียมโดยใช้โปรแกรม R-Studio (ต่อ)

จำนวนโหนดในชั้นซ่อน	โมเมนตัม	อัตราการเรียนรู้	จำนวนรอบในการฝึกหัด	MSE		จำนวนโหนดในชั้นซ่อน	โมเมนตัม	อัตราการเรียนรู้	จำนวนรอบในการฝึกหัด	MSE	
				Training	Testing					Training	Testing
8	0.3	0.2	41	16,300.47	16,275.31	8	0.6	0.05	27	22,341.80	23,934.83
		0.3	46	17,561.77	18,004.14			0.1	38	18,060.23	21,441.91
		0.4	84	20,713.75	22,446.05			0.2	36	20,992.99	22,514.65
		0.5	68	15,463.89	18,300.87			0.3	50	20,663.80	21,134.42
	0.4	0.001	87	19,941.76	21,302.74			0.4	56	21,775.65	22,223.59
		0.003	48	15,935.52	18,973.05			0.5	50	21,384.81	21,896.54
		0.005	30	18,194.90	18,851.51		0.7	0.001	58	19,104.84	20,526.34
		0.01	30	17,894.46	17,854.20			0.003	34	19,313.47	20,688.37
		0.05	58	17,372.57	18,678.39			0.005	27	20,121.68	22,938.07
		0.1	38	18,678.39	20,714.69			0.01	23	24,679.49	24,874.93
		0.2	65	21,066.73	21,825.35			0.05	44	22,931.05	21,578.50
		0.3	55	20,398.38	21,027.57			0.1	35	18,826.85	21,742.94
		0.4	105	17,317.13	18,236.15			0.2	41	23,794.83	24,821.17
		0.5	76	17,241.67	19,268.44			0.3	32	19,940.03	18,830.28
	0.5	0.001	41	20,245.77	20,970.80			0.4	43	20,841.96	22,043.59
		0.003	94	17,505.39	18,743.11			0.5	32	24,066.88	24,126.68
		0.005	38	20,577.93	22,553.34		0.8	0.001	30	24,323.22	30,997.26
		0.01	53	20,800.06	20,943.67			0.003	29	21,498.82	24,305.36
		0.05	47	15,715.19	18,092.26			0.005	26	25,961.40	24,202.24
		0.1	52	17,495.67	16,848.23			0.01	40	20,313.17	21,762.05
		0.2	27	16,044.93	16,682.28			0.05	52	22,432.72	21,889.60
		0.3	55	19,879.04	21,704.86			0.1	46	21,559.50	22,353.34
		0.4	61	20,837.28	22,384.49			0.2	32	21,559.50	22,353.34
		0.5	48	19,868.92	21,411.54			0.3	68	20,861.41	21,092.14
	0.6	0.001	42	21,581.20	24,563.61			0.4	47	19,154.57	21,310.56
		0.003	33	19,469.69	20,366.28			0.5	32	20,752.25	18,185.83
		0.005	32	21,492.95	22,041.01		0.9	0.001	29	21,298.50	23,476.59
		0.01	34	23,197.03	23,825.82			0.003	30	17,336.58	19,225.31

ตารางที่ ฉ ค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยของการทำนายผลผลิตมันสำปะหลังด้วยวิธีโครงข่ายประสาทเทียมโดยใช้โปรแกรม R-Studio (ต่อ)

