จำนวนผล/พวง ที่เหมาะสมที่สุดสำหรับองุ่นไร้เมล็ดพันธุ์แบล๊คโอปอล์

นางสาวปนิดา นาจันทัด

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาสถิติศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาสถิติ ภาควิชาสถิติ
คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2555

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)
เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย
The abstract and full text of theses from the academic year 2011 in Chulalongkorn University Intellectual Repository(CUIR)
are the thesis authors' files submitted through the Graduate School.

THE OPTIMAL NUMBER OF BERRIES PER CLUSTER FOR THE BLACK OPAL SEEDLESS GRAPES

Miss Panida Najantad

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Science Program in Statistics

Department of Statistics

Faculty of Commerce and Accountancy

Chulalongkorn University

Academic Year 2012

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	จำนวนผล/พวง ที่เหมาะสมที่สุดสำหรับองุ่นไร้เมล็ดพันธุ์แบล๊คโอปอล์
โดย	นางสาวปนิดา นาจันทัด
สาขาวิชา	สถิติ
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	รองศาสตราจารย์ ดร.สุพล ดุรงค์วัฒนา

คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

……คณบดีคณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี
(รองศาสตราจารย์ ดร.พสุ เดชะรินทร์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

……ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.กัลยา วานิชย์บัญชา)

……อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(รองศาสตราจารย์ ดร.สุพล ดุรงค์วัฒนา)

……กรรมการ
(อาจารย์ ดร.นัท กุลวานิช)

……กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(อาจารย์ ดร.อรุณี กำลัง)

ปนิดา นาจันทัด : จำนวนผล/พวง ที่เหมาะสมที่สุดสำหรับองุ่นไร้เมล็ดพันธุ์แบล๊คโอปอล์. (THE OPTIMAL NUMBER OF BERRIES PER CLUSTER FOR THE BLACK OPAL SEEDLESS GRAPES) อ. ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก : รศ.ดร.สุพล ดุรงค์วัฒนา , 112 หน้า.

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาจำนวนผล/พวง ที่เหมาะสำหรับองุ่นไร้เมล็ดพันธุ์แบล๊ค โอปอล์ ที่ทำให้ได้องุ่นที่มีคุณภาพที่ดีที่สุดในเรื่องของ ขนาด น้ำหนัก สี และความหวาน โดยทำการเก็บข้อมูลจากองุ่นไร้เมล็ดพันธุ์แบล๊คโอปอล์ที่ไร่องุ่นพรมชน อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา ซึ่งเริ่มดำเนินการทดลองตั้งแต่วันที่ 20 ต.ค. 2553 – 20 มี.ค.2554 โดยใช้แผนแบบการทดลองสุ่มในบล็อคสมบูรณ์ โดยมีตัวแปรตามเป็นคุณภาพของผลองุ่น ได้แก่ ขนาด น้ำหนัก ความหวาน และสีของผลองุ่น มีจำนวนผล/พวง เป็นปัจจัยทดลองทั้งหมด 4 วิธีทดลอง ได้แก่ การปลิดผลองุ่นทิ้งโดยให้เหลือจำนวนผลไว้ 60, 70, 80 และ 90 ผล/พวง ตามลำดับ และมีลักษณะพื้นที่เพาะปลูกเป็นปัจจัยแบ่งบล็อค ซึ่งแบ่งเป็น แปลงที่ราบ และแปลงที่ดอน แ ล้วใช้เทคนิคการวิเคราะห์ความแปรปรวนหาความสัมพันธ์ของจำนวนผล/พวง และปัจจัยที่เกี่ยวข้องต่อขนาด น้ำหนัก และความหวานขององุ่น ใช้เทคนิคการวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุเพื่อพยากรณ์จำนวนผลที่เหมาะสมที่สุดต่อคุณภาพในด้านดังกล่าว ใช้เทคนิคการวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติกแบบเรียงลำดับหาความสัมพันธ์ของจำนวนผล/พวง และปัจจัยที่เกี่ยวข้องต่อสี รวมถึงจำนวนผลที่เหมาะสมที่สุดต่อสีของผลองุ่น และจากการทดลองดังกล่าวพบว่า จำนวนผล/พวง ลักษณะพื้นที่เพาะปลูก และอิทธิพลร่วมระหว่างจำนวนผล/พวงและลักษณะพื้นที่เพาะปลูก มีความสัมพันธ์ต่อขนาด น้ำหนัก ความหวาน และสีของผลองุ่นอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยพบว่าในแปลงที่ราบ องุ่นจะให้ขนาด น้ำหนักและสี มากกว่าแปลงที่ดอน แต่พบว่าทั้ง 2 แปลงให้ความหวานไม่แตกต่างกัน และพบว่าจำนวนผลที่เหมาะสมที่สุดสำหรับองุ่นไร้เมล็ดพันธุ์แบล๊คโอปอล์ที่ทำให้ได้องุ่นที่มีคุณภาพดีมากที่สุด คือ 60 ผล/พวง และสามารถพยากรณ์ได้ว่า ขนาด น้ำหนัก สี และความหวานขององุ่นจะแปรผกผันกับจำนวนผล/พวง

ภาควิชาสถิติ สถิติ ลายมือชื่อนิสิต.....

สาขาวิชา สถิติ ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก.....

ปีการศึกษา 2555

5281843626 : MAJOR STATISTICS

KEYWORDS : SEEDLESS GRAPES/BLACK OPAL/QUALITY OF GRAPE/NUMBER OF BERRIES PER CLUSTER

PANIDA NACHANTAD : THE OPTIMAL NUMBER OF BERRIES PER CLUSTER FOR THE BLACK OPAL SEEDLESS GRAPES. ADVISOR: ASSOC. PROF. SUPOL DURONGWATANA , Ph.D. ,110 pp.

The purpose of this study is to investigate the number of Black Opal seedless grapes per cluster which contained the optimal size, weight, color, and sweetness. The experiment was conducted for this study. The information of the Black Opal seedless grapes was collected from Promchon Vineyard, Pak Chong, Nakhonratchasima. The experiment was conducted from the 20th October 2011 to 20th March 2012 and was designed by using the Randomized Complete Block Design (RCBD) which has 4 response variables base on the quality of grapes i.e. size, weight, sweetness and color. The results of this experiment came from 4 treatments as the followings; picking off the grapes until there have 60, 70, 80, and 90 grapes respectively and 2 blocking factors are the cultivation area: flatland and upland areas. Three statistical methods that have used in this research are Analysis of Variance (ANOVA), Multiple Regression and Ordered Logistic Regression. Firstly, ANOVA was used to study the relationship among size, weight and sweetness. Secondly, multiple regression analysis was used to predict size, weight and sweetness. Finally, Ordered logistic regression analysis was used to study relationship among the colors and predict the color of the new grapes. The results show that the number of grapes per cluster, the cultivation area and the interaction are able to determine the effect of the size, weight, sweetness and color of the grapes. It is also found that the flatland areas produced more grapes, size, weight and color than the upland areas however the sweetness is found conformable. Furthermore the suitable number of grapes in a cluster which will give the best quality of grapes is 60 grapes per cluster. The size, weight color (darkness) and the sweetness are inversely proportional to the number of grapes per cluster.

Department : Statistics Student's Signature .....

Field of Study : Statistics Advisor's Signature .....

Academic Year : 2012

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความกรุณาอย่างสูงของ รองศาสตราจารย์ ดร. สุพล ดุรงค์วัฒนา ที่ท่านได้รับเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ อาจารย์ ดร.อนุภาพ สมบูรณ์สวัสดี และอาจารย์ ดร.นัท กุลวานิช ที่ ได้ให้คำสอนและคำแนะนำที่ดี ตลอดจนช่วยเหลือแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ เป็นอย่างดียิ่ง จนกระทั่งวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์

และท้ายสุดนี้ ผู้ทำวิจัยใคร่ขอกราบขอบพระคุณ นายประดิษฐ์ และ นางทองกาญ นาจันทัด บิดา-มารดาของข้าพเจ้า, นางไพรัตน์ พรมชน น้าของข้าพเจ้า รวมถึงญาติพี่น้องทุกท่านที่ได้ให้การสนับสนุนด้านสถานที่ (ไร่องุ่นพรมชน) และให้ความรู้เกี่ยวกับการปลูกองุ่น ตลอดจนช่วยดูแลแปลงทดลองให้ได้ผลการวิจัยที่สมบูรณ์ที่สุด ขอบคุณนายกรกฎ วัฒนวีร์ ที่ได้สอนและให้ความรู้ในการใช้โปรแกรม R ขอขอบคุณนางสาวอารดา ไชยมูล ที่ได้เป็นแบบอย่างที่ดี และให้แง่คิดดีๆ แก่ข้าพเจ้า ขอบคุณนางละอองดาว แท่นประทุม, นางสาวกัญญ์พิชญา พรมชน, นางสาวสาวิตรี บุญพัชรนนท์ ที่คอยให้ความช่วยเหลือตลอดมา และขอบคุณเพื่อนๆ พี่ๆ ทุกคน ที่คอยให้คำแนะนำและให้กำลังใจเสมอมาจนกระทั่งสำเร็จการศึกษา

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... จ

กิตติกรรมประกาศ..... ฉ

สารบัญ..... ช

สารบัญตาราง..... ฌ

สารบัญภาพ..... ฎ

บทที่ 1 บทนำ..... 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา..... 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา..... 2

1.3 ขอบเขตของการศึกษา..... 3

1.4 คำจำกัดความที่ใช้ในการศึกษา..... 3

1.5 วัสดุ-อุปกรณ์..... 6

1.6 วิธีดำเนินการศึกษา..... 6

1.7 การวิเคราะห์ข้อมูล..... 7

1.8 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... 9

บทที่ 2 เอกสารงานวิจัย และทฤษฎีทางสถิติที่เกี่ยวข้อง เกี่ยวข้อง 10

2.1 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 10

2.2 ทฤษฎีทางสถิติที่เกี่ยวข้องเกี่ยวข้อง..... 22

หน้า

บทที่ 3 วิธีดำเนินการศึกษา 38
3.1 ขอบเขตการศึกษา..... 38
3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง..... 38
3.3 วิธีดำเนินการศึกษา.....
3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล..... 39
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล..... 49
4.1 ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพขององุ่น..... 49
4.2 ตรวจสอบข้อกำหนดเบื้องต้นของการวิเคราะห์ความแปรปรวน..... 58
4.3 ตรวจสอบข้อกำหนดเบื้องต้นของการวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุ..... 60
4.4 การแปลงข้อมูลด้วยวิธี Box-Cox..... 62
4.5 ศึกษาความสัมพันธ์ของจำนวนผล/พวง และปัจจัยที่เกี่ยวข้องต่อคุณภาพของ
องุ่น และหาสมการพยากรณ์จำนวนผลที่เหมาะสมที่สุดต่อคุณภาพขององุ่น
กรณีที่ 1 : เมื่อคุณภาพขององุ่น คือ ขนาด, น้ำหนัก และความหวาน..... 66
4.5.1 ขนาด..... 66
4.5.2 น้ำหนัก..... 73
4.5.3 ความหวาน..... 79
กรณีที่ 2 : เมื่อคุณภาพขององุ่น คือ สี..... 86
บทที่ 5 สรุปผลการศึกษา อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 96
5.1 สรุปผลการศึกษา..... 96
5.2 อภิปรายผลการศึกษา..... 98
5.3 ข้อเสนอแนะ..... 99
รายการอ้างอิง..... 100
บรรณานุกรม..... 102
ภาคผนวก..... 104
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์..... 112

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1. แสดงชนิดของโรคและศรัตรูของอุ่น จำแนกตามระยะการเจริญเติบโตของต้นอุ่น..... 19
2. แสดงจำนวนต้นอุ่นในแต่ละทรีทเมนท์..... 37
3. แสดงรายการพ่นปุ๋ย ยา/สารเคมี ของไร่อุ่นพรมชน..... 51
4. แสดงการทดสอบการสุ่มตัวอย่างของขนาด น้ำหนัก และความหวานของผลอุ่นโดยใช้การทดสอบ Runs..... 58
5. แสดงการทดสอบความแปรปรวนของขนาด น้ำหนัก และความหวานของผลอุ่นในแต่ละทรีทเมนท์ และแต่ละบล็อค โดยใช้การทดสอบ Bartlett 59
6. แสดงการทดสอบการแจกแจงของขนาด น้ำหนัก และความหวานของผลอุ่นโดยใช้การทดสอบ Shapiro-Wilk 59
7. แสดงการทดสอบการแจกแจงค่าคลาดเคลื่อนของขนาด น้ำหนักและความหวานของผลอุ่น โดยใช้การทดสอบ Shapiro-Wilk 60
8. แสดงการทดสอบค่าเฉลี่ยของค่าคลาดเคลื่อน..... 60
9. แสดงการทดสอบความเป็นอิสระของค่าคลาดเคลื่อนแต่ละตัวเมื่อตัวแปรตามเป็นขนาด น้ำหนัก และความหวานของผลอุ่น โดยใช้การทดสอบ Runs..... 62
10. แสดงการทดสอบการแจกแจงของขนาด น้ำหนัก และความหวานของผลอุ่นโดยใช้การทดสอบ Shapiro-Wilk 64
11. ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน เมื่อมีตัวแปรตาม คือ ขนาดของผลอุ่นและมีตัวแปรอิสระคือ จำนวนผลอุ่น/พวง ลักษณะพื้นที่เพาะปลูก และอิทธิพลร่วมระหว่างจำนวนผลอุ่นต่อพวง และลักษณะพื้นที่เพาะปลูก เมื่อแยกแหล่งความผันแปร..... 66
12. ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน เมื่อมีตัวแปรตาม คือ ขนาดของผลอุ่น และมีตัวแปรอิสระ คือ จำนวนผลอุ่น/พวง ลักษณะพื้นที่เพาะปลูก และผลกระทบร่วมระหว่างจำนวนผลอุ่น/พวง และลักษณะพื้นที่เพาะปลูก เมื่อรวมแหล่งความผันแปร..... 67
13. แสดงขนาดเฉลี่ยของผลอุ่นในแต่ละทรีทเมนท์..... 67
14. แสดงการวิเคราะห์ความแตกต่างของขนาดเฉลี่ยโดยใช้การทดสอบ Bonferroni..... 69

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

15. เมตริกซ์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร..... 70

16. แสดงการเพิ่มสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ (R) และสัมประสิทธิ์การพยากรณ์ (R^2) โดยใช้วิธีวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุแบบขั้นบันได..... 70

17. แสดงค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยเชิงพหุ เมื่อตัวแปรตามเป็นขนาดของผลองุ่น..... 71

18. แสดงขนาดของผลองุ่น ที่ได้จากการพยากรณ์..... 72

19. ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน เมื่อมีตัวแปรตาม คือ น้ำหนักของผลองุ่น และมีตัวแปรอิสระ คือ จำนวนผลองุ่น/พวง ลักษณะพื้นที่เพาะปลูก และผลกระทบร่วมระหว่างจำนวนผลองุ่น/พวง และลักษณะพื้นที่เพาะปลูก เมื่อแยกแหล่งความผันแปร..... 73

20. ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน เมื่อมีตัวแปรตาม คือ น้ำหนักของผลองุ่น และมีตัวแปรอิสระ คือ จำนวนผลองุ่น/พวง ลักษณะพื้นที่เพาะปลูก และผลกระทบร่วมระหว่างจำนวนผลองุ่น/พวง และลักษณะพื้นที่เพาะปลูก เมื่อรวมแหล่งความผันแปร..... 74

21. แสดงน้ำหนักเฉลี่ยของผลองุ่นในแต่ละทรีทเมนท์..... 74

22. แสดงการวิเคราะห์ความแตกต่างของน้ำหนักเฉลี่ยโดยใช้การทดสอบ Bonferroni..... 76

23. แสดงการเพิ่มสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ (R) และสัมประสิทธิ์การพยากรณ์ (R^2) โดยใช้วิธีวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุแบบขั้นบันได เมื่อตัวแปรตามเป็นน้ำหนักของผลองุ่น.. 77

24. แสดงค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยเชิงพหุ เมื่อตัวแปรตามเป็นน้ำหนักของผลองุ่น..... 77

25. แสดงน้ำหนักของผลองุ่น ที่ได้จากการพยากรณ์..... 78

26. ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน เมื่อมีตัวแปรตาม คือ ความหวานของผลองุ่น และมีตัวแปรอิสระ คือ จำนวนผลองุ่น/พวง ลักษณะพื้นที่เพาะปลูก และผลกระทบร่วมระหว่างจำนวนผลองุ่น/พวง และลักษณะพื้นที่เพาะปลูก เมื่อแยกแหล่งความผันแปร..... 80

27. ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน เมื่อมีตัวแปรตาม คือ ความหวานของผลองุ่น และมีตัวแปรอิสระ คือ จำนวนผลองุ่น/พวง ลักษณะพื้นที่เพาะปลูก และผลกระทบร่วมระหว่างจำนวนผลองุ่น/พวง และลักษณะพื้นที่เพาะปลูก เมื่อรวมแหล่งความผันแปร..... 80

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

28. แสดงความหวาน ของแต่ละทรีทเมนท์ในแต่ละแปลง..... 81

29. แสดงการวิเคราะห์ความแตกต่างของความหวานเฉลี่ยโดยใช้การทดสอบ Bonferroni... 83

30. แสดงการเพิ่มสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ (R) และสัมประสิทธิ์การพยากรณ์ (R^2) โดยใช้วิธีวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุแบบขั้นบันได เมื่อตัวแปรตามเป็นความหวานของผลองุ่น..... 84

31. แสดงค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยเชิงพหุ เมื่อตัวแปรตามเป็นความหวานของผลองุ่น..... 84

32. แสดงความหวานของผลองุ่น ที่ได้จากการพยากรณ์..... 85

33. แสดงสีของผลองุ่นในแปลงที่ราบ..... 87

34. แสดงสีของผลองุ่นในแปลงที่ดอน..... 88

35.แสดงการทดสอบสัมประสิทธิ์การถดถอยในตัวแบบของแต่ละกลุ่ม..... 89

36. แสดงจำนวนและเปอร์เซ็นต์ของสีของผลองุ่น..... 90

37. แสดงการทดสอบความเหมาะสมของโมเดล..... 90

38. แสดงการทดสอบความมีนัยสำคัญของตัวแปรอิสระแต่ละตัว..... 91

39. แสดงการทดสอบความเหมาะสมของตัวแบบ เมื่อนำจำนวนผล/พวง ลักษณะพื้นที่เพาะปลูก และปัจจัยร่วมระหว่างจำนวนผล/พวงและลักษณะพื้นที่เพาะปลูก เข้าสมการ..... 92

40. แสดงร้อยละของการพยากรณ์สีผลองุ่น..... 92

41. แสดงร้อยละของการพยากรณ์สีผลองุ่นในแปลงที่ราบ..... 94

42. แสดงร้อยละของการพยากรณ์สีผลองุ่นในแปลงที่ดอน..... 94

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

1. อุปกรณ์สำหรับวัดค่า pH ของดิน และน้ำ..... 49
2. การเตรียมดินเพื่อตรวจวัดค่า pH..... 49
3. แสดงสีตามค่า pH ของดินจากทั้ง 2 แปลง..... 50
4. แสดงสีตามค่า pH ของน้ำที่ใช้รดองุ่น..... 50
5. แสดงค่าเฉลี่ยของข้อมูลทางสิ่งแวดล้อมในแต่ละแปลง..... 52
6. แสดงปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่อวัน ตั้งแต่ 20 ต.ค.2553 - 20 มี.ค.2554..... 53
7. แสดงปริมาณอุณหภูมิเฉลี่ยต่อวัน ตั้งแต่ 20 ต.ค.2553 - 20 มี.ค.2554..... 54
8. แสดงปริมาณความกดอากาศเฉลี่ยต่อวัน ตั้งแต่ 20 ต.ค.2553 - 20 มี.ค.2554..... 55
9. แสดงปริมาณความชื้นเฉลี่ยต่อวัน ตั้งแต่ 20 ต.ค.2553 - 20 มี.ค.2554..... 56
10. แสดงปริมาณแสงเฉลี่ยต่อวัน ตั้งแต่ 20 ต.ค.2553 - 20 มี.ค. 2554..... 57
11. แสดงการกระจายของค่าคลาดเคลื่อนต่อขนาดของผลองุ่น..... 61
12. แสดงการกระจายของค่าคลาดเคลื่อนต่อน้ำหนักของผลองุ่น..... 61
13. แสดงการกระจายของค่าคลาดเคลื่อนต่อความหวานของผลองุ่น..... 61
14. แสดงค่า log likelihood ของ λ (-3,3) เมื่อตัวแปรตามคือขนาดของผลองุ่น..... 63
15. แสดงค่า log likelihood ของ λ (-3,3) เมื่อตัวแปรตามคือน้ำหนักของผลองุ่น..... 63
16. แสดงค่า log likelihood ของ λ (-3,3) เมื่อตัวแปรตามคือความหวานของผลองุ่น..... 63
17. แสดงลักษณะการกระจายของข้อมูลตัวแปรตามและค่าคลาดเคลื่อนของตัวแปรตาม เมื่อตัวแปรตามเป็นขนาด น้ำหนัก และความหวาน..... 65
18. แสดงขนาดของผลองุ่น ในแต่ละแปลง..... 68
19. แสดงขนาดของผลองุ่น ที่ได้จากการพยากรณ์ ในแต่ละแปลง..... 71
20. แสดงน้ำหนักของผลองุ่น ในแต่ละแปลง..... 75
21. แสดงน้ำหนักของผลองุ่น ที่ได้จากการพยากรณ์ ในแต่ละแปลง..... 78
22. แสดงความหวานของผลองุ่น ในแต่ละทรีทเมนท์..... 82

