# การทำนายผลผลิตพืชเศรษฐกิจประเทศไทยด้วยขั้นตอนวิธีของโฮลต์ กรณีศึกษา: ข้าว ข้าวโพด และอ้อย

# FORECASTING THAILAND AGRICULTURAL ECONOMY USING HOLT'S METHOD

# CASE STUDY: RICE MAIZE AND SUGARCANE

ฐิติวัชร์ สร้อยสนถาวรกุล

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต(คณิตศาสตร์ประยุกต์)

ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2560

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# FORECASTING THAILAND AGRICULTURE ECONOMY USING HOLT'S METHOD

## CASE STUDY: RICE MAIZE AND SUGARCANE

THITIWAT SROYSONTHAWORNKUL

A SPECIAL PROBLEM SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF

THE REQUIREMENT FOR

THE DEGREE OF BACHELOR OF SCIENCE (APPLIED MATHEMATICS)

DEPARTMENT OF MATHEMATICS, FACULTY OF SCIENCE

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

ACADEMIC YEAR 2017

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**หัวข้อปัญหาพิเศษ** การทำนายผลผลิตพืชเศรษฐกิจประเทศไทยด้วยขั้นตอนวิธีของโฮลต์

กรณีศึกษา: ข้าว ข้าวโพด และอ้อย

FORECASTING THAILAND AGRICULTURE ECONOMY USING

HOLT'S METHOD

CASE STUDY: RICE MAIZE AND SUGARCRANE

**ชื่อนักศึกษา** นายฐิติวัชร์ สร้อยสนถาวรกุล รหัสนักศึกษา 57050043

**ปริญญา** วิทยาศาสตรบัณฑิต

**สาขาวิชา** คณิตศาสตร์

**อาจารย์ที่ปรึกษา** อ. ศิริกุล ศิริธีรากุล

คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อนุมัติให้โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาคณิตศาสตร์ ประจำปีการศึกษา 2560

| คณะกรรมการสอบ | ลายมือชื่อ |
|---|---|
| ผศ.ดร.กาญจนา คำนึงกิจ<br>ประธานกรรมการ | |
| ดร.บุษยมาส พิมพ์พรรณชาติ<br>กรรมการ | |
| อ. ศิริกุล ศิริธีรากุล<br>กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษา | |

ลิขสิทธิ์ของคณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**หัวข้อปัญหาพิเศษ** การทำนายผลผลิตของพืชเศรษฐกิจประเทศไทยด้วยขั้นตอนวิธีของโฮลต์ กรณีศึกษา: ข้าว ข้าวโพด และอ้อย

**ชื่อนักศึกษา** ฐิติวัชร์ สร้อยสนถาวรกุล

**ปริญญา** วิทยาศาสตรบัณฑิต (คณิตศาสตร์ประยุกต์)

**ภาควิชา** คณิตศาสตร์

**คณะ** วิทยาศาสตร์

**มหาวิทยาลัย** สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

**ปีการศึกษา** 2560

**อาจารย์ที่ปรึกษา** อ. ศิริกุล ศิริธีรากุล

## บทคัดย่อ

ผลผลิตทางการเกษตรมีความสำคัญต่อเศรษฐกิจของไทย การวิเคราะห์แนวโน้มของพืชเศรษฐกิจจึงเป็นสิ่งสำคัญและเป็นแนวทางในการวางแผนการจัดการพื้นที่เพาะปลูกและการส่งออก ในงานวิจัยนี้จะวิเคราะห์ข้อมูลของผลผลิตข้าว ข้าวโพด และอ้อยจากสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร พ.ศ. 2544 – 2559 และทดสอบสมมติฐานเพื่อตรวจสอบว่าแบบจำลองที่ได้ สามารถนำไปพยากรณ์ผลผลิตพืชเศรษฐกิจทั้ง 3 ตัว ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% จากนั้นใช้การพยากรณ์ข้อมูลอนุกรมเวลาด้วยวิธีของ Holt หรือ Linear Exponential Smoothing แบบ 2 พารามิเตอร์ และพยากรณ์แนวโน้มของผลผลิตข้าว ข้าวโพด และอ้อยใน พ.ศ. 2560 – 2569 ผลการพยากรณ์ผลผลิตข้าวเพิ่มขึ้นในอัตรา 339,884 ตันต่อปี ผลผลิตอ้อย เพิ่มขึ้นในอัตรา 3.97 ล้านตันต่อปี ส่วนผลผลิตข้าวโพดลดลงในอัตรา 6,860 ตันต่อปี ในการพยากรณ์ดังกล่าวเป็นประโยชน์ในการเพิ่มหรือลดผลผลิตให้ตรงกับความต้องการของตลาด เพื่อให้ประเทศไทยมีความก้าวหน้าด้านเศรษฐกิจและการเกษตรกรรมต่อไป

**คำสำคัญ**: ข้าว ข้าวโพด อ้อย การพยากรณ์ อนุกรมเวลา ขั้นตอนวิธีของโฮลต์ ผลผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| | |
|---|---|
| **Title** | FORECASTING THAILAND AGRICULTURE ECONOMY USING HOLT'S METHOD CASE STUDY: RICE MAIZE AND SUGARCRANE |
| **Student** | Thitiwat Sroysonthawornkul 57050043 |
| **Degree** | Bachelor of Degree (Applied Mathematics) |
| **Department** | Mathematics |
| **Faculty** | Science |
| **University** | King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang |
| **Academic Year** | 2017 |
| **Advisor** | Sirikul Siriteerakul |


## ABSTRACT

Agricultural Economic have important to Thailand Economic. The trend analysis of agriculture economic is significant, how to planning cultivated area management and exportation. In this special problem, Product data of rice, maize and sugarcane from Office of Agricultural Economics in 2001 – 2016 were taken analysis by Holt's method. Hypothesis testing for checking modeled can forecast 3 agricultural economics at confident level 95 %. Then, forecasting time series by Holt's method or linear exponential smoothing in 2 parameters, and predict trend of 3 case were studied in 2017 to 2026. Rice forecasting was increase in rate 339,884 tons per year. Sugarcane forecasting was increase in rate 3.97 million tons per year. Maize forecasting was decrease in rate 6,860 tons per year. As above forecasting stead in accumulate or depreciate product gave matching of market. Thailand will have advance in agriculture activities soon.


**Keyword:** Rice, Maize, Sugarcane, Forecasting, Time Series, Holt's Method, Product

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ


| เนื้อหา | หน้า |
|---|---|
| บทคัดย่อภาษาไทย | ข |
| บทคัดย่อภาษาอังกฤษ | ค |
| กิตติกรรมประกาศ | ญ |
| **บทที่ 1 บทนำ** | **1** |
| 1.1 ที่มาและความสำคัญ | 1 |
| 1.2 วัตถุประสงค์ | 2 |
| 1.3 ขอบเขตของงานวิจัย | 2 |
| 1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน | 3 |
| 1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ | 3 |
| **บทที่ 2 ความรู้พื้นฐานที่เกี่ยวข้อง** | **4** |
| 2.1 ข้าว | 4 |
| 2.1.1 ที่มาและความสำคัญ | 4 |
| 2.1.2 ลักษณะของที่สำคัญทางการเกษตร | 5 |
| 2.1.2.1 ระยะพักตัวของเมล็ด | 5 |
| 2.1.2.2 ความไวต่อช่วงแสง | 6 |
| 2.1.2.3 ความสามารถในการขึ้นน้ำและการทนน้ำลึก | 7 |
| 2.1.2.4 คุณภาพของเมล็ด | 8 |


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ (ต่อ)

2.2 อ้อย.....9

2.2.1 ที่มาและความสำคัญ.....9

2.2.2 แหล่งปลูกในประเทศไทย.....9

2.2.3 การเจริญเติบโตของอ้อย.....10

2.2.4 พันธุ์อ้อย.....11

2.2.5 ฤดูปลูก.....12

2.3 ข้าวโพด.....13

2.3.1 ที่มาและความสำคัญ.....13

2.3.2 ลักษณะทั่วไปและลักษณะเด่น.....14

2.3.3 การเจริญเติบโตของข้าวโพด.....15

2.3.4 ชนิดของข้าวโพด.....15

2.3.5 การปลูกข้าวโพด.....16

2.3.6 การใช้ประโยชน์.....18

2.4 อนุกรมเวลา.....18

2.4.1 การเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลา.....19

2.4.2 ส่วนประกอบของอนุกรมเวลา.....20

2.4.3 การวิเคราะห์แนวโน้มของอนุกรมเวลา.....21

2.5 การวัดความแม่นยำของการพยากรณ์.....22

2.5.1 ค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย.....22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ(ต่อ)

2.5.2 MAPE (Mean Absolute Percentage Error).....22
2.5.3 ส่วนเบี่ยงเบนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAD: Mean Absolute Deviation).....23
2.5.4 Thiel's U Statistics.....23
**บทที่ 3 วิธีดำเนินงานวิจัย.....24**
3.1 ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา.....24
3.2 วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล.....25
3.2.1 วิธีปรับเรียบแบบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของโฮลต์.....25
3.2.2 การทดสอบสมมติฐาน (Hypothesis Testing).....25
3.2.3 เส้นแนวโน้ม (Trend Line).....27
3.2.4 การประมาณค่า (Estimation).....27
3.3 โปรแกรมที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....29
3.4 วิธีการดำเนินงานวิจัย.....30
**บทที่ 4 วิเคราะห์ผลดำเนินงาน.....31**
4.1 การวิเคราะห์อนุกรมเวลาของผลผลิตข้าว.....31
4.1.1 การทดสอบสมมติฐาน.....31
4.1.2 การพยากรณ์ผลผลิตข้าว.....32
4.1.3 การประมาณค่าของการพยากรณ์ผลผลิตข้าว.....33
4.2 การวิเคราะห์อนุกรมเวลาของผลผลิตข้าวโพด.....37
4.2.1 การทดสอบสมมติฐาน.....37
4.2.2 การพยากรณ์ผลผลิตข้าวโพด.....38
4.2.3 การประมาณค่าของการพยากรณ์ผลผลิตข้าวโพด.....39
4.3 การวิเคราะห์อนุกรมเวลาของผลผลิตอ้อย.....43
4.3.1 การทดสอบสมมติฐาน.....43
4.3.2 การพยากรณ์ผลผลิตอ้อย.....44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.3 การประมาณค่าของการพยากรณ์ผลผลิตอ้อย.....45

**บทที่ 5 สรุปผลการดำเนินงาน.....50**

5.1 ผลการวิเคราะห์ผลผลิตของพืชทั้ง 3 ชนิดใน พ.ศ.2560 – 2569.....50

5.2 ข้อเสนอแนะ.....50

**แหล่งอ้างอิง.....51**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญตาราง

**ตารางที่** **หน้า**

1.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน.....3

3.1 รายละเอียดและที่มาของตัวแปร.....24

4.1 ตารางแสดงการพยากรณ์ผลผลิตพืชเศรษฐกิจทั้งสามชนิดใน พ.ศ.2560 – 2569.....49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญรูป

**รูปที่** **หน้า**

2.1 ข้าว....4

2.2 อ้อย....9

2.3 ข้าวโพด....13

3.1 ส่วนประกอบของ Microsoft Excel....29

3.2 ขั้นตอนในการทำปัญหาพิเศษ....30

4.1 กราฟข้อมูลผลผลิตข้าวจากสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร พ.ศ. 2544 – 2559....31

4.2 กราฟการพยากรณ์ผลผลิตข้าว ตั้งแต่ พ.ศ. 2544 – 2559....32

4.3 การพยากรณ์ผลผลิตข้าวใน พ.ศ. 2560 – 2569....36

4.4 กราฟผลผลิตข้าวโพดจากสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร พ.ศ. 2544 – 2559....37

4.5 กราฟการพยากรณ์ผลผลิตข้าวโพดตั้งแต่ พ.ศ. 2544 – 2559....38

4.6 กราฟผลผลิตข้าวโพดใน พ.ศ. 2560 – 2569....41

4.7 กราฟผลผลิตอ้อยจากสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร พ.ศ. 2544 – 2559....43

4.8 กราฟการพยากรณ์ผลผลิตอ้อย พ.ศ. 2544 – 2559....44

4.9 กราฟการพยากรณ์ผลผลิตอ้อยใน พ.ศ. 2560 – 2569....48

4.10 กราฟการพยากรณ์ผลผลิตพืชเศรษฐกิจทั้งสามชนิดใน พ.ศ. 2560 – 2569....49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# กิตติกรรมประกาศ

โครงงานพิเศษเรื่องการทำนายผลผลิตพืชเศรษฐกิจประเทศไทยด้วยขั้นตอนวิธีของโฮลต์ กรณีศึกษา: ข้าว ข้าวโพด และอ้อยสำเร็จได้ เนื่องจากบุคคลหลายท่านที่ได้กรุณาช่วยเหลือในการให้ข้อมูล ข้อเสนอแนะ คำปรึกษา ความคิดเห็น และกำลังใจ ซึ่งผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณทุกๆท่านไว้ ณ ที่นี้ คือ

อ. ศิริกุล ศิริธีรากุล อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานพิเศษที่กรุณาให้คำปรึกษา คำแนะนำ และกำลังใจด้วยดีอย่างยิ่ง ดร.บุษยมาส พิมพ์พรรณชาติ ในฐานะที่เป็นผู้สอนวิชาอนุกรมเวลาและการประมาณค่าของแบบจำลองการอยู่รอด ผศ.ดร.กาญจนา คำนึงกิจ ทั้งสองท่านเป็นคณะกรรมการการสอบปัญหาพิเศษ ที่กรุณาให้คำแนะนำ ชี้จุดบกพร่อง แก้ไขข้อผิดพลาดที่คณะผู้จัดทำมองข้ามไปหลายจุด สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ที่เอื้อเฟื้อข้อมูลในการทำโครงงานพิเศษครั้งนี้ คณาจารย์สาขาวิชาคณิตศาสตร์ทุกท่านที่ได้ให้ความรู้ และคำแนะนำ ตลอดจนผู้ที่เกี่ยวข้องกับความสำเร็จของการทำโครงงานพิเศษนี้ ซึ่งไม่ได้กล่าวนามไว้ทุกท่าน

ฐิติวัชร์ สร้อยสนถาวรกุล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 1
# บทนำ

## 1.1 ที่มาและความสำคัญ

พืชเศรษฐกิจหลักที่สร้างรายได้ให้กับประเทศไทยในปัจจุบัน ได้แก่ ข้าว ข้าวโพด มันสำปะหลัง อ้อย ยางพารา และปาล์มน้ำมัน มีพื้นที่เพาะปลูกประมาณ 2,345.78 ล้านไร่ ผลผลิตประมาณ 1,543.26 ล้านตัน/ปี (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2559)โดยในรอบ 10 ปีที่ผ่านมาข้าว ข้าวโพด เลี้ยงสัตว์ และอ้อย พบว่ามีปริมาณผลผลิตที่มีความต่อเนื่อง อาจมีในบางปีเท่านั้นที่ผลผลิตปริมาณมากหรือน้อยกว่าปกติ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะปัญหาการขาดแคลนน้ำที่ใช้อุปโภคบริโภค สภาพภูมิอากาศ ศัตรูพืช เป็นต้น

ข้าว เป็นพืชเศรษฐกิจที่ปลูกกระจายอยู่ทั่วประเทศ สามารถปลูกขึ้นได้ง่ายมีความทนทานต่อทุก สภาพภูมิประเทศในโลกไม่ว่าจะเป็นถิ่นแห้งแล้งแบบทะเลทราย พื้นที่ราบลุ่มน้ำท่วมถึง หรือแม้กระทั่ง บนเทือกเขาที่หนาวเย็น การปลูกข้าวในประเทศไทย คงมีเพียงข้าวเมล็ดป้อมที่พบมากในภาคเหนือ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ขณะที่ข้าวเมล็ดยาว พบมากในภาคกลางและภาคใต้ ที่มีความอุดมสมบูรณ์มากที่สุด ภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีพื้นที่ปลูกข้าว คิดเป็น 45 % ของพื้นที่เพาะปลูกทั้งประเทศ ส่วนใหญ่ปลูกข้าวหอมมะลิ 105 ซึ่งเป็นข้าวคุณภาพดีที่สุดของโลก ข้าวที่ปลูกในพื้นที่แถบนี้จึงมักปลูกไว้เพื่อขาย รองลงมาคือ ภาคกลาง และภาคเหนือ ที่พื้นที่เพาะปลูกเท่ากันประมาณ 25% (สารานุกรมไทย, 2520) โดยประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกข้าวทั้งหมด 1,011.82 ล้านไร่ ให้ผลผลิต 483.34 ล้านตัน ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เป็นพืชที่นิยมนำมาบริโภคได้เหมือนกับข้าว มีพื้นที่เพาะปลูกทั้งหมด 1,140.15 ล้านไร่ ให้ผลผลิต 1,039.06 ล้านตันต่อปี อ้อยเป็นพืชที่ปลูกกระจาย อยู่ทั่วทุกภูมิภาคยกเว้นภาคใต้ เนื่องจากจะทำให้อ้อยไม่หวาน เนื่องด้วยสภาพภูมิอากาศ พื้นทีเพาะปลูกทั้งหมด 9.86 ล้านไร่ ให้ผลผลิต 90.25 ล้านตันต่อปี

อนุกรมเวลา (สุพรรณี อึ้งปัญสัตวงศ์, 2560) หมายถึง ข้อมูลหรือค่าสังเกตที่เปลี่ยนแปลงตามเวลาที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง ประกอบด้วย 4 ส่วนสำคัญ คือ แนวโน้ม ฤดูกาล วัฏจักร และความผิดปกติ (ศุภนันทา ร่มประเสริฐ, 2556) การวิเคราะห์อนุกรมเวลาเป็นการศึกษาเกี่ยวกับตัวแปรต่างๆ ที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปลี่ยนแปลงไปตามเวลาหรือเป็นฟังก์ชั่นกับเวลา ได้แก่ Y = f(t) โดยที่ Y คือ ตัวแปรตาม และ t คือ ตัวแปรอิสระ รูปแบบจำลองอนุกรมเวลา (Time series Model) (ศุภนันทา ร่มประเสริฐ, 2556)

จากการรวบรวมเอกสาร พบว่างานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพยากรณ์ปริมาณผลผลิตของพืชเศรษฐกิจของประเทศไทยมีอยู่ไม่มาก แต่มีงานวิจัยที่ทำในทำนองเดียวกันกับงานวิจัยที่จะจัดทำขึ้นนี้ และผู้จัดทำคาดหวังว่าจะมีผู้วิจัยนำไปต่อยอดในเรื่องอื่นๆต่อไป

## 1.2 วัตถุประสงค์

เพื่อทำนายผลผลิตของข้าว ข้าวโพด และอ้อย ด้วยวิธีของ Holt ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2560 – 2569 โดยนำข้อมูลของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร พ.ศ. 2544 - 2559

## 1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

1. เพื่อศึกษาผลผลิตของข้าว ข้าวโพด และอ้อย ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2544 – 2559 ซึ่งเป็นข้อมูลจากสำนักเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ที่ส่งผลต่อเศรษฐกิจประเทศไทย
2. เพื่อวิเคราะห์แบบจำลองและหาค่าของตัวแปรผลผลิตโดยใช้อนุกรมเวลาด้วยวิธีของ Holt
3. เพื่อพยากรณ์ผลผลิตของข้าว ข้าวโพด และอ้อย พ.ศ. 2560 – 2569

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน

| การดำเนินงาน | 2560 | 2561 | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | ธันวาคม | มกราคม | กุมภาพันธ์ | มีนาคม | เมษายน | พฤษภาคม |
| 1. เลือกหัวข้อที่สนใจและปรึกษาอาจารย์ที่ปรึกษา | ✓ | ✓ | | | | |
| 2. ค้นคว้าเนื้อหาเกี่ยวกับเรื่องที่สนใจจะทำปัญหาพิเศษ | | ✓ | ✓ | | | |
| 3. ศึกษานิยามและทฤษฎีที่นำมาใช้ทำปัญหาพิเศษ | | | ✓ | ✓ | | |
| 4. ค้นคว้าข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อนำมาประกอบการทำปัญหาพิเศษ | | | | ✓ | | |
| 5. ทำการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้รับจากการรวบรวมเนื้อหาที่ได้ศึกษามา | | | | ✓ | ✓ | |
| 6. ตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาทั้งหมด | | | | | ✓ | ✓ |

**ตารางที่ 1.1** ขั้นตอนการดำเนินงาน

## 1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

จากปัญหาพิเศษนี้ได้ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับผลผลิตของข้าว ข้าวโพด และอ้อย ที่มีปัจจัยส่งผลเศรษฐกิจของประเทศไทย และแบบจำลองที่ได้นั้นยังสามารถนำไปพยากรณ์ผลผลิตได้ค่อนข้างแม่นยำ อีกทั้งยังสามารถนำขั้นตอนกระบวนการสร้างแบบจำลองไปปรับใช้เพื่อศึกษา วิเคราะห์และพยากรณ์ผลผลิตทางการเกษตรอื่นๆ ในประเทศไทย รวมถึงปัญหาพิเศษนี้ยังสามารถนำไปต่อยอดเพื่องานวิจัยในขั้นสูงอีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 2
# ความรู้พื้นฐานที่เกี่ยวข้อง