จำนวนโหนดในชั้นซ่อน	โมเมนตัม	อัตราการเรียนรู้	จำนวนรอบในการฝึกหัด	MSE		จำนวนโหนดในชั้นซ่อน	โมเมนตัม	อัตราการเรียนรู้	จำนวนรอบในการฝึกหัด	MSE	
				Training	Testing					Training	Testing
8	0.9	0.005	28	21,770.85	23,078.41	10	0.3	0.001	79	15,722.55	17,211.68
		0.01	50	22,419.74	23,646.65			0.003	42	15,732.52	16,389.42
		0.05	38	17,540.32	17,954.09			0.005	52	18,042.69	19,251.60
		0.1	24	23,416.60	22,479.84			0.01	83	16,473.36	18,147.77
		0.2	53	17,240.52	21,554.63			0.05	120	15,791.47	17,154.55
		0.3	26	21,877.67	23,259.60			0.1	69	15,750.39	16,880.18
		0.4	26	21,942.15	22,606.86			0.2	99	15,976.42	17,590.34
		0.5	39	25,419.53	25,124.22			0.3	116	17,975.53	18,119.72
10	0.1	0.001	110	14,513.05	16,973.24			0.4	126	17,166.48	19,287.91
		0.003	127	14,834.87	17,075.68			0.5	75	15,001.70	15,469.38
		0.005	108	14,908.16	16,294.17		0.4	0.001	54	19,054.44	20,272.89
		0.01	153	14,411.64	17,659.99			0.003	37	19,735.08	20,131.71
		0.05	150	14,308.61	16,021.12			0.005	60	17,484.13	19,422.23
		0.1	147	13,791.98	16,896.16			0.01	68	15,979.03	17,441.86
		0.2	126	13,768.75	16,855.71			0.05	59	17,134.10	18,520.33
		0.3	113	13,302.24	16,176.04			0.1	42	19,642.18	20,479.67
		0.4	144	13,718.74	16,515.99			0.2	74	18,306.91	18,472.40
		0.5	170	13,239.45	17,776.34			0.3	94	19,882.70	20,242.52
	0.2	0.001	110	14,720.05	16,723.26			0.4	86	18,549.09	21,778.58
		0.003	47	15,347.59	16,782.09			0.5	35	17,133.46	18,780.56
		0.005	108	14,211.91	16,316.56		0.5	0.001	36	24,701.37	28,271.91
		0.01	119	15,955.83	16,370.45			0.003	53	16,381.13	19,186.02
		0.05	83	13,845.75	16,775.28			0.005	46	19,208.31	20,457.82
		0.1	126	15,093.60	16,004.19			0.01	39	14,478.61	16,275.30
		0.2	78	15,801.73	16,278.05			0.05	29	18,387.37	20,754.82
		0.3	92	15,710.23	17,311.15			0.1	58	23,949.30	25,552.54
		0.4	78	15,786.19	18,824.14			0.2	40	17,621.52	19,249.42
		0.5	79	15,455.44	17,798.73			0.3	54	17,339.24	19,720.71

ตารางที่ ฉ ค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยของการทำนายผลผลิตมันสำปะหลังด้วยวิธีโครงข่ายประสาทเทียมโดยใช้โปรแกรม R-Studio (ต่อ)