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ หน้า

23. แสดงความหวานขององุ่น ที่ได้จากการพยากรณ์ ในแต่ละแปลง..... 85

24. แสดงขนาดของพวงองุ่นในแต่ละทรีทเมนท์..... 86

25. แสดงสีขององุ่น..... 86

26. กราฟแท่งแสดงสีของผลองุ่นในแปลงที่ราบ..... 88

27. กราฟแท่งแสดงสีของผลองุ่นในแปลงที่ดอน..... 89

28. แผนภูมิวงกลมแสดงสัดส่วนสีของผลองุ่น..... 93

29. แสดงสัดส่วนสีของผลองุ่นในแต่ละแปลง..... 95

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

จากการรายงานของกรมวิชาการเกษตร “องุ่น” ในประเทศไทย มีหลักฐานการนำเข้ามาปลูกเมื่อประมาณสมัยรัชกาลที่ 5 และเริ่มมีการปลูกองุ่นในสมัยรัชกาลที่ 7 ปี 2493 หลวงสมานวนกิจ ได้นำองุ่นจากแคลิฟอร์เนียและมาปลูกที่มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จนการทั่งประมาณปี พ.ศ. 2512 ศาสตรจารย์ปวิณ ปุณศรี และคณะ ได้ริเริ่มศึกษาวิจัยการปลูกองุ่นในประเทศไทยขึ้น โดยได้นำองุ่นจากยุโรปหลายสายพันธุ์มาปลูกทดสอบที่มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และเป็นจุดเริ่มแรกที่คนไทยได้รู้จักกับองุ่นที่เป็นต้นแบบการปลูกองุ่นในประเทศ 2 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์คาร์ดินัน (Cardinal) และพันธุ์ไวท์มะละกา (White Malaga) ที่เป็นที่รู้จักขององุ่นรับประทานสดพันธุ์แรกๆ ที่ปลูกในประเทศไทย ปัจจุบันได้มีการนำเอาองุ่นพันธุ์ใหม่ๆ จากต่างประเทศเข้ามาปลูกอีกมากมาย ทั้งพันธุ์ที่มีเมล็ด และไม่มีเมล็ด อีกทั้งเริ่มมีการนำองุ่นพันธุ์ที่ใช้ทำไวน์เข้ามาปลูกมากขึ้น ซึ่งปัจจุบันการปลูกองุ่นในทางการค้าได้มีการขยายพื้นที่ปลูกเพิ่ม มากขึ้น และขยายพื้นที่ปลูก ไปทั่วทุกภูมิภาคของประเทศไทย โดยองุ่นหลายพันธุ์สามารถปลูกให้ออกผลผลิตได้ดี และถือได้ว่าเป็นผลไม้ที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจชนิดหนึ่งของประเทศไทย ซึ่งมีการปลูกอย่างแพร่หลายภายในประเทศ เช่น แถบเชียงใหม่ เลย นครราชสีมา กาญจนบุรี นครปฐม และราชบุรี และสายพันธุ์ที่นิยมที่ปลูกมาก ได้แก่ Visit viniferous ซึ่งมีคุณภาพสูง ผลดก ช่อใหญ่ มีทั้งชนิดที่มีเมล็ด เช่นพันธุ์ White Malaga, Cardinal และพันธุ์ที่ไม่มีเมล็ด เช่นพันธุ์ Loose Perlette, Beauty seedless เป็นต้น และในปัจจุบันการปลูกองุ่นเพื่อเป็นการค้า มักจะปลูกในแถบที่ราบลุ่มภาคกลางเป็นส่วนใหญ่ มีพื้นที่ปลูกมากกว่า 21,900 ไร่ และพื้นที่เขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือกว่า 2,680 ไร่ รวมทั้งกำลังขยายพื้นที่ปลูกองุ่นมากขึ้นในทั่วทุกภาคของประเทศไทย แต่เกษตรกรผู้ปลูกองุ่นส่วนใหญ่ยังไม่ทราบเทคโนโลยีการปลูกองุ่นที่ทันสมัย ทำให้ประสิทธิภาพการผลิตองุ่นเพื่อการค้ายังไม่ได้ผลตอบแทนดีเท่าที่ควร ผลผลิตต่ำ และคุณภาพของผลไม่ดี พอ นักวิจัยจึงได้มีการศึกษาทดลองเกี่ยวกับเทคโนโลยีใหม่ๆ รวมถึงวิธีการปรับปรุงคุณภาพของผลองุ่น เพื่อให้ได้องุ่นที่มีคุณภาพและผลตอบแทนสูงมากขึ้น

วิธีการในการที่จะปรับปรุงคุณภาพของผลองุ่นให้ดีขึ้นนั้นอาจจะทำได้หลายวิธี คุณพิทยา สรวมศิริ (2518) ได้กล่าวไว้ว่า การปลิดผลองุ่นในช่อออกเสียบ้างก็จะเป็นวิธีการปรับปรุงคุณภาพ

ของผลองุ่นได้ โดยเหตุผลที่ว่า การปลิดผลในช่อออกเสียบ้างจะทำให้สัดส่วนของใบต่อผลเพิ่มขึ้น ผลที่เหลืออยู่ในช่อได้รับอาหารจากใบที่ส่งมาเลี้ยงมากขึ้น คุณภาพของผลจึงดีขึ้นด้วย นอกจากนี้ การปลิดผลทิ้งไปบ้างจะช่วยให้ช่อผลโปร่ง การพ่นยาป้องกันโรคและแมลงมีประสิทธิภาพดีขึ้น อีกวิธีหนึ่งได้แก่การใช้สารฮอร์โมนที่มีชื่อว่า จิบเบอเรลลิค แอซิด พ่นหรือชุบช่อองุ่น ซึ่งวิธีนี้ใช้ได้ผลในต่างประเทศ แต่ในบ้านเรายังไม่ค่อยได้รับความนิยมจากชาวสวนมากนัก เพราะการใช้สารดังกล่าวจะส่งผลให้ผลร่วงได้ง่ายถ้าใช้ในปริมาณความเข้มข้นสูงเกินไป นอกจากวิธีทั้งสองดังที่กล่าวมาแล้ว การใช้วิธีตัดปลายช่อผลออกก็จะช่วยปรับปรุงคุณภาพผลองุ่นได้เหมือนกัน เพราะช่วยให้สัดส่วนของใบต่อผลเพิ่มขึ้นเหมือนวิธีแรก วิธีนี้จึงดีกว่าในแง่ของการประหยัดแรงงาน เพราะทำได้ง่ายกว่าการปลิดผลออกทีละลูก แต่วิธีนี้มีข้อเสียคือ ทำให้ขนาดของช่อเล็กลงและน้ำหนักช่อน้อยลง อย่างไรก็ตามเป็นที่น่าคิดว่า ถ้าการตัดปลายช่อออกนี้สามารถช่วยเพิ่มคุณภาพของผลได้จริง ราคาของผลก็น่าจะสูงขึ้นด้วย จนอาจทำให้รายได้ต่อต้น หรือต่อไร่ มากว่าการขายผลองุ่นที่มีน้ำหนักมากกว่าโดยไม่มีการตัดปลายช่อแต่ราคาถูกกว่าเมื่อคิดราคาต่อหน่วยน้ำหนัก

อย่างไรก็ตาม ในบ้านเราได้มีความพยายามในการปรับปรุงคุณภาพของผลองุ่น โดยการปรับปรุงคุณภาพของผลองุ่นให้ดียิ่งขึ้นเพื่อให้ทัดเทียมกับองุ่นของต่างประเทศ โดยได้มีการทดลองใช้วิธีการต่างๆ ที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้นนั้น ผลปรากฏว่า สามารถช่วยเพิ่มคุณภาพของผลได้บ้าง แต่ยังไม่เป็นที่น่าพอใจ จึงจำเป็นต้องมีการศึกษาและทดลองเพิ่มขึ้นอีก เพื่อให้บรรลุเป้าหมายตามที่ต้องการต่อไป และในงานวิจัยฉบับนี้ได้ศึกษาความสัมพันธ์ของจำนวนผลที่มีต่อคุณภาพขององุ่นในกรณีศึกษาขององุ่นไร้เมล็ด พันธุ์แบล๊คโอปอล์ ที่ไร่องุ่นพรมชน อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา โดยศึกษาหาปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพขององุ่น และศึกษาจำนวนผลที่เหมาะสมที่สุดที่จะทำให้ได้องุ่นที่มีคุณภาพดี ทั้งนี้เพื่อเป็นการช่วยปรับปรุงพัฒนาคุณภาพของผลองุ่นและลดอัตราเสี่ยงในการลงทุนด้วย

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1.2.1 ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพขององุ่น

1.2.2 ศึกษาความสัมพันธ์ของจำนวนผลองุ่น /พวง และปัจจัยที่เกี่ยวข้อง รวมถึงศึกษาความเหมาะสมของจำนวนผลองุ่น/พวง ต่อคุณภาพขององุ่น

1.2.2.1 ศึกษาความสัมพันธ์ของจำนวนผลองุ่น/พวง และปัจจัยที่เกี่ยวข้อง รวมถึงศึกษาความเหมาะสมของจำนวนผลองุ่น/พวง ต่อขนาดขององุ่น

1.2.2.2 ศึกษาความสัมพันธ์ของจำนวนผลองุ่น/พวง และปัจจัยที่เกี่ยวข้อง รวมถึงศึกษาความเหมาะสมของจำนวนผลองุ่น/พวง ต่อน้ำหนักขององุ่น

1.2.2.3 ศึกษาความสัมพันธ์ของจำนวนผลองุ่น/พวง และปัจจัยที่เกี่ยวข้อง รวมถึงศึกษาความเหมาะสมของจำนวนผลองุ่น/พวง ต่อความหวานขององุ่น

1.2.2.4 ศึกษาความสัมพันธ์ของจำนวนผลองุ่น/พวง และปัจจัยที่เกี่ยวข้อง รวมถึงศึกษาความเหมาะสมของจำนวนผลองุ่น/พวง ต่อสีขององุ่น

1.3 ขอบเขตของการศึกษา

ขอบเขตในการวิจัยครั้งนี้ คือ การศึกษาจำนวนผลที่เหมาะสมที่สุดต่อพวงสำหรับองุ่นไร้เมล็ดพันธุ์แบล๊คโอปอล์ รวมถึงศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณภาพขององุ่น โดยทำการทดลองที่ไร่องุ่นพรมชน อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา ตั้งแต่วันที่ 20 ต.ค. 2553 – 20 มี.ค. 2554

1.4 คำจำกัดความที่ใช้ในการศึกษา

1.4.1 **องุ่นพันธุ์แบล๊คโอปอล์** (Black opal) อยู่ในสกุล VITIS อยู่ในวงศ์ VITACEAE เป็นไม้เถาเลื้อย ใบเดี่ยวรูปกลม ขอบหยัก ผลสดเป็นพวง รูปผลกลมรียาวประมาณ 1 นิ้ว ผลเป็นสีม่วงเข้มอมแดง ไม่มีเมล็ด เปลือกบาง ผลไม่มีรสฝาด ไม่แตกง่าย เนื้อแน่น รสหวาน กรอบ

1.4.2 **ประชากร** (Population) หมายถึง หน่วยทุกๆ หน่วยในเรื่องที่สนใจศึกษา หน่วยต่างๆในประชากรอาจหมายถึง บุคคล กลุ่มบุคคล อง ค์กรต่างๆ พืช สัตว์ สิ่งของ เป็นต้น และในการทดลองนี้ ประชากร คือ ต้นองุ่นพันธุ์ Black Opal ที่ไร่องุ่นพรมชน อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา

1.4.3 **ประชากรเป้าหมาย** (Target population) หมายถึง กลุ่มของสิ่งต่างๆทั้งหมดที่ผู้วิจัยสนใจ และในการทดลองนี้ ประชากรเป้าหมาย คือ ต้นองุ่นพันธุ์ Black Opal ที่ไร่องุ่นพรมชน อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา แปลงที่ 1 (ที่ราบ) และแปลงที่ 2 (ที่ดอน) ที่มีอายุประมาณ 4 ปี และขนาดพุ่มใกล้เคียงกัน โดยแปลงที่ราบมีทั้งหมด 400 ต้น และแปลงที่ดอน 450 ต้น

1.4.4 **หน่วยทดลอง** (Experimental Unit) หมายถึง หน่วยที่เล็กที่สุดของวัสดุทดลองที่ได้รับทรีทเมนท์ใด ๆ ในครั้งหนึ่งๆ และในการทดลองนี้ หน่วยทดลอง คือ ต้นองุ่นพันธุ์แบล๊คโอปอล์

1.4.5 **หน่วยตัวอย่าง** (Sampling Unit) หมายถึง หน่วยที่ผู้วิจัยใช้เป็นหลักในการสุ่ม และในการทดลองนี้ หน่วยตัวอย่าง คือ พวงองุ่น

1.4.6 **ตัวแปร** (Variables) หมายถึง สิ่งที่เปลี่ยนค่าได้เป็นหลายค่า เป็นลักษณะคุณภาพ คุณสมบัติของบุคคล สิ่งของ หรือสิ่งสนใจจะนำมาศึกษาที่สามารถนับได้ วัดได้ และแจกแจงได้หลายค่า โดยทั่วไปตัวแปรมี 3 ชนิด คือตัวแปรอิสระ ตัวแปรตาม และตัวรบกวน

1.4.6.1 ตัวแปรตาม หรือตัวแปรตอบสนอง (Response Variable) หมายถึง สิ่งที่ต้องติดตามดูผลจากการจัดสิ่งที่แตกต่างกัน ไม่มีอิสระในตัวเอง ต้องแปรเปลี่ยนไปตามเหตุการณ์หรือการทดลอง และในการทดลองนี้ตัวแปรตาม คือ ขนาดของผลองุ่น/พวง, น้ำหนักของผลองุ่น/พวง, ความหวานขององุ่น และสีขององุ่น

1.4.6.2 ตัวแปรอิสระ หรือตัวแปรอธิบาย (Explanatory Variable) หมายถึง สิ่งที่ต้องจัดให้แตกต่างกัน ไม่ขึ้นอยู่กับสิ่งใด มีความเป็นอิสระในตัวเอง และในการทดลองนี้ตัวแปรอิสระ คือ จำนวนผลองุ่น/พวง

1.4.6.3 ตัวแปรรบกวน (Nuisance Variable) เป็นตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปร อิสระ และตัวแปรตาม และในการทดลองนี้มีตัวแปรรบกวน ได้แก่ ลักษณะพื้นที่เพาะปลูก (ที่ราบ, ที่ดอน) , สภาพดิน (ค่า pH), ความกดอากาศ, อุณหภูมิ, ความชื้น, ปริมาณแสง, ปริมาณน้ำฝน, ปุ๋ยเคมี/ปุ๋ยคอก, ยา/สารเคมีต่างๆ และปริมาณน้ำ

1.4.7 **ปัจจัยทางสิ่งแวดล้อม** หมายถึง สิ่งที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติและที่มนุษย์สร้างขึ้น สิ่งที่เป็นรูปธรรมและนามธรรม หรือสิ่งที่เห็นได้ด้วยตาและไม่สามารถเห็นได้ด้วยตา สิ่งที่เป็นประโยชน์และไม่เป็นประโยชน์ (เกษม จันทร์แก้ว, 2540) จากความหมายของสิ่งแวดล้อมดังกล่าว สามารถแบ่งสิ่งแวดล้อมได้เป็น 2 ประเภท คือ สิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติ (Natural environment) และสิ่งแวดล้อมที่มนุษย์สร้างขึ้น (Man-Mode Environment) และในการทดลองนี้ จะขอกล่าวถึงเพียงสิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติ ที่ประกอบด้วย ปริมาณน้ำฝน ความกดอากาศ ความชื้น และอุณหภูมิ เป็นต้น

1.4.8 **สิ่งทดลองหรือปัจจัยทดลอง** (Treatment) หมายถึง ลักษณะประจำของหน่วยทดลอง หรือวิธีการต่างๆที่กระทำต่อหน่วยทดลอง เพื่อวัดผลหรือเปรียบเทียบ ในการทดลองนี้ปัจจัยทดลองมีทั้งหมด 4 วิธีทดลอง คือ แต่ละวิธีที่จะเก็บผลองุ่นไว้ในแต่ละพวง โดย

วิธีทดลองที่ 1 คือ เก็บผลองุ่นไว้ 60 ผล/พวง

วิธีทดลองที่ 2 คือ เก็บผลองุ่นไว้ 70 ผล/พวง

วิธีทดลองที่ 3 คือ เก็บผลองุ่นไว้ 80 ผล/พวง

วิธีทดลองที่ 4 คือ เก็บผลองุ่นไว้ 90 ผล/พวง

1.4.9 **การควบคุมแบบเลือกกำหนด** (Selective Control) หมายถึง สิ่งที่ต้องจัดให้เหมือนกัน เป็นการควบคุมเพื่อให้แน่ใจว่าผลการทดลองเกิดจากตัวแปรต้นอย่างแท้จริงและในการทดลองนี้มีตัวแปรควบคุม ได้แก่ สภาพดิน (ค่า pH), ปุ๋ยเคมี/ปุ๋ยคอก, ยา/สารเคมีต่างๆ, วัชพืช และปริมาณน้ำที่ใช้รด

1.4.10 **การซ้ำ** (Replication) คือ การใช้ทรีทเมนท์เดิมทดลองซ้ำแก่หน่วยทดลองตั้งแต่ 2 หน่วยขึ้นไป หรือเรียกได้ว่า จำนวนครั้งของการทดลองในแต่ละทรีทเมนท์ก็คือ จำนวน ซ้ำในแต่ละทรีทเมนท์นั่นเอง โดยที่ในแต่ละทรีทเมนท์จะมีจำนวนซ้ำเท่ากันหรือไม่ก็ได้ เพื่อเพิ่มความเที่ยงตรงและแน่นอนของการทดลอง ทำให้สามารถประมาณค่าความคลาดเคลื่อนของการทดลองได้ และทำให้สรุปผลการทดลองได้กว้างขึ้น ซึ่งในการทดลองนี้จะใช้พวงองุ่นเป็นหน่วยทดลองซ้ำ

1.4.11 **ปัจจัยแบ่งบล็อก** (Blocking Factor) หมายถึง ปัจจัยที่ใช้ในการแบ่งหน่วยทดลองที่มีลักษณะคล้ายคลึงกัน หรือเหมือนกันไว้ในบล็อกเดียวกันหรือกลุ่มเดียวกัน เพื่อให้เกิดความผันแปรน้อยที่สุด แต่หน่วยทดลองที่อยู่ต่างบล็อกกันจะมีความแตกต่างกัน ในการทดลองนี้ใช้ลักษณะพื้นที่เพาะปลูกเป็นปัจจัยแบ่งบล็อก โดยทำการแบ่งบล็อกออกเป็น 2 บล็อก คือ บล็อกที่ 1 เป็นที่ราบ และบล็อกที่ 2 เป็นที่ดอน

1.4.12 **การสุ่ม** (Randomization) คือ วิธีการจัดทรีทเมนท์ให้ได้โอกาสเท่าๆกัน ด้วยวิธีการสุ่ม การสุ่มจะทำให้แต่ละทรีมเมนท์ถูกจัดลงหน่วยทดลองอย่างไม่มีความเอนเอียง และช่วยให้แน่ใจว่าการประมาณค่าความคลาดเคลื่อนในการทดลอง การประมาณค่าเฉลี่ยของทรีทเมนท์หรือการหาความแตกต่างระหว่างทรีทเมนท์เป็นไปอย่างสมเหตุสมผล

1.4.13 **ความคลาดเคลื่อนของการทดลอง (**Experimental Error**)** คือความผันแปรระหว่างหน่วยทดลองที่ได้รับทรีทเมนท์อย่างเดียวกัน ซึ่งความคลาดเคลื่อนนี้เป็นปัจจัยภายนอกหรือผลกระทบอื่นๆ ที่นอกเหนือจากผลกระทบของทรีทเมนท์ หรือสามารถแบ่งได้เป็น 2 แหล่ง ดังนี้

1.4.13.1 ความผันแปรที่มีอยู่แล้วในการทดลอง หรือความผันแปรสืบทอด หรือความผันแปรถาวร (Inherent variability): เช่น อายุของต้นองุ่น, ความแข็งแรงของต้นองุ่น ลักษณะพื้นที่เพาะปลูก ความเป็นกรด-เบสของดิน เป็นต้น

1.4.13.2 ความผันแปรที่เกิดขึ้นในขณะทำการทดลอง หรือความผันแปรภายนอกหรือความผัน แปรชั่วคราว (Extraneous variability): เป็นความผันแปรอันเนื่องมาจากความไม่สม่ำเสมอในการทดลอง เช่น ความผันแปรเนื่องจากสิ่งแวดล้อม (Environment variability) อาทิ เช่น ปริมาณน้ำฝน, ความเข้มของแสง, ความเร็วของลม เป็นต้น หรือ

ความไม่สม่ำเสมอในการปฏิบัติงาน (Lack of uniformity) เช่น การใส่ปุ๋ย, การให้น้ำและการฉีดยา เป็นต้น ซึ่งอาจจะทำไม่ทั่วถึงทั้งแปลง หรือไม่สม่ำเสมอ เป็นต้น

1.5 วัสดุ - อุปกรณ์

1.5.1 ต้นองุ่นพันธุ์แบล๊คโอปอล์ อายุประมาณ 4 ปี ทั้งหมด 160 ต้น

1.5.2 กรรไกร ใช้สำหรับปลิดผลองุ่น

1.5.3 สายรัดพลาสติก ใช้มัดกิ่งและยอด

1.5.4 ตะกร้า ใช้ใส่องุ่น

1.5.5 ตาชั่ง ใช้ชั่งน้ำหนักหลังเก็บเกี่ยว

1.5.6 เครื่องวัดความหวาน (Brix Refractometer)

1.5.7 ไม้บรรทัด ใช้วัดขนาดของผลองุ่น

1.5.8 จอบ/เสียม ใช้พรวนดิน และกำจัดวัชพืช

1.5.9 ปุ๋ย-ยา/สารเคมี

1.6 วิธีดำเนินการศึกษา

ทำการสุ่มเลือกต้นองุ่นพันธุ์ แบล๊คโอปอล์ อายุประมาณ 4 ปี ที่มีขนาดพุ่มใกล้เคียงกัน จำนวน 2 แปลง โดยแบ่งตามลักษณะพื้นที่เพาะปลูก เป็นที่ราบและที่ดอน แปลงละ 80 ต้นๆ ละ 2 พวง และจัดการทดลองโดยใช้แผนแบบการทดลองสุ่มในบล็อคสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design : RCBD) แบบมีพวงองุ่นเป็นหน่วยทดลองซ้ำ ซึ่งมีซ้ำละ 40 พวง แต่ละซ้ำใช้องุ่น 20 ต้น และกำหนดปัจจัยทดลองทั้งหมด 4 วิธีทดลอง ดังนี้ วิธีทดลองที่ 1 คือ เก็บผลองุ่นไว้ 60 ผล/พวง, วิธีทดลองที่ 2 คือ เก็บผลองุ่นไว้ 70 ผล/พวง, วิธีทดลองที่ 3 คือ เก็บผลองุ่นไว้ 80 ผล/พวง และวิธีทดลองที่ 4 คือ เก็บผลองุ่นไว้ 90 ผล/พวง