การพยากรณ์ผลผลิตของข้าว ข้าวโพด และอ้อย ในประเทศไทย ประกอบด้วย ความรู้พื้นฐานของพืชเศรษฐกิจทั้งสามชนิด ได้แก่ แหล่งกำเนิด ชนิดและสายพันธุ์ การเพาะปลูก การเก็บเกี่ยว รวมไปถึงประโยชน์ ส่วนที่สองจะเป็นอยู่ในเรื่องของอนุกรมเวลา การพยากรณ์อนุกรมเวลา และค่าที่ใช้วัดความแม่นยำในการพยากรณ์

## 2.1 ข้าว (Rice)

รูปที่ 2.1 ข้าว

### 2.1.1 ที่มาและความสำคัญ

ข้าว เป็นธัญญาหารหลักของชาวโลก จัดเป็นพืชสายพันธุ์เดียวกับหญ้าซึ่งนับได้ว่า เป็นหญ้าที่มีขนาด ใหญ่ที่สุดในโลกและมีความหลากหลายทางชีวภาพ สามารถปลูกขึ้นได้ง่ายมีความทนทานต่อทุกสภาพภูมิประเทศในโลกไม่ว่าจะเป็นถิ่นแห้งแล้งแบบทะเลทราย พื้นที่ราบลุ่มน้ำท่วมถึง หรือแม้กระทั่งบนเทือกเขาที่หนาวเย็น ข้าวก็ยังสามารถงอกงานขึ้นมาได้อย่างทรหดอดทน ข้าวชนิดแรกที่มนุษย์รู้จักนำมากินคือ ข้าวป่า

ข้าว ของไทยเป็นพืชอาหารประจำชาติที่มีตำนานประวัติศาสตร์มายาว นานปรากฏ เป็นร่องรอยพร้อมกับอารยธรรมไทยมาไม่น้อยกว่า 5,500 ปี ซึ่งมีหลักฐานจากแกลบข้าวที่เป็นส่วนผสมของดินใช้เครื่องปั้นดินเผาที่บ้าน เชียง อำเภอโนนนกทา ตำบลบ้านโคก อำเภอภูเวียง อันสันนิษฐานได้ว่าเป็น เมล็ดข้าวที่เก่แก่ที่สุดของไทยรวมทั้งยังพบหลักฐานเมล็ดข้าวที่ขุดพบที่ถ้ำ ปุงฮุง จังหวัดแม่ฮ่องสอนโดยแกลบข้าวที่พบนี้มีลักษณะของข้าวเหนียวเมล็ดใหญ่ที่เจริญงอกงามในที่สูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัจจุบัน การปลูกข้าวในประเทศไทย คงมีเพียงข้าวเมล็ดป้อมที่พบมากในภาคเหนือ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ขณะที่ข้าวเมล็ดยาว พบมากในภาคกลางและภาคใต้ ที่มีความอุดมสมบูรณ์มากที่สุด ภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีพื้นที่ปลูกข้าว คิดเป็น 45 % ของพื้นที่เพาะปลูกทั้งประเทศ ส่วนใหญ่ปลูกข้าวหอมมะลิ 105 ซึ่งเป็นข้าวคุณภาพดีที่สุดของโลก ข้าวที่ปลูกในพื้นที่แถบนี้จึงมักปลูกไว้เพื่อขาย รองลงมาคือ ภาคกลาง และภาคเหนือ ที่พื้นที่เพาะปลูกเท่ากันประมาณ 25% ทุกวันนี้ไทยเป็นแหล่งปลูกข้าวที่ผลิตออกสู่ตลาดโลกมากที่สุดเป็นอันดับ 2 ของโลกรองจากอินเดีย และเป็นศูนย์กลางของการศึกษาวิจัยพันธุ์ข้าว ซึ่งแสดงให้เห็นถึงบทบาทของผู้สร้างตำนานแห่งอารยธรรมธัญญาหารของมนุษยชาติ

**2.1.2 ลักษณะของข้าวที่สำคัญทางการเกษตร**

เป็นลักษณะที่เกี่ยวกับการเจริญเติบโต และการให้ผลิตผลสูงของต้นข้าว ในท้องที่ที่ปลูก การทนต่อสภาพแวดล้อม ที่เปลี่ยนแปลงเสมอๆ ตลอดถึงคุณภาพของเมล็ดข้าว ฉะนั้น พันธุ์ข้าวที่ดีจะต้องมีลักษณะเหล่านี้ดี และเป็นที่ต้องการ ของชาวนา และตลาด ลักษณะที่สำคัญๆ มี ดังนี้ (ประพาส วีระแพทย์, 2520)

**2.1.2.1 ระยะพักตัวของเมล็ด (seed dormancy)**

เมล็ดที่เก็บเกี่ยวมาจากต้นใหม่ๆ เมื่อเอาไปเพาะ มักจะไม่งอกทันที มันจะต้องใช้เวลาสำหรับพักตัวอยู่ระยะหนึ่ง ประมาณ 15-30 วัน จึงจะมีความงอก ถึง 80 หรือ 100 เปอร์เซ็นต์ ระยะเวลาหลังจากเก็บเกี่ยวที่เมล็ดไม่งอกนี้ เรียกว่า ระยะพักตัวของเมล็ดข้าว พวกอินดิคาแทบทุกพันธุ์ มีระยะพักตัวของเมล็ด แต่ข้าวพวกจาปอนิคานั้น ไม่มีระยะพักตัว ระยะพักตัว มีประโยชน์มาก โดยเฉพาะเป็นประโยชน์ สำหรับชาวนาในเขตร้อน ซึ่งมีฝนตก และมีความชื้นของอากาศสูงในฤดูเก็บเกี่ยว เพราะข้าวที่ไม่มีระยะพักตัวของเมล็ด จะงอกทันที เมื่อได้รับความชื้น หรือเมล็ดเปียกน้ำฝน ส่วนข้าวที่มีระยะพักตัว มันจะไม่งอกในสภาพดังกล่าว ซึ่งชาวนาจะได้รับผลิตผลเต็มที่ตามที่เก็บเกี่ยวได้

ระยะพักตัวของเมล็ดข้าว ส่วนใหญ่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาในเมล็ดยังไม่สมบูรณ์ ฉะนั้น เมื่อได้เก็บเกี่ยวมาแล้ว เมล็ดจึงไม่งอกและต้องรอไป จนกว่าเมล็ดนั้น ได้มีการเปลี่ยนทางสรีรวิทยาครบสมบูรณ์เสียก่อน มันจึงจะงอก สำหรับข้าวป่านั้น มีระยะ พักตัวนานกว่าพันธุ์ข้าวที่ชาวนาปลูก บางครั้งเป็น เวลานานประมาณ 5 – 6 เดือน ทั้งนี้อาจเป็นเพราะ ระยะพักตัวใน 30 วันแรก เนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา และหลังจากนั้น เนื่องมาจากเปลือกนอกใหญ่ ที่ห่อหุ้มเมล็ดประสานกันแน่นมาก จนอากาศและน้ำเข้าไปไม่ได้ ฉะนั้น จะต้องแกะเปลือกนอกใหญ่ออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เสียก่อน แล้วจึงเอาเมล็ดไปเพาะในจานแก้ว เพื่อให้งอกตามปกติ ดังนั้น ระยะพักตัวของเมล็ดข้าวอาจเกิดขึ้นได้ด้วยสาเหตุทางสรีรวิทยา และลักษณะทางกายภาพของเมล็ด

### 2.1.2.2 ความไวต่อช่วงแสง (sensitivity to photoperiod)

ระยะความยาวของกลางวันมีอิทธิพลต่อการออกดอกของต้นข้าว ดังนั้น พันธุ์ข้าวจึงแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด โดยถือเอาความไวต่อช่วงแสง หรือระยะความยาวของกลางวันเป็นหลัก คือ ข้าวที่ไวต่อช่วงแสง และข้าวที่ไม่ไวต่อช่วงแสง

1) ข้าวที่ไวต่อช่วงแสง ข้าวพวกนี้ออกดอก เฉพาะในเดือนที่มีความยาวของกลางวันสั้น ปกติเราถือว่า กลางวันมีความยาว 12 ชั่วโมง และกลางคืน มีความยาว 12 ชั่วโมง ฉะนั้น กลางวันที่มีความยาว น้อยกว่า 12 ชั่วโมง ก็ถือว่าเป็นวันสั้น และกลางวันที่มีความยาวมากกว่า 12 ชั่วโมง ก็ถือว่าเป็นวันยาว และพบว่า ข้าวที่ไวต่อช่วงแสงในประเทศไทย มักจะเริ่มสร้างช่อดอก และออกดอก ในเดือนที่มีความยาวของกลางวันประมาณ 11 ชั่วโมง 40 นาที หรือสั้นกว่านี้ ดังนั้น ข้าวที่ออกดอกได้ ในเดือนที่มีความยาวของกลางวัน 11 ชั่วโมง 40 - 50 นาทีจึงได้ชื่อว่า เป็นข้าวที่มีความไวน้อยต่อช่วงแสง (less sensitive to photoperiod) และพันธุ์ที่ออกดอกเฉพาะในเดือนที่มีความยาว ของกลางวันประมาณ 11 ชั่วโมง 10 – 20 นาที ก็ได้ชื่อว่า เป็นพันธุ์ที่มีความไวมากต่อช่วงแสง (strongly sensitive to photoperiod) ดังนั้น นักวิทยาศาสตร์ จึงเรียกข้าวว่า พืชวันสั้น (short-day plant) พันธุ์ข้าวในประเทศไทยที่เป็นพันธุ์พื้นเมือง ส่วนใหญ่เป็นพันธุ์ที่มีความไวต่อช่วงแสง โดยเฉพาะข้าวที่ปลูกเป็นข้าวนาเมือง หรือข้าวขึ้นน้ำ

การปลูกข้าวพวกที่ไวต่อช่วงแสงจะต้องปลูกในฤดูนาปี (โดยอาศัยน้ำฝน บางครั้งจึงเรียกว่าข้าวนาน้ำฝน) เพราะในฤดูนาปรัง กลางวันมีความยาวกว่า 12 ชั่วโมง เดือนที่มีกลางวันสั้นที่สุด ได้แก่ เดือนธันวาคม และเดือนที่มีกลางวันยาวที่ได้สุด ได้แก่ เดือน มิถุนายน ความยาวของกลางวันจะเริ่มสั้นจนมากพอที่จะทำให้ข้าวพวกไวต่อช่วงแสงออกดอกได้นั้น คือ วันในเดือนกันยายน ตุลาคม พฤศจิกายน และธันวาคม ข้าวที่มีความไวน้อยต่อช่วงแสง จะออกดอกในเดือนกันยายน ตุลาคม ซึ่งเรียกว่า ข้าวเบา ข้าวที่ออกดอก ในเดือนพฤศจิกายน เรียกว่า ข้าวกลาง และข้าวที่ออกดอกในเดือนธันวาคม มกราคม เรียกว่า ข้าวหนัก ด้วยเหตุนี้ ข้าวพวกที่ไวต่อช่วงแสง จะออกดอกในเดือนดังกล่าวนี้เท่านั้น ไม่ว่าจะปลูกในเดือนอะไรก็ตาม มันจึงมีระยะการเจริญเติบโตมากพอสมควร เนื่องจากข้าวพวกไวต่อช่วงแสงจะออกดอกเฉพาะ ในเดือนที่มีความยาวของกลางวันที่ต้องการเท่านั้น ข้าวพวกไวต่อช่วงแสงจึงมีประโยชน์สำหรับชาวนา ในบางท้องที่ เช่นในจังหวัดต่างๆ ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ที่มีฝนตกไม่สม่ำเสมอ ซึ่งหมายความว่า บางปีฝนก็มาเร็วและบางปีฝนก็มาล่า แต่การสิ้นสุด ของฤดูฝนนั้น ค่อนข้างแน่นอน ปกติในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จะหมดฤดูฝนในต้นเดือนพฤศจิกายน เพราะฉะนั้น การปลูก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้าวด้วยพันธุ์ที่ไวต่อช่วงแสง และเป็นข้าวเบา หรือข้าวกลาง ถึงแม้จะปลูกล่ากว่าปกติ มันก็จะออกดอกให้เก็บเกี่ยวได้ แต่ผลิตผลอาจลดต่ำลงบ้าง นี่คือ ข้อดีของข้าวที่มีความไวต่อช่วงแสง

2) ข้าวที่ไม่ไวต่อแสง การออกดอกของข้าวพวกนี้ ไม่ขึ้นอยู่กับความยาวของกลางวัน เมื่อต้นข้าวได้มีระยะเวลาการเจริญเติบโตครบตามกำหนด ต้นข้าวก็จะออกดอกทันที ไม่ว่าเดือนนั้นจะมีกลางวันสั้นหรือยาว พันธุ์ข้าว กข.1 เป็นพันธุ์ที่ไม่ไวต่อช่วงแสง เมื่อมีอายุเจริญเติบโตนับจากวันตกกล้าครบ 90 – 100 วัน ต้นข้าวก็จะออกดอก ฉะนั้น พันธุ์ข้าวที่ไม่ไวต่อช่วงแสง จึงใช้ปลูกได้ผลดี ทั้งในฤดูนาปรังและนาปี อย่างไรก็ตาม พวกไม่ไวต่อช่วงแสงมักจะให้ผลิตผลสูง เมื่อปลูกในฤดูนาปรัง

ปกติระยะการเจริญเติบโตของต้นข้าวทั้งไวและ ไม่ไวต่อช่วงแสง แบ่งออกได้เป็น 2 ระยะ ดังนี้

1) ระยะการเจริญเติบโตทางลำต้น (basic vegetative growth phase) เป็นระยะเวลานับตั้งแต่วันตกกล้า จนถึงวันที่แตกกอ และต้นสูงเต็มที่ ในระยะนี้ ต้นข้าวมีการเจริญเติบโตทางความสูง และแตกเป็นหน่อใหม่จำนวนมาก

2) ระยะการสร้างช่อดอก (panicle initiation phase) เป็นระยะเวลาที่ต้นข้าวเริ่มสร้างช่อดอก จนถึงรวงข้าวเริ่มโผล่ออกมาให้เห็น ซึ่งใช้เวลาประมาณ 30 วัน สำหรับพันธุ์ข้าวที่ไวต่อช่วงแสง อาจเรียกระยะนี้ว่า ระยะที่มีความไวต่อช่วงแสง (photoperiod sensitive phase) ดังนั้น ข้าวที่ไวต่อช่วงแสง เมื่อได้ครบระยะการเจริญเติบโตทางลำต้นแล้ว ต้นข้าวจะไม่สร้างช่อดอก จนกว่าต้นข้าวจะได้รับช่วงแสงที่มันต้องการ ส่วนข้าวที่ไม่ไวต่อช่วงแสง จะเริ่มสร้างช่อดอกทันที หลังจากที่ต้นข้าวได้ครบระยะการเจริญเติบโตทางลำต้นแล้ว ดังนั้น การปลูกในระยะเวลาที่ไม่เหมาะสม จึงทำให้พันธุ์ที่ไวต่อช่วงแสงมีเวลามากหรือน้อยเกินไป สำหรับการเจริญเติบโตทางลำต้น โดยเฉพาะการใช้พันธุ์ที่ไวต่อช่วงแสงปลูกล่ากว่าปกติ จะทำให้ต้นข้าวมีระยะเวลาน้อยไป ทำให้ได้ผลิตผลต่ำ

**2.1.2.3 ความสามารถในการขึ้นน้ำและการทนน้ำลึก (floating ability and tolerance to deep water)**

ข้าวที่ปลูกในประเทศไทย ชนิดข้าวไร่ และข้าวนาสวน ไม่จำเป็นต้องมีความสามารถในการขึ้นน้ำ หรือการทนน้ำลึก เพราะพื้นที่ปลูกนั้น ไม่มีน้ำลึก แต่พันธุ์ข้าวที่ปลูกเป็นข้าวนาเมืองนั้น จำเป็นต้องมีความสามารถในการขึ้นน้ำ และต้องทนน้ำลึกด้วย เพราะระดับน้ำในนาเมือง ในระยะต้นข้าวกำลังเจริญเติบโตทางลำต้น และออกรวง มีความชื้นประมาณ 80 - 300 เซนติเมตร โดยเฉพาะในระหว่างเดือนกันยายน และต้นเดือนธันวาคม ปกติชาวนาที่ปลูกข้าวนาเมือง จะต้องลงมือไถนาเตรียมดิน และหว่านเมล็ดพันธุ์ ในเดือนเมษายนหรือพฤษภาคม เพราะในระยะนี้ ดินแห้งน้ำ ไม่ขังในนา ซึ่งเหมาะสำหรับการเตรียมดิน และหว่านเมล็ดพันธุ์ เมื่อฝนตกลงมา หลังจากที่ได้หว่านเมล็ดแล้ว เมล็ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้าวที่หว่านลงไป จะงอกเป็นต้นกล้า และเจริญเติบโตในดิน ที่ไม่มีน้ำขังนั้น จนถึงเดือนกรกฎาคมหรือสิงหาคม ฉะนั้น ข้าวพวกนี้ จึงมีสภาพคล้ายข้าวไร่ในระยะแรกๆ ต่อมาในเดือนสิงหาคม ฝนจะเริ่มตกหนักขึ้นๆ และระดับน้ำในนา ก็จะสูงขึ้นๆ จนมีความลึกประมาณ 80 – 300 เซนติเมตร ในเดือนกันยายน แล้วระดับน้ำลึกนี้ ก็จะมีอยู่ในนาอย่างนี้ไปจนถึงกลางเดือนธันวาคม หลังจากนั้นระดับน้ำก็จะเริ่มลดลง กระทั่งแห้ง ในเดือนมกราคม ด้วยเหตุนี้ ต้นข้าวจะต้องเจริญเติบโตทางความสูง ในระยะที่ระดับน้ำเพิ่มสูงขึ้น เพื่อให้มีส่วนของลำต้นและใบจำนวนหนึ่ง อยู่เหนือระดับน้ำ ความสามารถของต้นข้าว ในการเจริญเติบโตให้มีต้นสูง เพื่อหนีระดับน้ำที่เพิ่มขึ้นนี้ เรียกว่า ความสามารถในการขึ้นน้ำของต้นข้าว เนื่องจาก ต้นข้าวจะต้องอยู่ในน้ำ ที่มีความลึกมากอย่างนี้เป็นเวลา 2 – 3 เดือน ก่อนที่ต้นข้าวจะออกรวง จนแก่เก็บเกี่ยวได้ ในต้นหรือกลางเดือนมกราคม ซึ่งเป็นระยะเวลาที่ระดับน้ำในนา ได้ลดลงเกือบแห้ง ฉะนั้น ความสามารถของต้นข้าว ที่เจริญเติบโตอยู่ในน้ำลึก จนกระทั่งเก็บเกี่ยวนี้ จึงเรียกว่า การทนน้ำลึก ดังนั้น การขึ้นน้ำ และการทนน้ำลึก จึงเป็นลักษณะที่จำเป็นยิ่งของพันธุ์ข้าวนาเมือง หรือข้าวขึ้นน้ำ

**2.1.2.4 คุณภาพของเมล็ด (grain quality)**

คุณภาพของเมล็ดแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทด้วยกัน คือ คุณภาพเมล็ดทางกายภาพ ซึ่งหมายถึง ลักษณะรูปร่าง และขนาดของเมล็ดที่มองเห็นได้ และคุณภาพเมล็ดทางเคมี ซึ่งหมายถึงองค์ประกอบทางเคมีที่รวมกันเป็นเม็ดแป้งของข้าว ที่หุงต้ม เพื่อบริโภค

1) คุณภาพเมล็ดทางกายภาพ เป็นลักษณะที่เกี่ยวกับ ความยาว ความกว้าง และความหนา ของเมล็ดข้าวกล้อง ตลอดจนถึงการมีท้องไข่ของข้าวเจ้า นอกจากนี้คุณภาพในการสีเป็นข้าวสาร ก็ถือว่า เป็นคุณภาพทางกายภาพของเมล็ดด้วย เมล็ดข้าวที่ตลาดต้องการ และถือว่า มีเมล็ดได้มาตรฐานนั้น เมล็ดข้าวกล้องจะต้องมีความยาว ประมาณ 7 – 7.5 มิลลิเมตร ความกว้างและความหนาประมาณ 2 มิลลิเมตร และมีหน้าตัดของเมล็ดค่อนข้างกลม ถ้าเป็นข้าวเจ้า เมล็ดจะต้องใส ไม่มีท้องไข่ การมีท้องไข่ของเมล็ดข้าวกล้องนั้น ทำให้เมล็ดหักง่าย เมื่อเอาไปสีเป็นข้าวสาร ซึ่งทำให้ได้เมล็ดข้าวสารที่หักมาก ดังนั้น พันธุ์ข้าวที่รัฐบาลไทยส่งเสริมให้ชาวนาปลูก จะต้องมีคุณภาพเมล็ดได้มาตรฐาน ซึ่งเรียกว่า ข้าวพันธุ์ดี