จำนวนโหนดในชั้นซ่อน	โมเมนตัม	อัตราการเรียนรู้	จำนวนรอบในการฝึกหัด	MSE		จำนวนโหนดในชั้นซ่อน	โมเมนตัม	อัตราการเรียนรู้	จำนวนรอบในการฝึกหัด	MSE	
				Training	Testing					Training	Testing
10	0.5	0.4	74	18,300.05	19,727.22	10	0.8	0.2	38	20,166.72	21,510.10
		0.5	46	16,100.37	17,390.37			0.3	39	20,954.52	20,983.04
	0.6	0.001	30	21,578.44	26,754.71			0.4	30	18,674.86	22,234.60
		0.003	30	18,817.53	19,850.35			0.5	52	18,920.58	22,354.03
		0.005	34	22,081.33	23,039.15		0.9	0.001	39	19,613.47	18,916.92
		0.01	33	24,021.18	24,506.74			0.003	36	22,914.74	24,974.05
		0.05	28	23,505.93	24,080.85			0.005	24	19,974.34	20,436.64
		0.1	39	22,964.99	23,110.58			0.01	40	22,547.73	24,089.44
		0.2	74	22,264.00	22,607.48			0.05	35	25,133.92	24,032.93
		0.3	28	22,635.38	23,126.14			0.1	32	20,767.83	18,213.80
		0.4	35	21,499.21	21,965.43			0.2	31	28,974.57	28,027.40
		0.5	26	26,941.49	29,592.43			0.3	33	21,430.95	21,660.53
	0.7	0.001	47	17,775.77	19,924.35			0.4	24	19,686.84	20,088.40
		0.003	32	20,223.87	20,471.36			0.5	36	27,298.70	29,590.20
		0.005	44	24,717.06	24,908.48	12	0.1	0.001	108	13,241.08	15,235.77
		0.01	26	22,550.68	25,159.77			0.003	183	12,320.17	15,930.15
		0.05	40	18,001.94	19,943.20			0.005	110	14,291.30	16,860.25
		0.1	40	21,860.53	23,910.73			0.01	155	13,899.53	15,971.24
		0.2	23	22,427.29	23,294.99			0.05	87	15,122.66	16,050.32
		0.3	48	15,299.02	16,736.08			0.1	202	13,609.70	17,968.33
		0.4	27	24,826.37	25,769.46			0.2	134	13,337.39	16,843.00
		0.5	21	24,435.86	24,558.76			0.3	230	12,286.38	13,314.68
	0.8	0.001	24	24,280.82	25,070.97			0.4	143	14,807.41	15,903.50
		0.003	24	29,041.69	29,560.55			0.5	100	15,207.32	17,384.76
		0.005	30	32,162.72	32,474.76		0.2	0.001	98	14,074.40	15,589.59
		0.01	30	27,598.02	29,854.75			0.003	59	15,300.63	15,771.89
		0.05	52	18,959.75	20,756.04			0.005	125	14,853.82	16,748.77
		0.1	33	19,965.58	19,274.63			0.01	108	13,788.96	17,539.27

ตารางที่ ฉ ค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยของการทำนายผลผลิตมันสำปะหลังด้วยวิธีโครงข่ายประสาทเทียมโดยใช้โปรแกรม R-Studio (ต่อ)

จำนวนโหนดในชั้นซ่อน	โมเมนตัม	อัตราการเรียนรู้	จำนวนรอบในการฝึกหัด	MSE		จำนวนโหนดในชั้นซ่อน	โมเมนตัม	อัตราการเรียนรู้	จำนวนรอบในการฝึกหัด	MSE	
				Training	Testing					Training	Testing
12	0.2	0.05	103	15,274.28	18,672.97	12	0.5	0.005	40	18,733.63	19,868.74
		0.1	130	14,722.27	16,176.54			0.01	48	21,381.10	24,334.54
		0.2	105	15,053.36	18,092.12			0.05	36	22,406.27	23,049.39
		0.3	84	16,848.99	17,433.10			0.1	37	16,290.83	17,281.15
		0.4	75	15,690.86	16,713.70			0.2	30	23,980.87	24,773.99
		0.5	99	13,938.77	14,999.49			0.3	65	16,643.63	17,379.13
	0.3	0.001	65	15,476.32	17,229.56			0.4	56	19,722.37	22,050.91
		0.003	105	15,072.86	18,613.86			0.5	38	20,525.06	23,329.81
		0.005	79	18,575.31	19,672.27		0.6	0.001	65	20,908.65	21,602.62
		0.01	44	16,699.45	17,202.07			0.003	65	20,908.65	21,602.62
		0.05	51	16,057.83	18,325.83			0.005	62	20,709.48	23,384.40
		0.1	92	16,020.26	18,117.37			0.01	30	16,759.45	19,505.08
		0.2	48	17,488.11	20,359.92			0.05	36	17,505.98	18,215.40
		0.3	56	17,093.01	19,249.76			0.1	31	22,069.44	24,034.95
		0.4	57	14,461.63	16,405.91			0.2	74	18,856.09	18,941.75
		0.5	45	16,392.20	17,787.20			0.3	32	19,607.49	20,774.50
	0.4	0.001	55	17,072.77	19,277.24			0.4	27	20,611.26	21,909.58
		0.003	71	17,492.01	19,476.41			0.5	56	23,022.40	24,692.72
		0.005	33	19,564.24	22,152.91		0.7	0.001	53	20,051.42	20,335.70
		0.01	58	17,913.35	18,598.57			0.003	32	20,029.77	25,193.98
		0.05	52	16,049.60	18,868.44			0.005	30	21,009.49	22,305.66
		0.1	42	18,650.17	19,348.66			0.01	31	22,325.92	22,466.27
		0.2	55	21,665.69	23,450.89			0.05	42	26,139.08	26,929.07
		0.3	33	19,974.30	20,884.36			0.1	34	28,588.62	28,596.04
		0.4	57	17,878.95	19,767.28			0.2	52	20,519.06	22,467.85
		0.5	34	22,948.32	23,401.94			0.3	34	20,455.94	20,183.47
	0.5	0.001	38	17,435.11	18,381.45			0.4	48	18,877.64	19,845.46
		0.003	36	18,572.21	22,307.59			0.5	50	23,606.80	26,349.69