จากนั้น ทำการจับฉลากสุ่มทรีทเมนท์ให้แต่ละพวง โดยทำฉลากทั้งหมดจำนวน 160 ใบ แต่ละใบเขียนเลข 1-160 กำกับไว้ จากนั้นก็สุ่มหยิบให้แต่ละทรีทเมนท์ๆ ละ 40 ใบ แบบไม่ใส่คืน โดยก่อนทำการทดลองได้ทำการวัดค่า pH เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของสภาพดิน โดยแปลงที่ราบ มีค่า pH = 6.7 และแปลงที่ดอน มีค่า pH = 6.8 ซึ่งค่า pH ค่อนข้างใกล้เคียงกัน เป็นกลางและเหมาะกับการปลูกองุ่น ทั้งคู่ ดังนั้นจึงไม่ต้องทำการปรับสภาพดินใหม่ และเริ่มดำเนินการทดลองตั้งแต่ขั้นตอนการตัดแต่งกิ่งองุ่นเพื่อให้องุ่นแตกยอดและผลออกมาใหม่ โดยในแปลงที่ราบได้ทำการตัดแต่งกิ่งในวันที่ 20 ต.ค.2553 และแปลงที่ดอนตัดแต่งกิ่งในวันที่ 20 พ.ย.2553 และใน

ระหว่างการทดลองนั้น ก็ได้ดำเนินการปลิดผลองุ่น เพื่อให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการทดลองซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น 2 ช่วงใหญ่ๆ คือ

ปลิดผลครั้งที่ 1: ปลิดผลในขณะที่ผลยังเล็ก ของแปลงที่ราบ ในวันที่ 20 ธ.ค.2553 และแปลงที่ดอนในวันที่ 20 ม.ค.2554 (60 วัน หลังการตัดแต่งกิ่ง) โดยจะปลิดผลทิ้งและเหลือจำนวนผลในแต่ละพวงไว้ตามทรีทเมนท์ที่เราได้ทำการสุ่มไว้ในตอนแรกโดยประมาณ คือ 65, 75, 85 และ 95 ผล/พวง ทั้งนี้เพื่อเป็นการป้องกันการแตกและการร่วงของผลองุ่น

ปลิดผลครั้งที่ 2: ปลิดผลหลังจากที่องุ่นเปลี่ยนสี จากสีเขียวเป็นสีม่วง อมแดงของแปลงที่ราบ ในวันที่ 20 ม.ค.2553 และแปลงที่ดอน ในวันที่ 20 ก.พ.2554 (90 วัน หลังการตัดแต่งกิ่ง) โดยในขั้นตอนนี้ ได้ปลิดผลทิ้งและเหลือจำนวนผลในแต่ละพวงไว้ตามทรีทเมนท์ที่เราได้ทำการสุ่มไว้ในตอนแรกเป็น 60, 70, 80 และ 90 ผล/พวง และระหว่างการทดลองได้ควบคุมปริมาณน้ำที่ใช้รด ปริมาณปุ๋ย-ยา/สารเคมี และการกำจัดวัชพืช ในทั้ง 2 แปลง ให้ได้รับในปริมาณเท่าๆกัน และช่วงเวลาเดียวกัน

การเก็บเกี่ยว: แปลงที่ราบได้ทำการเก็บเกี่ยวในวันที่ 20 ก.พ. 2554 และแปลงที่ดอนได้ทำการเก็บเกี่ยวในวันที่ 20 มี.ค. 2554 โดยเก็บบันทึกข้อมูลต่างๆ ไว้ดังนี้

1. วัดระดับสีผิวของผลองุ่น ในแต่ละพวง โดยมีผู้เชี่ยวชาญร่วมพิจารณาแบ่งระดับสีขององุ่นด้วยกัน 3 ท่าน โดยบันทึกสีขององุ่นเป็น 3 ระดับ คือ สีเข้มน้อย สีเข้มปานกลาง และสีเข้มมาก

2. หาน้ำหนักเฉลี่ยจากองุ่นแต่ละพวง แล้วบันทึกเป็นน้ำหนักของผล/พวง มีหน่วยเป็นกรัม

3. ทำการปลิดผลองุ่นในแต่ละพวงมาวัดขนาดโดยใช้ไม้บรรทัด วัดผลในแนวนอน (จากขั้วผลถึงปลายผล) ซึ่งเลือกลูกที่มีขนาดใหญ่ที่สุดและเล็กที่สุดมาวัดหาค่าเฉลี่ย แล้วบันทึกเป็นขนาดของผล/พวง มีหน่วยเป็นเซนติเมตร

4. สุ่มหยิบองุ่นจากแต่ละพวงมา วัดความหวาน โดยใช้ Brix Refractometer แล้ว บันทึกเป็นความหวานของผล/พวง โดยมีหน่วยเป็นองศาบริกซ์ หรือ ร้อยละของน้ำตาล

1.7 **การวิเคราะห์ข้อมูล**

การศึกษาครั้งนี้มีเป้าหมายเพื่อศึกษาจำนวนผล/พวง ที่เหมาะสมที่สุด ที่ทำให้ได้องุ่นที่มีคุณภาพดีมากที่สุด (ผลขนาดใหญ่ที่สุด, น้ำหนักมากที่สุด, ให้ความหวานมากที่สุด และให้สีเข้มมากที่สุด) โดยได้ทำการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพขององุ่น และศึกษาความสัมพันธ์ของจำนวนผล/พวง และปัจจัยที่เกี่ยวข้องต่อคุณภาพขององุ่น โดยใช้แผนแบบสุ่มแบบบล็อคสมบูรณ์

โดยมีปัจจัยทดลองคือ จำนวนผล/พวง มีปัจจัยแบ่งบล็อคคือ ลักษณะพื้นที่เพาะปลูก และตัวแปรตามในการทดลองนี้ คือ คุณภาพขององุ่น มีรายละเอียดและ สามารถเขียนตัวแบบความสัมพันธ์ได้ดังนี้

$$Y = \mu + \tau + \beta + (\tau\beta) + \varepsilon + \delta$$

Y = คุณภาพขององุ่น

μ = ค่าเฉลี่ยรวม

τ = จำนวนผล/พวง

β = ลักษณะพื้นที่เพาะปลูก

$(\tau\beta)$ = ผลกระทบร่วมระหว่างจำนวนผล/พวง และลักษณะพื้นที่เพาะปลูก

ε = ความคลาดเคลื่อนจากการทดลอง

δ = ความคลาดเคลื่อนจากการสุ่มตัวอย่าง

โดยที่

<u>คุณภาพขององุ่น</u> = { ขนาดของผลองุ่น/พวง เป็นข้อมูลเชิงปริมาณ
น้ำหนักของผลองุ่น/พวง เป็นข้อมูลเชิงปริมาณความหวาน เป็นข้อมูลเชิงปริมาณ
สี เป็นข้อมูลเชิงคุณภาพ

สี เป็นข้อมูลเชิงคุณภาพ ซึ่งมีค่าได้ 3 ค่า คือ สี = { 1 คือ สีเข้มน้อย
2 คือ สีเข้มปานกลาง
3 คือ สีเข้มมาก

<u>ปัจจัยทดลอง (ทรีทเมนท์)</u> คือ จำนวนผล/พวง (τ)= { 60 คือ ผล/พวง
70 คือ ผล/พวง
80 คือ ผล/พวง
90 คือ ผล/พวง

<u>ปัจจัยแบ่งบล็อค</u> คือ ลักษณะพื้นที่เพาะปลูก (β) เป็นตัวแปรเชิงคุณภาพ โดยมีลักษณะดังนี้ คือ

ลักษณะพื้นที่เพาะปลูก = { 0 ที่ราบ
1 คือ ที่ดอน

โดยมีลำดับขั้นตอนในการวิเคราะห์ข้อมูลดังต่อไปนี้

1.7.1 **ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพขององุ่น** โดยเก็บรวบรวมข้อมูลจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1.7.2 **ศึกษาความสัมพันธ์ของจำนวนผล/พวง และปัจจัยที่เกี่ยวข้องต่อคุณภาพขององุ่น** โดยแยกทำการวิเคราห์ออกเป็น 2 กรณี ตามลักษณะข้อมูลของตัวแปรตาม คือ

<u>กรณีที่ 1</u>: ตัวแปรตามเป็นตัวแปรเชิงปริมาณ ได้แก่ ขนาด, น้ำหนัก และความหวาน

โดยในกรณีนี้ใช้เทคนิคการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance: ANOVA) ในการศึกษาจำนวนผล/พวง และปัจจัยที่เกี่ยวข้อง ต่อคุณภาพขององุ่น และใช้ เทคนิค การวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุ (Multiple Regression) ในการหาสมการพยากรณ์จำนวนผลที่เหมาะสมที่สุดต่อคุณภาพดังกล่าว

<u>กรณีที่ 2</u>: ตัวแปรตามเป็นตัวแปรเชิงกลุ่ม ได้แก่ สีของผลองุ่น

ในกรณีนี้ใช้เทคนิคการวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติกแบบเรียงลำดับ (Ordered Logistic Regression) ในการศึกษาจำนวนผล/พวง และปัจจัยที่เกี่ยวข้อง ต่อสีขององุ่น และหาสมการพยากรณ์จำนวนผลที่เหมาะสมที่สุดต่อสีของผลองุ่น

1.8 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.8.1 ช่วยให้ทราบถึงจำนวนผล/พวง ที่ทำให้ได้องุ่นมีคุณภาพดีที่สุดทั้งในด้านของขนาด น้ำหนัก ความหวาน และสี ในกรณีศึกษาขององุ่นไร้เมล็ดพันธุ์แบล๊คโอปอล์

1.8.2 ช่วยให้เกษตรกรย่นระยะเวลาในการเก็บเกี่ยวได้

1.8.3 ช่วยให้เกษตรกรยืดระยะเวลาในการพักต้นขององุ่นให้ได้นานขึ้น หรือเป็นการช่วยถนอมต้นพันธุ์ให้เสื่อมสภาพช้าลง

1.8.4 ช่วยลดอัตราเสี่ยงต่อการลงทุนปลูกองุ่นเพื่อการค้าที่ยั่งยืนต่อไป

บทที่ 2

เอกสาร งานวิจัยและทฤษฎีทางสถิติที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาครั้งนี้ได้มีเป้าหมายเพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อขนาดขององุ่น ศึกษาความสัมพันธ์ของจำนวนผลองุ่น/พวง และปัจจัยที่เกี่ยวข้องต่อคุณภาพขององุ่น และศึกษาจำนวนผล/พวง ที่เหมาะสมที่สุดที่ทำให้ได้องุ่นที่มีคุณภาพมากที่สุด ในด้านขนาด น้ำหนัก ความหวาน และสีขององุ่น ในกรณีศึกษาที่เป็นองุ่นไร้เมล็ดพันธุ์แบล๊คโอปอล์ ที่ไร่องุ่นพรมชน อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา ซึ่งได้ทำการทดลองและเก็บข้อมูลโดยอาศัยงานวิจัยและทฤษฎีทางสถิติที่สำคัญดังรายละเอียดต่อไปนี้

เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาครั้งนี้ได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูล ความรู้และทฤษฎีที่เกี่ยวข้องโดยมีเนื้อหาต่างๆดังรายละเอียดต่อไปนี้

คุณภาพขององุ่น

คุณภาพขององุ่นสามารถพิจารณาได้จากขนาดของผล ความหวาน ความกรอบ และสี ซึ่งองุ่นที่ปลูกในเขตอบอุ่นและเขตหนาวนั้น จะมีคุณภาพที่ดี มีผลขนาดใหญ่ รสชาติหวาน หอม กรอบ สีสม่ำเสมอ (สุรทิน ใจดี, 2553: 12) ในขณะที่องุ่นในเขตร้อนชื้นค่อนข้างจะประสบปัญหาเรื่องคุณภาพ โดยเฉพาะเรื่องขนาดของผล สี และรสชาติ ทั้งนี้เนื่องมาจากในเขตร้อ นมีอุณหภูมิและปริมาณน้ำฝนสูง แต่มีปริมาณแสงน้อย ทำให้การพัฒนาของผลหลังการเปลี่ยนสีเป็นไปได้ไม่สมบูรณ์ การเข้าสีไม่สม่ำเสมอ ในขณะที่ความหวานน้อยเกิดจากปริมาณน้ำฝนที่มาก เพราะจะมีการเจริญเติบโตทางต้นสูงทำให้ปริมาณสารอาหารสะสมในกิ่งและลำต้นน้อย ดังนั้นผลขององุ่นจึงได้รับสารอาหารน้อยตามไปด้วย และส่งผลต่อสีอย่างชัดเจน ซึ่งองุ่นในพันธุ์แบล๊คโอปอล์นั้น ในฤดูหนาวผลผลิตจะมีคุณภาพดี และมีความหวานประมาณ 18-20 องศาบริกซ์ แต่ในฤดูฝนจะมีความหวานประมาณ 14-16 องศาบริกซ์ และมีสีม่วงเข้มอมแดง (สถานีเกษตรหลวงปางดะ , 2555: ออนไลน์) และกลุ่มเกษตรสัญจร (2542) กล่าวไว้ว่า องุ่นที่แก่เต็มที่และมีคุณภาพดี จะต้องช่อใหญ่ ผลโต เต่งตึง เนื้อแน่น กรอบ เปลือกบาง มีรสหวานแหลม

ปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณภาพขององุ่น มีด้วยกันหลายปัจจัย อาทิเช่น

1. **จำนวนผล/พวง** พิทยา สรวมศิริ (2518) ได้กล่าวไว้ว่า การปลิดผลองุ่นในช่อออกเสียบ้างก็จะเป็นวิธีการปรับปรุงคุณภาพของผลองุ่นได้ โดยเหตุผลที่ว่า การปลิดผลในช่อออกนั้นจะทำให้สัดส่วนของใบต่อผลเพิ่มขึ้น ผลที่เหลืออยู่ในช่อจะได้รับสารอาหารจากใบที่ส่งมาเลี้ยงมากขึ้น คุณภาพของผลจึงดีขึ้นด้วย ซึ่งจำนวนผลต่อพวงที่เหมาะสม ประมาณ 50-80 ผล ขึ้นอยู่กับ ขนาดของช่อ (พิมพ์ใจ กัญชนะ, 2553: 40)

2. **ลักษณะของดิน** แม้ว่าองุ่นจะขึ้นได้ในพื้นที่ดินเกือบทุกชนิดก็ตาม แต่สำหรับในเมืองไทย ส่วนใหญ่จะเป็นดินร่วนปนทรายซึ่งมีอินทรีย์วัตถุสมบูรณ์ ระบายน้ำได้ดี มีความชุ่มชื้นซึ่งจะทำให้รากจะไชชอนหาอาหารได้ดี และลักษณะของดินที่เหมาะสมในการปลูกองุ่นควรจะเป็นกรดอ่อนหรือมีค่า pH ระหว่าง 5.5 -6.8 (กิตติพงศ์ตรีตรุยานนท์, 2546: 2)

3. **ความลาดเอียงของพื้นที่** หากความลาดเอียงของพื้นที่มีมากจะทำให้เกิดการพังทลายของหน้าดิน ธาตุอาหารต่างๆก็จะถูกชะล้างไป อีกประการหนึ่ง จะทำให้ระบบรากขององุ่นถูกทำลาย เนื่องจากว่าองุ่นเป็นพืชที่มีระบบรากไม่ค่อยแข็งแรง (กิตติพงศ์ ตรีตรุยานนท์ , 2546: 5)

4. **ฮอร์โมน/สารเคมี** โดยคุณ Morri and Cawthon (1982) ได้ทำการศึกษาการเพิ่มคุณภาพขององุ่นก่อนการเก็บเกี่ยวโดยใช้สาร ethephon กับองุ่นพันธุ์ Concord ในช่วงก่อนการเก็บเกี่ยวผลผลิต พบว่าสามารถเพิ่มการเข้าสีให้กับองุ่นได้ และคุณสุรทิน ใจดี (2553) ยังได้ศึกษาผลของสาร ethephon ต่อคุณภาพและการสะสมสารแอนโธไซยานินในองุ่นพันธุ์ Black queen พบว่า การใช้สารดังกล่าวที่มีความเข้มข้นสูงจะทำให้ขนาดของผลเล็กลง ความแน่นของผลน้อยลง และยังกระตุ้นการสะสมสารแอนโธไซยานินในผิวเพิ่มมากขึ้น จึงทำให้องุ่นมีสีเข้มขึ้น และเข้าสีสม่ำเสมอทั้งช่อ

5. **ธาตุไนโตรเจนและคาร์โบไฮเดรตสะสม** สารประกอบคาร์โบไฮเดรตจะช่วยในการสร้างช่อดอกขององุ่น ในขณะที่ปริมาณธาตุไนโตรเจนช่วยในการเจริญเติบโตทางกิ่งและใบ ถ้าองุ่นที่ได้รับธาตุไนโตรเจนไม่เพียงพอจะทำให้การสร้างช่อดอกลดลง โดยคุณสุรชัย เชื้อภัทรอมร (2543) ได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ไม่อยู่ในรูปโครงสร้างไนโตรเจนในกิ่งองุ่นพันธุ์ Beauty seedless พบว่า ในช่วงตัดแต่งกิ่ง ระดับคาร์โบไฮเดรตสะสมในกิ่งมีปริมาณสูง ไนโตรเจนลดลง แต่ในช่วงดอกบานและเริ่มติดผล ปริมาณคาร์โบไฮเดรตจะลดลง เนื่องจากมีการดึงอาหารที่สะสมไปใช้ในการพัฒนาดอกและผล และเมื่อคาร์โบไฮเดรตไม่เพียงพอ อาจทำให้ดอกน้อย และผลร่วงได้

6. **โรค/แมลง และศรัตรูองุ่น** การเลือกปลูกองุ่นควรจะเลือกพื้นที่ที่มีการระบาดของโรคและแมลงน้อย ถ้าหากเถาและใบ เกิดโรคก่อนการตัดแต่งกิ่ง ตาดอกอาจจะถูกทำลายและไม่สมบูรณ์ หรือมีพัฒนาการช้า ซึ่งจะเป็นการเพิ่มต้นทุนในการดูแลรักษา และนอกจากจะเป็นการสิ้นเปลืองแล้ว ผลผลิตที่ได้ยังต่ำอีกด้วย (กิตติพงศ์ ตรีตรุยานนท์, 2546)

7. **สารควบคุมการเจริญเติบโต** ปริมาณสารควบคุมการเจริญเติบโตในต้นพืชเป็นปัจจัยภายในที่มีบทบาทสำคัญต่อการออกดอกเนื่องจากปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการออกดอกเกือบทุกปัจจัยมีผลกระทบต่อปริมาณสารควบคุมการเจริญเติบโตทั้งสิ้น โดยคุณสุรทิน ใจดี (2553) ได้ทำการศึกษาผลของสารควบคุมการเจริญเติบโตต่อผลผลิตและคุณภาพขององุ่น พบว่าสาร paclobutrazol และสาร CCC สามารถเพิ่มการสะสมของคาร์โบไฮเดรตที่ได้จากการสังเคราะห์แสง และธาตุไนโตรเจน

8. **สภาพภูมิอากาศ** องุ่นเป็นผลไม้ประเภทเถาเลื้อยซึ่งชอบอากาศที่มีความชื้นสัมพัทธ์ไม่สูงมาก อากาศค่อนข้างแห้ง แต่ต้องไม่ขาดน้ำ เวลาที่เหมาะสมสำหรับการปลูกองุ่นควรจะเป็นช่วงฤดูแล้งจนถึงต้นฝน ไม่ควรปลูกในช่วงฝนชุก เพราะจะทำให้องุ่นมีการเจริญเติบโตที่ไม่ดี เกิดโรคได้ง่าย (นันทกร บุญเกิด, 2544: 52-55) โดยปัจจัยทางด้านภูมิอากาศที่ส่งผลต่อคุณภาพขององุ่นได้แก่

8.1 อุณหภูมิ : สภาพอุณภูมิที่มีบมบาทสำคัญต่อการเจริญเติบโตและการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีภายในต้นพืชหลายประการ เช่น การหายใจ การสังเคราะห์แสง การเคลื่อนย้ายและการลำเลียงคาร์โบไฮเดรตภายในต้นพืช รวมทั้งการสะสมคาร์โบไฮเดรต โดยอุณหภูมิมีผลต่อการทำงานของเอนไซม์ และคุณสมบัติทางกายภาพของสารต่างๆภายในต้นพืช ในพืชตระกูลองุ่นพบว่า อุณหภูมิที่สูงหรือต่ำเกินไปจะยับยั้งการสร้างช่อดอก แต่ในช่วงก่อนแตกตาองุ่นได้รับอุณหภูมิที่ต่ำกว่า 25°C กลับเป็นผลดีต่อการออกดอก โดยคุณ Pouget (1981) ได้ศึกษา สภาพอากาศที่ร้อนในเวลากลางวันและค่อนข้างเย็นในเวลากลางคืนบริเวณดังกล่าวเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตขององุ่นเพราะจะช่วยลดอัตราการเกิดโรค ที่มีสาเหตุมาจากเชื้อรา เช่น โรคราน้ำค้าง โรคแอนแทรคโนส เป็นต้น ซึ่งจะมีผลต่อการลดต้นทุนในการผลิตและได้องุ่นที่มีคุณภาพปลอดภัยต่อการบริโภคทั้งองุ่นรับประทานสดและองุ่นพันธุ์ทำไวน์