2) คุณภาพเมล็ดทางเคมี เป็นลักษณะขององค์ประกอบของแป้งในเมล็ดข้าวกล้อง ข้าวเหนียว และข้าวเจ้า แตกต่างกันในชนิดของแป้ง ที่รวมกันเป็นเอ็นโดสเปิร์ม เมล็ดข้าวเหนียวประกอบด้วย แป้งชนิดอะมิโลเพกทินเป็นส่วนใหญ่ และมีแป้งอะไมโลสน้อยมาก คือ ประมาณ 5 – 7 เปอร์เซ็นต์เท่านั้น ส่วนเมล็ดข้าวเจ้าประกอบด้วย แป้งชนิดอะไมโลส ประมาณ 15 – 30 เปอร์เซ็นต์ เปอร์เซ็นต์ของอะไมโลสในเมล็ดข้าวเจ้าของพวกอินดิคา และจาปอนิคา ก็แตกต่างกันด้วย ข้าวอินดิคามี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แป้งอะไมโลสประมาณ 20 - 30 เปอร์เซ็นต์ ส่วนข้าวพวกจาปอนิคามีเพียง 15 – 20 เปอร์เซ็นต์ ข้าวไทยที่มีเปอร์เซ็นต์ของแป้งอะไมโลสต่ำ ได้แก่ ข้าวดอกมะลิ 105 (22 เปอร์เซ็นต์) ส่วนข้าวไทยที่มีเปอร์เซ็นต์แป้งอะไมโลสสูง ได้แก่ กข.1 (30 เปอร์เซ็นต์)

## 2.2 อ้อย (Sugarcane)

รูปที่ 2.2 อ้อย

### 2.2.1 ที่มาและความสำคัญ

อ้อย (Sugarcane - Saccharum officinarum L.) (เกษม สุขสถาน, 2523) เป็นพืชพวกหญ้าชนิดหนึ่งที่มีความสำคัญต่อมนุษย์มาก ในแง่ของการใช้เป็นอาหาร อ้อยนับเป็นพืชสำคัญอันดับ 4 ของโลกรองจากข้าวสาลี ข้าวโพด และข้าว ตามลำดับ แต่เมื่อพิจารณาในแง่ของผลผลิต คิดเป็นน้ำหนักแห้งที่เก็บเกี่ยวได้ต่อเนื้อที่ต่อปี อ้อยมาเป็นอันดับแรก ทั้งนี้ เพราะอ้อยสามารถใช้ปัจจัยสำหรับการเจริญเติบโต เช่น แสงแดด น้ำ อากาศ และธาตุอาหารได้มีประสิทธิภาพมากกว่านั่นเอง นอกจากนี้ อ้อยยังเป็นพืชที่ปลูกง่าย และเมื่อปลูกครั้งหนึ่งแล้ว สามารถเก็บเกี่ยวได้หลายครั้ง อ้อยชอบอากาศร้อนและชุ่มชื้น ดังนั้นประเทศที่ปลูกอ้อย ซึ่งมีประมาณ 70 ประเทศจึงอยู่ในแถบร้อนและชุ่มชื้นในระหว่างละติจูดที่ ที่ 35 องศาเหนือ และ 35 องศาใต้ รวมทั้งประเทศไทยด้วย

### 2.2.2 แหล่งปลูกในประเทศไทย

การปลูกอ้อยมีอยู่ทุกภาคยกเว้นภาคใต้ ทั้งนี้ เพราะสภาพอากาศภาคใต้ไม่เหมาะแก่การปลูกอ้อย กล่าวคือ มีฝนตกชุก และมีอากาศร้อนตลอดปี ซึ่งสภาพดังกล่าวทำให้อ้อยไม่หวาน นอกจากนี้ อาจจะเป็นเพราะว่าภาคใต้มีพืชอื่นที่ให้ผลดีกว่า เช่น ยางพารา และกาแฟ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**2.2.3 การเจริญเติบโตของอ้อย**

อ้อยที่เจริญเติบโตเป็นปกตินั้น ตาที่อยู่ตามลำต้น (lateral buds) จะไม่เจริญเป็นแขนง (lalas) ทั้งนี้เพราะว่า ส่วนของยอด ที่กำลังเจริญเติบโต (growing point) จะผลิตออกซิน (auxin) และฮอร์โมน (hormone) บางชนิดแล้วส่งลงมาตามลำต้น ซึ่งจะมีผลยับยั้งการเจริญเติบโตของตาที่อยู่ถัดลงมา ปรากฏการณ์ดังกล่าวนี้เรียกว่า "ยอดข่ม" (top dominance หรือ apical dominance) ยอดข่มนี้จะหมดไปเมื่อส่วนยอดอ้อยถูกทำลาย ซึ่งอาจจะเกิดจากสาเหตุใดๆ เช่น การตัดยอด ถูกความร้อนจัด หรือความเย็นจัด โรคหรือแมลงทำลาย ฉีดด้วยสารเคมีบางชนิด ตลอดจนการออกดอก เมื่อยอดข่มหมดไป ตาที่อยู่ส่วนยอดของลำต้นจะเจริญเป็นแขนง และทำหน้าที่แทนยอดต่อไป ลักษณะยอดข่มจะปรากฏแม้กระทั่งเมื่อใช้ท่อนพันธุ์ ที่มีตามากกว่าหนึ่งตามาปลูก ตาที่อยู่ทางปลายสุดจะงอกออกมาก่อน แล้วทำหน้าที่แทนยอด เป็นผลทำให้ตาที่อยู่ถัดลงมาเติบโตช้าลง ลักษณะยอดข่มจะเห็นได้ชัดยิ่งขึ้น เมื่อใช้ท่อนพันธุ์ที่มีหลายๆ ตาปลูกหรือปลูกทั้งลำ โดยไม่ตัดเป็นท่อนๆ

ตั้งแต่ปลูกด้วยท่อนพันธุ์จนกระทั่งเก็บเกี่ยว อ้อยมีการเจริญเติบโตตามลำดับ ซึ่งพอจะแบ่งออกได้เป็น 4 ระยะ คือ

1) ระยะงอก (germination phase) ระยะนี้เริ่มตั้งแต่ปลูกจนกระทั่งหน่อโผล่พันดิน ซึ่งจะใช้เวลาประมาณ 2 – 3 สัปดาห์ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น พันธุ์ การปฏิบัติต่อท่อนพันธุ์ และความหนาของดินที่กลบท่อนพันธุ์ เป็นต้น หน่อที่เกิดจากตาของท่อนพันธุ์ เรียกว่า หน่อแรก (primary shoot) หรือหน่อแม่ (mother shoot) จำนวนท่อนพันธุ์ที่งอกต่อไร่จะเป็นตัวกำหนดจำนวนกออ้อยในพื้นที่นั้น

2) ระยะแตกกอ (tillering phase) ในระยะงอกนั้นอ้อยแต่ละตาจะงอกขึ้นมาเพียงต้นเดียวเท่านั้น และเมื่อเติบโตพอสมควรจึงจะมีการแตกกอ การแตกกอเป็นลักษณะสำคัญของพืชตระกูลหญ้ารวมทั้งอ้อย เกิดขึ้นเนื่องจาก ตาที่อยู่ส่วนโคนของลำต้นใต้ดินของหน่อแรก เจริญออกมาเป็นหน่อชุดที่สอง และจากหน่อชุดที่สองก็เจริญเป็นหน่อชุดที่สาม หรืออาจจะมีหน่อชุดต่อไปอีก ทำให้มีจำนวนหน่อ หรือลำต้นเพิ่มขึ้น ในระยะนี้อิทธิพลของยอดย่อมมีน้อยมาก จึงไม่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของตาที่อยู่ส่วนโคนได้ ระยะแตกกอเป็นระยะต่อเนื่องกับระยะงอก การแตกกอจะเริ่มเมื่ออายุประมาณ 1.5 เดือนเป็นต้นไป แต่ระยะที่มีการแตกกอมากที่สุดอยู่ระหว่าง 2.5 - 4 เดือน ซึ่งก็ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่างตามที่กล่าวแล้ว หน่อที่แตกออกมาทั้งหมดในระยะแตกกอนี้ จะเหลือเพียงประมาณครึ่งหนึ่งเมื่อถึงเวลาเก็บเกี่ยว หน่อที่อ่อนแอกว่าจะตายไป เพราะการแข่งขันกัน เพื่อปัจจัยในการเจริญเติบโต เช่น แสงแดด น้ำ และธาตุอาหาร เป็นต้น จำนวนลำต้นต่อกอขณะเก็บเกี่ยว ขึ้นอยู่กับจำนวนหน่อในระยะแตกกอนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) ระยะย่างปล้อง (stalk elongation phase) เป็นระยะต่อเนื่องกับการแตกกอ ระยะนี้จะมีการเพิ่มขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางและความยาวของปล้องอย่างรวดเร็ว ทำให้อ้อยทั้งลำต้นเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วด้วย ซึ่งจะเริ่มตั้งแต่อายุประมาณ 3 – 4 เดือน จนถึงอายุประมาณ 7 – 8 เดือน หลังจากนั้นการเจริญเติบโตจะมีน้อยลง และจะเริ่มมีการสะสมน้ำตาลเพิ่มขึ้น ขนาดและความยาวของแต่ละต้นในระยะนี้ มีความสัมพันธ์โดยตรงกับน้ำหนักของแต่ละลำต้น และน้ำหนักแต่ละลำต้น มีผลโดยตรงต่อผลผลิตน้ำหนักของอ้อยทั้งไร่ เมื่อเก็บเกี่ยว

4) ระยะแก่และสุก (maturity and ripening phase) ระยะแก่คือระยะที่มีอัตราการเจริญเติบโตช้าลงมากเมื่อเปรียบเทียบกับระยะต่างๆ ตามที่ได้กล่าวแล้ว เมื่อการเจริญเติบโตเริ่มช้าลง น้ำตาลที่ใบสร้างขึ้นจากการสังเคราะห์แสงก็จะถูกใช้น้อยลง และมีเหลือเก็บสะสมในลำต้นมากขึ้น ซึ่งเป็นการเริ่มต้นของระยะสุกนั่นเอง การสะสมน้ำตาลจะเริ่มจากส่วนโคนไปหาปลาย ดังนั้นส่วนโคนจึงหวานก่อน และมีความหวานมากกว่าส่วนปลาย การสะสมน้ำตาลจะมีมากขึ้นโดยลำดับ จนกระทั่งส่วนโคน ส่วนกลาง และส่วนปลาย มีความหวานใกล้เคียงกัน เรียกว่า สุก ถ้าจะเปรียบการแก่ และการสุกของอ้อยกับมะม่วงก็จะเห็นชัดเจนยิ่งขึ้น มะม่วงแก่คือ เมื่อเมล็ดเข้าไคลนั้น ยังไม่หวาน ต้องบ่มต่อไปจนหวานสนิทจึงจะเรียกว่า สุก

### 2.2.4 พันธุ์อ้อย

พันธุ์อ้อยที่ปลูกเป็นการค้าในบ้านเราแบ่งออกเป็น 2 พวกคือ อ้อยเคี้ยว (chewing cane) พวกหนึ่ง ส่วนอีกพวกหนึ่งเป็นอ้อย สำหรับทำน้ำตาล (industrial cane)

1) อ้อยเคี้ยว ได้แก่ อ้อยที่มีเปลือกนิ่ม ชานนิ่ม มีความหวานปานกลางถึงค่อนข้างสูง ปลูกเพื่อหีบเอาน้ำอ้อยสำหรับบริโภคโดยตรง หรือใช้สำหรับรับประทานสด อ้อยเคี้ยวที่นิยมปลูกกันมีหลายพันธุ์ คือ พันธุ์แรก ได้แก่ อ้อยสิงคโปร์ หรืออ้อยสำลีมีชานนิ่มมาก ลำต้นสีเหลืองอมเขียว เมื่อหีบแล้วได้น้ำอ้อยสีสวยน่ารับประทาน พันธุ์ที่สอง ได้แก่ พันธุ์มอริเชียสลำต้นสีม่วงแดง ไม่เหมาะสำหรับทำน้ำอ้อย จึงใช้สำหรับบริโภคโดยตรง อ้อย พันธุ์นี้เป็นที่นิยมมาก ส่วนใหญ่ปลูกในจังหวัดราชบุรี และนครปฐม อีกพันธุ์หนึ่ง ได้แก่ พันธุ์บาดิลาสีม่วงดำ แม้ว่าจะเป็นอ้อยเคี้ยว แต่ไม่ค่อยนิยมปลูกกัน เพราะโตช้า และปล้องสั้นมาก อ้อยทั้ง 3 พันธุ์นี้จัดเป็นพวกอ้อยดั้งเดิม ซึ่งมีถิ่นกำเนิดแถบเกาะนิวกินี นอกจากนี้ก็มีอ้อยน้ำผึ้ง และอ้อยขาไก่ ซึ่งยังคงมีปลูกในที่บางแห่ง อย่างไรก็ดีอ้อยชนิดอื่นๆ นอกจากที่กล่าวนี้ก็สามารถใช้เป็นอ้อยเคี้ยวได้ หากมีความหวานพอ และไม่แข็งจนเกินไป

2) อ้อยทำน้ำตาล อ้อยพวกนี้เป็นอ้อยลูกผสมซึ่งเกิดขึ้นโดยนักผสมพันธุ์อ้อยของประเทศต่างๆ ทั่วโลก พันธุ์อ้อยเหล่านี้ ได้ถูกนำเข้าไปยังประเทศต่างๆ สำหรับประเทศไทยได้มีการนำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พันธุ์อ้อยลูกผสมเข้ามาจากต่างประเทศ ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน รวมประมาณ 220 พันธุ์ ในจำนวนนี้มีเพียง 20 พันธุ์เท่านั้นที่ปลูกเป็นการค้าอยู่ในภาคต่างๆ พันธุ์เหล่านี้ได้แก่ B 4098, CB 38 – 22, CO 419, CO 421, F 108, F 134, F 137, F 138, F 140, F 148, F 152, F 153, F 154, F156, H 48 – 3166 LP (ลำปาง) 2495/4, NCO 310, POJ 2878, พินดาร์, Q 83 และแร็กนาร์

**2.2.5 ฤดูปลูก**

การเลือกเวลาปลูกที่เหมาะสมนับว่ามีความสำคัญมาก เพราะเวลาปลูกมีอิทธิพลถึงการเตรียมดิน การปฏิบัติรักษา การเจริญเติบโตและผลผลิต ตลอดจนเวลาตัด หรือเก็บเกี่ยว ด้วยปัจจัยสำคัญที่ควบคุมเวลาปลูกในแหล่งที่ไม่มีการชลประทาน คือ ฝน ในบริเวณที่มีการชลประทานอาจปลูกได้ตลอดปี อย่างไรก็ดี การปลูกอ้อยในประเทศไทยส่วนใหญ่อาศัยน้ำฝน ซึ่งอาจแบ่งออกเป็น 2 พวก คือ

1) ปลูกต้นฝน ปลูกในราวเดือนพฤษภาคมถึงกรกฎาคม ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการเริ่มต้นของฤดูฝน ชาวไร่ในภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคกลาง ส่วนมากนิยมปลูกในช่วงเวลาดังกล่าว การปลูกต้นฝนมักประสบปัญหาวัชพืช ทำให้ต้องเสียค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้น ในแง่ของการใช้น้ำ การปลูกต้นฝน ไม่สามารถใช้น้ำฝนได้อย่างเต็มที่ เพราะในระยะ 1 – 3 เดือนแรก ซึ่งอ้อยยังเล็กอยู่นั้นต้องการน้ำน้อย ฝนที่ตกลงมาส่วนมากเกินความต้องการของอ้อย จึงสูญเสียไปโดยเปล่าประโยชน์ ครั้นพอถึงระยะที่อ้อยต้องการน้ำมาก คือ เมื่ออายุ 4 – 8 เดือน ก็ใกล้เวลาที่ฝนจะหมดแล้ว ทำให้มีเวลาในการใช้น้ำสั้น มีการเจริญเติบโตน้อย และให้ผลผลิตต่ำเพราะน้ำไม่พอ นอกจากนี้การปลูกต้นฝนไม่สามารถตัดได้ตอนต้นฤดูหีบ เพราะอ้อยยังไม่แก่ จึงต้องตัดตอนปลายฤดูหีบ เป็นต้น

2) ปลูกปลายฝน ปลูกในราวเดือนธันวาคมถึงกุมภาพันธ์ ชาวไร่ในภาคตะวันออก คือ ชลบุรี และระยอง ได้ถือปฏิบัติกันมานานแล้ว ส่วนชาวไร่ในภาคอื่นๆ โดยเฉพาะภาคกลางกำลังให้ความสนใจเพิ่มขึ้นโดยลำดับ การปลูกปลายฝนมีข้อดี คือ ลดปัญหาวัชพืช อ้อยได้ใช้น้ำฝนเต็มที่ และมีเวลาในการเจริญเติบโตนานกว่า จึงให้ผลผลิตสูงกว่า นอกจากนั้น ยังสามารถตัดอ้อยได้ตั้งแต่ต้นฤดูหีบอีกด้วย อย่างไรก็ดี ข้อสำคัญในการปลูกปลายฝนนั้น จะต้องมีการเตรียมดินให้ดีกว่าการปลูกต้นฝน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.3 ข้าวโพด (Maize)

รูปที่ 2.3 ข้าวโพด

### 2.3.1 ที่มาและความสำคัญ

ข้าวโพดเป็นธัญพืชสำคัญอย่างหนึ่งของโลก รองจากข้าวเจ้าและข้าวสาลี นับเป็นพืชอาหารหลักที่ใช้ประโยชน์ได้อย่างกว้างขวาง ในต่างประเทศ เช่น เม็กซิโก อินเดีย อินโดนีเซีย อิตาลี ประชาชนรับประทานข้าวโพดเป็นอาหารประจำวัน ในรูปต่างๆ กัน นอกจากใช้เป็นอาหารมนุษย์ และสัตว์โดยตรงแล้ว เมล็ดข้าวโพดและส่วนอื่นๆ เช่น ต้น ใบ และซัง ยังใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมได้หลายชนิด เมล็ดอาจนำมาสกัดน้ำมัน น้ำตาล และทำแป้ง น้ำตาลที่สกัด จากเมล็ดใช้ทำสารเคมี วัตถุระเบิด สีย้อมผ้า แป้ง ใช้ทำสบู่ หมึก กาว น้ำมัน นอกจากใช้รับประทาน แล้ว ยังใช้ทำสีทาบ้าน ยาขัดเงา ลำต้นและใบ ใช้ทำกระดาษ กระดาษอัด ซังใช้ทำจุกขวด กล้องยาสูบและเชื้อเพลิง ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่สำคัญๆ ซึ่งใช้ข้าวโพดเป็นส่วนประกอบ มีประมาณกว่า 500 ชนิด สำหรับในประเทศไทย ข้าวโพดที่ผลิตได้เกือบทั้งหมด ส่งไปจำหน่ายต่างประเทศ การใช้ข้าวโพดเป็นอาหารสัตว์และอาหารมนุษย์มีน้อย ข้าวโพดสามารถปลูกได้อย่างกว้างขวางทั่วโลกตั้งแต่ละติจูดที่ 58 องศา ในประเทศแคนนาดา ผ่านเขตโซนร้อนลงมาจนถึงเขตตอนใต้ประมาณละติจูดที่ 35 – 40 ข้าวโพดสามารถเจริญเติบโตได้ดีบนพื้นที่ซึ่งมีระดับเดียวกับน้ำทะเลไปจนถึงพื้นที่ระดับสูงกว่าน้ำทะเลปานกลาง 3,000 – 3,900 เมตร ในประเทศเปรู และเม็กซิโก แหล่งผลิตข้าวโพดสำคัญๆ เรียงตามปริมาณการผลิตมากไปหาน้อย คือ สหรัฐอเมริกา สหภาพโซเวียต รัสเซีย เม็กซิโก สหภาพแอฟริกาใต้ อาร์เจนตินา โรมาเนีย ยูโกสลาเวีย อินเดีย อิตาลี ฝรั่งเศส และอินโดนิเซีย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**2.3.2 ลักษณะทั่วไปและลักษณะเด่น**

1) ราก รากแรกที่ออกมาจากคัพภะ (embryo) เป็นรากชั่วคราวเรียกว่า ไพรมารี (primary) หรือ เซมินัล (seminal) หลังจากข้าวโพดเจริญเติบโตได้ประมาณ 7 – 10 วัน รากถาวรจะงอกขึ้นรอบๆ ข้อปลายๆ ในระดับใต้พื้นดินประมาณ 1 – 2 นิ้ว รากถาวรนี้ เมื่อเจริญเติบโตเต็มที่จะแผ่ออกไปโดยรอบประมาณ 100 เซนติเมตร และแทงลึกลงไปในดินแนวดิ่งยาวมากซึ่งอาจยาวถึง 300 เซนติเมตร รากของข้าวโพดเป็นระบบรากฝอย (fibrous root system) นอกจากรากที่อยู่ใต้ดินแล้ว ยังมีรากยึดเหนี่ยว (bracer root) ซึ่งเกิดขึ้นรอบๆ ข้อที่อยู่ใกล้ผิวดิน และบางครั้งรากพวกนี้ยังช่วยหยั่งยึดพื้นดินอีกด้วย