ตารางที่ ฉ ค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยของการทำนายผลผลิตมันสำปะหลังด้วยวิธีโครงข่ายประสาทเทียมโดยใช้โปรแกรม R-Studio (ต่อ)

จำนวนโหนดในชั้นซ่อน	โมเมนตัม	อัตราการเรียนรู้	จำนวนรอบในการฝึกหัด	MSE		จำนวนโหนดในชั้นซ่อน	โมเมนตัม	อัตราการเรียนรู้	จำนวนรอบในการฝึกหัด	MSE	
				Training	Testing					Training	Testing
12	0.8	0.001	34	20,288.39	20,663.98	12	0.9	0.001	28	19,681.73	21,709.05
		0.003	34	19,716.68	19,898.90			0.003	26	23,401.71	26,778.82
		0.005	28	23,411.23	23,693.02			0.005	41	24,783.96	25,165.29
		0.01	43	21,616.02	23,643.27			0.01	25	19,389.04	19,911.77
		0.05	30	19,804.14	20,185.47			0.05	33	20,922.42	21,666.22
		0.1	38	20,810.60	20,146.91			0.1	44	24,093.95	25,328.58
		0.2	33	23,170.56	23,477.96			0.2	42	23,693.20	25,835.46
		0.3	49	17,188.98	21,257.06			0.3	48	24,129.49	25,517.44
		0.4	40	22,544.84	22,427.86			0.4	47	23,225.54	23,177.36
		0.5	35	24,567.17	24,245.77			0.5	51	24,273.97	28,902.40
		0.001	34	20,288.39	20,663.98			0.001	28	19,681.73	21,709.05

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นางสาวจุฑารัตน์ ศรีชะบา
วัน เดือน ปีเกิด	7 ธันวาคม 2535
ที่อยู่ปัจจุบัน	เลขที่ 20 ถนนพหลโยธิน ซอยพหลโยธิน 35 แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900
ประวัติการศึกษา	(2557) วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาสถิติประยุกต์ (สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง) (2562) วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสถิติและการวิเคราะห์ธุรกิจ (สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง)
ผลงานทางวิชาการ	การทำนายปริมาณผลผลิตมันสำปะหลังในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยใช้วิธีการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณและวิธีโครงข่ายประสาทเทียม การประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ ประจำปี 2563 ราชธานีวิชาการ ครั้งที่ 5 “การวิจัยเพื่อการเปลี่ยนแปลง” วันที่ 29 พฤษภาคม 2563 นำเสนอผลการวิจัยในรูปแบบออนไลน์ผ่านระบบ Zoom Cloud Meeting