8.2 ปริมาณน้ำ : ปริมาณน้ำที่มากเกินไปจะทำให้ปริมาณช่อดอกลดลง ทั้งนี้เพราะ น้ำมากจะทำให้องุ่นมีการเจริญเติบโตทางลำต้นสูง จึงเกิดการบดบังแสงภายในทรงพุ่มและยังดึงเอาคาร์โบไฮเดรตที่ตามาใช้ และคุณ Williams (2001) กล่าวไว้ว่า องุ่น

พันธุ์ Thompson seedless มีอัตราการตายของตาเพิ่มมากขึ้นเมื่อมีการให้น้ำเพิ่มมากขึ้น นอกจากนั้นแล้ว การได้รับน้ำมากเกินไปยังทำให้องุ่นได้รับธาตุไนโตรเจนมากขึ้นด้วย ในขณะที่ การงดน้ำหรือการให้น้ำในปริมาณที่เหมาะสม จะทำให้องุ่นมีการสร้างช่อดอกมากขึ้น ผลองุ่นได้รับน้ำในปริมาณมากขึ้น ซึ่งส่งผลต่อคุณภาพขององุ่น และพบว่า ในช่วงที่องุ่นขาดน้ำ จะมีการสร้างฮอร์โมน ABA ขึ้นมามาก ทำให้มีการสร้างช่อดอกเพิ่มมากขึ้นด้วยแต่ถ้าองุ่นขาดน้ำอย่างกะทันหันจะทำให้การเจริญเติบโตชะงักและเฉาตายได้ ในช่วงก่อนและระหว่างองุ่นออกดอกจำเป็นต้องให้น้ำอย่างเพียงพอ เพราะการขาดน้ำในช่วงนี้อาจจะทำให้องุ่นออกดอกช้า และถ้าขาดน้ำอย่างรุนแรงอาจจะทำให้ผลผลิตต่ำ และถ้าขาดน้ำในช่วงระยะให้ผล จะทำให้ผลองุ่นมีขนาดเล็กด้วย (กลุ่มเกษตรสัญจร, 2542: 51-53)

8.3 ปริมาณแสง: เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญในการสร้างช่อดอกในองุ่น กิ่งที่อยู่บนกิ่งอื่นๆจะได้รับแสงอย่างและสามารถสร้างตาดอกได้มากกว่า กิ่งที่อยู่ใต้พุ่มใบ ทั้งนี้เป็นเพราะ กิ่งที่อยู่นอกพุ่มใบจะมีประสิทธิภาพในการสังเคราะห์แสงสูงกว่า จึงทำให้สามารถสร้างอาหารได้มากและเพียงพอสำหรับนำมาพัฒนาดอกและผล แต่อย่างไรก็ตาม คุณ Davin (2009) กล่าวไว้ว่า ปริมาณแสงและอุณหภูมิมีความสัมพันธ์กัน โดยช่วงที่แสงน้อย หรือมีเมฆมาก อุณหภูมิจะลดลงด้วยเสมอ

8.4 ความชื้นและความกดอากาศ : องุ่นเจริญเติบโตได้ดีในพื้นที่ที่อุณหภูมิค่อนข้างสูงแสงแดดจัด ความชื้น และความกดอากาศต่ำ สภาพอากาศที่ร้อน ลมแรงเกินไปต้นองุ่นจะคายน้ำทางใบมากกว่าความสามารถที่รากจะดูดน้ำได้ทันดังนั้นใบองุ่นจึงดึงน้ำจากส่วนอื่นๆของต้น เช่น ราก ลำต้น กิ่ง ผลเพื่อไปชดเชยน้ำที่คายออกไปจึงส่งผลให้ขนาดของผลเล็กลงด้วย

8.5 ลม: พื้นที่ที่จะปลูกองุ่นไม่ควรมีลมพัดแรงเกินไป เพราะอาจจะทำให้อัตราการคายน้ำทางใบมากเกิน หรืออาจจะทำให้ใบและยอดเสียหาย หรือทำให้การเติบโตชะงักได้ และหากลมแรงในช่วงที่องุ่นกำลังกำลังออกดอกออกผลก็จะทำให้ดอกและผลร่วง ผลผลิตต่ำ (กิตติพงศ์ ตรีตรุยานนท์, 2546: 4)

เทคนิคการปรับปรุงคุณภาพองุ่น (นันทกร บุญเกิด, 2544: 112-120)

องุ่นสำหรับทานสดที่มีคุณภาพดีจะต้องมีลักษณะต่อไปนี้ พวงช่อขนาดกลาง ผลดกสม่ำเสมอ มีสีสวยปราศจากคราบจากสารเคมี มีกลิ่นหอมชวนรับประทาน มีเนื้อผลตามลักษณะ

พันธุ์และในการที่จะปรับปรุงองุ่นให้มีคุณภาพดังที่กล่าวมาแล้วนี้จะต้องใช่กรรมวิธีต่างๆ เช่น มีการควบคุมผลผลิตไม่ให้มีมากเกินไป ตัดแต่งช่อองุ่นไม่ให้แน่นเกินไป และตัดแต่งช่อให้องุ่นได้รับแสงอย่างพอเหมาะ และมีการใช้ฮอร์โมนเพื่อปรับปรุงขนาดผลและสีผล

การทำให้องุ่นติดผล

1. *การควั่นต้นหรือกิ่ง* : คือการตัดเปลือกรอบๆต้นหรือกิ่งออกเป็นรูปวงแหวนขนาดประมาณ 3 – 6 มิลลิเมตร เพื่อตัดการละเลียงอาหารและฮอร์โมนลงไปสู่ราก จึงทำให้องุ่นส่วนบนได้รับอาหารและฮอร์โมนอย่างพอเพียงในการทำให้องุ่นติดผลดี และมีคุณภาพ แต่การควั่นต้นบ่อยๆ อาจจะทำให้ต้นองุ่นไม่แข็งแรง และอายุสั้นได้เช่นกัน

2. *การช่วยผสมพันธุ์* : มีองุ่นบางพันธุ์เช่น โอฮาเนส และพันธุ์บริดอล จากประเทศออสเตรเลียไม่สามารถผสมพันธุ์ตัวเองได้ เนื่องจากเกษรไม่แข็งแรง จึงจำเป็นต้องนำเกษรตัวผู้จากต้นอื่นมาผสมให้จึงจะติดผล

3. *การตัดและเด็ดยอด* : การตัดยอดคือ การที่ตัดส่วนปลายของยอดออกประมาณ 10 เซนติเมตร จะช่วยให้องุ่นติดผลดี เพราะเป็นการบังคับไม่ให้ส่วนยอดเจริญมากเกินไป จึงมีอาหารไปเลี้ยงรังไข่อย่างเพียงพอ ส่วนในกรณีที่องุ่นเจริญเติบโตมาก การเด็ดยอดอาจทำให้องุ่นออกช่อชุดที่ 2 ซึ่งทำให้แก่ไม่ทันและยังทำให้องุ่นชุดแรกเสียคุณภาพไปด้วย ปกติจึงไม่นิยมตัดยอด แต่จะใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตแทน

การทำให้สีผลสวย

ในองุ่นที่ให้ผลสีแดงและสีดำ สีผลมีความสำคัญมากในการดึงดูดผู้บริโภค ดังนั้นในการที่ทำให้สีองุ่นมีความเข้มและสดใส จึงมีความสำคัญ การที่ทำให้องุ่นไม่เข้าสี อาจมาจากผลหลายประการเช่น พวงองุ่นได้รับแสงน้อย อุณหภูมิสูงเกินไปหรือต่ำเกินไป ความชื้นในดินและธาตุอาหารพืชไม่เพียงพอ แต่อย่างไรก็ตาม มีสารเคมีที่สามารถช่วยทำให้องุ่นเข้าสีเร็วขึ้น ได้โดยการใช้ ethephon ใช้ในความเข้มข้น 300 ppm พ่นหรือจุ่มลงในสารละลาย เมื่อผลองุ่นในช่อเริ่มเข้าสีได้ร้อยละ 5-10 จะทำให้องุ่นเข้าสีเร็วและสม่ำเสมอ

การทำให้ผลแก่เร็ว

การรู้เทคนิคในการทำให้ผลองุ่นแก่เร็วขึ้น อาจช่วยให้เกษตรกรสามารถขยายผลผลิตได้ราคาดีขึ้น ในกรณีที่ต้องการให้ทันต่อความต้องการของตลาดมีหลายวิธีดังนี้

1. การคลุมเถา: การคลุมเถาองุ่นสามารถทำให้องุ่นสุกเร็วขึ้น 25-30 วัน ในองุ่นบางพันธุ์ เช่น คาร์ดินัล และเซสเซลลา การกระทำโดยใช้พลาสติกซึ่งนอกจากจะช่วยให้องุ่นสุกเร็วแล้วยังทำให้ลดการเกิดโรคและแมลงได้อีก

2. การใช้ไฮโดรเจนไซยันนาไมด์ : ในความเข้มข้นร้อยละ 1-5 ทาที่ตาบนเถาองุ่นหลังทำการตัดแต่ง จะช่วยให้องุ่นแตกตาเร็วขึ้นกว่าปกติ จึทำให้องุ่นออกดอกเร็วและแก่เร็ว

3. การควั่นต้นและกิ่ง: ดังที่ได้กล่าวมาแล้วว่าการควั่นต้นช่วยให้ผลองุ่นได้รับสารอาหารและฮอร์โมนมาก ทำให้ผลโต นอกจากนี้ยังสามารถทำให้ผลแก่เร็วด้วย แต่ต้องทำในช่วงผลองุ่นใกล้แก่ หรือเริ่มเข้าสี หรือช่วงผลนุ่ม

4. การใช้ ethephon: นอกจากสามารถเร่งให้องุ่นที่มีสีเข้าสีเร็วแล้ว ยังสามารถช่วยให้ผลองุ่นสุกเร็ว มีความหวานสูง

การปลูก และการดูแลรักษาองุ่น (วัฒนา สวรรยาธิปัติ, **ออนไลน์**, 27 มิถุนายน 2555)

1. การปลูก

องุ่นสามารถปลูกและขึ้นเจริญเติบโตได้ดีทุกภาคของประเทศไทยในแหล่งที่มีน้ำอุดมสมบูรณ์ องุ่นสามารถปลูกได้ตลอดทุกฤดูกาล แต่โดยทั่วไปนิยมเตรียมดินฤดูแล้งและปลูกตอนต้นฤดูฝน พื้นที่ 1 ไร่ ปลูกได้ประมาณ 70-80 ต้น

2. พันธุ์

พันธุ์ที่ได้รับความนิยมในปัจจุบัน ได้แก่

2.1 พันธุ์ไวท์มะละกา (White Malaga): ประเภทผลกลม ลักษณะของผลองุ่นค่อนข้างกลม ผลมีสีเขียวอมเหลือง อายุตั้งแต่ตัดแต่งจนเก็บผลได้ประมาณ 4 $\frac{1}{2}$ เดือน ให้ผลปีละ 2 ครั้ง ผลผลิตเฉลี่ยต่อต้น ต่อการเก็บแต่ละครั้งประมาณ 12–15 ก.ก. ปลูกกันเป็นการค้ามาแต่เริ่มแรก แต่ปัจจุบันพันธุ์นี้นิยมปลูกกันน้อยลง

2.2 พันธุ์ไวท์มะละกา (White Malaga): ประเภทผลยาว เป็นพันธุ์ที่กลายมาจากพันธุ์พันธุ์ไวท์มะละกาประเภทผลกลม มีลักษณะต่างๆคล้ายกัน แต่ทรงผลจะยาวรีมากกว่า ผลผลิตเฉลี่ยต่อต้น ต่อการเก็บแต่ละครั้งประมาณ 12–15 ก.ก. เป็นที่สนใจแก่ผู้บริโภค และขายได้ราคาดีกว่ามาก ปัจจุบันชาวสวนและผู้บริโภคหันมานิยมพันธุ์นี้กันมาก

2.3 พันธุ์คาร์ดินัล (Cardinal): ลักษณะของผลกลม ผลมีสีม่วงแดงถึงม่วงดำเข้ม สีสวย กรอบมาก อายุตั้งแต่ตัดแต่งจนเก็บผลได้ประมาณ $3\frac{1}{2}$ เดือน ให้ผลปีละ 3 ครั้ง ผลผลิตเฉลี่ยต่อต้นต่อการเก็บแต่ละครั้งประมาณ 12–15 ก.ก. ปัจจุบันนี้ปลูกกันน้อยมาก เพราะมีปัญหาเรื่องรสชาติที่ไม่ค่อยหวานมากนัก และเมื่อระยะผลแก่ใกล้เก็บถ้ามีฝนตกจะทำให้ขั้วผลแตกเน่าเสียหายมาก

2.4 พันธุ์ลูซเพอร์เลท (Loose Perlette): เป็นองุ่นที่ไม่มีเมล็ด ผลกลม ผลมีสี เขียวอมเหลือง ขนาดเท่ามะเขือพวงหรือโตกว่าเล็กน้อย เปลือกบาง รสชาติอร่อย กรอบ มีกลิ่นหอมเล็กน้อยเป็นที่นิยมและติดใจแก่ผู้บริโภคมากแต่มีราคาแพง ผลผลิตเฉลี่ยต่อต้น ต่อการเก็บแต่ละครั้งประมาณ 6–8 กิโลกรัม ปัจจุบันพันธุ์นี้กำลังจะเริ่มปลูกเป็นการค้าในอนาคตอันใกล้นี้

2.5 แบล๊คโอปอล์ (Black Opal): เป็นองุ่นที่ไม่มีเมล็ด ผลมีสีม่วงอมแดง ขนาดผลเล็กเท่ามะเขือพวงหรือโตกว่าเล็กน้อย เปลือกบาง รสชาติอร่อย กรอบ ผลดกไม่แตกง่ายเมื่อโดนฝน

3. การปฏิบัติ

หลังจากปลูกองุ่นประมาณ 3 เดือน ต้นองุ่นก็จะขึ้นถึงค้าง ปล่อยให้เถาองุ่นเจริญบนค้างอีกที พอเถาองุ่นเจริญได้ประมาณครึ่งหนึ่งของระยะปลูกแต่ละต้น จึงเด็ดปลายยอดออกเพื่อให้ตาข้าง หรือตาแขนงที่อยู่บนค้างแตกออกตาที่แตกออกนี้ก็ปล่อยให้ยาวประมาณ 2 ฟุต แล้วเด็ดปลายยอดอีกทุกยอดไป ทำเช่นนี้เรื่อยๆจนกว่าจะมียอดประมาณ 30–60 ยอด และปล่อยให้ยอดดังกล่าวนี้เจริญเติบโตอีกประมาณ 4–5 เดือน จนยอดที่เจริญนี้กลายเป็นกิ่งที่มีสีน้ำตาลก็จะเริ่มตัดแต่งเพื่อให้ออกช่อดอกต่อไป ซึ่งระยะเวลาตั้งแต่ปลูกจนถึงตัดแต่งครั้งแรกใช้เวลาประมาณ 10–12 เดือน

4. การตัดแต่ง

จุดประสงค์ก็เพื่อให้ตาองุ่นที่แตกออกมาใหม่ซึ่งจะให้ยอดใหม่และมีช่อดอกออกมาด้วย และจะเป็นตัวกำหนดผลผลิตว่าองุ่นแต่ละต้นจะนั้นจะมีช่อองุ่นทั้งหมดเท่าใด ถ้าหากไม่มีการตัดแต่งหรือปลายยอดถูกทำลายและปลิดใบออกแล้วองุ่นจะไม่ให้ช่อดอกออกมาเลย ดังนั้นการตัดแต่งองุ่นเพื่อบังคับให้ตาออกช่อดอกหรือช่อผลจึงเป็นสิ่งจำเป็นยิ่ง

5. การปลิดผลองุ่น

การปลิดผลองุ่นมีจุดประสงค์เพื่อไม่ให้ผลในช่อมีมากเกินไป ถ้าไม่ปลิดผลองุ่นในช่อออกผลจะเบียดกันแน่นมาก ผลจะบิดเบี้ยวไม่ได้รูปทรง ผลจะมีขนาดเล็ก คุณภาพ ต่ำ นอกจากนี้โรค

และแมลงยังเข้าทำลายได้ง่ายมาก การปลิดให้มีผลเหลือในช่อโปร่งขนาดพอเหมาะ ประมาณช่อละ 50–80 ผล ตามแต่ขนาดความแข็งแรงของช่อจะทำให้ผลที่เหลืออยู่มีขนาดโตสม่ำเสมอ สีผิวสวยสม่ำเสมอและการปลิดผลนั้นควรเริ่มทำการปลิดครั้งแรกเมื่อผลมีขนาดเท่าเมล็ดถั่วเขียวหรือหลังตัดแต่งได้ 45 วัน ด้วยกรรไกรขนาดเล็ก นอกจากนี้ ควรตัดปลายช่อทิ้งเสีย 1 ใน 3 ของความยาวของช่อ เพราะผลที่ปลายช่อโดยมากมีคุณภาพไม่ดี (ผลนิ่ม) รสชาติไม่อร่อย และควรจะกระทำการปลิดผลออกอีกครั้งหลังจากปลิดครั้งแรกได้ 2 – 3 สัปดาห์

6. ปุ๋ย

ปุ๋ยเป็นธาตุอาหารที่จำเป็นต้องใส่เพื่อการเจริญเติบโตและคุณภาพของผลองุ่น ควรใส่ทั้งปุ๋ยคอก (ขี้เป็ด ขี้ไก่ ขี้วัว ขี้ควาย เป็นต้น) และปุ๋ยวิทยาศาสตร์ร่วมกันไป

6.1 ปุ๋ยคอก: ปกติใส่บนผิวดินโดยโรยรอบๆต้นองุ่น ประมาณต้นละ1 บุ้งกี๋ ต่อการเก็บผลองุ่นแต่ละครั้ง คือหลังจากเก็บองุ่นแล้ว หรือตัดแต่งองุ่นครั้งต่อไป และในระยะที่ผลองุ่นเริ่มเปลี่ยนสี ควรใส่ปุ๋ยมูลค้างคาวเพื่อช่วยให้องุ่นมีคุณภาพดีขึ้น และหวานมากขึ้นด้วย (กลุ่มเกษตรสัญจร, 46-48)

*6.2 ปุ๋ยวิทยาศาสตร์ :*โดยมากมีสูตรปุ๋ยแตกต่างกันมากมาย ในระยะที่ต้นองุ่นปลูกใหม่ๆ หรือยังเล็กอยู่ หรือยังไม่ได้ตัดแต่ง ควรใส่ปุ๋ยที่มีธาตุไนโตรเจนสูง เช่น แอมโมเนี่ยมซัลเฟตหรือยูเรีย ประมาณ 2–3 เดือนต่อครั้ง อัตราครั้งละประมาณ 1 ถึง 2 ขีด เพื่อให้การเจริญเติบโตทางลำต้น การแตกกิ่งก้านสาขาขององุ่น ปุ๋ยวิทยาศาสตร์สูตรผสมโดยมากจะบอกเป็นค่าของธาตุอาหารอยู่ 3 ตัว คือ ตัวแรกเป็นธาตุไนโตรเจน ตัวที่สองเป็นธาตุฟอสฟอรัสตัวที่สามเป็นธาตุโปแตสเซี่ยม เช่น 16–20–0 หมายความว่า ในปุ๋ยวิทยาศาสตร์ผสมนี้ 100 ก.ก.จะมีธาตุไนโตรเจน 16 ก.ก. ธาตุฟอสฟอรัส 20 ก.ก. และธาตุโปแตสเซี่ยม 0 ก.ก. เป็นต้น ปุ๋ยวิทยาศาสตร์ที่ใช้ได้ผลดีสำหรับการทำสวนองุ่นมี 16–20–0, 15–15–15, 13–13–21, 9–25–25 เป็นต้น

สูตรปุ๋ยและระยะเวลาการให้ในช่วงก่อนตัดแต่งประมาณ 1–2 สัปดาห์ ควรใส่ปุ๋ย 16–20–0 อัตราต้นละ 2–3 ขีดเพื่อเร่งให้ตาองุ่นแตกได้ดีและสม่ำเสมอ และหลังปลิดผลเล็กๆออกให้ใส่ปุ๋ย 15–15–15 หรือ 13–13–21 อัตราต้นละ 2–3 ขีดเพื่อเร่งให้ต้นและผลเจริญเติบโตดี และก่อนเก็บเกี่ยวประมาณ 1 เดือน หรือระยะผลองุ่นเริ่มนิ่ม ใส่ปุ๋ย 13–13–21 หรือ 12–12–17–2 หรือ 6–24–24 หรือ 9–25–25 อัตราต้นละ 3–5 ขีด เพื่อให้ผลมีคุณภาพดี สีสวย รสชาติหวาน และอร่อย

7. การให้น้ำ

โดยปกติองุ่นไม่ชอบดินที่เปียกชื้นและแฉะตลอดเวลา ถ้าหากดินชุ่มน้ำตลอดจะทำให้รากฝอยไม่แตกออกมา รากจะเน่า ทำให้การเจริญเติบโตโดยเฉพาะยอดองุ่นจะชะงักไม่ยืดยาวออกไป ผลองุ่นจะแคระแกรนจึงควรปฏิบัติการรดน้ำ ดังนี้

7.1 ระยะต้นองุ่นยังเล็ก (ยังไม่ขึ้นถึงค้าง) ควรรดน้ำแต่น้อย และรดเฉพาะที่โคนรอบๆ ต้นองุ่นเท่านั้น อย่ารดน้ำให้เปียกใบ

7.2 ระยะกิ่ง และเถาองุ่นคลุมเต็มค้าง รดน้ำให้ทั่วทั้งแปลงปลูก

7.3 ระยะก่อนตัดแต่ง 1–2 สัปดาห์ ควรงดการรดน้ำ หรือรดน้ำให้น้อยที่สุด

7.4 ระยะตัดแต่งแล้ว หรือวันตัดแต่งให้รดน้ำให้ชุ่มทั่วทั้งแปลง

7.5 ระยะหลังปลิดผลแล้ว ควรรดน้ำสม่ำเสมอจะช่วยในการเจริญเติบโตของผลองุ่น

7.6 ระยะก่อนเก็บผล 1 –2 สัปดาห์ ควรงดการลดน้ำ หรือรดน้ำให้น้อยที่สุดเพื่อจะทำให้ผลมีคุณภาพดี น้ำตาลในผลจะสูง ผลไม่นิ่ม สีผิวสวย รสชาติอร่อย กรอบ