2) ลำต้น ข้าวโพดมีลำต้นแข็ง ไส้แน่นไม่กลวง มีความยาวตั้งแต่ 30 เซนติเมตร จนถึง 8 เมตร แล้วแต่ชนิดของพันธุ์ ตามลำต้นมีข้อ (node) และปล้อง (internode) ปล้องที่อยู่ในดิน และใกล้ผิวดินสั้น และจะค่อยๆ ยาวขึ้นไปทางด้านปลาย ปล้องเหนือพื้นดินจะมีจำนวนประมาณ 8 – 20 ปล้อง พันธุ์ข้าวโพดส่วนมากลำต้นสดมีสีเขียว แต่บางพันธุ์มีสีม่วง ข้าวโพดแตกกอไม่มากนัก ส่วนมากไม่แตกกอทั้งนี้ แล้วแต่ชนิดพันธุ์ และสิ่งแวดล้อม ข้าวโพดที่แตกกอได้ 3 – 4 ต้น เช่น ข้าวโพดหวาน ข้าวโพดที่ปลูกในที่สูงกว่าระดับน้ำทะเลมากๆ อาจแตกกอได้ตั้งแต่ 7 - 10 ต้น

3) ใบ ข้าวโพดมีใบลักษณะยาวรี คล้ายพืชตระกูลหญ้าทั่วไป ประกอบด้วยตัวใบ กาบใบ และเขี้ยวใบ ลักษณะของใบรวมทั้งสีของใบแตกต่างกันไป แล้วแต่ชนิดของพันธุ์ บางพันธุ์ใบสีเขียว บางพันธุ์ใบสีม่วง และบางพันธุ์ใบลายจำนวนใบก็เช่นเดียวกันอาจมีตั้งแต่ 8 – 48 ใบ

4) ดอก ข้าวโพดจัดเป็นพวกโมโนอิเซียส (monoecious) คือ มีดอกตัวผู้ และดอกตัวเมียแยกอยู่ในต้นเดียวกัน ช่อดอกตัวผู้ (*tassel*) อยู่ตอนบนสุดของลำต้น ดอกตัวผู้ดอกหนึ่งจะมีอับเกสร (anther) 3 อับ แต่ละอับจะมีเรณูเกสร (pollen grain) ประมาณ 2,500 เม็ด ดังนั้นข้าวโพดต้นหนึ่ง จึงมีเรณูเกสรอยู่เป็นจำนวนหลายล้าน และสามารถปลิวไปได้ไกลกว่า 2,000 เมตร ส่วนดอกตัวเมียอยู่รวมกันเป็นช่อ เกิดขึ้นตอนข้อกลางๆ ลำต้น ต้นหนึ่งอาจมีหลายช่อแล้วแต่ชนิดพันธุ์ ดอกตัวเมียแต่ละดอกประกอบด้วยรังไข่ (ovary) และเส้นไหม (silk หรือ style) ซึ่งมีความยาวประมาณ 5 – 15 เซนติเมตร และยื่นปลายโผล่ออกไปรวมกันเป็นกระจุกอยู่ตรงปลายช่อดอกซึ่งมีเปลือกหุ้มอยู่ ดอกพวกนี้พร้อมที่จะผสมพันธุ์ หรือรับละอองเกสรได้เมื่อเส้นไหมโผล่ออกมา หลังจากได้รับการผสมเส้นไหมจะแห้งเหี่ยว และรังไข่เจริญเติบโตเป็นเมล็ด ช่อดอกตัวเมียที่รับการผสมแล้วเรียกว่า ฝัก (ear) แต่ละฝักอาจมีเมล็ดมากถึง 1,000 เมล็ด แกนกลางของฝักเรียกว่า ซัง (cob) ปกติดอกตัวผู้จะบานพร้อมที่จะผสมก่อนดอกตัว เมีย ดั้งนั้นจึงเป็นพืชที่ผสมข้ามพันธุ์ (cross-pollination) ตามธรรมชาติมีการผสมตัวเอง (self-pollination) เพียงเล็กน้อยเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**2.3.3 การเจริญเติบโตของข้าวโพด**

เมล็ดข้าวโพดจัดเป็นพวกไม่มีระยะการฟักตัว (seed dormancy) เมื่อเมล็ดแก่เก็บเกี่ยวแล้วสามารถนำไปปลูกได้เลย เมื่อฝังเมล็ดลงไปในดิน เมล็ดจะงอกโผล่พ้นผิวดิน และใบแรกคลี่ออกให้เห็นภายในประมาณ 4 – 6 วัน ต่อมาจึงจะมีรากออกมาจากข้อแรก (nodal roots) เพิ่มจากรากชั่วคราวที่มีอยู่แล้ว การเจริญเติบโตของราก ลำต้น ใบ เป็นไปตามลำดับ จนกระทั่งเห็นช่อดอกตัวผู้ ซึ่งในระยะนี้ข้าวโพดไร่จะมีอายุประมาณ 50 – 55 วัน หลังจากปลูก การเจริญเติบโตในระยะนี้เข้าสู่ระยะการผสมพันธุ์ (reproductive stage) เส้นไหมของดอกตัวเมียจะโผล่พ้นเปลือกหุ้ม (husk) ของฝัก พร้อมที่จะรับละอองเกสรได้ภายในประมาณ 55 – 60 วัน หลังจากปลูก หลังจากได้รับการผสมเกสรแล้ว รังไข่จะเจริญกลายเป็นเมล็ดอ่อนและเมล็ดแก่ พร้อมที่จะเก็บเกี่ยวได้ภายในประมาณ 45 วัน หลังการผสมเกสร

**2.3.4 ชนิดของข้าวโพด**

ข้าวโพดแบ่งออกเป็น 7 ชนิด ตามลักษณะของแป้ง และเปลือกหุ้มเมล็ด ได้แก่

1) ข้าวโพดหัวบุบ (dent corn) มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า ซี เมย์ส อินเดนทาทา (Zea mays indentata) เมล็ดตอนบนมีรอยบุ๋ม เนื่องจากตอนบนมีแป้งอ่อน และตอนข้างๆ เป็นแป้งชนิดแข็ง เมื่อตากเมล็ดให้แห้งแป้งอ่อนจะยุบหดตัวลง จึงเกิดลักษณะหัวบุบดังกล่าว ขนาดของลำต้นความสูง เหมือนข้าวไร่ทั่วๆ ไป สีของเมล็ดอาจเป็นสีขาว สีเหลือง หรือสีอื่นๆ แล้วแต่พันธุ์ นิยมปลูกกันมากในสหรัฐอเมริกา

2) ข้าวโพดหัวแข็ง (flint corn) มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า ซี เมยส์ อินดูราทา (Zea mays in durata) เมล็ดมีแป้งแข็งห่อหุ้มโดยรอบ หัวเรียบไม่บุบเมล็ดค่อนข้างกลม มีปลูกกันมากในเอเชีย และอเมริกาใต้ ข้าวโพดไร่ของคนไทย มีนิยมปลูกกันอยู่ เป็นชนิดนี้ทั้งสิ้น สีของเมล็ดอาจเป็นสีขาว สีเหลือง สีม่วง หรือสีอื่นแล้วแต่ชนิดของพันธุ์

3) ข้าวโพดหวาน (sweet corn) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า ซี เมย์ส แซคคาราทา (Zea mays saccharata) นิยมปลูกกันอย่างแพร่หลาย เพื่อรับประทานฝักสด เพราะฝักมีน้ำตาลมาก ทำให้มีรสหวาน เมื่อแก่เต็มที่หรือแห้ง เมล็ดจะหดตัวเหี่ยวย่น

4) ข้าวโพดคั่ว (popcorn) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า ซี เมย์ส อีเวอร์ทา (Zea mays everta) เมล็ดมีขนาดค่อนข้างเล็ก มีแป้งประเภทแข็งอยู่ใน ภายนอกห่อหุ้มด้วยเยื่อที่เหนียว และยึดตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ได้ เมล็ดมีความชื้นภายในอยู่พอสมควร เมื่อถูกความร้อน จะเกิดแรงดันภายในเมล็ดระเบิดตัวออกมา เมล็ดอาจมีลักษณะกลมหรือหัวแหลมก็ได้ มีสีต่างๆ กัน เช่น เหลือง ขาว ม่วง

5) ข้าวโพดข้าวเหนียว (waxy corn) ชื่อวิทยาศาสตร์ว่า ซี เมย์ส เซอราทินา (Zea maysceratina) เมล็ดมีแป้งอ่อนคล้ายแป้งมันสำปะหลัง นิยมปลูก เพื่อรับประทานฝักสดคล้ายข้าวโพดหวานแม้จะไม่หวานมาก แต่เมล็ดนิ่ม รสอร่อย ไม่ติดฟัน เมล็ดมีสีต่างๆ กัน เหลือง ขาว ส้ม ม่วง หรือมีหลายสีในฝักเดียวกัน

6) ข้าวโพดแป้ง (flour corn) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า ซี เมย์ส อะมิโลเซีย (Zea mays amylocea) เมล็ดประกอบด้วย แป้งชนิดอ่อนมาก เมล็ดค่อนข้างกามหัวไม่บุบ หรือบุบเล็กน้อย นิยมปลูกในอเมริกาใต้ อเมริกากลาง และสหรัฐอเมริกา ชาวอินเดียนแดงนิยมปลูกไว้รับประทานเป็นอาหาร

7) ข้าวโพดป่า (pod corn) มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า ซี เมย์ส ทูนิกา (Zea mays tunica) มีลักษณะใกล้เคียงข้าวโพดพันธุ์ป่า มีลำต้น และฝักเล็กกว่าข้าวโพดธรรมดา ขนาดเมล็ดค่อนข้างเล็กเท่าๆ กับเมล็ดข้าวโพดมีขั้วเปลือกหุ้มทุกเมล็ด และยังมีเปลือกหุ้มฝักอีกชั้นหนึ่งเหมือนข้าวโพดธรรมดาทั่วๆ ไป เมล็ดมีลักษณะต่างๆ กัน ข้าวโพดชนิดนี้ไม่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ ปลูกไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น

**2.3.5 การปลูกข้าวโพด**

1) ฤดูปลูก ข้าวโพดเป็นพืชไร่ที่ค่อนข้างทนทานปลูกง่ายในสภาพดินฟ้าอากาศของเมืองไทย ถ้ามีน้ำเพียงพอจะสามารถปลูกข้าวโพดได้ตลอดปี การปลูกส่วนใหญ่อาศัยน้ำจากน้ำฝนธรรมชาติเพียงอย่างเดียว ดังนั้น ฤดูปลูกข้าวโพดที่เหมาะสมขึ้นอยู่กับจำนวนน้ำฝน และการกระจายตัวของฝนในแต่ละเดือน ปกติเฉลี่ยโดยทั่วๆ ไป ฝนจะเริ่มตกมากตั้งแต่เดือนมีนาคม พฤศจิกายน และระหว่างสิงหาคม-กันยายน เป็นช่วงที่ฝนตกชุกที่สุด พันธุ์ข้าวโพดที่นิยมปลูกกันอยู่ในปัจจุบันมีอายุปานกลาง คือ ประมาณ 110 – 120 วัน ดังนั้น จึงอาจเลือกปลูกข้าวโพดได้ตามความเหมาะสม ถ้าปีใดมีฝนตกสม่ำเสมอแต่ต้นปี อาจปลูกข้าวโพดได้ 2 ครั้ง คือ ครั้งแรกปลูกในระหว่างเดือนกรกฎาคมกลางเดือนสิงหาคม พวกที่ปลูกต้นฤดูฝนโดยทั่วๆ ไป มักได้ผลิตผลสูงกว่าพวกที่ปลูกปลายฤดูฝน ทั้งนี้เนื่องจากปริมาณน้ำฝนกำลังพอเหมาะ และโรคแมลงรบกวนน้อย แต่มีข้อยุ่งยากในการเก็บเกี่ยว ไม่สะดวกแก่การตากข้าวโพด เนื่องจากฝนตกชุก

2) การเลือกและการเตรียมที่ปลูก ที่ดินที่เหมาะสำหรับการปลูกข้าวโพดควรเป็นที่ดอนมีการระบายน้ำได้ดี ถ้าเป็นที่ลุ่มควรยกร่องระบายน้ำอย่าให้น้ำขัง ข้าวโพดขึ้นได้ดีในดินร่วนปน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทรายที่ระบายน้ำได้ดี มีความอุดมสมบูรณ์ของดิน และปริมาณแร่ธาตุอาหารพืชสูงพอสมควร ดินมีความเป็นกรดเป็นด่างปานกลาง (pH ประมาณ 5.5 - 8) หรือค่อนข้างเป็นด่างเล็กน้อย นอกจากนี้ข้าวโพดยังเป็นพืชที่ปลูกได้ดีบนพื้นที่ลาดเอียง หรือสูงๆ ต่ำๆ อีกด้วย ก่อนปลูกข้าวโพดต้องมีการเตรียมดิน เพื่อกำจัดวัชพืช และทำให้สมบัติทางกายภาพของดินดี มีอากาศถ่ายเทได้สะดวก นอกจากนั้นการเตรียมดินยังทำให้ดินเก็บความชื้นได้ดีอีกด้วย การเตรียมดินครั้งแรก ควรเริ่มทันทีหลังจากการเก็บเกี่ยวแล้ว โดยการไถกลบต้นตอซังของข้าวโพด ให้เน่าเปื่อยเป็นปุ๋ยในดินต่อไป การเตรียมดินจะต้องทำอีกครั้งหนึ่ง ตอนใกล้จะปลูกข้าวโพดในฤดูต่อไป การไถ ควรทำหลังจากฝนตกแล้วประมาณ 1 - 2 ครั้ง ควรไถดะและไถแปรงอย่างละ 1 ครั้ง และไถลึกประมาณ 15 เซนติเมตร ไม่ควรเตรียมดินในขณะที่ดินเปียกเกินไป จะทำให้ดินเกิดการอัดตัว ไม่เหมาะแก่การแผ่กระจายของรากข้าวโพด ในที่ลาดเอียงมากควรไถครั้งสุดท้ายตามขวางกับแนวลาดเอียง เพื่อป้องกันการชะล้างพื้นผิวดินเครื่องมือที่ใช้ในการเตรียมดินมีหลายชนิด เช่น ไถพื้นเมืองที่ใช้ลากด้วยแรงสัตว์ และแทรกเตอร์ไถที่เดินด้วยเครื่องยนต์ ปัจจุบันนิยมใช้แทรกเตอร์กันแพร่หลาย เพราะสะดวกและรวดเร็ว ไถได้ลึกและกลบส่วนต่างๆ ของพืชได้ดีกว่าไถลากด้วยแรงสัตว์ อย่างไรก็ตาม ที่ดินที่จะใช้แทรกเตอร์นั้นต้องถาง และปรับที่ให้มีตอน้อยที่สุด จึงจะไถได้สะดวก

3) วิธีปลูก การปลูกข้าวโพดควรปลูกเป็นแถว ทั้งนี้เพื่อสะดวกแก่การปฏิบัติรักษา เช่น การไถพรวน ระยะระหว่างแถวประมาณ 35 - 100 เซนติเมตร ระยะระหว่างหลุมประมาณ 25 เซนติเมตร หยอดเมล็ดข้าวโพดลงไปในหลุมซึ่งลึกประมาณ 5 เซนติเมตร จำนวน 2 – 3 เมล็ด เพื่อกันเมล็ดไม่งอก เมื่องอกแล้วควรถอนให้เหลือหลุมละต้น ถ้าปลูกโดยวิธีนี้จะได้จำนวนต้นข้าวโพดประมาณ 6,000 – 8,000 ต้น/ไร่ อย่างไรก็ตามระยะระหว่างหลุมอาจเปลี่ยนแปลงได้ อาจเป็น 50 เซนติเมตรก็ได้ โดยเพิ่มเป็น 2 ต้น/หลุม ซึ่งโดยทั่วๆ ไปแล้ว ชาวไร่ไม่นิยมการถอนแยก เพราะสิ้นเปลืองแรงงานค่าใช้จ่ายมาก เวลาปลูกจึงหยอด 2 – 3 เมล็ด ลงไปในหลุม และไม่ถอนแยกเลยตลอดฤดูการปลูก โดยการจะปลูกถี่หรือห่างเท่าใดนั้น ขึ้นอยู่กับสภาพของดิน ถ้าเป็นที่ดินป่าเปิดใหม่มีอินทรียวัตถุสูง ควรปลูกให้ถี่ขึ้น อาจปลูกได้ถึงไร่ละ 12,000 ต้น ดังนั้น อัตราปลูกหรือระยะปลูกจึงต้องปรับให้เหมาะสมกับสภาพท้องที่เฉพาะแห่ง

วิธีการหยอดเมล็ดอาจทำได้หลายวิธี เช่น ใช้ไม้สักให้เป็นหลุมแล้วหยอดเมล็ดตาม ใช้จอบขุดแล้วหยอดเมล็ดตามรอยขุด หรือใช้เครื่องมือทุ่นแรงก่อนปลูกควรทดสอบความงอกของเมล็ดพันธุ์เสียก่อน ถ้าอัตราความงอกต่ำ ควรหยอดเมล็ดเผื่อไว้ให้เพียงพอ เช่น ถ้าความงอกมีเพียงร้อยละ 80 จะปลูกหลุมละ 2 ต้น ก็ควรหยอดไว้หลุมละ 3 – 4 เมล็ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.3.6 การใช้ประโยชน์

เมล็ดข้าวโพด และส่วนต่างๆ ของข้าวโพดสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้หลายอย่าง อาจแบ่งการใช้ออกเป็น 3 ประเภท คือ

1) ใช้เป็นอาหารมนุษย์ ในประเทศไทย ประชาชนนิยมรับประทานฝักสดของข้าวโพดหวาน ข้าวโพดข้าวเหนียว และข้าวโพดไร่โดยการต้ม หรือเผาให้สุกเสียก่อน นอกจากนั้นฝักอ่อนของข้าวโพดยังนิยมรับประทานกันอย่างแพร่หลาย นับเป็นผักชนิดหนึ่งที่นำมาปรุงอาหาร นอกจากจะรับประทานในประเทศแล้ว ยังบรรจุกระป๋องส่งไปจำหน่ายยังต่างประเทศเป็นอุตสาหกรรมชนิดหนึ่งด้วย ประชาชนในบางประเทศ อาศัยบริโภคข้าวโพดเป็นอาหารหลักในรูปต่างๆ กัน เช่น ในอเมริกากลาง และอเมริกาใต้ ใช้แป้งบดจากเมล็ดแก่มาทำเป็นแผ่นนึ่ง หรือย่างให้สุก รับประทานกับอาหารอื่นคล้ายกับการรับประทานขนมปัง ในฟิลิปปินส์นิยมตำเมล็ดข้าวโพดแก่ ให้แตกเป็นชิ้นเล็กเท่าๆ เมล็ดข้าว แล้วต้มรับประทานแทนข้าว

2) ใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรม เมล็ด และผลิตผลจากเมล็ดข้าวโพด สามารถนำไปใช้ในการอุตสาหกรรมได้หลายประเภท เช่น ทำแอลกอฮอล์ แป้ง น้ำตาลชนิดต่างๆ น้ำเชื่อม และน้ำมัน ผลิตผลเหล่านี้ อาจนำไปใช้ทำผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมอื่นๆ ได้อีกต่อหนึ่ง เช่น ยารักษาโรค กระดาษ กระดาษแก้ว ผ้าสังเคราะห์ กรด น้ำหอม น้ำมันใส่ผม และแบตเตอรี่ นอกจากเมล็ดแล้ว พวกฝัก ใบ และลำต้น อาจนำไปใช้ทำผลิตภัณฑ์ได้หลายชนิด เช่น กระดาษ ปุ๋ย และฉนวนไฟฟ้า

3) ใช้เป็นอาหารสัตว์ ข้าวโพดนับเป็นพืชที่ใช้เป็นอาหารสัตว์ได้ดีชนิดหนึ่ง การใช้ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์อาจทำได้หลายอย่าง เช่น ใช้เมล็ด กากน้ำตาล กากแป้งที่เหลือจากสกัดน้ำมัน ตัดต้นสดให้สัตว์กินโดยตรง ตัดต้นสดหมัก และใช้ต้นแก่หลังเก็บเกี่ยวฝักแล้ว ในต่างประเทศนิยมใช้ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์กันมาก แต่ในประเทศไทยยังใช้กันน้อย ทั้งนี้เนื่องจากราคายังสูงอยู่ ถ้าสามารถลดต้นทุนการผลิตลง และราคาข้าวโพดอยู่ในระดับพอสมควร อาจมีการใช้เลี้ยงสัตว์เพิ่มขึ้น

## 2.4 อนุกรมเวลา (Time Series)

อนุกรมเวลา (Time Series) (อดิศัย โทวิชา, 2550) เป็นการศึกษาความสัมพันธ์ของค่าสังเกตที่อยู่ห่างกันในช่วงเวลาต่างๆ ผลจากการศึกษา จะทำให้ทราบถึงปัจจัยที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของธุรกิจนั้น สามารถคาดคะเนหรือพยากรณ์ในอนาคตได้อย่างแม่นยำ รวมทั้งยังเป็นการติดตามความก้าวหน้าของธุรกิจได้เป็นอย่างดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัตถุประสงค์ของการวิเคราะห์อนุกรมเวลา คือ

1) ศึกษาแบบแผนการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลา
2) พยากรณ์ค่าในอนาคตจากรูปแบบที่เหมาะสม
3) ควบคุมการทำงานของกระบวนการในองค์กร