8. การบังลม

ผู้ปลูกผู้ปลูกองุ่นส่วนมากมักจะไม่ค่อยคำนึงถึงเรื่องลมมากนักแต่ถ้าผู้ปลูกในที่โล่งเตียนมีลมจัด จะมีผลกระทบต่อการปลูกองุ่นเหมือนกัน กล่าวคือหากมีลมแรง ต้นองุ่นจะโยกคลอนไปตามลม ใบจะขาด ลมจะพัดพาเกสรของดอกปลิวไปที่อื่นไม่สามารถผสมพันธุ์กันได้ หรือตัวแมลงที่ช่วย ผสมเกสรจะเกาะเกสรไม่ได้ทำให้เกิดผลน้อยทางที่ดีควรปลูกต้นไม้อื่นบังลมไว้บ้าง เพราะนอกจากจะบังลมแล้วยังช่วยลดการระเหยของน้ำในดินและอากาศจะมีความชุ่มชื้นสม่ำเสมอโรคศัตรูและการป้องกันรักษา

9. การป้องกันและกำจัดโรคและศัตรูขององุ่น

องุ่นนับได้ว่าเป็นผลไม้ที่มีโรคและศัตรูมารบกวนมากมาย ซึ่งขึ้นอยู่กับสภาพของท้องถิ่นและดินฟ้าอากาศที่ปลูกองุ่น และแม้ว่าจะมีสารเคมีป้องกันโรคและแมลงได้ หากใช้เกินความจำโรคและแมลงนั้นอาจจะสร้างภูมิต้านทาน และเกิดการดื้อยาขึ้นได้ และยาที่ใช้ในปริมาณที่มากนั้นอาจจะเป็นอันตรายต่อเกษตรกรและผู้บริโภคโดยตรง ดังนั้นจึงควรจะมีการทำความสะอาดสวนตัดแต่งกิ่งให้โล่งโปร่ง และใช้สารชีวภาพควบคู่กันไป หรืออาจจะใช้การห่อช่อผลแทนก็ได้ (นันทกร บุญเกิด, 2544: 106-107) โดยโรคและแมลงที่เป็นสาเหตุให้องุ่นได้รับความเสียหายรวมถึงอาการของโรค และวิธีการป้องกันโรคขององุ่นในเมืองไทย จำแนกตามระยะการเจริญเติบโต ได้ดังนี้

ตารางที่ 1: แสดงชนิดของโรคและศัตรูขององุ่น จำแนกตามระยะการเจริญเติบโตของต้นองุ่น

ระยะของพืช	โรคแมลงที่เป็นสาเหตุ	อาการที่แสดงกับต้นพืช	การป้องกันกำจัด
1. ก่อนตัดแต่งกิ่ง (2 – 4 สัปดาห์)	1. โรคราน้ำค้าง (Downy Mildew) 2. โรคราแป้งขาว (ราขี้เถ้า) (Powdery Milew) 3. โรคผลเน่า (อีบุบ) (Anthracnose) 4. โรคไรสนิท (Rust) 5. แมงมุมแดง (ไรแดง) (Mite) 6. เพลี้ยไฟ (Thrip)	1. เห็นสปอร์สีขาวใต้ใบ ใบมีสีเหลือง น้ำตาล แห้งกรอบ และไหม้ในที่สุด 2. ใบแห้งกรอบก้านใบและกิ่งมีเชื้อราจับมีสีเทา 3. ใบไหม้เป็นจุดๆ ตามถึงอ่อนๆมีรอยแห้งสีน้ำตาล 4. ใบมีสีเหลือง ใต้ใบมีเชื้อราสีเหลืองๆ เป็นจุดๆ 5. ใบแสดงอาการกร้านใบหงิกงอ 6.ยอดจะหงิกงอ	1. ใช้ยาไดเทน เอ็ม 45 หรือโลนาโคลหรือคูปราวิด หรือริโดมิล 2. ใช้ซัลเฟอร์ผงละลายน้ำ หรือคาราเทน 3. ใช้คูปราวิดหรือเคนเทน 50 หรือออร์โธไซด์หรือเบนเลท 4. ใช้ยาคูปราวิด 5. ใช้ยาเคลเทน 6. ใช้ยามาลาไธออน
2. ตัดแต่งกิ่งแล้ว	1. โรคราต่างๆ 2. แมงมุมแดง 3. เพลี้ยไฟ	1. โรคราเกาะตามลำต้นและเถา 2. เกาะตามเปลือกและเถา 3. เกาะตามเปลือกและเถา	1. ใช้ยาคูปราวิดความเข้มข้นสูงๆ พ่นให้ถูกเฉพาะต้นและเถา 2. ใช้ยาเคลเทน 3. ใช้ยามาลาไธออน

ตารางที่ 1: (ต่อ)

ระยะของพืช	โรคแมลงที่เป็นสาเหตุ	อาการที่แสดงกับต้นพืช	การป้องกันกำจัด
3. เริ่มแตกยอดอ่อน	1. โรคราน้ำค้าง 2. หนอนและแมลงปีกแข็ง	1. ใต้ใบเป็นขุยสีขาว 2. กัดกินใบและช่อดอกช่อผล	1. ใช้ยาโลนาโคลให้มีความเข้มข้นสูงๆ (1 ช้อนพูน น้ำ 1 ปี๊บ หรือ 20 กรัม น้ำ 1 ปี๊บ) เมื่อตอนใกล้ดอกบาน หรือไดเทนเอ็ม 45 หรือริโดมิล 2.ควรใช้ยาเลนเนทเพื่อทำลายไข่จะให้ผลดีมากเป็นการตัดไปแต่ต้นลม โอกาสเกิดเป็นหนอนมาทำลายใบก็มีน้อย ส่วนแมลงปีกแข็งใช้ยาเซฟวิน 85 ได้ผลดี
4. ช่อดอกบาน	1. โรคราน้ำค้าง 2. โรคแบคทีเรีย (Bacteria)	1. จะเห็นเชื้อราเป็นเส้นใยสีขาวใต้ใบ ด้านบนของใบมีสีเหลือง 2. ช่อดอกจะเน่า แต่เน่าแบบเปียก	1. ใช้ยาไดเทน เอ็ม 45 หรือริโดมิล 2. ใช้ยาพวกแนตทราฟีน (Nathraphine) หรือยากำจัดเชื้อแบคทีเรีย

ตารางที่ 1: (ต่อ)

ระยะของพืช	โรคแมลงที่เป็นสาเหตุ	อาการที่แสดงกับต้นพืช	การป้องกันกำจัด
5.ติดผล	1.โรคราน้ำค้าง 2. โรคราแป้งขาว (ราขี้เถ้า) 3. หนอนเจาะผลอ่อน	1. ใต้ใบร่อนมีเส้นใยสีขาว ด้านบนมีสีเหลือง แต่ใบแก่ที่สีเขียวเข้มจัดจะลดความเป็นโรคลง 2. บนผลมีสีเทาๆ ทำให้ผลแตกจนเห็นเมล็ด	1. ใช้ยาไดเทน เอ็ม 45 หรือริโดมิล 2. ใช้ซัลเฟอร์ผงละลายน้ำ หรือคาราเทน 3. ใช้ยาเลนเนท หรือเอนตริน แต่สำหรับเอนตริน จะทำให้ปลาในท้องร่องตายด้วย
6. ผลเริ่มนิ่มจนถึงเก็บผล	1. โรคเถาแห้งตาย (Dead arm) 2. โรคผลเน่า หรืออีบุบ หรือเต่าเผา หรือแอนแทรคโนส 3. แมลงปีกแข็ง 4. หนอนเจาะผล 5. หนอนกินใบ มีหนอนใย หนอนเขียว หนอนลูกแมว หนอนไอ้แก้ว	1. กิ่งที่ออกช่อผลจะแห้งตายโดยลามจากโคนกิ่งออกมาทางช่อผล ผลจะเหี่ยวนิ่ม 2. ผลจะเน่า เป็นทีละผล ในช่อหนึ่งอาจเป็นโรคลามผลได้ไม่ได้เป็นทั้งช่อผล 3. กัดกินใบ 4. กัดกินผลทำให้ผลเน่า 5. กัดกินใบและยอดอ่อน	1. ใช้ยาเบนเลทหรือไดเทนเอ็ม 45 2. ใช้แคปแทนหรือออร์โธไซด์หรือเบนเลท 3. ใช้ยาเซฟวิน 85 หรือฟอส-ดริน 4. ใช้ยาเลนเนทหรือฟอสคริน 5. ถ้าใช้เลนเนทฉีดตั้งแต่เริ่มมีไข่ทำลายได้ผลดีมาก แต่เมื่อเป็นตัวหนอนก็ทำลายได้ผลดีเช่นกัน ถ้าเป็นหนอนตัวโตควรใช้ยาเอนตรินหรือฟอสดริน

ทฤษฎีทางสถิติที่เกี่ยวข้อง

1. แผนแบบในการทดลองสุ่มในบล็อคสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design: RCBD) (สุพล ดุรงค์วัฒนา, 2549: 325-350)

แผนแบบในการทดลองสุ่มในบล็อคสมบูรณ์เป็นแผนแบบที่หน่วยทดลองไม่มีเอกภาพภายใน (Heterogeneity of Experimental Units) และผลจากการที่หน่วยทดลองไม่มีเอกภาพภายในเกิดเป็นปัจจัยรบกวน (Nuisance Factors) ซึ่งมีผลต่อข้อมูลตอบสนอง เมื่อเป็นเช่นนี้จึงต้องมีการควบคุมปัจจัยทดลองดังกล่าวเพื่อให้ลดความคลาดเคลื่อนของการทดลองลงไปได้ และในการทดลองลักษณะนี้ปัจจัยรบกวนเกิดขึ้นเพียง 1 ปัจจัย และผู้ทดลองสามารถควบคุมปัจจัยดังกล่าวได้ โดยพยายามจัดหน่วยทดลองที่มีความแตกต่างกันน้อยที่สุด หรือมีความเป็นเอกภาพสูงอยู่ในกลุ่มเดียวกัน และหน่วยทดลองที่แตกต่างกัน หรือมีความเป็นเอกภาพภายในต่ำอยู่ต่างกลุ่มกัน และจำนวนหน่วยทดลองต้องมีอย่างน้อยเท่ากับจำนวนระดับของวิธีทดลองนั้นๆ ซึ่งลักษณะดังกล่าว เรียกว่าการแบ่งบล็อค (Blocking) ส่วนปัจจัยรบกวนที่ใช้สำหรับการจัดกลุ่มในลักษณะดังกล่าว เรียกว่า ปัจจัยแบ่งบล็อค (Blocking Factor) และเรียกแต่ละกลุ่มว่า บล็อค (Blocks) ส่วนเงื่อนไขที่จำนวนหน่วยในแต่ละบล็อคจำเป็นจะต้องมีอย่างน้อยเท่ากับจำนวนระดับของปัจจัยทดลองนั้น ถ้าเงื่อนไขนี้เกิดขึ้นได้ในแต่ละบล็อค เราเรียกสถานการณ์ดังกล่าวว่า บล็อคสมบูรณ์ (Complete Block) แต่ถ้าเงื่อนไขนี้ไม่สามารถเกิดขึ้นได้เพราะการทดลองบางการทดลองผู้ทดลองอาจไม่สามารถหาหน่วยทดลองเมื่อแบ่งบล็อคได้ครบตามจำนวนระดับของปัจจัยทดลองได้ เรียกสถานการณ์ดังกล่าวว่า บล็อคไม่สมบูรณ์ (Incomplete Block)

แผนแบบการทดลองสุ่มในบล็อคสมบูรณ์เมื่อปัจจัยแบ่งบล็อคมีผลกระทบร่วมกับปัจจัยทดลอง กรณีมีตัวอย่างย่อย

แผนแบบการทดลองนี้ใช้เมื่อผู้ทดลองทราบว่า ปัจจัยแบ่งบล็อค และปัจจัยทดลองมีผลกระทบร่วมกัน ดังนั้นจึงสามารถแยกความคลาดเคลื่อนของผลการทดลองออกเป็น 2 แหล่งได้ คือ ความคลาดเคลื่อนจากการทดลอง และความคลาดเคลื่อนจาก การสุ่มตัวอย่าง และเพื่อไม่ให้ความคลาดเลื่อนของการทดลองมีค่าสูงเกินความเป็นจริง จะต้องใช้จำนวนหน่วยทดลองในแต่ละบล็อคเป็นจำนวนที่มากกว่าจำนวนปัจจัยทดลองนั้นๆ ซึ่งในทางปฏิบัติมักจะให้จำนวนหน่วยทดลองที่ใช้ในแต่ละบล็อคและแต่ละวิธีทดลองเป็นจำนวนเท่ากัน (Balanced Case) และในงานวิจัยนี้ได้ใช้แผนแบบดังกล่าว ซึ่งมีตัวแบบดังนี้

ตัวแบบสถิติแทนข้อมูลของแผนแบบการทดลอง

สำหรับข้อมูลตอบสนอง Y_{ijml}, i = 1,2,…,a; j = 1,2,…,b; m = 1,2,…,n; l = 1,2,…,r

$$Y_{ijml} = \mu + \tau_i + \beta_j + (\tau\beta)_{ij} + \varepsilon_{ijm} + \delta_{ijml}$$

$$\varepsilon_{ijm} \overset{iid}{\sim} N(0, \sigma_\varepsilon^2)$$

$$\delta_{ijml} \overset{iid}{\sim} N(0, \sigma_\delta^2)$$

ε_{ijm} และ δ_{ijml} เป็นอิสระต่อกัน

Y_{ijml} = ข้อมูลตอบสนองของตัวอย่างย่อยที่ l ของค่าสังเกตที่ m จากวิธีทดลองที่ i ปัจจัยแบ่งบล็อคที่ j

μ = พารามิเตอร์ค่าเฉลี่ยรวม

τ_i = พารามิเตอร์ผลกระทบจากปัจจัยทดลองที่ i

β_j = พารามิเตอร์ผลกระทบปัจจัยแบ่งบล็อคที่ j

$(\tau\beta)_{ij}$ = พารามิเตอร์ผลกระทบร่วมจากปัจจัยทดลองที่ i ปัจจัยแบ่งบล็อคที่ j

ε_{ijm} = ความคลาดเคลื่อนสุ่มของค่าสังเกตที่ m ของปัจจัยทดลองที่ i ปัจจัยแบ่งบล็อคที่ j

δ_{ijml} = ความคลาดเ คลื่อนสุ่มของตัวอย่างย่อยที่ l ของค่าสังเกตที่ m ของปัจจัยทดลองที่ i ปัจจัยแบ่งบล็อคที่ j

ตารางแสดงลักษณะของการจัดปัจจัยและค่าสังเกตจากหน่วยทดลองของแผนแบบการทดลองสุ่มในบล็อคสมบูรณ์เมื่อปัจจัยแบ่งบล็อคมีผลกระทบร่วมกับปัจจัยทดลองในกรณีมี 2 ตัวอย่างย่อย

บล็อค	วิธีทดลองที่ 1	วิธีทดลองที่ 2	…	วิธีทดลองที่ a
บล็อคที่ 1	y_{1111}, y_{1122}	y_{2131}, y_{2142}	…	$Y_{a,1,m',1}, y_{a,1,m'',2}$
บล็อคที่ 2	$y_{1,2,m''+1,1}, y_{1,2,m''+2,2}$	$y_{2,2,m''+3,1}, y_{2,2,m''+4,2}$	…	$Y_{a,2,m^*,1}, y_{a,2,m^{**},2}$
:	:	:	:	:
บล็อคที่ b	$y_{1,b,m^{**}+1,1}$, $y_{1,b,m^{**}+2,2}$	$y_{2,b,m^{**}+3,1}, y_{2,b,m^{**}+4,2}$	…	$Y_{a,b,m-1,1}, y_{a,b,m,l}$

การทดสอบสมมติฐาน (Testing of Hypotheses)

1. สำหรับผลกระทบของวิธีทดลอง

H_0: $\tau_1 = \tau_2 = \ldots = \tau_a = 0$ vs. H_1: Not H_0

2. สำหรับผลกระทบจากปัจจัยแบ่งบล็อค

H_0:$\beta_1 = \beta_2 = \ldots = \beta_b = 0$ vs. H_1: Not H_0

3. สำหรับผลกระทบร่วมของวิธีทดลองกับปัจจัยแบ่งบล็อค

H_0: $(\tau\beta)_{11} = (\tau\beta)_{12} = \ldots = (\tau\beta)_{ab} = 0$ vs. H_1: Not H_0

4. สำหรับความคลาดเคลื่อนจากการทดลอง

H_0: $\varepsilon_{ijm} = 0$ vs. H_1: Not H_0

ตาราง ANOVA

เมื่อปัจจัยแบ่งบล็อคมีผลกระทบร่วมกับปัจจัยทดลองในกรณีที่มีตัวอย่างย่อย

Source	df	SS	MS	F
Treatment	a-1	SSTr	MSTr	F_1= MSTr/MSE
Block	b-1	SSB	MSB	F_2= MSB/MSE
Treatment*Block	(a-1)(b-1)	SS(Tr*B)	MS(Tr*B)	F_3=MS(Tr*B)/MSE
Experiment Error	ab(m-1)	SSE	MSE	F_4= MSE/MSS
Sampling Error	abm(l-1)	SSS	MSS	
Total	abml-1			

ตัวสถิติสำหรับการทดสอบ (Test Statistic)

จากตัวแบบเชิงสถิติ ข้อกำหนด ข้อมูลตอบสนองจากการทดลองและการประมาณค่าดังกล่าวสามารถคำนวณได้ดังนี้

$$SST = \sum_{i=1}^{a}\sum_{j=1}^{b}\sum_{m=1}^{n}\sum_{l=1}^{r}\left(y_{ijml} - \bar{y}_{....}\right)^2$$

$$SSTr = bml\sum_{i=1}^{a}(\bar{y}_{i...} - \bar{y}_{....})^2$$

$$SSB = aml\sum_{j=1}^{b}\left(\bar{y}_{.j..} - \bar{y}_{....}\right)^2$$

$$SSTrB = ml\sum_{i=1}^{a}\sum_{j=1}^{b}\left(\bar{y}_{ij..} - \bar{y}_{i...} - \bar{y}_{.j..} + \bar{y}_{....}\right)^2$$

$$SSE = l\sum_{i=1}^{a}\sum_{j=1}^{b}\sum_{m=1}^{n}\left(\bar{y}_{ijm.} - \bar{y}_{ij..}\right)^2$$

$$SSS = \sum_{i=1}^{a}\sum_{j=1}^{b}\sum_{m=1}^{n}\sum_{l=1}^{r}\left(y_{ijml} - \bar{y}_{ijm.}\right)^2$$

ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสอง (Mean Square Values)

ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสองของปัจจัยทดลอง ปัจจัยแบ่งบล็อค และความคลาดเคลื่อนต่างๆ สามารถคำนวณได้ดังนี้

$$MSTr = \frac{SSTr}{a-1},\ MSB = \frac{SSB}{b-1},\ MS(Tr*B) = \frac{SS(Tr*B)}{(a-1)(b-1)},$$

$$MSE = \frac{SSE}{ab(m-1)},\ MSS = \frac{SSS}{abm\,(l-1)}$$

ตัวสถิติทดสอบสมมติฐานดังที่ได้กล่าวมาข้างต้น ดังนี้

H_0: $\tau_1 = \tau_2 = ... = \tau_k = 0$ (ปัจจัยทดลอง)

H_1: Not H_0

$$F_1 = \frac{\frac{SSTr}{\sigma^2}/(a-1)}{\frac{SSE}{\sigma^2}/ab(m-1)} = \frac{SSTr/(a-1)}{SSE/ab(m-1)} = \frac{MSTr}{MSE} \sim F_{(a-1),ab(m-1)}$$

H_0: $\beta_1 = \beta_2 = ... = \beta_b = 0$ (ปัจจัยแบ่งบล็อค)

H_1: Not H_0

$$F_2 = \frac{\frac{SSB}{\sigma^2}/(b-1)}{\frac{SSE}{\sigma^2}/ab(m-1)} = \frac{SSB/(b-1)}{SSE/ab(m-1)} = \frac{MSB}{MSE} \sim F_{(b-1),ab(m-1)}$$

H_0: $(\tau\beta)_{11} = (\tau\beta)_{12} = ... = (\tau\beta)_{ab} = 0$ (ผลกระทบร่วม)

H_1: Not H_0

$$F_3 = \frac{\frac{SS(Tr*B)}{\sigma^2}/(a-1)(b-1)}{\frac{SSE}{\sigma^2}/ab(m-1)} = \frac{SS(Tr*B)/(a-1)(b-1)}{SSE/ab(m-1)} = \frac{MS(Tr*B)}{MSE} \sim F_{(a-1)(b-1),ab(m-1)}$$

$$F_4 = \frac{\frac{SSE}{\sigma^2}/ab(m-1)}{\frac{SSS}{\sigma^2}/abm(l-1)} = \frac{SSE/ab(m-1)}{SSS/abm(l-1)} = \frac{MSE}{MSS} \sim F_{ab(m-1),abm(l-1)}$$

2. การวิเคราะห์ความถดถอยเชิงพหุ (Multiple Regression Analysis)

การวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุ เป็นการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ หรือตัวแปรต้นที่ทำหน้าที่พยากรณ์ตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไป กับตัวแปรตาม 1 ตัว (กัลยา วานิชย์บัญชา , 2553: 352) สำหรับการถดถอยเชิงพหุมีรูปแบบสมการดังต่อไปนี้

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 x_{i1} + \beta_2 x_{i2} + \beta_3 x_{i1} x_{i2} + \varepsilon_i \quad \cdots(1)$$

เมื่อ Y_i คือ ค่าที่ i ของตัวแปรตาม

X_{ij} คือ ค่าที่ i ของตัวแปรอิสระที่ j

β_j คือ ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย (Regression Coefficients) ของตัวแปรอิสระตัวที่ j