การพยากรณ์อนุกรมเวลา เป็นการพยากรณ์ที่อาศัยข้อมูลในอดีต พิจารณาการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลลักษณะการเคลื่อนไหวของข้อมูลในอดีตที่จะส่งผลต่ออนาคต มี 2 ลักษณะ คือ

1. แบบขอบเขตของเวลา (Time Domain approach) คือ การพิจารณาการเคลื่อนไหวของข้อมูลเมื่อเวลาเปลี่ยนแปลงไป และมีปัจจัยอะไรบ้างที่ส่งผลกระทบกับข้อมูล มักใช้กับงานการวิเคราะห์ข้อมูลทางสังคมศาสตร์ และธุรกิจต่างๆ

2. แบบขอบเขตของความถี่ (Frequency Domain approach) คือ การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง ความถี่ของลักษณะคลื่นกราฟ ความสูงและความกว้างของคลื่นกราฟ เพื่อให้ได้รูปแบบกราฟที่เหมาะสม มักใช้กับงานวิจัย ค้นคว้างานทางวิศวกรรมศาสตร์และวิทยาศาสตร์

การวิเคราะห์อนุกรมเวลา เป็นการศึกษาความเคลื่อนไหวของข้อมูลชุดหนึ่งๆ ตามระยะเวลา ซึ่งจำเป็นต้องศึกษาความเป็นมา พื้นฐานของข้อมูลให้เข้าใจ จากนั้นจึงพิจารณาวัตถุประสงค์ของการวิเคราะห์ ความต้องการและความจำเป็นในการวิเคราะห์ แล้วเริ่มกระบวนการวิเคราะห์ข้อมูลอนุกรมเวลาที่เหมาะสม จนกระทั่งได้ค่าการพยากรณ์ที่ต้องการ เพื่อศึกษาถึงความเหมาะสมของรูปแบบการพยากรณ์

**2.4.1 การเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลา**

ข้อมูลอนุกรมเวลาจะมีลักษณะการเคลื่อนไหวของข้อมูลใน 4 ลักษณะ คือ

1) การเคลื่อนไหวแบบคงที่ เป็นการเคลื่อนไหวของข้อมูลที่มีการเปลี่ยนแปลงในระดับที่คงที่โดยเฉลี่ย ข้อมูลอาจจะมีการเปลี่ยนแปลงในระดับสูง และต่ำสลับกันไป การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวจะอยู่รอบๆค่าเฉลี่ย

2) การเคลื่อนไหวแบบสุ่ม เป็นการเคลื่อนไหวของข้อมูลที่ไม่เป็นระบบ คาดคะเนลักษณะข้อมูลได้ยาก แต่สามารถวิเคราะห์ได้โดยการแยกส่วน หรืออาจจะจัดข้อมูลหรือพิจารณา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

องค์ประกอบของข้อมูลได้ ชุดข้อมูลที่เกิดขึ้นนั้น จะต้องมีเหตุผลของข้อมูลเอง จึงควรจะวิเคราะห์ส่วนประกอบ ความเป็นมาของข้อมูล และวัตถุประสงค์ของการวิเคราะห์ถึงแหล่งที่มา หรือ มีองค์ประกอบอะไรบ้างที่เกิดขึ้น

3) การเคลื่อนไหวแบบแนวโน้ม เป็นการเคลื่อนไหวของข้อมูลที่เพิ่มขึ้นหรือลดลงเมื่อเวลาเปลี่ยนไป อาจจะมีการเปลี่ยนแปลงที่คงที่ หรือการเปลี่ยนแปลงในแนวเส้นตรง หรืออาจจะเปลี่ยนแปลงที่มีแนวโน้มคงที่ มักใช้กับวงการธุรกิจ เช่น การเปลี่ยนแปลงของลักษณะเงิน หรือการเปลี่ยนแปลงของลักษณะประชากร

4) การเคลื่อนไหวแบบวัฏจักร เป็นการเคลื่อนไหวของข้อมูลที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างเป็นระบบ สามารถคาดคะเนได้ เช่น การขายสินค้าในช่วงเทศกาลต่างๆ ซึ่งจะเกิดซ้ำกันในช่วงระยะหนึ่งของทุกๆปี กรณีที่ข้อมูลมีการเคลื่อนไหวซ้ำกันในระยะเวลา 1 ปี จะเรียกว่า การเคลื่อนไหวแบบฤดูกาล ถ้าข้อมูลมีการเคลื่อนไหวซ้ำกันในระยะเวลาที่มากกว่า 1 ปี จะเรียกว่า การเปลี่ยนแปลงแบบวัฏจักร

**2.4.2 ส่วนประกอบของข้อมูลอนุกรมเวลา**

การวิเคราะห์ส่วนประกอบของข้อมูลอนุกรมเวลา มี 4 ส่วน คือ

1) ข้อมูลอนุกรมเวลาที่มีแนวโน้ม (T) เป็นการเคลื่อนไหวในระยะเวลาค่อนข้างยาวนาน แสดงถึงทิศทางของอนุกรมเวลาชุดนั้นๆ อาจมีลักษณะเป็นเส้นตรง เส้นโค้ง หรือลักษณะอื่น

2) ข้อมูลที่ผันแปรตามฤดูกาล (S) เป็นการเปลี่ยนแปลงข้อมูลซ้ำกันในระยะเวลา 1 ปี หน่วยย่อยของระยะเวลาอาจจะเป็นราย 3 เดือน รายเดือน รายสัปดาห์ รายวัน ฯลฯ

3) การเปลี่ยนแปลงตามวัฏจักร (C) เป็นการเคลื่อนไหวของข้อมูลที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างเป็นระบบ สามารถคาดคะเนได้ เช่น การขายสินค้าในช่วงเทศกาลต่างๆ ซึ่งจะเกิดซ้ำกันในช่วงระยะหนึ่งของทุกๆปี

4) ข้อมูลอนุกรมเวลาที่มีการแปรผันไม่สม่ำเสมอ หรือ การเปลี่ยนแปลงอันเกิดจากเหตุการณ์ที่ผิดปกติ เป็นส่วนประกอบหนึ่งของการวิเคราะห์อนุกรมเวลาที่มีการพยากรณ์ได้ยากกว่าจะเกิดขึ้นในช่วงเวลาใด ส่วนมากค่าที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงที่เกิดจากเหตุการณ์ที่ผิดปกติจะเกิดขึ้นน้อยมาก นอกจากจะมีเหตุการณ์ที่ผิดปกติเกิดขึ้นในช่วงเวลานั้น อาจเป็นเรื่องทางธรรมชาติ หรือ

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรทางธุรกิจ หรือ เหตุการณ์ทางสังคม เช่น อุทกภัย แผ่นดินไหว ฯลฯ หรือเป็นช่วงเศรษฐกิจตกต่ำมากจนวัฒนธรรมทางธุรกิจและสังคมเกิดการเปลี่ยนแปลง

**2.4.3 การวิเคราะห์แนวโน้มของอนุกรมเวลา**

รูปแบบของการวิเคราะห์แนวโน้มเชิงคณิตศาสตร์มี 2 ลักษณะ คือ

1) การปรับเรียบข้อมูล เป็นการกระทำกับชุดข้อมูลอนุกรมเวลาที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างชัดเจนเพื่อให้ชุดข้อมูลมีความต่อเนื่อง หรือ ขจัดการเคลื่อนไหวของข้อมูลอนุกรมเวลาที่ไม่สำคัญออกไป ทำให้เห็นการเคลื่อนไหวของข้อมูลที่แท้จริง มี 2 วิธี คือ ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่และเอ็กซ์โปเนนเชียล

2) การวิเคราะห์การถดถอย เป็นรูปแบบที่ใช้กันอย่างมากในหลายวงการ เช่น ธุรกิจ การศึกษาและวิทยาศาสตร์ รวมถึงสังคมศาสตร์ เป็นต้น เป็นเทคนิคที่ใช้ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรตาม โดยตัวแปรอิสระ คือตัวแปรที่กำหนดการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรตาม หรือ ตัวแปรอิสระเป็นตัวแปรที่มีผลต่อตัวแปรตาม คือ ช่วงเวลา ตัวแปรตาม คือ ตัวแปรที่มีค่าเปลี่ยนแปลงไปตามการเคลื่อนไหวของตัวแปรอิสระหรือช่วงเวลาที่เปลี่ยนแปลงในที่นี้จะไม่กล่าวถึง

การปรับเรียบข้อมูล (ทรงศิริ แต้สมบัติ, 2549) เป็นการสร้างสมการพยากรณ์จากค่าสังเกตในอนุกรมเวลาบางส่วนหรือทั้งหมดโดยให้น้ำหนักกับค่าสังเกตในอนุกรมเวลาบางส่วนหรือทั้งหมดต่างกัน วิธีนี้เหมาะกับกรณีที่มีลักษณะการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลามีแผนแบบที่เปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา โดยทุกครั้งที่มีค่าสังเกตใหม่เข้ามาจะนำค่าสังเกตใหม่ดังกล่าวไปปรับสมการพยากรณ์ การปรับเรียบข้อมูลแบ่งตามลักษณะการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลา ในที่นี้จะกล่าวเฉพาะการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลาที่มีแนวโน้มแต่ไม่มีอิทธิพลของฤดูกาล

อนุกรมเวลาที่มีแนวโน้มแต่ไม่มีอิทธิพลของฤดูกาล แบ่งออกเป็น 5 วิธีตามลักษณะของแนวโน้มมีดังนี้

1) วิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่สองครั้ง (Double Moving Average) ใช้กับอนุกรมเวลามี่มีแนวโน้มเป็นเส้นตรงที่มีค่าจุดตัดแกนตั้งและค่าความลาดชันเป็นพารามิเตอร์ ค่าดังกล่าวเกิดจากการเฉลี่ยเคลื่อนที่สองครั้ง

2) วิธี Double Exponential Smoothing หรือวิธีของ Brown ใช้กับอนุกรมเวลาที่มีแนวโน้มเป็นเส้นตรง ค่าจุดตัดแกนตั้งที่เวลา t ประมาณขึ้นจากค่าจุดตัดแกนตั้งที่เวลา t – 1 และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าสังเกตที่เวลา t ส่วนค่าความลาดชันที่เวลา t ประมาณขึ้นจากค่าความชันที่เวลา t – 1 และค่าสังเกตที่เวลา t น้ำหนักที่ให้เท่ากับค่าจุดตัดแกนตั้งที่เวลา t – 1 และค่าความชันที่เวลา t – 1 ขึ้นกับค่าปรับเรียบ $\alpha$ ที่มีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1

3) วิธีการปรับเรียบแบบ Triple Exponential ใช้กับอนุกรมเวลาที่มีแนวโน้มเป็นกำลังสอง กำหนดรูปแบบแนวโน้มที่มีพารามิเตอร์สามค่า ได้แก่ $\alpha$, $\beta$ และ $\gamma$ ซึ่งแต่ละพารามิเตอร์มีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1

4) วิธีการปรับเรียบของเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง (Moving Average of Percentage change method) ใช้กับอนุกรมเวลาที่มีแนวโน้มแบบ Exponential ที่กำหนดรูปแบบแนวโน้มเป็น Exponential ประมาณเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของ ค่าสังเกตต่อหนึ่งหน่วยเวลาโดยหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่จากอนุกรมเวลาของร้อยละของการเปลี่ยนแปลง

5) วิธีปรับเรียบแบบ Exponential เส้นตรง หรือ Holt แบบ 2 พารามิเตอร์ ใช้กับข้อมูลอนุกรมเวลาที่มีแนวโน้มเป็นเส้นตรง มีหลักการคล้าย Double Exponential Smoothing แต่ใช้ค่าปรับเรียบ 2 ค่า ได้แก่ $\alpha$ และ $\beta$ สำหรับการประมาณค่าจุดตัดแกนตั้งและค่าความชันตามลำดับ ค่าปรับเรียบดังกล่าวอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1

## 2.5 การวัดความแม่นยำของการพยากรณ์

### 2.5.1 ค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE: Mean Square Error)

$$MSE = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(X_i - F_i)^2 \qquad (1)$$

เป็นวิธีที่ใช้กันทั่วไป ข้อเสียคือไม่มีฐานเปรียบเทียบ และการที่ MSE มีค่าสูงแปลว่าคลาดเคลื่อนสูงหรือไม่ จะขึ้นอยู่กับขนาดของข้อมูล

### 2.5.2 MAPE (Mean Absolute Percentage Error)

$$MAPE = \frac{1}{n}\left|\frac{X_i - F_i}{X_i}\right| \times 100 \qquad (2)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.3 ส่วนเบี่ยงเบนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAD: Mean Absolute Deviation)

$$MAD = \frac{\sum_{i=1}^{n} \left| X_t - F_t \right|}{n} \quad (3)$$

2.5.4 Thiel's U Statistics

$$U = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n-1} \left( \frac{F_{i+1} - X_{i+1}}{X_i} \right)^2}{n-1}} \Bigg/ \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} \left( \frac{X_{i+1} - X_i}{X_i} \right)^2}{n-1}} \quad (4)$$

$F_{i+1}$ คือ ค่าพยากรณ์ที่ได้มาโดยวิธีอื่น

$X_{i+1}$ คือ ค่าพยากรณ์ที่ได้มาด้วยวิธี NAÏVE

1) ถ้า $F_{i+1} = X_{i+1} = U$ (Perfect Forecast)

2) ถ้า $\frac{F_{i+1} - X_{i+1}}{X_i} = 0$ หรือ $F_{i+1} = X_{i+1}$ $\therefore U = 1$ (วิธีพยากรณ์นั้นๆ มีผลกับเท่ากับ NAÏVE)

3) ถ้า $\frac{F_{i+1} - X_{i+1}}{X_i}$ และ $\frac{X_{i+1} - X_i}{X_i}$ มีเครื่องหมายตรงกัน แสดงว่าวิธี NAÏVE ดีกว่า ($U < 1$)

4) ถ้า $\frac{F_{i+1} - X_{i+1}}{X_i}$ และ $\frac{X_{i+1} - X_i}{X_i}$ มีเครื่องหมายต่างกัน แสดงว่าวิธีนั้นดีกว่า NAÏVE ($U > 1$)

พืชเศรษฐกิจแต่ละชนิดมีคุณสมบัติที่โดดเด่น ได้แก่ ข้าวซึ่งเป็นอาหารหลักของคนไทย มักทำไปแปรรูปเป็นผลผลิต เช่น แป้งข้าวเจ้า แป้งข้าวเหนียว ฯลฯ ข้าวโพดนิยมบริโภคโดยการนำไปต้มให้สุก หรือนำไปทำเป็นผลิตภัณฑ์ เช่น แป้งข้าวโพด น้ำนมข้าวโพด ฯลฯ ส่วนอ้อยมักจะนำไปแปรรูปเป็นน้ำตาลทราย น้ำอ้อยสด ส่วนที่สองจะเป็นเรื่องอนุกรมเวลา คือ ข้อมูลที่มีเวลาเป็นตัวแปรต้น และการพยากรณ์อนุกรมเวลา ในปัญหาพิเศษนี้จะใช้วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของโฮลต์ (Holt's exponential smoothing method) ซึ่งจะกล่าวในบทต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 3
# วิธีดำเนินงานวิจัย

ในปัญหาพิเศษเล่มนี้จะแบ่งออกเป็นสองส่วน คือ ส่วนแรกจะวิเคราะห์และสร้างแบบจำลองของอนุกรมเวลา เพื่ออธิบายปัจจัยและอิทธิพลที่ส่งผลต่อผลผลิตของข้าว ข้าวโพดและอ้อย และส่วนที่สองจะวิเคราะห์และพยากรณ์ข้อมูลอนุกรมเวลาของผลผลิตดังกล่าว

## 3.1 ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา

| ตัวแปร | รายละเอียด |
|---|---|
| $t$ | เวลา (ปี) |
| $R(t)$ | ผลผลิตของข้าวที่เวลา t (1,000 ตัน) |
| $M(t)$ | ผลผลิตของข้าวโพดที่เวลา t (1,000 ตัน) |
| $S(t)$ | ผลผลิตของอ้อยที่เวลา t (1,000 ตัน) |
| $\hat{R}(t)$ | ค่าพยากรณ์ผลผลิตข้าวที่เวลา t (1,000 ตัน) |
| $\widehat{M}(t)$ | ค่าพยากรณ์ผลผลิตข้าวโพดที่เวลา t (1,000 ตัน) |
| $\hat{S}(t)$ | ค่าพยากรณ์ผลผลิตอ้อยที่เวลา t (1,000 ตัน) |

**ตารางที่ 3.1** รายละเอียดของและที่มาของตัวแปร

สำหรับรายละเอียดและที่มาของแต่ละตัวแปร เป็นข้อมูลชนิดรายปีของผลผลิตข้าว ข้าวโพดและอ้อย ตั้งแต่ พ.ศ. 2544 ถึง พ.ศ. 2559 รวมทั้งสิ้น 48 ค่าสังเกต ซึ่งเป็นข้อมูลทุติยภูมิที่ได้รวบรวมมาจากที่มาจากแหล่งต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 3.2 วิธีวิเคราะห์ข้อมูล

**3.2.1 การพยากรณ์โดยวิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของโฮลต์ (Holt's exponential smoothing method)** (วรางคณา เรียนสุทธิ์, 2559)

การปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของโฮลต์ มีความเหมาะสมกับอนุกรมเวลาที่มีแนวโน้มเป็นเส้นตรงและไม่มีส่วนประกอบของฤดูกาล มีค่าคงที่ การปรับเรียบ 2 ตัว คือ ค่าคงที่การปรับเรียบของค่า ระดับ (level: $\alpha$ ) และค่าคงที่การปรับเรียบของค่า ความชัน (trend: $\gamma$ )

สมการที่ใช้ในการพยากรณ์ คือ

$$F_t = l_t + b_t m,\ m = 1, 2, 3, \ldots \quad (5)$$

โดยที่ $$l_t = \alpha x_t + \left(1 - \alpha\right)\left(l_{t-1} + b_{t-1}\right) \quad ;0 \le \alpha \le 1$$

และ $$b_t = \gamma\left(l_t - l_{t-1}\right) + \left(1 - \gamma\right) b_{t-1} \quad ;0 \le \gamma \le 1$$

เมื่อ $F_t$ คือค่าพยากรณ์ ณ ปีที่ t

$l_t$ คือพารามิเตอร์ที่ใช้ในการปรับเรียบข้อมูล

$b_t$ คือพารามิเตอร์ที่ใช้ในการปรับแนวโน้ม

m คือจำนวนช่วงเวลาที่ต้องการพยากรณ์ไปข้างหน้า

**3.2.2 การทดสอบสมมติฐาน (Hypothesis Testing)**

สมมติฐานเชิงสถิติ แหล่งข้อมูลที่ระบุไม่ถูกต้อง คือ ข้อสมมติที่เกิดขึ้นจากความเชื่อของบุคคลใดบุคคลหนึ่ง หรือกำหนดขึ้นจากความเชื่อของคนทั่วๆไป ประกอบด้วย 2 สมมติฐานแหล่งข้อมูลที่ระบุไม่ถูกต้อง คือ สมมติฐานว่าง (Null Hypothesis: $H_0$) เป็นสมมติฐานที่ผู้วิจัยตั้งขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ถูกปฏิเสธ และสมมติฐานทางเลือก (Alternative Hypothesis: $H_1$) ตั้งขึ้นในลักษณะที่เป็นส่วนเติมเต็มซึ่งกันและกัน ในการทดสอบสมมติฐานจะสมมติให้สมมติฐานว่างเป็นจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดสอบสมมติฐานสามารถตั้งสมมติฐานได้ 3 กรณี ดังนี้

<u>กรณีที่ 1</u> เมื่อต้องการทดสอบว่าการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรตาม (y) ขึ้นอยู่กับการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรอิสระ (x) หรือไม่

$H_0: \beta_1 = 0$

$H_1: \beta_1 \neq 0$

โดยจะปฏิเสธ $H_0$ เมื่อ $t_{คำนวณ} < -t_{\frac{\alpha}{2}, n-2}$ หรือ $t_{คำนวณ} > t_{\frac{\alpha}{2}, n-2}$ หรือ $|t_{คำนวณ}| > t_{\frac{\alpha}{2}, n-2}$

หากปฏิเสธ $H_0$ หมายถึง การเปลี่ยนแปลงของตัวแปรอิสระขึ้นอยู่กับการเปลี่ยนแปลง สามารถนำตัวแปรอิสระตัวนั้นมาพยากรณ์ตัวแปรตามได้ ในทางตรงกันข้าม

หากไม่สามารถปฏิเสธ $H_0$ ได้ หมายถึง การเปลี่ยนแปลงของตัวแปรตามไม่ได้เกิดจากอิทธิพลของตัวแปรอิสระ ดังนั้น ไม่สามารถนำตัวแปรอิสระตัวนั้นมาพยากรณ์ตัวแปรตามได้

<u>กรณีที่ 2</u> เมื่อต้องการทดสอบว่าการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรตาม (y) เป็นไปในทางเดียวกันกับตัวแปรอิสระ (x) หรือไม่