ε_i คือ ค่าที่ i ของความคลาดเคลื่อน

ข้อตกลงเบื้องต้นของการวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุ

1. ประชากรมีการแจกแจงแบบปกติ

ตรวจสอบได้โดยการดูกราฟ หรือวิธีการทางสถิติเช่นใช้ Kolmogorov-Smirnov Test ในกรณีที่ไม่ทราบค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนของประชากร จะใช้ค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่างแทน หรือใช้ Shapiro-Wilk Test ในกรณีที่ทราบหรือไม่ทราบค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนของประชากรก็ได้ แต่กลุ่มตัวอย่างต้องมีขนาดไม่เกิน 50 (กัลยา วานิชย์บัญชา, 2546)

2. ค่าคลาดเคลื่อนเป็นอิสระต่อกัน

3. ความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนมีความคงที่

ค่าการสังเกต (ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน , 2551: 281) ตรวจสอบได้โดยการดูจากกราฟ หรือใช้วิธีการทางสถิติ เช่น Non-constant Variance Score Test หรือ The Spearman rank-correlation test หรือ The Goldfeld and Quandt test หรือ White's test

4. ตัวแปรอิสระต้องไม่มีปัญหามีความสัมพันธ์กัน

ตัวแปรที่นำมาใช้พยากรณ์ไม่ควรมีความสัมพันธ์กันสูงเกินไป (ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน. 2551: 280) ตรวจสอบได้ด้วยการดูกราฟ หรือด้วยวิธีการทางสถิติ เช่น ดูจากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ r_{xy} หรือดูจากค่า Variance Inflation Factors (VIF) (เมื่อตัวแปรอิสระเป็นข้อมูลเชิงปริมาณ) หรือดูจากค่า Pearson Chi-Square (เมื่อตัวแปรอิสระเป็นข้อมูลเชิงคุณภาพ)

สมการพยากรณ์

$$Y' = a + b_1x_1 + b_2x_2 + ... + b_kx_k \qquad \cdots(2)$$

เมื่อ Y' แทน คะแนนพยากรณ์ของตัวเกณฑ์ (ตัวแปรตาม)

a แทน ค่าคงที่ของสมการพยากรณ์ในรูปแบบคะแนนดิบ

$b_1, b_2, ..., b_k$ แทน น้ำหนักคะแนนหรือสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวพยากรณ์ตัวที่ 1 ถึง ตัวที่ k ตามลำดับ

$x_1, x_2, ..., x_k$ แทน คะแนนของตัวแปรอิสระ ตัวที่ 1 ถึง ตัวที่ k

k แทน จำนวนตัวแปรอิสระ

การคัดเลือกตัวแปรเพื่อการพยากรณ์

วิธีคัดเลือกตัวแปรตามเข้าสู่สมการถดถอยมีอยู่หลายวิธีด้วยกัน เช่น

1. การวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณแบบปกติ
2. การวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณแบบคัดเลือกออก
3. การวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณแบบเดินหน้า
4. การวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณแบบถอยหลัง
5. การวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณแบบขั้นบันได

วิธีที่มักจะนำมาใช้กัน คือ วิธีการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณแบบปกติ (Enter Regression) และวิธีการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณแบบขั้นบันได (Stepwise Regression) โดยที่ทั้งสองวิธีตอบสนองความต้องการของผู้ใช้แตกต่างกันไปตามวัตถุประสงค์ของการใช้ประโยชน์ คือ วิธีการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณแบบปกติ ผู้ใช้สามารถเลือกตัวแปรตามเข้าสู่สมการได้เอง ส่วนการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณแบบขั้นบันได นำเสนอสมการตัวแปรตามที่ดีที่สุดเพื่อนำไปใช้ในการทำนาย

ขั้นตอนการวิเคราะห์

1. ตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้น
2. คำนวณค่า r_{xy} ของตัวแปรตามกับตัวแปรอิสระ
3. คัดเลือกตัวแปรตามที่มีความสัมพันธ์สูงสุดกับตัวแปรอิสระเข้าสมการ และคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ (R)
4. ทดสอบนัยสำคัญของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณว่าทดสอบว่าตัวแปรตามที่เข้าในสมการยังคงอยู่ในสมการต่อไปได้หรือไม่ด้วยสถิติ F
5. หาค่าน้ำหนักความสำคัญของตัวแปรตาม (b) เพื่อนำมาใช้ในการเขียนสมการพยากรณ์ และเปรียบเทียบว่าตัวแปรตามตัวใดพยากรณ์ตัวแปรอิสระได้ดีกว่า
6. ทดสอบนัยสำคัญของสัมประสิทธิ์การถดถอย เพื่อตรวจสอบว่าตัวแปรตามสามารถพยากรณ์ตัวแปรอิสระได้หรือไม่ ด้วยสถิติ t
7. คำนวณค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของตัวแปรตามที่เข้าสมการ (SE_b) และคำนวณค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการพยากรณ์ (SE_{est})
8. คัดเลือกตัวแปรตามที่มีความสัมพันธ์สูงกับตัวแปรอิสระรองลงมาเข้าสมการและทำการทดสอบค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่เปลี่ยนแปลง (R^2 change) ด้วยสถิติ F ถ้า R^2 change ไม่มีนัยสำคัญก็แสดงว่าตัวแปรตามไม่สามารถอยู่ในสมการพยากรณ์ได้ แต่ถ้ามีนัยสำคัญก็ดำเนินการตามข้อ 4 , 5, 6 และ 7 และดำเนินการต่อไปจนกว่าจะไม่มีตัวแปรตามใดเข้าในสมการ (การดำเนินการตามข้อ 8 เป็นวิธีการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณแบบขั้นบันได)

3. การวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติกแบบเรียงลำดับ (Ordered logistic regression)

การถดถอยโลจิสติกแบบเรียงลำดับเป็นตัวแบบที่ใช้ในการวิเคราะห์การถดถอยโดยมีตัวแปรตาม (Y) เป็นมาตราเรียงลำดับ มีการแจกแจงแบบมัลติโนเมียลที่เป็นอิสระกัน ซึ่งไม่จำเป็นต้องมีความกว้าง หรือระยะห่างของแต่ละระดับเท่ากัน ข้อมูลที่มีค่าต่ำสุดเป็นกลุ่มแรก (First category) ส่วนตัวแปรอิสระมีระดับการวัดแบบใดก็ได้ และไม่มีข้อกำหนดเกี่ยวกับการแจกแจง (วีรยุทธ วัฒนธรรม และคณะ, 2555) และสมการโลจิสแบบเรียงลำดับในรูปทั่วไป (Generalized Ordered logit model) สามารถเขียนได้ดังนี้

$$P(Y_i > k) = g(\beta X_k) = \frac{\exp(\alpha_k + \beta_i X_k)}{1 + \{\exp(\alpha_k + \beta_i X_k)\}}, \mathrm{k} = 1, 2, ..., \mathrm{M} - 1 \quad \cdots (3)$$

หรือ $$Y_i^* = \ln[\frac{Y_i > k}{Y_i \le k}] = \alpha_k + \beta_{i1}X_{k1} + \beta_{i2}X_{k2} + \beta_{i3}(X_{k1} * X_{k2})$$; logit link function

เมื่อ M คือ จำนวนกลุ่มของตัวแปรตาม

เนื่องจากว่า ตัวแบบเชิงอันดับเป็นฟังก์ชันของการแจกแจงสะสม (Cumulative Distribution Function: CDF) โดยที่

$$Y_i = 1 \text{ ถ้า } Y_i^* \le k_1$$
$$Y_i = 2 \text{ ถ้า } k_1 < Y_i^* \le k_2$$
$$Y_i = 3 \text{ ถ้า } Y_i^* > k_2$$

เมื่อ $$Y_i^* = \sum_{k=1}^{K}\beta_k X_{ki} + \varepsilon_i = Z_i + \varepsilon_i$$

$$Z_i = \sum_{k=1}^{K}\beta_k X_{ki} = E(Y_i^*)$$

รูปแบบของความน่าจะเป็นที่จะเกิดเหตุการณ์ที่ i หาได้จาก (Greene, 2003; อารี วิบูรณ์พงศ์, 2549: 190-192)

$$P(Y_i = k) = \frac{\exp(Z_i)}{1+\sum_{k=1}^{K}\exp(Z_i)} = \frac{e^{Z_i}}{1+e^{Z_i}} = \frac{1}{1+e^{Z_i - k}}$$

และในการศึกษาครั้งนี้ ได้กำหนดตัวแปรตามไว้ 3 ค่า ซึ่งเป็นข้อมูลที่สามารถเรียงลำดับได้ คือ

สีของผลองุ่น (Y) =
- 1 คือ เข้มน้อย
- 2 คือ เข้มปานกลาง
- 3 คือ เข้มมาก

และตัวแปรอิสระ มี 2 ตัวคือ จำนวนผล/พวง เป็นตัวแปรเชิงปริมาณ และลักษณะพื้นที่เพาะปลูก เป็นตัวแปรเชิงกลุ่ม ดังนี้

ลักษณะพื้นที่ เพาะปลูก =
- 0 คือ ที่ราบ
- 1 คือ ที่ดอน

ดังนั้น จึงสามารถเขียน ตัวแบบการถดถอยเชิงอันดับ โดยใช้ Logit Link Functionได้ 2 สมการ ดังนี้

Z_1 : $ln\left[\frac{p(\text{สีเข้มน้อย})}{1-p(\text{สีเข้มน้อย})}\right]$= α_1+ β_{11}*(จำนวนผล/พวง) + β_{21}*(ลักษณะพื้นที่เพาะปลูก) + β_{31}*(ผลกระทบร่วมระหว่างจะนวนผล/พวง และลักษณะพื้นที่เพาะปลูก)

Z_2 : $ln\left[\frac{p(\text{เข้มน้อยหรือเข้มปานกลาง})}{p(\text{สีเข้มมาก})}\right]$= α_2+ β_{12}*(จำนวนผล/พวง) + β_{22}*(ลักษณะพื้นที่เพาะปลูก) + β_{32}*(ผลกระทบร่วมระหว่างจะนวนผล/พวง และลักษณะพื้นที่เพาะปลูก)

และ

$$p(Y=1) = \frac{1}{1+\exp(Z_i-k_1)}$$

$$p(Y=2) = \frac{1}{1+\exp(Z_i-k_2)} - \frac{1}{1+\exp(Z_i-k_1)}$$

$$p(Y=3) = 1 - \frac{1}{1+\exp(Z_i-k_2)}$$

การตรวจสอบความเหมาะสมของสมการความถดถอยโลจิสติก

การตรวจสอบความเหมาะสมหรือความสอดคล้อง (Goodness of Fit) สามารถทำได้ดังนี้

1. สถิติทดสอบไคกำลังสอง

ใช้ได้กับข้อมูลที่เป็นเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ แต่ในที่นี้ขอกล่าวถึงแค่ในกรณีที่ตัวแปรอิสระเป็นตัวแปรเชิงคุณภาพ

จะใช้สถิติทดสอบไคกำลังสองของเพียร์สัน (Pearson Chi-Square) หรือไคกำลังสองของความน่าจะเป็น (Likelihood ratio Chi-Square)

H_0: model $\boldsymbol{P(Y=i) = \frac{1}{1+e^{-(\alpha_i+\beta_{i1}x_1+\beta_{i2}x_2+\beta_{i3}x_1*x_2)}}}$ เหมาะสมกับข้อมูล

H_1: model $\boldsymbol{P(Y=i) = \frac{1}{1+e^{-(\alpha_i+\beta_{i1}x_1+\beta_{i2}x_2+\beta_{i3}x_1*x_2)}}}$ ไม่เหมาะสมกับข้อมูล

สถิติทดสอบ: ไคกำลังสองของเพียร์สัน (χ^2)

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^{i}\sum_{j=1}^{c}\frac{(O_{ij}-E_{ij})^2}{E_{ij}}$$

หรือสถิติกำลังสองของความน่าจะเป็น (G^2)

$$G^2 = 2\sum_i \sum_j O_{ij} \log\left(\frac{O_{ij}}{E_{ij}}\right)$$

โดยที่ O_{ij} = ความถี่ หรือจำนวนใน cell (i, j) ที่ได้จากข้อมูล

E_{ij} = ความถี่ หรือจำนวนใน cell (i, j) ที่คาดว่าน่าจะเกิดขึ้น เมื่อสมมติ H_0 จริง

2. ฟังก์ชันความน่าจะเป็น

จากสมการ log likelihood มีรูปแบบดังนี้

$$LL = -n/2 * \ln[\sum(Y_j^{(\lambda)} - \mu_{Y_j(\lambda)})^2/n] + (\lambda - 1)\sum \ln(Y_j) \quad \cdots(4)$$

พบว่าฟังก์ชันความน่าจะเป็น LL มีค่าระหว่าง 0 ถึง 1 ดังนั้น จึงใช้ -2LL ในการวัดความเหมาะสมของสมการโลจิสติก

ถ้าสมการโลจิสติกเหมาะสม ค่า -2LL จะต่ำ นั่นคือ ถ้าสมการโลจิสติกเหมาะสมมากที่สุด ค่า -2LL จะเป็นศูนย์ สำหรับกรณีที่ตัวแปรอิสระมากกว่า 1 ตัว (2 ตัว)

$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = 0$ และ H_1: not H_0

สถิติทดสอบอัตราส่วนความน่าจะเป็น เป็นอัตราส่วนของค่าที่ทำให้ฟังก์ชันความน่าจะเป็นเมื่อมีตัวแปรอิสระ 2 ตัว (L_1) กับค่าที่ทำให้ฟังก์ชันความน่าจะเป็นเมื่อมีเฉพาะค่าคงที่ (L_0) มีค่ามากที่สุด ดังนั้น

สถิติทดสอบอัตราส่วนความน่าจะเป็น $= -2\log\left(\frac{L_0}{L_1}\right)$

$= -2\left[\log(L_0) - \log(L_1)\right]$

$= -2\left[LL(0) - LL(1)\right]$

ค่าสถิติทดสอบอัตราส่วนความน่าจะเป็นคือค่า -2LL ที่เปลี่ยนแปลงไป ซึ่งเท่ากับผลต่างของ -2LL(0) และ -2LL(x_1,x_2) ถ้าผลต่างมีค่ามาก แสดงว่า เมื่อเพิ่มตัวแปรอิสระเข้าไปในสมการแล้วทำให้ -2LL ลดลงอย่างมาก

3. การทดสอบสัมประสิทธิ์การถดถอยแบบโลจิสติก

ทดสอบนัยสำคัญของสัมประสิทธิ์การถดถอยแบบโลจิสติกทีละตัว โดยใช้สถิติทดสอบ Wald

สมมติฐานการทดสอบ : $H_0 : \beta_j=0$ และ H_1: not H_0

สถิติทดสอบ $\text{Wald}=\left[\frac{\hat{\beta}_j}{\text{S.E.}(\hat{\beta}_j)}\right]^2$

มีการแจกแจงแบบปกติมาตรฐาน หรือ มีการแจกแจงแบบไคสแควร์ที่มีองศาความเป็นอิสระเป็น 1 แต่กรณีที่ตัวแปรอิสระเป็นตัวแปรเชิงคุณภาพ ไม่ควรใช้สถิติวอลด์แต่ควรใช้สถิติทดสอบอัตราส่วนความน่าจะเป็น

ในการใช้สถิติทดสอบอัตราส่วนความน่าจะเป็น ในที่นี้จะใช้ Block Chi-Square โดยที่ block ที่ 2 ไม่รวมตัวแปร x_i ในขณะที่ block ที่ 1 รวมตัวแปร x_i ไว้ในสมการ

Block Chi-Square = [-2LL(block 2)] – [-2LL(block 1)]

= $[-2LL(x_1, x_2, x_{i-1}, x_{i+1},\ldots, x_p)] – [-2LL(x_1, x_2, \ldots, x_p)]$

โดย Block Chi-Square มีการแจกแจงแบบไคสแควร์ที่องศาอิสระเท่ากับ 1

4. การวัดระดับความสัมพันธ์

สำหรับการคำนวณหาค่าความสามารถของกลุ่มตัวแปรอิสระในการอธิบายสัดส่วนความแปรปรวนทั้งหมดของตัวแปรตามในสมการการถดถอยแบบโลจิสติก ที่เรียกว่า p-seudo R^2 (ซึ่งก็คือค่า R^2 : สำประสิทธิ์ของตัวกำหนดในการวิเคราะห์การถดถอยพหุปกติ) สามารถคำนวณได้จากค่า Nagelkerke R^2 และค่า Cox and Snell R^2 โดยที่

Cox and Snell $R^2 = 1-\left[\frac{L(0)}{L(B)}\right]^{2/n}$

Nagelkerke's $R^2 = \frac{\text{Cox and Snell } R^2}{\text{Cox and Snell } R^2_{max}}$

และ $R^2_{max}=1-[L(0)]^{2/n}$

โดยที่ L(0) = Likelihood สำหรับโมเดลที่มีเพียงค่าคงที่

L(B) = Likelihood สำหรับโมเดลที่มีตัวแปรอิสระตามที่กำหนด

ขั้นตอนในการวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติกแบบเรียงลำดับ

1. ทดสอบสัมประสิทธิ์การถดถอยในตัวแบบของแต่ละกลุ่มเท่ากันหรือไม่ (Parallel lines)
2. เลือก Link function ที่เหมาะสมโดยดูการกระจายของข้อมูลในแต่ละกลุ่ม
3. ทดสอบชุดของตัวแปรอิสระว่ามีความสัมพันธ์กับตัวแปรตามหรือไม่ (ทดสอบความเหมาะสมของโมเดล) โดยดูจากค่า -2 log Likelihood และสถิติทดสอบ Chi-square
4. ทดสอบความมีนัยสำคัญของตัวแปรอิสระแต่ละตัวในตัวแบบ (ทดสอบสัมประสิทธิ์การถดถอยแบบโลจิสติกทีละตัว) โดยสถิติทดสอบ Wald
5. หาสมการพยากรณ์จำนวนผลที่เหมาะสมที่สุดต่อสีของผลองุ่น
6. ตรวจสอบความเหมาะสมของโมเดลโดยพิจารณาจากค่า Goodness-of-Fit และค่า Pseudo R^2

การแปลงข้อมูลด้วยการใช้ Box-Cox Transform

Box-Cox เสนอวิธีการแปลงข้อมูลโดยใช้หลักการประเมินค่า power ที่ใช้ในการแปลงด้วยวิธี maximum likelihood โดยมีรูปแบบสมการ คือ

$$Y_j^{(\lambda)} = \begin{cases} \log_e(Y_j) & ; \lambda = 0 \\ (Y_j^{\lambda} - 1)/\lambda & ; \lambda \neq 0 \end{cases}$$

เมื่อ Y_j คือ ตัวแปรตามตัวที่ j ; j= 1, 2, 3, …, k

λ คือ พารามิเตอร์ของการแปลงตัวแปรตามตัวที่ j

โดยการหาค่าประมาณพารามิเตอร์ของการแปลงตัวแปรตามตัวที่ j $(\hat{\lambda}_{Y_j})$ นั้นใช้วิธี maximum likelihood (Draper and Smith, 1998) ซึ่งมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. กำหนดให้ λ มีค่าอยู่ในช่วง (-1, 1) หรือ (-2, 2) สามารถขยายช่วงออกไปได้อีกถ้าจะเป็น ภายในช่วงของ λ ที่กำหนดให้แบ่งค่า λ ออกได้ประมาณ 11-21 ค่า
2. ที่แต่ละค่าของ λ ทำการแปลงตัวแปรตามตัวที่ j (Y_j) ตามรูปแบบการแปลง แล้ววิเคราะห์สมการถดถอยโดยใช้ค่าแปลงของตัวที่ j นั้น แล้วบันทึกค่า log likelihood และค่าสถิติ Deviance ของสมการถดถอยที่แต่ละค่าการแปลงของ λ
3. หาค่า λ ที่ทำให้ค่า log likelihood (สมการที่ 4) มีค่าสูงสุด หรือให้ค่า Deviance ต่ำสุด ซึ่งถือเป็นสมการถดถอยที่ดีที่สุด และค่า λ ที่เลือกนี้ก็คือค่าประมาณพารามิเตอร์ของการแปลงตัวแปรตามตัวที่ j $(\hat{\lambda}_{Y_j})$

เมื่อได้ค่าพารามิเตอร์ของการแปลงตัวแปรตามแต่ละตัวแล้ว จะใช้ค่าของตัวแปรตามที่แปลงด้วย $\hat{\lambda}$ ไปใช้ในการวิเคราะห์การถดถอยแทนแทนข้อมูลเดิม แล้วทดสอบความเหมาะสมของตัวแบบการวิเคราะห์ในขั้นตอนต่อไป

บทที่ 3

วิธีดำเนินการศึกษา

การศึกษาครั้งนี้มีเป้าหมายเพื่อศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณภาพขององุ่น ศึกษาความสัมพันธ์ของจำนวนผล/พวง และปัจจัยที่เกี่ยวข้องต่อคุณภาพขององุ่น รวมถึงศึกษาจำนวนผล/พวง ที่เหมาะสมที่สุด ต่อคุณภาพขององุ่น ซึ่งได้ทำการวิเคราะห์ผลบางส่วนโดยใช้โปรมแกรม SPSS for Windows version 17 (Statistical Package for Social Science Study) โปรแกรม R และ โปรแกรม Microsoft office Excel 2007 และได้ดำเนินการภายใต้เงื่อนไขต่างๆ ดังนี้

3.1 ขอบเขตของการศึกษา

ทำการศึกษาและทดลองในกรณีองุ่นพันธุ์แบล๊คโอปอล์ (Black Opal) ที่ไร่องุ่นพรมชน อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา ตั้งแต่วันที่ 20 ต.ค. 2553 – 20 มี.ค. 2554

3.2 ประชากร และกลุ่มตัวอย่าง

การทำวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงการทดลอง (Experimental Research) โดยการศึกษาครั้งนี้มีเป้าหมายเพื่อศึกษาจำนวนผล/พวง ที่เหมาะสมที่สุด ที่ทำให้ได้องุ่นที่มีคุณภาพ (ตัวแปรตาม) ดีมากที่สุด (ผลขนาดใหญ่ที่สุด, น้ำหนักมากที่สุด, ให้ความหวานมากที่สุด และให้สีเข้มมากที่สุด) โดยใช้แผนแบบสุ่มแบบบล็อคสมบูรณ์ ซึ่ง ประชากรในการศึกษาครั้งนี้ คือ ต้นองุ่นพันธุ์แบล๊คโอปอล์ ทั้งหมด 850 ต้น ซึ่งมาจากแปลงที่ราบ 400 ต้น และแปลงที่ดอน 450 ต้น และหน่วยตัวอย่างก็คือ ต้นองุ่น ซึ่งได้กำหนดปัจจัยทดลอง และปัจจัยแบ่งบล็อคไว้ดังนี้

<u>ปัจจัยทดลอง (ทรีทเมนท์)</u> คือ จำนวนผล/พวง (τ)= $\begin{cases} 60 \text{ คือ ผล/พวง} \\ 70 \text{ คือ ผล/พวง} \\ 80 \text{ คือ ผล/พวง} \\ 90 \text{ คือ ผล/พวง} \end{cases}$

<u>ปัจจัยแบ่งบล็อค</u> คือ ลักษณะพื้นที่เพาะปลูก (β) เป็นตัวแปรเชิงคุณภาพ โดยมีลักษณะดังนี้ คือ ที่ราบ

ลักษณะพื้นที่เพาะปลูก $\begin{cases} 0 \\ 1 \quad \text{คือ ที่ดอน} \end{cases}$

และสามารถคำนวณหาขนาดตัวอย่างในแต่ละทรีทเมนท์ได้จากสูตร ดังต่อไปนี้

การหาขนาดตัวอย่าง

ก่อนเริ่มทำการทดลองจริง ได้มีการทำการทดลองเพื่อสำรวจข้อมูลเบื้องต้น (ขนาด, น้ำหนัก, ความหวาน และสีของผลองุ่น) และหาขนาดตัวอย่าง โดยเก็บข้อมูลจากทั้ง 2 แปลง แปลงละ 40 ต้น (วิธีทดลองละ 10 ต้น) แต่ละต้นใช้ พวงองุ่น 2 พวง ดังตารางข้างล่างนี้

	วิธีทดลองที่ 1	วิธีทดลองที่ 2	วิธีทดลองที่ 3	วิธีทดลองที่ 4
แปลงที่ราบ	10 ต้น	10 ต้น	10 ต้น	10 ต้น
แปลงที่ดอน	10 ต้น	10 ต้น	10 ต้น	10 ต้น

และนำข้อมูลดังกล่าวมาวิเคราะห์ ความแปรปรวน เพื่อนำไปคำนวณหาขนาดตัวอย่างต่อไป โดยได้ผลการวิเคราะห์ดังตารางต่อไปนี้

ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนเมื่อตัวแปรตามเป็นขนาดของผลองุ่น

		SS	df	MS	F	Sig.
size * trt	Between Groups (treatment)	.355	3	.118	3.002	.032
	Within Groups (Error)	6.145	156	.039		
	Total	6.499	159			

ซึ่ง Between Groups คือ ความแปรปรวนระหว่างกลุ่ม (MSTr)

Within Groups คือ ความแปรปรวนภายในกลุ่ม (MSE)

โดยที่ MStr = SSTr/(a-1), MSE = (SSE/na-a)

$$SSTr = \sum_{i=1}^{a}\sum_{j=1}^{n}(\overline{y}i.-\overline{y}..)^2 \ , \ SSE = \sum_{i=1}^{a}\sum_{j=1}^{n}(\overline{y}ij-\overline{y}i.)^2$$

จากนั้นคำนวณหาจำนวนตัวอย่างในแต่ละทรีทเมนท์จากโปรแกรมสำเร็จรูป (โปรแกรม R)

คำสั่ง “power.anova.test(groups = NULL, n = NULL, between.var = NULL,

within.var = NULL, sig.level = 0.05, power = NULL)”

โดยโดยที่ α คือ ความน่าจะเป็นที่จะปฏิเสธ H_0 เมื่อ H_0 จริง (Type I Error) กำหนดให้ α = 0.05

β คือ ความน่าจะเป็นที่จะยอมรับ H_0 เมื่อ H_0 เท็จ (Type II Error)

อำนาจทดสอบ (power) = $1-\beta$ กำหนดให้ power = 0.99

จำนวนกลุ่ม(Group) = 4

ความแปรปรวนระหว่างกลุ่ม (between.var) = 0.118

ความแปรปรวนภายในกลุ่ม (within.var) = 0.039

และสามารถคำนวณหา จำนวนหน่วยตัวอย่างในแต่ละทรีทเมนท์ได้เป็น 20 ต้น ดังแสดงไว้ในตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 2: แสดงจำนวนต้นองุ่นในแต่ละทรีทเมนท์

ปัจจัยทดลอง (จำนวนผล/พวง)	ลักษณะพื้นที่เพาะปลูก		รวม (ต้น)
	แปลงที่ราบ (ต้น)	แปลงที่ดอน (ต้น)	
60	20	20	40
70	20	20	40
80	20	20	40
90	20	20	40
รวม	80	80	160

3.3 วิธีดำเนินการศึกษา

ทำการสุ่มเลือกต้นองุ่นพันธุ์แบล๊คโอปอล์ อายุประมาณ 4 ปี ที่มีขนาดพุ่มใกล้เคียงกัน จำนวน 2 แปลง โดยแบ่งตามลักษณะพื้นที่เพาะปลูก เป็นที่ราบและที่ดอน แปลงละ 80 ต้นๆละ 2 พวง และจัดการทดลองโดยใช้แผนแบบการทดลองสุ่มในบล็อคสมบูรณ์ แบบมีพวงองุ่นเป็นหน่วยทดลองซ้ำ ซึ่งมีซ้ำ 40 พวง แต่ละซ้ำใช้องุ่น 20 ต้น และกำหนดปัจจัยทดลองทั้งหมด 4 ปัจจัย ดังนี้ วิธีทดลองที่ 1 คือ เก็บผลองุ่นไว้ 60 ผล/พวง, วิธีทดลองที่ 2 คือ เก็บผลองุ่นไว้ 70 ผล/พวง, วิธีทดลองที่ 3 คือ เก็บผลองุ่นไว้ 80 ผล/พวง และวิธีทดลองที่ 4 คือ เก็บผลองุ่นไว้ 90 ผล/พวง และปัจจัยแบ่งบล็อค คือ แปลงที่ราบและแปลงที่ดอน จากนั้น ทำการจับฉลากสุ่มทรีทเมนท์ให้แต่ละพวง โดยทำฉลากทั้งหมดจำนวน 160 ใบ แต่ละใบเขียนเลข 1-160 กำกับไว้ จากนั้นก็สุ่มหยิบให้แต่ละทรีทเมนท์ๆ ละ 40 ใบ แบบไม่ใส่คืน โดยก่อนทำการทดลองได้ทำการวัดค่า pH เพื่อตรวจดูความเหมาะสมของสภาพดิน และพบว่า แปลงที่ราบ มีค่า pH = 6.7 และแปลงที่ดอน มีค่า pH = 6.8 ซึ่งค่า pH ค่อนข้างใกล้เคียงกันเป็นกลางทั้งคู่ ดังนั้นจึงไม่ต้องทำการปรับสภาพดินใหม่ และ

เริ่มดำเนินการทดลองตั้งแต่ขั้นตอนการตัดแต่งกิ่งองุ่นเพื่อให้องุ่นแตกยอดและผลออกมาใหม่ โดยในแปลงที่ราบได้ทำการตัดแต่งกิ่งในวันที่ 20 ต.ค.2553 และแปลงที่ดอนตัดแต่งกิ่งในวันที่ 20 พ.ย. 2553 และในระหว่างการทดลองนั้น ก็ได้ดำเนินการปลิดผลองุ่น เพื่อให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการทดลองซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น 2 ช่วงใหญ่ๆ คือ

ปลิดผลครั้งที่ 1: ปลิดผลในขณะที่ผลยังเล็กของแปลงที่ราบ ในวันที่ 20 ธ.ค.2553 และแปลงที่ดอนในวันที่ 20 ม.ค.2554 (60 วัน หลังการตัดแต่งกิ่ง) โดยจะปลิดผลทิ้งและเหลือจำนวนผลในแต่ละพวงไว้ตามทรีทเมนท์ที่เราได้ทำการสุ่มไว้ในตอนแรกโดยประมาณ คือ 65, 75, 85 และ 95 ผล/พวง ทั้งนี้เพื่อเป็นการป้องกันการแตกและการร่วงของผลองุ่น

ปลิดผลครั้งที่ 2: ปลิดผลหลังจากที่องุ่นเปลี่ยนสี จากสีเขียวเป็นสีม่วงอมแดงของแปลงที่ราบ ในวันที่ 20 ม.ค.2553 และแปลงที่ดอน ในวันที่ 20 ก.พ.2554 (90 วัน หลังการตัดแต่งกิ่ง) โดยในขั้นตอนนี้ ได้ปลิดผลทิ้งและเหลือจำนวนผลในแต่ละพวงไว้ตามทรีทเมนท์ที่เราได้ทำการสุ่มไว้ในตอนแรกเป็น 60, 70, 80 และ 90 ผล/พวง และระหว่างการทดลองได้ควบคุมปริมาณน้ำที่ใช้รด ปริมาณปุ๋ย-ยา/สารเคมี และการกำจัดวัชพืช ในทั้ง 2 แปลง ให้ได้รับในปริมาณเท่าๆกัน และช่วงเวลาเดียวกัน

การเก็บเกี่ยว: แปลงที่ราบได้ทำการเก็บเกี่ยวในวันที่ 20 ก.พ. 2554 และแปลงที่ดอนได้ทำการเก็บเกี่ยวในวันที่ 20 มี.ค. 2554 โดยเก็บบันทึกข้อมูลต่างๆ ไว้ดังนี้

1. วัดระดับสีผิวของผลองุ่นในแต่ละพวงโดยมีผู้เชี่ยวชาญร่วมพิจารณาแบ่งระดับสีขององุ่นด้วยกัน 3 ท่าน โดยบันทึกสีขององุ่นเป็น 3 ระดับ คือ สีเข้มน้อย สีเข้มปานกลาง และสีเข้มมาก

2. หาน้ำหนักเฉลี่ยจากองุ่นแต่ละพวง แล้วบันทึกเป็นน้ำหนักของผล/พวง มีหน่วยเป็นกรัม

3. ทำการปลิดผลองุ่นในแต่ละพวงมาวัดขนาดโดยใช้ไม้บรรทัด วัดผลในแนวนอน (จากขั้วผลถึงปลายผล) ซึ่งเลือกลูกที่มีขนาดใหญ่ที่สุดและเล็กที่สุดมาวัดหาค่าเฉลี่ย แล้วบันทึกเป็นขนาดของผล/พวง มีหน่วยเป็นเซนติเมตร

4. สุ่มหยิบองุ่นจากแต่ละพวงมาวัดความหวาน โดยใช้ Brix Refractometer แล้ว บันทึกเป็นความหวานของผล/พวง โดยมีหน่วยเป็นองศาบริกซ์ หรือ ร้อยละของน้ำตาล

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาครั้งนี้มีเป้าหมายเพื่อศึกษาจำนวนผล/พวง ที่เหมาะสมที่สุด ที่ทำให้ได้องุ่นที่มีคุณภาพดีมากที่สุด (ผลขนาดใหญ่ที่สุด, น้ำหนักมากที่สุด, ให้ความหวานมากที่สุด และให้สีเข้มมากที่สุด) โดยได้ทำการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพขององุ่น และศึกษาความสัมพันธ์ของจำนวนผล/พวง และปัจจัยที่เกี่ยวข้องต่อคุณภาพขององุ่น โดยใช้แผนแบบสุ่มแบบบล็อคสมบูรณ์ โดยมีปัจจัยทดลองคือ จำนวนผล/พวง มีปัจจัยแบ่งบล็อคคือ ลักษณะพื้นที่เพาะปลูก และตัวแปรตามในการทดลองนี้ คือ คุณภาพขององุ่น ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

<u>คุณภาพขององุ่น</u> ประกอบด้วย

1. ขนาดของผลองุ่น/พวง เป็นข้อมูลเชิงปริมาณ
2. น้ำหนักของผลองุ่น/พวง เป็นข้อมูลเชิงปริมาณ
3. ความหวาน เป็นข้อมูลเชิงปริมาณ
4. สี เป็นข้อมูลเชิงคุณภาพ ซึ่งมีค่าได้ 3 ค่า คือ สี $=\begin{cases} 1 & \text{คือ สีเข้มน้อย} \\ 2 & \text{คือ สีเข้มปานกลาง} \\ 3 & \text{คือ สีเข้มมาก} \end{cases}$

<u>ปัจจัยทดลอง (ทรีทเมนท์)</u> คือ จำนวนผล/พวง (τ)= $\begin{cases} 60 & \text{คือ ผล/พวง} \\ 70 & \text{คือ ผล/พวง} \\ 80 & \text{คือ ผล/พวง} \\ 90 & \text{คือ ผล/พวง} \end{cases}$

<u>ปัจจัยแบ่งบล็อค</u> คือ ลักษณะพื้นที่เพาะปลูก (β) เป็นตัวแปรเชิงคุณภาพ โดยมีลักษณะดังนี้ คือ ที่ราบ

ลักษณะพื้นที่เพาะปลูก $\begin{cases} 0 & \\ 1 & \text{คือ ที่ดอน} \end{cases}$

โดยมีลำดับขั้นตอนในการวิเคราะห์ข้อมูลดังต่อไปนี้

1.7.1 **ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพขององุ่น** โดยเก็บรวบรวมข้อมูลจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1.7.2 **ศึกษาความสัมพันธ์ของจำนวนผล/พวง และปัจจัยที่เกี่ยวข้องต่อคุณภาพขององุ่น** โดยแยกทำการวิเคราห์ออกเป็น 2 กรณี ตามลักษณะข้อมูลของตัวแปรตาม คือ

<u>กรณีที่ 1</u>: ตัวแปรตามเป็นตัวแปรเชิงปริมาณ ได้แก่ ขนาด, น้ำหนัก และความหวาน

โดยในกรณีนี้ใช้เทคนิคการวิเคราะห์ความแปรปรวนในการศึกษาจำนวนผล/พวง และปัจจัยที่เกี่ยวข้องต่อคุณภาพขององุ่น และใช้เทคนิคการวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุในการหาสมการพยากรณ์จำนวนผลที่เหมาะสมที่สุดต่อคุณภาพดังกล่าว

<u>กรณีที่ 2</u>: ตัวแปรตามเป็นตัวแปรเชิงกลุ่ม ได้แก่ สีของผลองุ่น

ในกรณีนี้ใช้เทคนิคการวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติกแบบเรียงลำดับการศึกษาจำนวนผล/พวง และปัจจัยที่เกี่ยวข้องต่อสีขององุ่น และหาสมการพยากรณ์จำนวนผลที่เหมาะสมที่สุดต่อสีของผลองุ่น

โดยก่อนทำการวิเคราะห์ข้อมูลในแต่ละกรณีข้างต้น ได้ทำการตรวจสอบข้อกำหนดต่างๆ ดังนี้

ตรวจสอบข้อกำหนดเบื้องต้นของการวิเคราะห์ความแปรปรวน

1. การสุ่มตัวอย่างแต่ละชุดเป็นอิสระกันหรือไม่

สมมติฐาน : H_0 : การสุ่มตัวอย่างแต่ละชุดเป็นอิสระกัน

H_1 : การสุ่มตัวอย่างแต่ละชุดไม่เป็นอิสระกัน

สถิติทดสอบ : Run test

ปฏิเสธ H_0 เมื่อค่า p-value < ระดับนัยสำคัญ (α) นั่นคือ การสุ่มตัวอย่างแต่ละชุดไม่เป็นอิสระกัน

2. ค่าความแปรปรวนของแต่ละประชากรเท่ากันหรือไม่

สมมติฐาน : H_0 : ค่าความแปรปรวนของแต่ละประชากรเท่ากัน

H_1 : ค่าความแปรปรวนของแต่ละประชากรไม่เท่ากัน

สถิติทดสอบ : Bartlett test

ปฏิเสธ H_0 เมื่อค่า p-value < ระดับนัยสำคัญ (α) นั่นคือ ค่าความแปรปรวนของแต่ละประชากรไม่เท่ากัน

3. ประชากรต้องมีการแจกแจงแบบปกติหรือไม่

สมมติฐาน : H_0: ประชากรมีการแจกแจงแบบปกติ

H_1 : ประชากรไม่มีการแจกแจงแบบปกติ

สถิติทดสอบ : Shapiro-Wilk test

ปฏิเสธ H_0 เมื่อค่า p-value < ระดับนัยสำคัญ (α) นั่นคือ ประชากรไม่มีการแจกแจงแบบปกติ

ตรวจสอบข้อกำหนดเบื้องต้นของการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ

1. ความคลาดเคลื่อน (ε) เป็นตัวแปรที่มีการแจกแจงแบบปกติหรือไม่

สมมติฐาน : H_0 : ความคลาดเคลื่อน (ε) เป็นตัวแปรที่มีการแจกแจงแบบปกติ

H_1: ความคลาดเคลื่อน (ε) ไม่เป็นตัวแปรที่มีการแจกแจงแบบปกติ

สถิติทดสอบ : Shapiro-Wilk test

ปฏิเสธ H_0 เมื่อค่า p-value < ระดับนัยสำคัญ (α) นั่นคือ ความคลาดเคลื่อน (ε) เป็นตัวแปรที่ไม่มีการแจกแจงแบบปกติ

2. ค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนเป็นศูนย์ นั่นคือ $E(\varepsilon)=0$ หรือไม่

สมมติฐาน : $H_0 : E(\varepsilon) = 0$

$H_1 : E(\varepsilon) \neq 0$

สถิติทดสอบ : One-Sample Test

ปฏิเสธ H_0 เมื่อค่า p-value < ระดับนัยสำคัญ (α) นั่นคือ ค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนไม่เป็นศูนย์

3. ค่าความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนค่าคงที่ [$V(\varepsilon)=\sigma^2_\varepsilon$] หรือไม่

โดยใช้กราฟ ระหว่างตัวแปรตาม กับ ε ถ้าจุดหรือคู่อันดับ $(\hat{y}_j, \varepsilon_j)$ กระจายอยู่รอบๆ ศูนย์ หรือมีค่าอยู่ในช่วงแคบๆ (มีค่าที่เป็นลบและบวกเท่าๆกัน) แสดงว่า ความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนค่อนข้างคงที่

4. ε_i และ ε_j เป็นอิสระต่อกัน ; $i \neq j$ หรือ covariance(ε_i , ε_j) = 0 หรือไม่

สมมติฐาน : H_0 : ε_i และ ε_j เป็นอิสระต่อกัน

H_1: ε_i และ ε_j ไม่เป็นอิสระต่อกัน

สถิติทดสอบ : Run test

จะปฏิเสธ H_0 เมื่อค่า p-value < ระดับนัยสำคัญ (α) นั่นคือ ε_i และ ε_j เป็นอิสระต่อกัน

กรณีที่ข้อมูลไม่เป็นไปตามข้อกำหนดของการวิเคราะห์ความแปรปรวนและการถดถอยเชิงพหุดังกล่าว จะต้องทำการแปลงข้อมูลใหม่ โดยเลือกใช้การแปลงข้อมูลด้วยวิธีของ Box-Cox ซึ่งจะกล่าวถึงในลำดับต่อไป และเมื่อแปลงข้อมูลแล้วจะต้องทำงานตรวจสอบเงื่อนไขของการวิเคราะห์ซ้ำอีกรอบ และเมื่อผ่านเงื่อนไขของการทดสอบแล้ว จึงทำการวิเคราะห์ในขั้นตอนต่อไป

การแปลงข้อมูลด้วยวิธี Box-Cox

เป็นการแปลงข้อมูลโดยใช้หลักการประเมินค่า power ที่ใช้ในการแปลงด้วยวิธี maximum likelihood โดยมีรูปแบบสมการ คือ

$$Y_j^{(\lambda)} = \begin{cases} \log_e(Y_j) & ; \lambda = 0 \\ (Y_j^{\lambda} - 1)/\lambda & ; \lambda \neq 0 \end{cases}$$

จากนั้นจึงหาค่า λ ที่ทำให้ค่า log likelihood มีค่าสูงสุด เมื่อสมการ log likelihood มีรูปแบบดังนี้

$$L = -n/2 * \ln[\sum (Y_j^{(\lambda)} - \mu_{Y_j^{(\lambda)}})^2/n] + (\lambda - 1)\sum \ln(Y_j)$$

หลังจากแปลงข้อมูลและตรวจสอบข้อกำหนดเบื้องต้นผ่านแล้ว จึงดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลในลำดับต่อไป ดังนี้

<u>กรณีที่ 1</u>: **ศึกษาความสัมพันธ์ของจำนวนผล/พวง และปัจจัยที่เกี่ยวข้องต่อขนาด, น้ำหนักและความหวานของผลองุ่น และหาสมการพยากรณ์จำนวนผลที่เหมาะสมที่สุดต่อขนาด, น้ำหนัก และความหวานของผลองุ่น**

โดยได้แยกทำการวิเคราะห์ตามคุณภาพของผลองุ่น ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. **ศึกษาความสัมพันธ์ของจำนวนผล/พวง และปัจจัยที่เกี่ยวข้องต่อขนาดของผลองุ่น และหาสมการพยากรณ์จำนวนผลที่เหมาะสมที่สุดต่อขนาดของผลองุ่น**

1.1 ศึกษาความสัมพันธ์ของจำนวนผล/พวง และปัจจัยที่เกี่ยวข้องต่อขนาดของผลองุ่น โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์ความแปรปรวน

1.2 หาสมการพยากรณ์จำนวนผลที่เหมาะสมที่สุดต่อขนาดของผลองุ่น โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุ

2. **ศึกษาความสัมพันธ์ของจำนวนผล/พวง และปัจจัยที่เกี่ยวข้องต่อน้ำหนักของผลองุ่น และหาสมการพยากรณ์จำนวนผลที่เหมาะสมที่สุดต่อน้ำหนักของผลองุ่น**