$H_0: \beta_1 \leq 0$

$H_1: \beta_1 > 0$

โดยจะปฏิเสธ $H_0$ เมื่อ $t_{คำนวณ} < -t_{\alpha, n-2}$

หากปฏิเสธ $H_0$ หมายถึง การเปลี่ยนแปลงของตัวแปรตามเกิดจากอิทธิพลของตัวแปรอิสระและเป็นไปในทิศทางเดียวกัน ในทางตรงกันข้าม

หากไม่สามารถปฏิเสธ $H_0$ ได้ หมายถึง การเปลี่ยนแปลงของตัวแปรตามไม่ได้เกิดจากอิทธิพลของตัวแปรอิสระหรือไม่ได้เป็นไปในทิศทางเดียวกัน

<u>กรณีที่ 3</u> เมื่อต้องการทดสอบว่าการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรตาม (y) เป็นไปในทิศทางตรงกันข้ามกับตัวแปรอิสระ (x) หรือไม่

$H_0: \beta_1 \geq 0$

$H_1: \beta_1 < 0$

โดยจะปฏิเสธ $H_0$ เมื่อ $t_{คำนวณ} < -t_{\alpha, n-2}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หากปฏิเสธ $H_0$ หมายถึง การเปลี่ยนแปลงของตัวแปรตามเกิดจากอิทธิพลของตัวแปรอิสระ และเป็นไปในทิศทางตรงข้ามกัน ในทางตรงกันข้าม

หากไม่สามารถปฏิเสธ $H_0$ ได้ หมายถึง การเปลี่ยนแปลงของตัวแปรตามไม่ได้เกิดจากอิทธิพลของตัวแปรอิสระหรือไม่ได้เป็นไปในทิศทางตรงข้ามกัน

### 3.2.3 เส้นแนวโน้ม (Trend Line)

ในการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ 2 ตัว หรือลักษณะที่สนใจศึกษา 2 ลักษณะ แหล่งข้อมูลที่ระบุไม่ถูกต้อง หากตัวแปรอิสระเป็นช่วงเวลา การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะที่สนใจศึกษากับช่วงเวลาสามารถทำได้เช่นเดียวกันกับการวิเคราะห์การถดถอยที่ตัวแปรอิสระเป็นค่าใดๆ โดยทั่วไปมักจะกำหนดเป็นช่วงเวลาต่างๆ เช่น วัน สัปดาห์ เดือน หรือปี เป็นตัวเลขเช่น 0, 1, 2, 3, 4,... หรือ –4, –3, –2, –1,... ปนอยู่กับเลขบวกเพื่อให้ผลรวมของตัวแปรอิสระมีค่าเป็น 0 ง่ายต่อการคำนวณ เมื่อกำหนดค่า x ให้ง่ายต่อการวิเคราะห์แล้ว สามารถใช้เส้นแนวโน้มในการหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่สนใจศึกษากับช่วงเวลาได้ แต่การพยากรณ์ค่าของตัวแปร y จะต้องแทนค่า x ในรูปของค่าที่ผู้วิเคราะห์กำหนดไว้ใช้ในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ ซึ่งเส้นแนวโน้มดังกล่าวสามารถหาได้จากระบบสมการเชิงเส้น

$$\begin{bmatrix} n & \sum x \\ \sum x & \sum x^2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sum y \\ \sum xy \end{bmatrix} \quad (6)$$

จากนั้นแก้ระบบสมการด้านบนเพื่อหาค่าของ a ซึ่งเป็นจุดตัดแกน y และ b เป็นค่าความชันของสมการแนวโน้ม

### 3.2.4 การประมาณค่า (Estimation)

การประมาณค่า (สรชัย พิศาลบุตร) คือ การใช้ข้อมูลจากตัวอย่างในการประมาณพารามิเตอร์ของประชากร วิธีประมาณค่ามี 2 แบบ วิธีประมาณค่าแบบจุดและวิธีประมาณค่าแบบช่วง วิธีประมาณค่าแบบช่วงแทนด้วยค่า 2 ค่า ซึ่งเกิดจาการนำค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากตัวอย่างไปหักออกและรวมเข้ากับค่าประมาณแบบจุดของพารามิเตอร์นั้นๆ

การพยากรณ์แบบจุด (บุษยมาส พิมพ์พรรณชาติ, 2560) เป็นการประมาณค่าตัวแปรอิสระ ลงไปในสมการถดถอยอย่างง่าย การพยากรณ์แบบช่วง หรือการประมาณค่า เป็นการหาช่วงการประมาณของค่าพยากรณ์แบบจุด ณ ระดับความเชื่อมั่นที่กำหนด โดยค่าพยากรณ์แบบช่วงเมื่อช่วงกลุ่มตัวอย่างมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขนาดใหญ่ ($n \geq 30$) สามารถคำนวณได้จาก $\hat{y} \pm (S_f)(z)$ ถ้ากลุ่มตัวอย่างมีขนาดเล็ก ($n<30$) สามารถคำนวณได้จาก $\hat{y} \pm (S_f)(t_{\frac{\alpha}{2}, n-2})$

ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการประมาณค่า (Standard error of the estimate: SEE or $S_{yx}$) เป็นค่าแปรปรวนของค่าคลาดเคลื่อนซึ่งเกิดจากการพยากรณ์ค่าตัวแปรตามด้วยตัวแปรต้นแต่ละตัว เพื่อตรวจสอบว่าค่าพยากรณ์จากวิธีถดถอยสามารถพยากรณ์ตัวแปรตามได้ดีเพียงใด

$$S_{yx} = \sqrt{\frac{\sum y^2 - a\sum y - b\sum xy}{n-(k+1)}} \text{ หรือ } S_{yx} = \sqrt{\frac{\sum (y-\hat{y})^2}{n-(k+1)}} \qquad (7)$$

โดยที่ $S_{yx}$ คือค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการประมาณค่า

K คือจำนวนตัวแปรอิสระที่ใช้ในการพยากรณ์ใน

การพยากรณ์ ในที่นี้ใช้ $k = 1$ เพราะเป็นการวิเคราะห์การถดถอยโดยใช้ตัวแปรอิสระเพียงตัวเดียว

ถ้า $S_{yx}$ มีค่ามาก แสดงว่าวิธีถดถอยสามารถพยากรณ์ได้ใกล้เคียง ในทางตรงกันข้าม

ถ้า $S_{yx}$ มีค่าน้อย แสดงว่าวิธีถดถอยนำไปใช้ประโยชน์ได้ไม่ดีนัก

ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานเพื่อการพยากรณ์ (Standard error of the forecast: $S_f$) หรือค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการประมาณค่าแบบจุด เป็นวัดความผันผวนของการพยากรณ์เมื่อกำหนดตัวแปรอิสระ (x) ขึ้นมาหนึ่งตัว

$$S_f = S_{yx}\sqrt{1 + \frac{1}{n} + \frac{(x-\bar{x})^2}{\sum_{i=1}^{n}(x_i-\bar{x})^2}} \qquad (8)$$

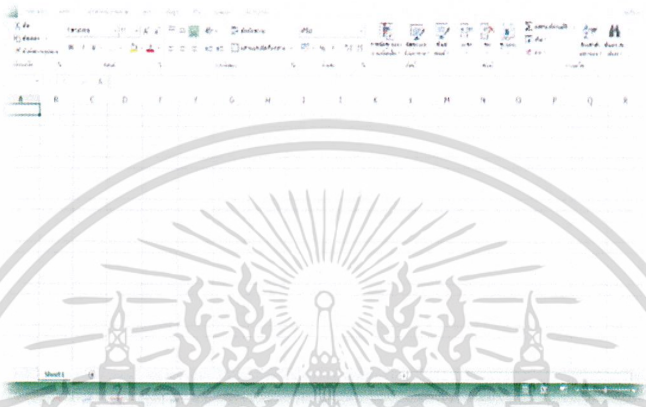
โดยที่ $S_f$ คือค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานเพื่อการพยากรณ์

n คือจำนวนข้อมูลที่ใช้ในการพยากรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 3.3 โปรแกรมที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

Microsoft Excel เป็นโปรแกรมสำหรับการคำนวณ และประมวลผลข้อมูลด้วยสูตรการคำนวณ มี add – in ของ www.realstatistic.com มาช่วยในการพยากรณ์ ซึ่งมีหน้าต่างรูปที่ 3.1

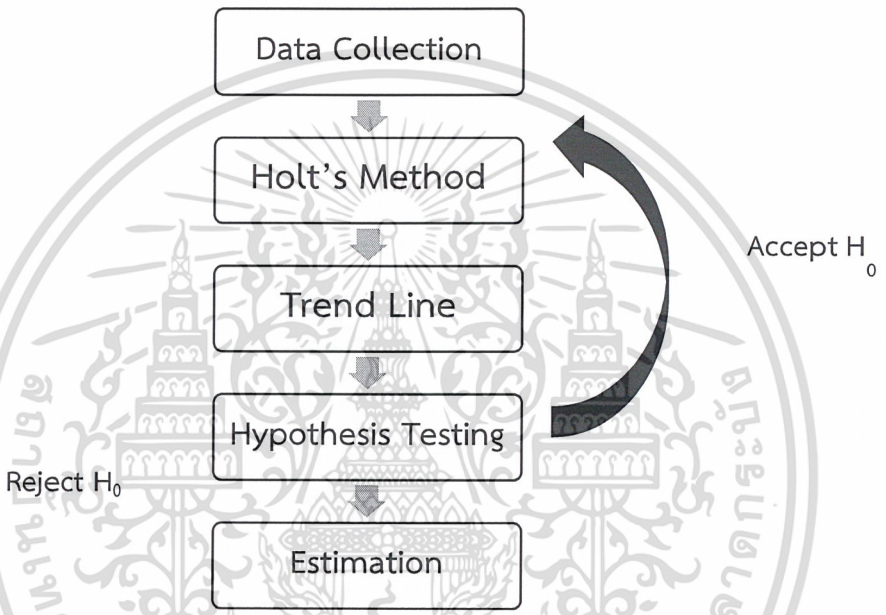


**รูปที่ 3.1** ส่วนประกอบของ Microsoft Excel

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 3.4 วิธีการดำเนินงานวิจัย

ขั้นแรก นำข้อมูลผลผลิตของข้าว ข้าวโพด และอ้อยปี พ.ศ. 2544 – 2559 จากเว็บไซต์ของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร ซึ่งเป็นข้อมูลทุติยภูมิ จากนั้นจัดรูปแบบของข้อมูลในรูปแบบตารางด้วย Microsoft Excel 2013 และทำการพยากรณ์ด้วยวิธีของโฮลต์ ซึ่งเป็นไปตามกระบวนการดังรูปที่ 3.2 จนกระทั่งได้ผลดังที่จะกล่าวต่อไปในบทที่ 4




**รูปที่** 3.2 ขั้นตอนในการทำปัญหาพิเศษ

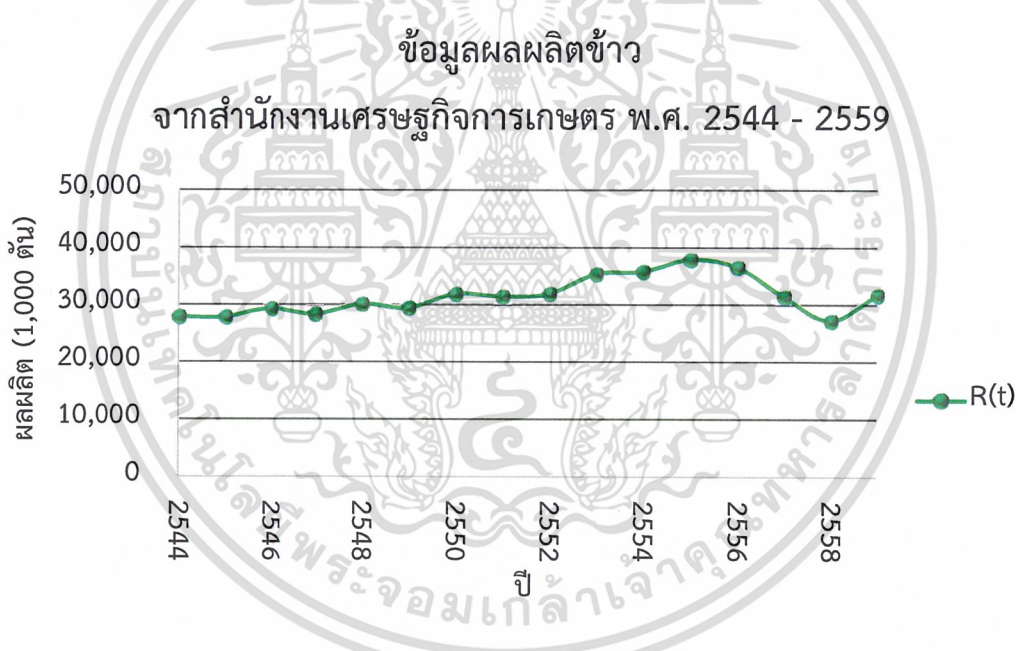
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 4
# วิเคราะห์ผลการดำเนินงาน

จากการวิเคราะห์ข้อมูลผลผลิตของข้าว ข้าวโพด และอ้อย สามารถแสดงได้หลายรูปแบบ แต่ในที่จะแสดงในรูปของกราฟ เพื่อให้เห็นถึงแนวโน้มของผลผลิตได้ชัดเจนมากขึ้น

## 4.1 การวิเคราะห์อนุกรมเวลาของผลผลิตข้าว

จากตารางข้อมูลผลผลิตข้าวจากสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร พ.ศ. 2544 – 2559 ดังรูปที่ 4.1




**รูปที่ 4.1** กราฟข้อมูลผลผลิตข้าวจากสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร พ.ศ. 2544 - 2559

### 4.1.1 การทดสอบสมมติฐาน

จะทดสอบว่าผลผลิตของข้าวและเวลามีสหสัมพันธ์กันหรือไม่ โดยกำหนดให้

$H_0: \rho = 0$

และ $H_1: \rho \neq 0$

ขอบเขตการตัดสินใจ จะปฏิเสธเมื่อ $t_{คำนวณ} < -t_{\frac{\alpha}{2}, n-2}$ หรือ $t_{คำนวณ} > t_{\frac{\alpha}{2}, n-2}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าสถิติทดสอบ

$$r = \sqrt{0.2665} = 0.5162 \quad (9)$$

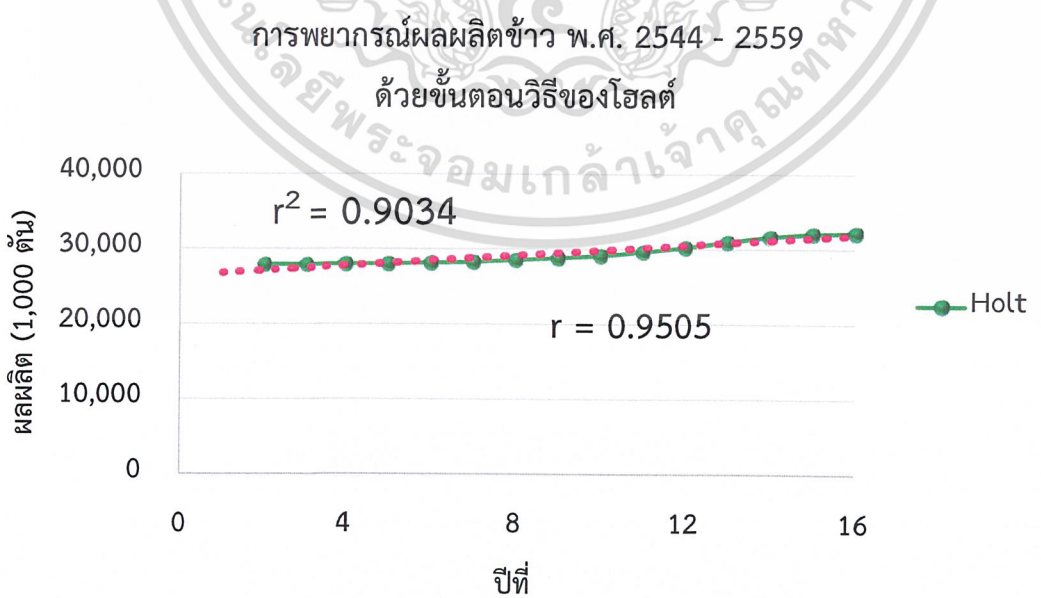
จากค่า r เท่ากับ 0.5162 อธิบายได้ว่าเวลาและผลผลิตข้าวมีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกัน และมีขนาดของความสัมพันธ์ปานกลาง จะทดสอบว่าเวลาและผลผลิตข้าวมีสหสัมพันธ์กันโดยคำนวณจากค่า t จากสูตร

$$t = \frac{r\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}} = \frac{0.5162\sqrt{16-2}}{\sqrt{1-0.2665}} = \frac{1.9316}{0.8564} = 2.2553 \quad (10)$$

เนื่องจาก $t_{0.025,\,14} = 2.145$ จะได้ว่า $t \geq t_{0.025,\,14}$ จึงสรุปได้ว่า มีสหสัมพันธ์ระหว่างเวลาและผลผลิตข้าวที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

### 4.1.2 การพยากรณ์ผลผลิตข้าว

ในปัญหาพิเศษนี้ใช้ขั้นตอนวิธีของโฮลต์แบบ 2 พารามิเตอร์ คือ $\alpha$, $\beta$ ซึ่งกำหนดเป็น 0.05 และ 0.2 ตามลำดับ ได้ผลดังรูปที่ 4.2




**รูปที่ 4.2** กราฟการพยากรณ์ผลผลิตข้าวตั้งแต่ พ.ศ. 2544 – 2559

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในการพยากรณ์ผลผลิตข้าว คือ

$$\hat{R}(16+m) = 339.884m + 26,519.7388,\ 1 \le m \le 10$$

สามารถไปพยากรณ์ผลผลิตข้าวใน พ.ศ. 2560 – 2569 ได้ดังนี้

**4.1.3 การประมาณค่าของการพยากรณ์ผลผลิตข้าว**

Sum Square Error = 178,332,134.7106

$$\text{Mean Square Error} = \frac{SSE}{n-2} = \frac{178,332,134.7106}{16-2} = 12,738,009.62$$

ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการประมาณค่า

$$= \sqrt{MSE} = \sqrt{12,738,009.62} = 3,569.035$$

พยากรณ์ผลผลิตข้าวในปี พ.ศ. 2560

$$\hat{R}(17) = 339.88(17-16) + 26,519.7388 = 26,589.62$$

$$S_f = 3,569.035\sqrt{1+\frac{1}{16}+\frac{(2560-2551.5)^2}{104,162,776}} = 3,678.88$$

$$\hat{R}(17) = 26,589.62 \pm 3,678.88 = (23,180.74,\ 30,538.50)$$

พยากรณ์ผลผลิตข้าวในปี พ.ศ. 2561

$$\hat{R}(18) = 339.88(18-16) + 26,519.7388 = 27,199.51$$

$$S_f = 3,569.035\sqrt{1+\frac{1}{16}+\frac{(2561-2551.5)^2}{104,162,776}} = 3,678.88$$

$$\hat{R}(18) = 27,199.51 \pm 3,678.88 = (23,520.63,\ 30,878.39)$$

พยากรณ์ผลผลิตข้าวในปี พ.ศ. 2562

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\hat{R}(19) = 339.88(19 - 16) + 26,519.7388 = 27,539.39$$

$$S_f = 3,569.035\sqrt{1+\frac{1}{16}+\frac{(2562 - 2551.5)^2}{104,162,776}} = 3,678.88$$

$$\hat{R}(19) = 27,539.39 \pm 3,678.88 = (23,680.51, 31,218.27)$$

พยากรณ์ผลผลิตข้าวในปี พ.ศ. 2563

$$\hat{R}(20) = 339.88(20 - 16) + 26,519.7388 = 27,829.27$$

$$S_f = 3,569.035\sqrt{1+\frac{1}{16}+\frac{(2563 - 2551.5)^2}{104,162,776}} = 3,678.88$$

$$\hat{R}(20) = 27,829.27 \pm 3,678.88 = (24,200.40, 31,558.15)$$

พยากรณ์ผลผลิตข้าวในปี พ.ศ. 2564

$$\hat{R}(21) = 339.88(21 - 16) + 26,519.7388 = 28,219.16$$

$$S_f = 3,569.035\sqrt{1+\frac{1}{16}+\frac{(2564 - 2551.5)^2}{104,162,776}} = 3,678.88$$

$$\hat{R}(2564) = 28,219.16 \pm 3,678.88 = (24,540.28, 31,898.04)$$

พยากรณ์ผลผลิตข้าวในปี พ.ศ. 2565

$$\hat{R}(22) = 339.88(22 - 16) + 26,519.7388 = 28,559.04$$

$$S_f = 3,569.035\sqrt{1+\frac{1}{16}+\frac{(2565 - 2551.5)^2}{104,162,776}} = 3,678.88$$

$$\hat{R}(22) = 28,559.04 \pm 3,678.88 = (24,880.16, 32,237.92)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหาของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พยากรณ์ผลผลิตข้าวในปี พ.ศ. 2566

$$\hat{R}(23) = 339.88(23 - 16) + 26,519.7388 = 28,898.93$$

$$S_f = 3,569.035\sqrt{1 + \frac{1}{16} + \frac{(2566 - 2551.5)^2}{104,162,776}} = 3,678.88$$

$$\hat{R}(23) = 28,898.93 \pm 3,678.88 = (25,220.05, 32,577.81)$$

พยากรณ์ผลผลิตข้าวในปี พ.ศ. 2567

$$\hat{R}(24) = 339.88(24 - 16) + 26,519.7388 = 29,238.81$$

$$S_f = 3,569.035\sqrt{1 + \frac{1}{16} + \frac{(2567 - 2551.5)^2}{104,162,776}} = 3,678.88$$

$$\hat{R}(24) = 29,238.81 \pm 3,678.88 = (25,559.93, 32,917.69)$$

พยากรณ์ผลผลิตข้าวในปี พ.ศ. 2568

$$\hat{R}(25) = 339.88(25 - 16) + 26,519.7388 = 29,578.69$$

$$S_f = 3,569.035\sqrt{1 + \frac{1}{16} + \frac{(2568-2551.5)^2}{104,162,776}} = 3,678.88$$

$$\hat{R}(25) = 29,578.69 \pm 3,678.88 = (25,899.81, 33,257.58)$$

พยากรณ์ผลผลิตข้าวในปี พ.ศ. 2569

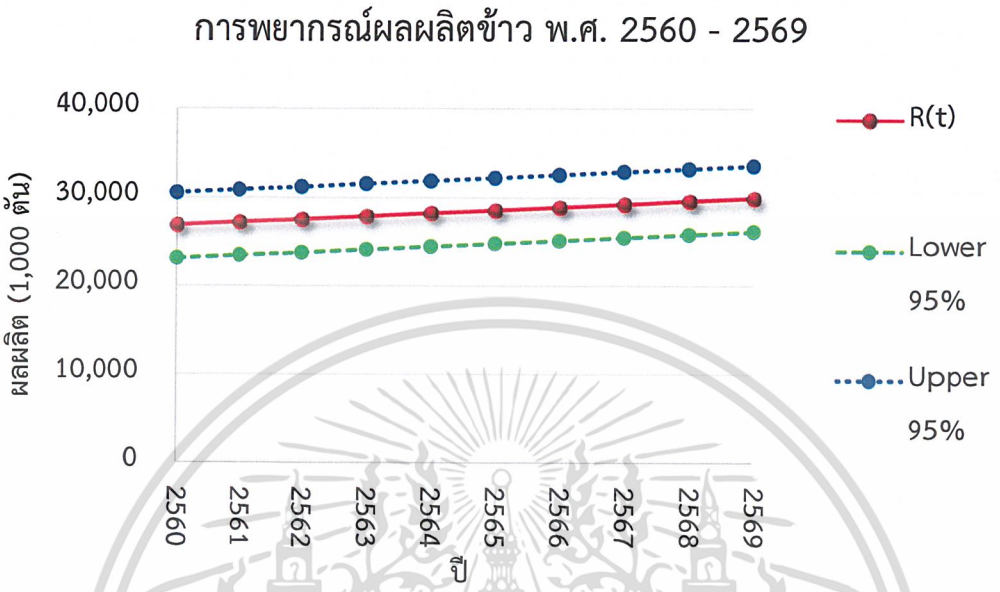
$$\hat{R}(26) = 339.88(26 - 16) + 26,519.7388 = 29,918.58$$

$$S_f = 3,569.035\sqrt{1 + \frac{1}{16} + \frac{(2569 - 2551.5)^2}{104,162,776}} = 3,678.88$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\hat{R}(26) = 29,918.58 \pm 3,678.88 = (26,239.70, 33,597.46)$$

จากการคำนวณข้างต้น สามารถเขียนเป็นกราฟดังรูปที่ 4.3



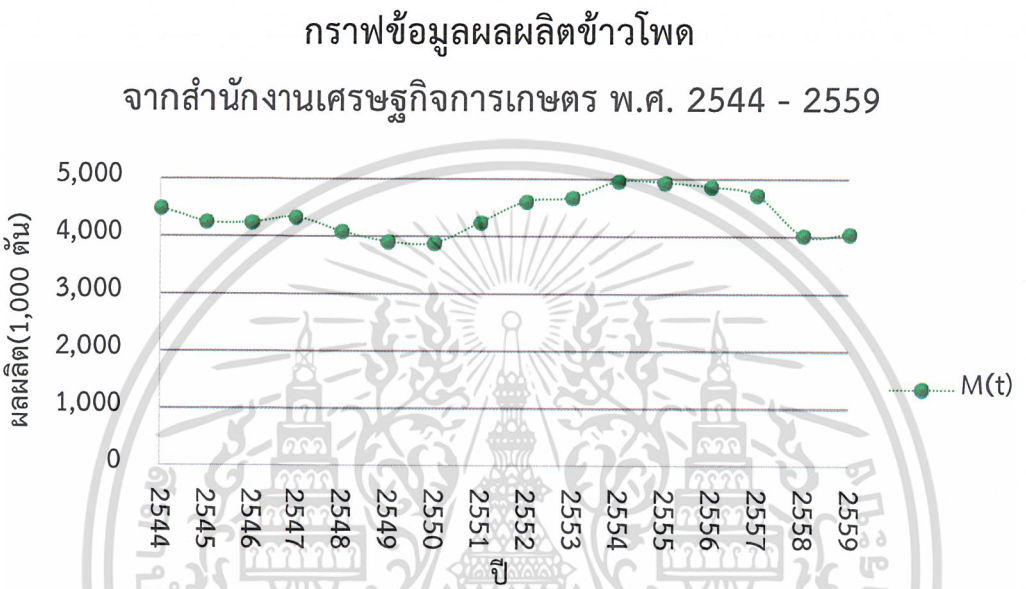

**รูปที่ 4.3** การพยากรณ์ผลผลิตข้าว พ.ศ. 2560 – 2569

จากกราฟจะพบว่าผลผลิตข้าวใน พ.ศ. 2560 – 2569 มีพิสัยอยู่ในช่วง [23,180, 33,598] (1,000 ตัน) และแนวโน้มของผลผลิตข้าวจะเพิ่มสูงขึ้นเล็กน้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 4.2 การวิเคราะห์อนุกรมเวลาของผลผลิตข้าวโพด

จากตารางข้อมูลผลผลิตข้าวโพดจากสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร พ.ศ. 2544 – 2559 ดังรูปที่ 4.4




รูปที่ 4.4 กราฟผลผลิตข้าวโพดจากสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร พ.ศ. 2544 - 2559

### 4.2.1 การทดสอบสมมติฐาน

จะทดสอบว่าผลผลิตของข้าวโพดและเวลามีสหสัมพันธ์กันหรือไม่ โดยกำหนดให้

$H_0$: $\rho = 0$

และ $H_1$: $\rho \neq 0$

ขอบเขตการตัดสินใจ จะปฏิเสธเมื่อ $t_{\text{คำนวณ}} < -t_{\frac{\alpha}{2}, n-2}$ หรือ $t_{\text{คำนวณ}} > t_{\frac{\alpha}{2}, n-2}$

ค่าสถิติทดสอบ

$r = \sqrt{0.0771} = 0.2777$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

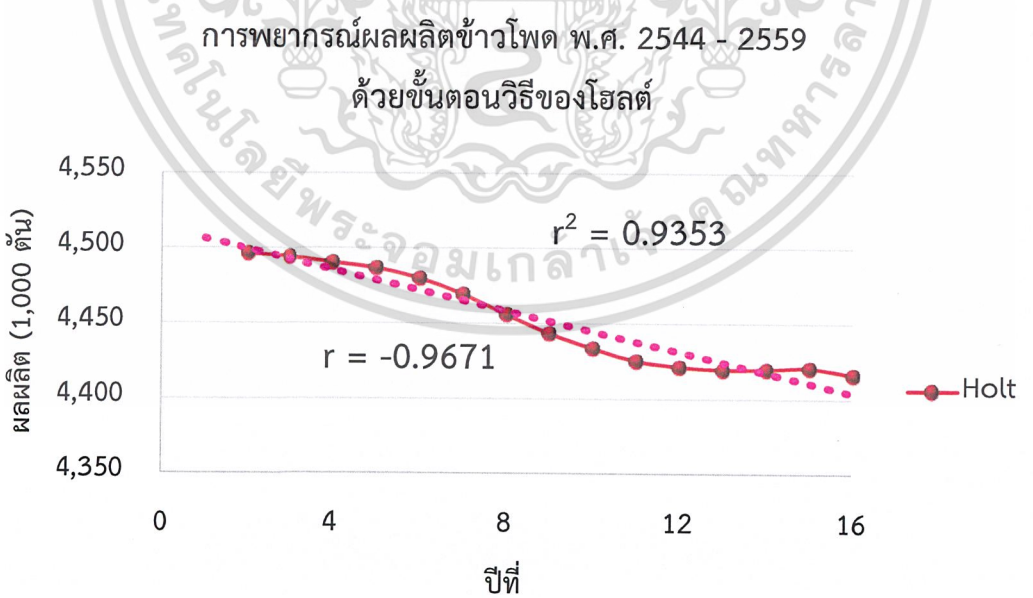
จากค่า r เท่ากับ 0.2777 อธิบายได้ว่าเวลาและผลผลิตข้าวโพดมีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันและมีขนาดของความสัมพันธ์ต่ำ จะทดสอบว่าเวลาและผลผลิตข้าวมีสหสัมพันธ์กันโดยคำนวณจากค่า t จากสูตร

$$t = \frac{r\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}} = \frac{0.2777\sqrt{16-2}}{\sqrt{1-0.0771}} = \frac{1.0391}{0.9607} = 1.0816$$

เนื่องจาก $t_{0.025,\ 14} = 2.145$ จะได้ว่า $t < t_{0.025,\ 14}$ จึงสรุปได้ว่า ไม่มีสหสัมพันธ์ระหว่างเวลาและผลผลิตข้าวโพดที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

### 4.2.2 การพยากรณ์ผลผลิตข้าวโพด

ในปัญหาพิเศษนี้ใช้ขั้นตอนวิธีของโฮลต์แบบ 2 พารามิเตอร์ คือ $\alpha$, $\beta$ ซึ่งกำหนดเป็น 0.0049 และ 1 ตามลำดับ ได้ผลดังรูปที่ 4.5




**รูปที่ 4.5** กราฟการพยากรณ์ผลผลิตข้าวโพดตั้งแต่ พ.ศ. 2544 – 2559

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในการพยากรณ์ผลผลิตข้าวโพด คือ

$$\hat{M}(16+m) = -6.8601m + 4,513.6672,\ 1 \le m \le 10$$

สามารถไปพยากรณ์ผลผลิตข้าวโพดใน พ.ศ. 2560 – 2569 ได้ดังนี้

**4.2.3 การประมาณค่าของการพยากรณ์ผลผลิตข้าวโพด**

Sum Square Error = 149,692.496

$$\text{Mean Square Error} = \frac{SSE}{n-2} = \frac{149,692.496}{16-2} = 10,692.321$$

ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการประมาณค่า

$$= \sqrt{MSE} = \sqrt{10,692.321} = 103.4037$$

พยากรณ์ผลผลิตข้าวโพดในปี พ.ศ. 2560

$$\hat{M}(17) = 4,513.667 - 6.8601(17 - 16) = 4,506.91$$

$$S_f = 103.4037\sqrt{1+\frac{1}{16}+\frac{(2560-2551.5)^2}{104,162,776}} = 106.22$$

$$\hat{M}(17) = 4,506.91 \pm 106.22 = (4,400.69,\ 4,613.12)$$

พยากรณ์ผลผลิตข้าวโพดในปี พ.ศ. 2561

$$\hat{M}(18) = 4,513.667 - 6.8601(18 - 16) = 4,500.05$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$S_f = 103.4037\sqrt{1+\frac{1}{16}+\frac{(2561 - 2551.5)^2}{104{,}162{,}776}} = 106.22$$

$$\hat{M}(18) = 4{,}500.05 \pm 106.22 = (4{,}393.83,\ 4{,}606.26)$$

พยากรณ์ผลผลิตข้าวโพดในปี พ.ศ. 2562

$$\hat{M}(19) = 4{,}513.667 - 6.8601(19 - 16) = 4{,}493.19$$

$$S_f = 103.4037\sqrt{1+\frac{1}{16}+\frac{(2562 - 2551.5)^2}{104{,}162{,}776}} = 106.22$$

$$\hat{M}(19) = 4{,}493.19 \pm 106.22 = (4{,}386.97,\ 4{,}599.40)$$

พยากรณ์ผลผลิตข้าวโพดในปี พ.ศ. 2563

$$\hat{M}(20) = 4{,}513.667 - 6.8601(20 - 16) = 4{,}486.33$$

$$S_f = 103.0437\sqrt{1+\frac{1}{16}+\frac{(2563 - 2551.5)^2}{104{,}162{,}776}} = 106.22$$

$$\hat{M}(20) = 4{,}486.33 \pm 106.22 = (4{,}380.11,\ 4{,}592.54)$$

พยากรณ์ผลผลิตข้าวโพดในปี พ.ศ. 2564

$$\hat{M}(21) = 4{,}513.667 - 6.8601(21 - 16) = 4{,}479.47$$

$$S_f = 103.0437\sqrt{1+\frac{1}{16}+\frac{(2564 - 2551.5)^2}{104{,}162{,}776}} = 106.22$$

$$\hat{M}(21) = 4{,}479.47 \pm 106.22 = (4{,}373.25,\ 4{,}585.68)$$

พยากรณ์ผลผลิตข้าวโพดในปี พ.ศ. 2565

$$\hat{M}(22) = 4{,}513.667 - 6.8601(22 - 16) = 4{,}472.61$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$S_f = 103.0437\sqrt{1 + \frac{1}{16} + \frac{(2565 - 2551.5)^2}{104{,}162{,}776}} = 106.22$$

$$\hat{M}(22) = 4{,}472.61 \pm 106.22 = (4{,}366.39,\ 4{,}578.82)$$

พยากรณ์ผลผลิตข้าวโพดในปี พ.ศ. 2566

$$\hat{M}(23) = 4{,}513.667 - 6.8601(23 - 16) = 4{,}465.75$$

$$S_f = 103.0437\sqrt{1 + \frac{1}{16} + \frac{(2566 - 2551.5)^2}{104{,}162{,}776}} = 106.22$$

$$\hat{M}(23) = 4{,}465.75 \pm 106.22 = (4{,}359{,}53,\ 4{,}571.96)$$

พยากรณ์ผลผลิตข้าวโพดในปี พ.ศ. 2567

$$\hat{M}(24) = 4{,}513.667 - 6.8601(24 - 16) = 4{,}458.88$$

$$S_f = 103.0437\sqrt{1 + \frac{1}{16} + \frac{(2567 - 2551.5)^2}{104{,}162{,}776}} = 106.22$$

$$\hat{M}(24) = 4{,}458.88 \pm 106.22 = (4{,}352.67,\ 4{,}565.10)$$

พยากรณ์ผลผลิตข้าวโพดในปี พ.ศ. 2568

$$\hat{M}(25) = 4{,}513.667 - 6.8601(25 - 16) = 4{,}452.02$$

$$S_f = 103.0437\sqrt{1 + \frac{1}{16} + \frac{(2568 - 2551.5)^2}{104{,}162{,}776}} = 106.22$$

$$\hat{M}(25) = 4{,}452.02 \pm 106.22 = (4{,}345.81,\ 4{,}558.24)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

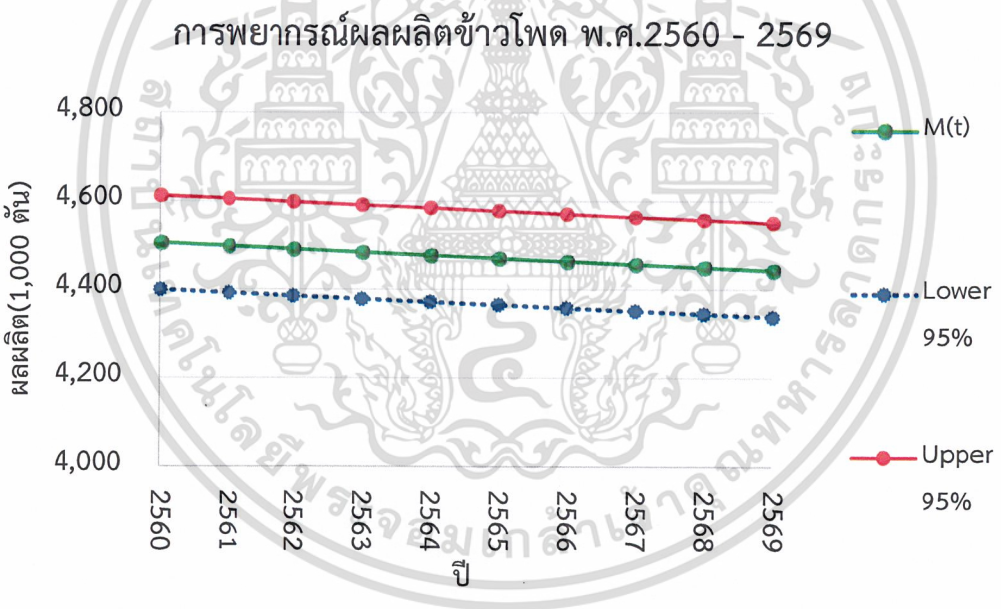
พยากรณ์ผลผลิตข้าวโพด ในปี พ.ศ. 2569

$$\hat{M}(26) = 4{,}513.667 - 6.8601(26 - 16) = 4{,}445.16$$

$$S_f = 103.0437\sqrt{1 + \frac{1}{16} + \frac{(2569 - 2551.5)^2}{104{,}162{,}776}} = 106.22$$

$$\hat{M}(26) = 4{,}445.16 \pm 106.22 = (4{,}338.95,\ 4{,}551.38)$$

จากการคำนวณข้างต้นสามารถเขียนกราฟได้ดังรูปที่ 4.6



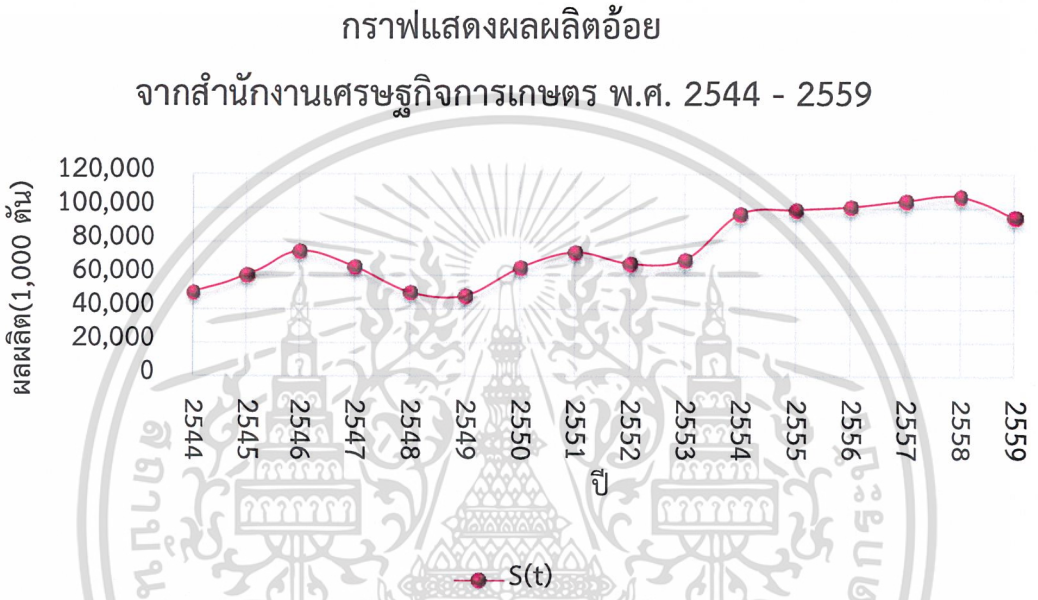

**รูปที่ 4.6** กราฟผลผลิตข้าวโพด พ.ศ. 2560 - 2569

จากกราฟจะพบว่าผลผลิตข้าวโพดใน พ.ศ. 2560 – 2569 มีพิสัยอยู่ในช่วง [4,400, 4,552] (1,000 ตัน) และแนวโน้มของผลผลิตข้าวโพดจะลดลงเล็กน้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 4.3 การวิเคราะห์อนุกรมเวลาของผลผลิตอ้อย

จากตารางข้อมูลผลผลิตอ้อยจากสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร พ.ศ. 2544 – 2559 จะได้กราฟดังรูปที่ 4.7




**รูปที่ 4.7** กราฟผลผลิตอ้อยจากสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร พ.ศ. 2544 – 2559

### 4.3.1 การทดสอบสมมติฐาน

จะทดสอบว่าผลผลิตของอ้อยและเวลามีสหสัมพันธ์กันหรือไม่ โดยกำหนดให้

$H_0: \rho = 0$

และ $H_1: \rho \neq 0$

ขอบเขตการตัดสินใจ จะปฏิเสธเมื่อ $t_{\text{คำนวณ}} < -t_{\frac{\alpha}{2}, n-2}$ หรือ $t_{\text{คำนวณ}} > t_{\frac{\alpha}{2}, n-2}$

ค่าสถิติทดสอบ

$r = \sqrt{0.7231} = 0.8504$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

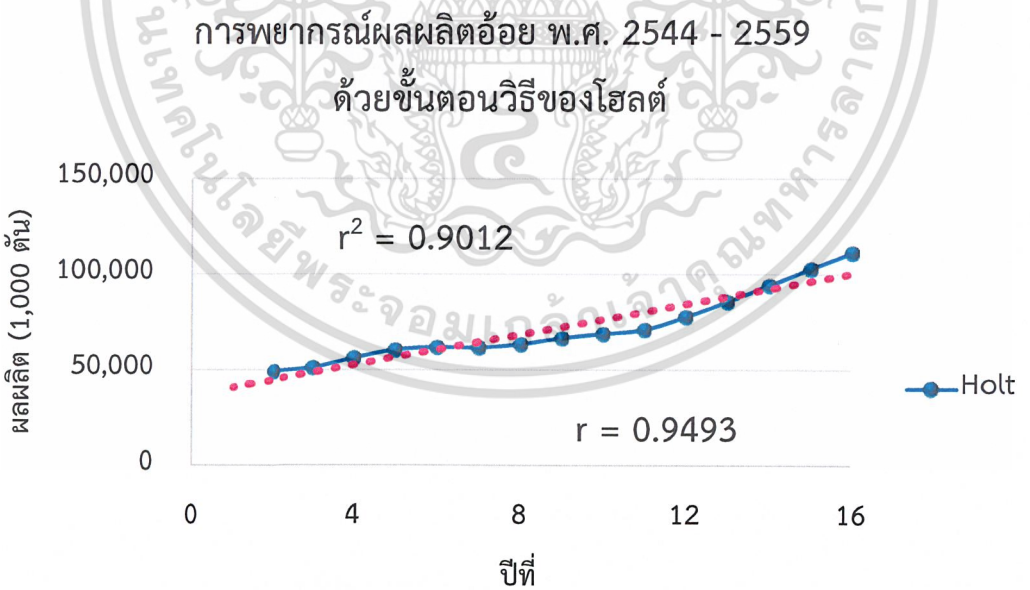
จากค่า r เท่ากับ 0.8504 อธิบายได้ว่าเวลาและผลผลิตอ้อยมีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันและมีขนาดของความสัมพันธ์สูง จะทดสอบว่าเวลาและผลผลิตอ้อยมีสหสัมพันธ์กันโดยคำนวณจากค่า t จากสูตร

$$t = \frac{r\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}} = \frac{0.8504\sqrt{16-2}}{\sqrt{1-0.7231}} = \frac{3.1819}{0.5262} = 6.0468$$

เนื่องจาก $t_{0.025,\ 14} = 2.145$ จะได้ว่า $t \geq t_{0.025,\ 14}$ จึงสรุปได้ว่า มีสหสัมพันธ์ระหว่างเวลาและผลผลิตอ้อยที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

### 4.3.2 การพยากรณ์ผลผลิตอ้อย

ในปัญหาพิเศษนี้ใช้ขั้นตอนวิธีของโฮลต์แบบ 2 พารามิเตอร์ คือ $\alpha$, $\beta$ ซึ่งกำหนดเป็น 0.1 และ 0.83 ตามลำดับ ได้ผลดังรูปที่ 4.8




**รูปที่ 4.8** กราฟการพยากรณ์ผลผลิตอ้อย พ.ศ. 2544 – 2559

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในการพยากรณ์ผลผลิตอ้อย คือ

$$\hat{S}(16+m) = 3,972.6761m + 36,841.6916,\ 1 \le m \le 10$$

สามารถไปพยากรณ์ผลผลิตข้าวใน พ.ศ. 2560 – 2569 ได้ดังนี้

**4.3.3 การประมาณค่าของการพยากรณ์ผลผลิตอ้อย**

Sum Square Error = 6,350,895,851.75

$$\text{Mean Square Error} = \frac{SSE}{n-2} = \frac{6,350,895,851.75}{16-2} = 453,635,418$$

ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการประมาณค่า

$$= \sqrt{MSE} = \sqrt{453,635,418} = 21,298.7187$$

พยากรณ์ผลผลิตอ้อยในปี พ.ศ. 2560

$$\hat{S}(17) = 3,972.6761(17-16) + 36,841.6916 = 40,814.37$$

$$S_f = 21,298.7187\sqrt{1+\frac{1}{16}+\frac{(2560-2551.5)^2}{104,162,776}} = 21,954.22$$

$$\hat{S}(17) = 40,814.37 \pm 21,954.22 = (18,860.14,\ 62,768.59)$$

พยากรณ์ผลผลิตอ้อยในปี พ.ศ. 2561

$$\hat{S}(18) = 3,972.6761(18-16) + 36,841.6916 = 44,787.04$$

$$S_f = 21,298.7187\sqrt{1+\frac{1}{16}+\frac{(2561-2551.5)^2}{104,162,776}} = 21,954.23$$

$$\hat{S}(18) = 44,787.04 \pm 21,954.23 = (22,832.82,\ 66,741.27)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พยากรณ์ผลผลิตอ้อยในปี พ.ศ. 2562

$$\hat{S}(19) = 3{,}972.6761(19 - 16) + 36{,}841.6916 = 48{,}759.72$$

$$S_f = 21{,}298.7187\sqrt{1+\frac{1}{16}+\frac{(2562 - 2551.5)^2}{104{,}162{,}776}} = 21{,}954.23$$

$$\hat{S}(19) = 48{,}759.72 \pm 21{,}954.23 = (26{,}805.49,\ 70{,}713.95)$$

พยากรณ์ผลผลิตอ้อยในปี พ.ศ. 2563

$$\hat{S}(20) = 3{,}972.6761(20 - 16) + 36{,}841.6916 = 52{,}732.40$$

$$S_f = 21{,}298.7187\sqrt{1+\frac{1}{16}+\frac{(2563 - 2551.5)^2}{104{,}162{,}776}} = 21{,}954.23$$

$$\hat{S}(20) = 52{,}732.40 \pm 21{,}954.23 = (30{,}778.17,\ 74{,}686.63)$$

พยากรณ์ผลผลิตอ้อยในปี พ.ศ. 2564

$$\hat{S}(21) = 3{,}972.6761(21 - 16) + 36{,}841.6916 = 56{,}705.07$$

$$S_f = 21{,}298.7187\sqrt{1+\frac{1}{16}+\frac{(2564 - 2551.5)^2}{104{,}162{,}776}} = 21{,}954.23$$

$$\hat{S}(21) = 56{,}705.07 \pm 21{,}954.23 = (34{,}750.84,\ 78{,}659.30)$$

พยากรณ์ผลผลิตอ้อยในปี พ.ศ. 2565

$$\hat{S}(22) = 3{,}972.6761(22 - 16) + 36{,}841.6916 = 60{,}677.7$$

$$S_f = 21{,}298.7187\sqrt{1+\frac{1}{16}+\frac{(2565 - 2551.5)^2}{104{,}162{,}776}} = 21{,}954.23$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\hat{S}(22) = 60,677.75 \pm 21,954.23 = (38,723.51, 82,631.98)$$

พยากรณ์ผลผลิตอ้อยในปี พ.ศ. 2566

$$\hat{S}(23) = 3,972.6761(23 - 16) + 36,841.6916 = 64,650.42$$

$$S_f = 21,298.7187\sqrt{1 + \frac{1}{16} + \frac{(2566 - 2551.5)^2}{104,162,776}} = 21,954.24$$

$$\hat{S}(23) = 64,650.42 \pm 21,954.24 = (42,696.19, 86,604.66)$$

พยากรณ์ผลผลิตอ้อยในปี พ.ศ. 2567

$$\hat{S}(24) = 3,972.6761(24 - 16) + 36,841.6916 = 68,623.10$$

$$S_f = 21,298.7187\sqrt{1 + \frac{1}{16} + \frac{(2567 - 2551.5)^2}{104,162,776}} = 21,954.24$$

$$\hat{S}(24) = 68,623.10 \pm 21,954.24 = (46,668.86, 90,577.34)$$

พยากรณ์ผลผลิตอ้อยในปี พ.ศ. 2568

$$\hat{S}(25) = 3,972.6761(25 - 16) + 36,841.6916 = 72,595.78$$

$$S_f = 21,298.7187\sqrt{1 + \frac{1}{16} + \frac{(2568 - 2551.5)^2}{104,162,776}} = 21954.24$$

$$\hat{S}(25) = 72,595.78 \pm 21,954.24 = (50.641.53, 94,550.02)$$

พยากรณ์ผลผลิตอ้อยในปี พ.ศ. 2569

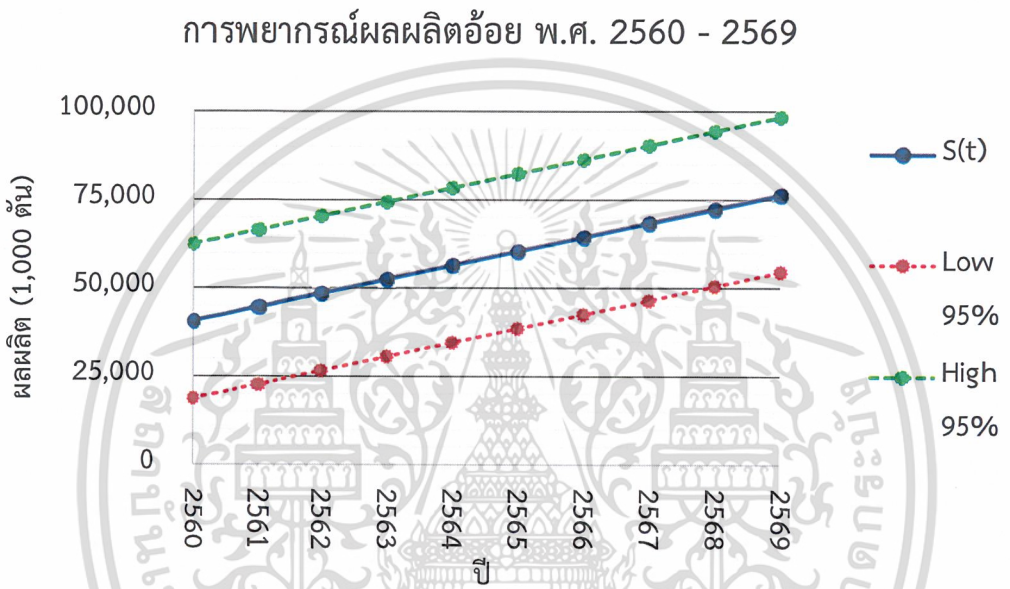
$$\hat{S}(26) = 3,972.6761(26 - 16) + 36,841.3916 = 76,568.45$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$S_f = 21,298.7187\sqrt{1 + \frac{1}{16} + \frac{(2569 - 2551.5)^2}{104,162,776}} = 21,954.25$$

$$\hat{S}(26) = 76,568.45 \pm 21,954.25 = (54.614.21, 98,522.70)$$

จากการคำนวณข้างต้นสามารถเขียนกราฟได้ดังรูปที่ 4.9




**รูปที่ 4.9** กราฟการพยากรณ์ผลผลิตอ้อย พ.ศ. 2560 – 2569

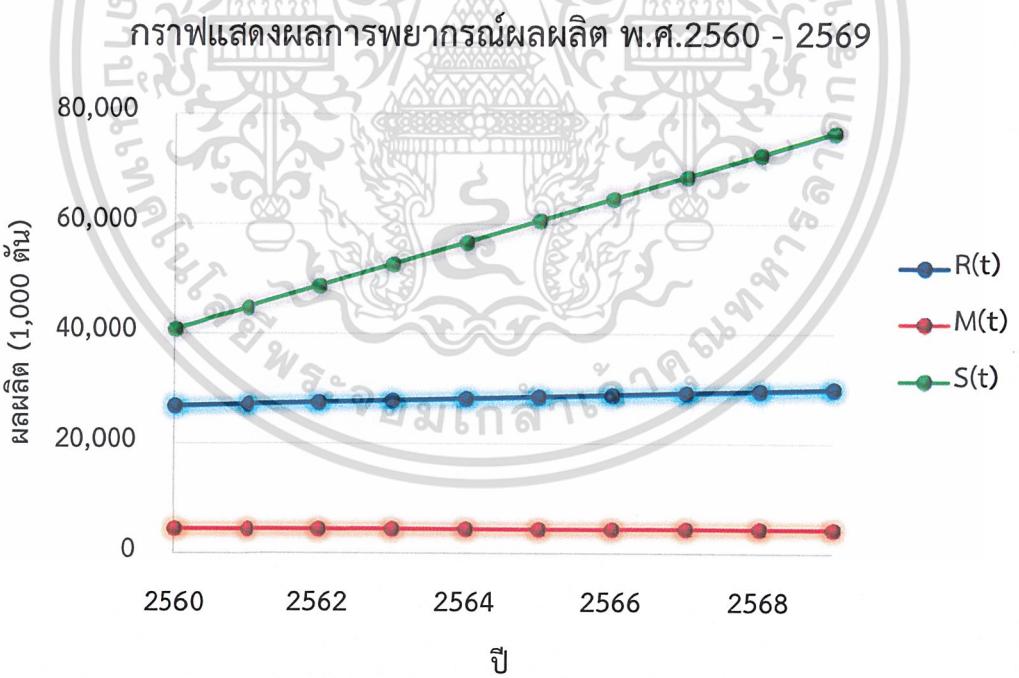
จากกราฟจะพบว่าผลผลิตอ้อยใน พ.ศ. 2560 – 2569 มีพิสัยอยู่ในช่วง [18,860, 98,523] (1,000 ตัน) และแนวโน้มของผลผลิตอ้อยจะเพิ่มสูงขึ้นเรื่อยๆ

จากการทำปัญหาพิเศษนี้จะเห็นว่า ผลการพยากรณ์ผลผลิตข้าว มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในอัตรา 340,000 ตันต่อปี ผลผลิตอ้อย มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในอัตรา 4 ล้านตันต่อปี ส่วนผลผลิตข้าวโพด มีแนวโน้มลดลงอัตรา 6,860 ตันต่อปี ดังแสดงในตารางและกราฟ ในการพยากรณ์ดังกล่าวเป็นประโยชน์ในการเพิ่มหรือลดผลผลิตให้ตรงกับความต้องการของตลาด เพื่อให้ประเทศไทยมีความก้าวหน้าด้านเศรษฐกิจและการเกษตรกรรมต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| ปี | t | m | R(t) | M(t) | S(t) |
|---|---|---|---|---|---|
| 2560 | 17 | 1 | 26,859.62 | 4,506.91 | 40,814.37 |
| 2561 | 18 | 2 | 27,199.51 | 4,500.05 | 44,787.04 |
| 2562 | 19 | 3 | 27,539.39 | 4,493.19 | 48,759.72 |
| 2563 | 20 | 4 | 27,879.27 | 4,486.33 | 52,732.40 |
| 2564 | 21 | 5 | 28,219.16 | 4,479.47 | 56,705.07 |
| 2565 | 22 | 6 | 28,559.04 | 4,472.61 | 60,677.75 |
| 2566 | 23 | 7 | 28,898.93 | 4,465.75 | 64,650.42 |
| 2567 | 24 | 8 | 29,238.81 | 4,458.88 | 68,623.10 |
| 2568 | 25 | 9 | 29,578.69 | 4,452.02 | 72,595.78 |
| 2569 | 26 | 10 | 29,918.58 | 4,445.16 | 76,568.45 |

**ตารางที่ 4.1** ตารางแสดงการพยากรณ์ผลผลิตพืชเศรษฐกิจทั้งสามชนิดใน พ.ศ.2560 – 2569




**รูปที่ 4.10** กราฟการพยากรณ์ผลผลิตพืชเศรษฐกิจทั้งสามชนิดใน พ.ศ. 2560 – 2569

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 5
# สรุปผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ

## 5.1 ผลการวิเคราะห์ผลผลิตของพืชทั้ง 3 ชนิดใน พ.ศ. 2560 – 2569

ผลผลิตของพืชเศรษฐกิจที่นำมาทำปัญหาพิเศษทั้ง 3 ชนิด พบว่า ในอีก 10 ปีข้างหน้า (พ.ศ. 2560 – 2569) ผลการพยากรณ์ผลผลิตข้าวมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในอัตรา 340,000 ตันต่อปี ผลผลิตอ้อย มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในอัตรา 3.97 ล้านตันต่อปี ส่วนผลผลิตข้าวโพดมีแนวโน้มลดลงอัตรา 6,860 ตันต่อปี แสดงผลดังรูปที่ 4.10

ผลผลิตพืชเศรษฐกิจที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น คือ อ้อย และ ข้าว ส่วนข้าวโพดมีแนวโน้มลดลง ในการพยากรณ์ดังกล่าวเป็นประโยชน์ในการเพิ่มหรือลดผลผลิตให้ตรงกับความต้องการของตลาด เพื่อให้ประเทศไทยมีความก้าวหน้าด้านเศรษฐกิจและการเกษตรกรรมต่อไป

## 5.2 ข้อเสนอแนะ

1. ปัญหาพิเศษนี้ สามารถนำไปต่อยอดในการพัฒนาแบบจำลองการพยากรณ์ หรือเขียนโปรแกรมสำหรับการพยากรณ์ได้ตามความเหมาะสม

2. ผลการพยากรณ์ที่ได้อาจนำไปใช้ในการวางแผนการเพาะปลูกเพื่อให้ผลผลิตมีค่าใกล้เคียงกับผลการพยากรณ์ และไม่ให้ผลผลิตล้นตลาด

3. การพยากรณ์ด้วยวิธีนี้ สามารถนำไปพยากรณ์ผลผลิตพืชชนิดอื่นๆ ได้ตามสมควร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**แหล่งอ้างอิง**

[1] เกษม สุขสถาน. (2523). *สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน เล่มที่ 5 เรื่องที่ 3: อ้อย* . กรุงเทพมหานคร.

[2] *ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ปลูกง่าย ตลาดต้องการมาก*. (ม.ป.ป.). เข้าถึงได้จาก เทคโนโลยีชาวบ้าน: https://www.technologychaoban.com

[3] ทรงศิริ แต้สมบัติ. (2549). *การพยากรณ์เชิงปริมาณ*. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 487 หน้า.

4] ประพาส วีระแพทย์. (2520). *สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน เล่มที่ 3 เรื่องที่ 1 : ข้าว*. กรุงเทพมหานคร.

[5] วรางคณา เรียนสุทธิ์. (2559). การพยากรณ์ราคาน้ำยางสด. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, 213-224.

[6] สุทัศน์ ศรีวัฒนพงศ์. (2520). *สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชนเล่มที่ 3 เรื่องที่ 2: ข้าวโพด*. กรุงเทพมหานคร.

[7] อดิศัย โทวิชา. (2550). *อนุกรมเวลาและเลขดัชนี*. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา. 236 หน้า.

[8] *อนาคตข้าวไทย หลังเปิด AEC*. (ม.ป.ป.). เรียกใช้เมื่อ 30 เมษายน 2561 จาก http://www.lovefarmer.org/?p=2604: http://www.lovefarmer.org/?p=2604

[9] *อ้อย + วัคซีนพืช ผลที่ได้ น่ามหัศจรรย์มากๆ*. (ม.ป.ป.). เข้าถึงได้จาก BIG Healthy Plant: http://bighealthyplant.com

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

งานทะเบียนคณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

คำรับรองเล่มปัญหาพิเศษ

วันที่ 3 เดือน กรกฎาคม พ.ศ.2561

ข้าพเจ้า นายฐิติวัชร์ สร้อยสนถาวรกุล รหัสประจำตัว 57050043 นักศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต ภาควิชา คณิตศาสตร์ ขอรับรองว่าปัญหาพิเศษ เรื่อง

ชื่อภาษาไทย การทำนายผลผลิตพืชเศรษฐกิจประเทศไทยด้วยขั้นตอนวิธีของโฮลต์ กรณีศึกษา: ข้าว ข้าวโพด และอ้อย

ชื่อภาษาอังกฤษ FORECASTING THAILAND AGRICULTURAL ECONOMY USING HOLT'S METHOD CASE STUDY: RICE MAIZE AND SUGARCANE

ปีการศึกษา 2560

เป็นผลงานวิจัยที่มิได้คัดลอกหรือละเมิดลิขสิทธิ์ของผู้อื่นและได้ผ่านการตรวจสอบความซ้ำซ้อนเรียบร้อยแล้ว และได้แนบเอกสารการตรวจสอบการลอกเลียนงานวรรณกรรมที่ตรวจสอบจากเล่ม ปัญหาพิเศษฉบับสมบูรณ์แล้ว

โปรแกรมอักขราวิสุทธิ์ 12.03 %

ลงชื่อ.....

(นายฐิติวัชร์ สร้อยสนถาวรกุล)

นักศึกษา

ข้าพเจ้า อ.ศิริกุล ศิริธีรากุล อาจารย์ที่ปรึกษา ปัญหาพิเศษ ได้ตรวจสอบปัญหาพิเศษของนักศึกษาข้างต้น แล้ว ขอรับรองว่าเป็นผลงานวิจัยของนักศึกษาจริงและมีเนื้อหาสมบูรณ์ จึงลงชื่อไว้เป็นหลักฐาน

ลงชื่อ.....

(อ.ศิริกุล ศิริธีรากุล)

อาจารย์ที่ปรึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้