2.1 ศึกษาความสัมพันธ์ของจำนวนผล/พวง และปัจจัยที่เกี่ยวข้องต่อน้ำหนักของผลองุ่น โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์ความแปรปรวน

2.2 หาสมการพยากรณ์จำนวนผลที่เหมาะสมที่สุดต่อน้ำหนักของผลองุ่น โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุ

3. ศึกษาความสัมพันธ์ของจำนวนผล/พวง และปัจจัยที่เกี่ยวข้องต่อความหวานของผลองุ่น และหาสมการพยากรณ์จำนวนผลที่เหมาะสมที่สุดต่อความหวานของผลองุ่น

3.1 ศึกษาความสัมพันธ์ของจำนวนผล/พวง และปัจจัยที่เกี่ยวข้องต่อความหวานของผลองุ่น โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์ความแปรปรวน

3.2 หาสมการพยากรณ์จำนวนผลที่เหมาะสมที่สุดต่อความหวานของผลองุ่น โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุ

ขั้นการวิเคราะห์ความแปรปรวน

1. ทดสอบผลกระทบของจำนวนผล/พวง ต่อคุณภาพขององุ่น

สมมติฐาน : H_0 : จำนวนผล/พวง ไม่มีผลกระทบต่อคุณภาพขององุ่น

H_1 : จำนวนผล/พวง มีผลกระทบต่อคุณภาพขององุ่น

โดยใช้สถิติทดสอบ $F=\frac{MSTr}{MSE}$ และจะเขตปฏิเสธสมมติฐาน H_0 ถ้า $F > F_{k-1,\ bk(n-1)}$ หรือ ค่า p-value < ระดับนัยสำคัญ (α) นั่นคือ จำนวนผล/พวง มีผลกระทบต่อคุณภาพขององุ่น

2. ทดสอบผลกระทบของลักษณะพื้นที่เพาะปลูก ต่อคุณภาพขององุ่น

สมมติฐาน : H_0 : ลักษณะพื้นที่เพาะปลูก ไม่มีผลกระทบต่อคุณภาพขององุ่น

H_1 : ลักษณะพื้นที่เพาะปลูก มีผลกระทบต่อคุณภาพขององุ่น

โดยใช้สถิติทดสอบ $F=\frac{MSB}{MSE}$ และจะเขตปฏิเสธสมมติฐาน H_0 ถ้า $F > F_{(b-1),bk(n-1)}$ หรือ ค่า p-value < ระดับนัยสำคัญ (α) นั่นคือ ลักษณะพื้นที่เพาะปลูก มีผลกระทบต่อคุณภาพขององุ่น

3. ทดสอบผลกระทบร่วมระหว่างจำนวนผล/พวง และลักษณะพื้นที่เพาะปลูก ต่อคุณภาพขององุ่น

สมมติฐาน : H_0 : ปัจจัยร่วมระหว่างจำนวนผล/พวง และลักษณะพื้นที่เพาะปลูก ไม่มีผลกระทบต่อคุณภาพขององุ่น

H_1 : ปัจจัยร่วมระหว่างจำนวนผล/พวง และลักษณะพื้นที่เพาะปลูก มีผลกระทบต่อคุณภาพขององุ่น

โดยใช้สถิติทดสอบ $F=\frac{MSTrB}{MSE}$ และจะเขตปฏิเสธสมมติฐาน H_0

ถ้า $F > F_{(b-1)(k-1),\ bk(n-1)}$ หรือ ค่า p-value < ระดับนัยสำคัญ (α) นั่นคือ ปัจจัยร่วมระหว่างจำนวนผล/พวง และลักษณะพื้นที่เพาะปลูก มีผลกระทบต่อคุณภาพขององุ่น

4. ทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยทีละคู่ หรือเปรียบเทียบเชิงซ้อน (Multiple Comparisons) โดยใช้ Bonferroni method โดยมีสมมติฐานการทดสอบ คือ

สมมติฐาน : H_0 : ค่าเฉลี่ยของขนาดของผลองุ่น/พวง ของแต่ละทรีทเมนท์ไม่แตกต่างกัน

H_1 : ค่าเฉลี่ยของขนาดของผลงุ่น/พวง ของแต่ละทรีทเมนท์แตกต่างกัน

จะปฏิเสธ H_0 เมื่อค่า p-value < ระดับนัยสำคัญ (α) นั่นคือ ค่าเฉลี่ยของขนาดของผลงุ่น/พวง ของแต่ละทรีทเมนท์แตกต่างกัน

ขั้นตอนการวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุ

1. พิจารณาดูว่า ตัวแปรอิสระใดมีความสัมพันธ์กับตัวแปรตาม
2. ตรวจสอบความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม

สมมติฐาน : $H_0 : \beta_{1j} = \beta_{2j} = \beta_{3j} = 0$ (ตัวแปรตามไม่ขึ้นกับตัวแปรอิสระทั้ง 3 ตัว)

H_1 : มี β_i อย่างน้อย 1 ตัว ค่าที่ $\neq 0$; i = 1, 2, 3

(ตัวแปรตามขึ้นกับตัวแปรอิสระอย่างน้อย 1 ตัว)

โดยใช้สถิติทดสอบ $F=\frac{MSR}{MSE}$

จะปฏิเสธ H_0 ถ้า $F > F_{k,n-k-1;1-\alpha}$ หรือเมื่อค่า p-value < ระดับนัยสำคัญ (α) นั่นคือ ตัวแปรตามขึ้นกับตัวแปรอิสระอย่างน้อย 1 ตัว

3. ตรวจสอบความมีนัยสำคัญของค่าคงที่ และสัมประสิทธิ์แต่ละตัวในสมการ

สมมติฐาน : $H_0 : \beta_i = 0$ (ตัวแปรตามไม่ขึ้นอยู่กับตัวแปรอิสระตัวที่ i)

H_1 : มี $\beta_i \neq 0$; i = 1, 2, 3

โดยใช้สถิติทดสอบ $t = \frac{\beta_i}{SE_{\beta_i}}$

จะปฏิเสธ H_0 เมื่อค่า p-value < ระดับนัยสำคัญ (α) นั่นคือ ตัวแปรตามขึ้นอยู่กับตัวแปรอิสระที่ i

4. เขียนรูปแบบสมการถดถอยจากค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้

$$\hat{y}_i = b_0 + b_1 x_{i1} + b_2 x_{i2} + b_3 x_{i1} x_{i2}$$

โดยที่ y_i คือ ค่าที่ i ของตัวแปรตาม

x_{ij} คือ ค่าที่ i ของตัวแปรอิสระที่ j

b_j คือ ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย (Regression Coefficients) ของตัวแปรอิสระตัวที่ j

5. ตรวจสอบความเหมาะสมของโมเดล โดยพิจารณาค่า R^2 และสรุปผลจากสมการถดถอยที่ได้

<u>กรณีที่ 2</u>: ศึกษาความสัมพันธ์ของจำนวนผล/พวง และปัจจัยที่เกี่ยวข้องต่อสีของผลองุ่น และหาสมการพยากรณ์หาจำนวนผลที่เหมาะสมที่สุดต่อสีของผลองุ่น

โดยใช้การวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติกแบบเรียงลำดับ ซึ่งมีขั้นตอนในการวิเคราะห์ดังนี้

1. ทดสอบสัมประสิทธิ์การถดถอยในตัวแบบของแต่ละกลุ่มเท่ากันหรือไม่ (Parallel lines)

สมมติฐาน : $H_0 : \beta_{1j} = \beta_{2j} = \beta_{3j}$ (ความชันในแต่ละกลุ่มมีค่าเท่ากัน)

H_1 : มี β_{ij} อย่างน้อย 1 คู่ แตกต่างกัน (ความชันในแต่ละกลุ่มมีค่าแตกต่างกัน)

สถิติทดสอบ Chi-square หรือพิจารณาค่า -2 log Likelihood (-2LL)

จะปฏิเสธ H_0 เมื่อค่า p-value = 0.225 < α (0.05) นั่นคือ ความชันในแต่ละกลุ่มมีค่าแตกต่างกัน

2. เลือก Link function ที่เหมาะสมโดยดูการกระจายของข้อมูลในแต่ละกลุ่ม

3. ทดสอบชุดของตัวแปรอิสระ ว่ามีความสัมพันธ์กับตัวแปรตามหรือไม่ โดยดูจากค่า -2 log Likelihood และสถิติทดสอบ Chi-square

สมมติฐาน : $H_0 : \beta_{1j} = \beta_{2j} = \beta_{3j} = 0$

H_1: not H_0

โดยใช้สถิติทดสอบ Chi-square หรือพิจารณาค่า -2 log Likelihood (-2LL) ถ้าผลต่างของ -2LL (สมการที่ยังไม่มีตัวแปรอิสระ) และ -2LL (สมการที่มีตัวแปรอิสระ) ต่างมีค่ามากหรือทำให้ -2LL ลดลงอย่างมาก สามารถสรุปได้ว่า ตัวแปรที่เพิ่มเข้าไปนั้นมีความสัมพันธ์กับตัวแปรตาม หรือจะพิจารณาค่า p-value ซึ่งหากค่า p-value < ระดับนัยสำคัญ (α) จะปฏิเสธสมมติฐาน H_0 นั่นคือ ตัวแปรที่เพิ่มเข้าไปนั้นมีความสัมพันธ์กับตัวแปรตาม

4. ทดสอบความมีนัยสำคัญของตัวแปรอิสระแต่ละตัวในตัวแบบ โดยสถิติทดสอบ Wald

สมมติฐาน : $H_0 : \beta_j = 0$ (ตัวแปรตามไม่ขึ้นอยู่กับตัวแปรอิสระตัวที่ i)

H_1 : มี $\beta_i \neq 0$; i = 1, 2, 3

สถิติทดสอบ Wald $= \left(\frac{\hat{\beta}_j}{S.E.(\hat{\beta}_j)}\right)^2$

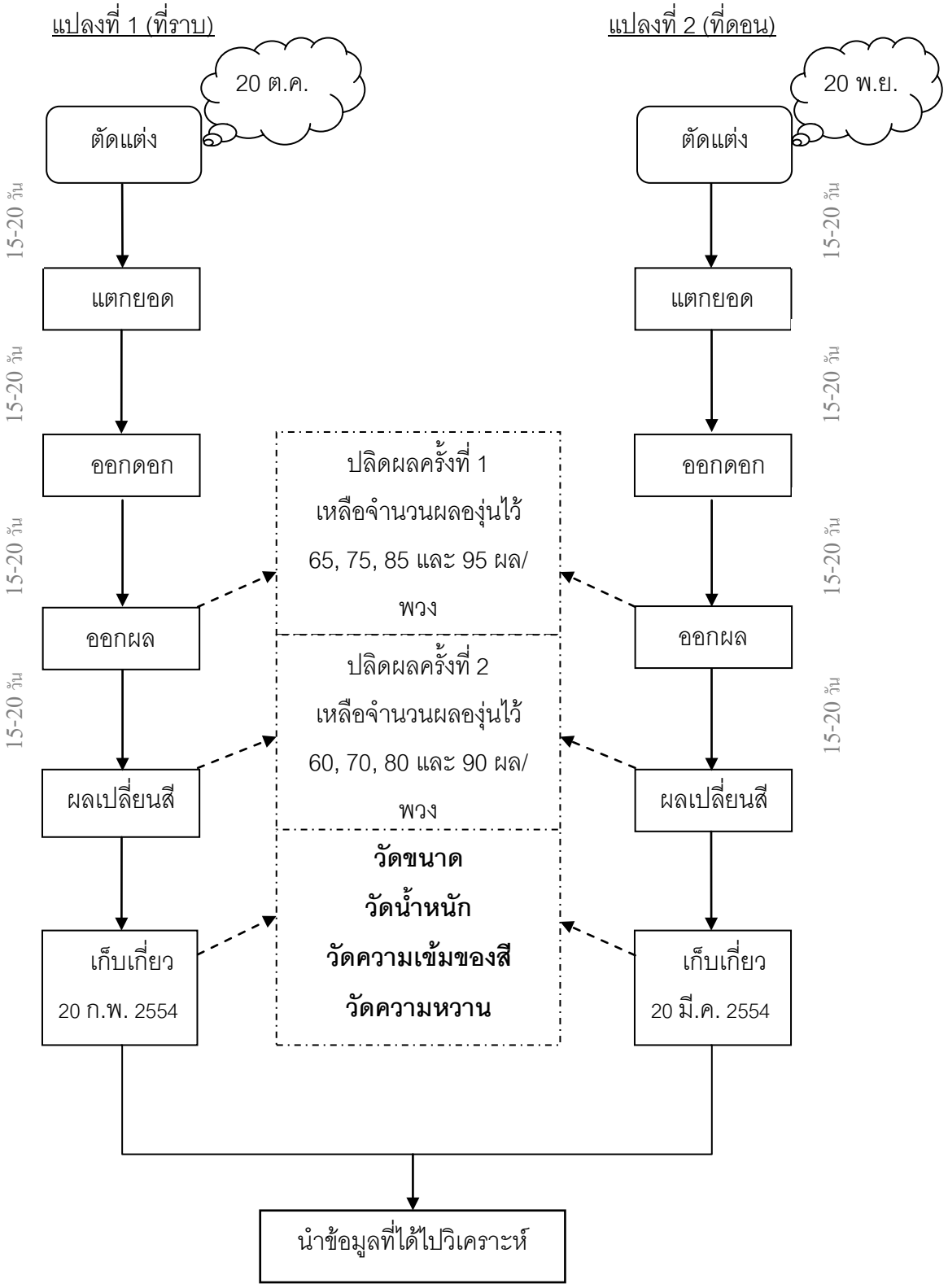
จะปฏิเสธ H_0 เมื่อค่า p-value < ระดับนัยสำคัญ (α) นั่นคือ ตัวแปรตามขึ้นอยู่กับตัวแปรอิสระอย่างน้อย 1 ตัว

5. หาสมการพยากรณ์จำนวนผลที่เหมาะสมที่สุดต่อสีของผลองุ่น

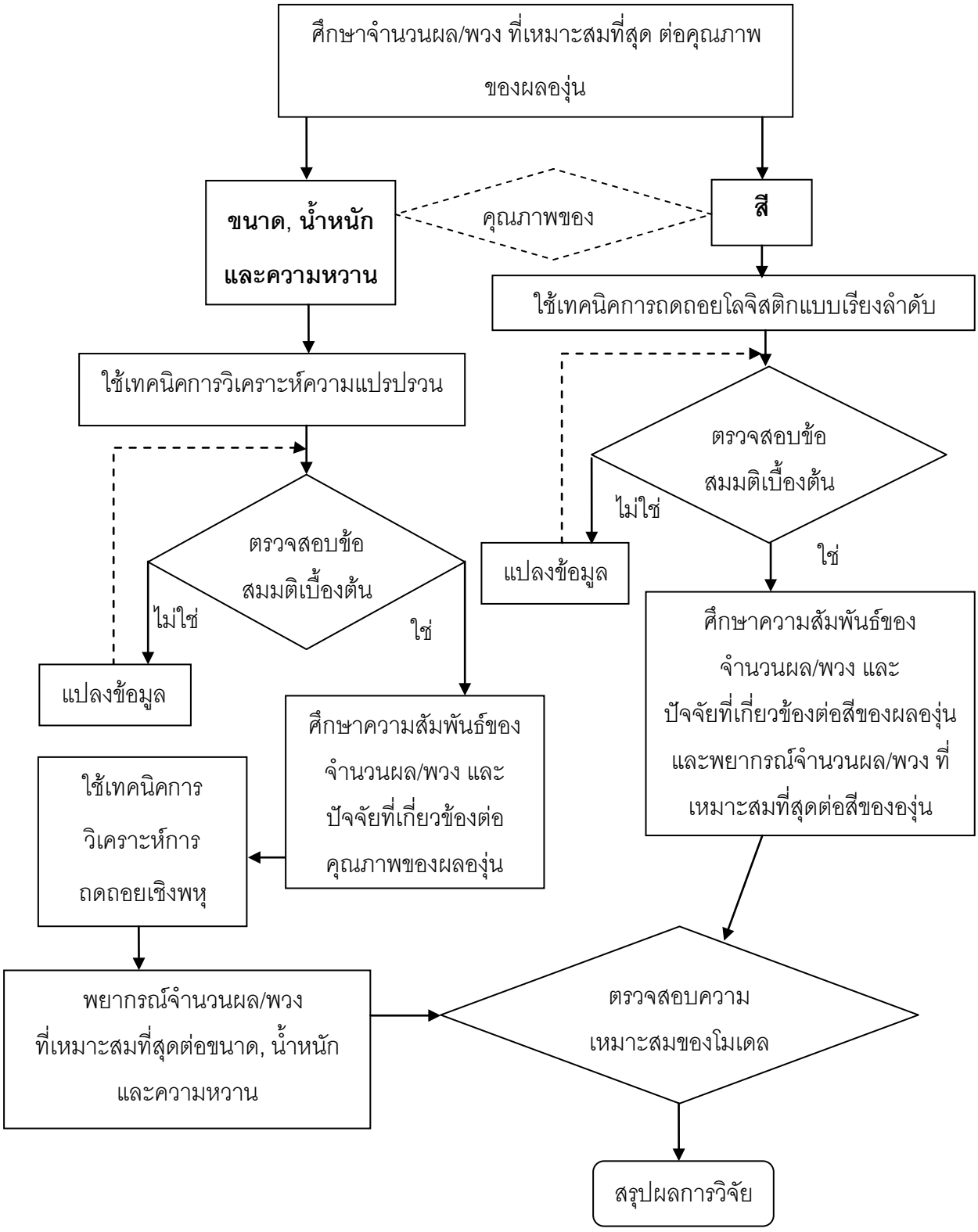
$$\left[\frac{p(y_i>j)}{p(y_i\leq j)}\right] = \exp\{b_{0j} + b_{1j}{}^{*}x_1 + b_{nj}{}^{*}x_2 + b_{3j}{}^{*}x_{1,2}\}$$

6. ตรวจสอบความเหมาะสมของโมเดลโดยพิจารณาจากค่า Goodness-of-Fit และค่า Pseudo R^2 และสรุปผลจากสมการถดถอยที่ได้

แผนภาพประกอบแสดงขั้นตอนการทดลอง



(ต่อ) **แผนภาพประกอบ** **ขั้นตอนการการวิเคราะห์ข้อมูล**



บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาครั้งนี้มีเป้าหมายเพื่อศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณภาพขององุ่น ศึกษาความสัมพันธ์ของจำนวนผล/พวง และปัจจัยที่เกี่ยวข้องต่อคุณภาพขององุ่น รวมถึงศึกษาจำนวนผล/พวง ที่เหมาะสมที่สุด ต่อคุณภาพขององุ่น ซึ่งได้ทำการวิเคราะห์ผลบางส่วนโดยใช้โปรมแกรม SPSS for Windows version 17 (Statistical Package for Social Science Study) โปรแกรม R และ โปรแกรม Microsoft office Excel 2007 และได้ดำเนินการภายใต้เงื่อนไขต่างๆ ดังนี้

1. ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพขององุ่น

โดยศึกษาและเก็บข้อมูลจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องซึ่งพบว่า ปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณภาพขององุ่น สามารถแบ่งได้เป็น 2 ปัจจัยหลักๆ ดังนี้

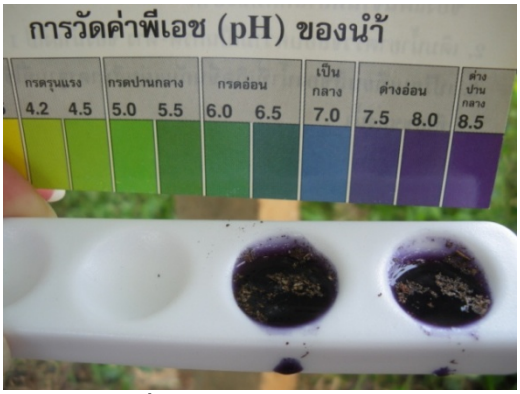
1.1 ปัจจัยที่สามารถควบคุมได้

1.1.1 ปัจจัยที่มีอยู่แล้วก่อนการทดลอง ได้แก่

1.1.1.1 สภาพดิน (ค่า pH): ต้นองุ่นสามารถเจริญเติบโตได้ดีในดินที่มีความเป็นกรด-ด่าง (pH) อยู่ในช่วง 5.5-6.8 (กิตติพงศ์ ตรีตรุยานนท์ , 2546) ซึ่งในแปลงที่ทำการทดลองนี้ แปลงที่ราบมีค่า pH = 6.7 และแปลงที่ดอนมีค่า pH = 6.8 จะเห็นว่าทั้งสองแปลงมีค่า pH ใกล้เคียงกัน และเป็นค่าที่เหมาะสมแก่การปลูกองุ่นแล้วจึงไม่ต้องทำการปรับสภาพดินก่อนทำการทดลอง

ภาพที่ 1 อุปกรณ์สำหรับวัดค่า pH ของดิน และน้ำ

ภาพที่ 2 การเตรียมดินเพื่อตรวจวัดค่า pH



ภาพที่ 3 แสดงสีตามค่า pH ของดิน จากทั้ง 2 แปลง

ภาพที่ 4 แสดงสีตามค่า pH ของน้ำที่ใช้รดองุ่น

1.1.1.2 **อายุของต้นพันธุ์**: องุ่นสามารถตัดแต่งกิ่งเพื่อให้ออกผลผลิตได้ตั้งแต่อายุ 10-12 เดือน ซึ่งก่อนการทดลองได้มีการคัดเลือกต้นพันธุ์ที่มีอายุใกล้เคียงกัน โดยเลือกต้นองุ่นที่มีอายุประมาณ 4 ปี ทั้งหมด 160 ต้น โดยแบ่งเป็น แปลงที่ 1 จำนวน 80 ต้น และแปลงที่ 2 จำนวน 80 ต้น

1.1.1.3 **ขนาดของพุ่ม** : ทำการคัดเลือกต้นพันธุ์ที่มีขนาดของพุ่มใกล้เคียงกันก่อนที่จะเริ่มทำการทดลอง

1.1.1.4 **ความลาดเอียงของพื้นที่** : ถ้าความลาดเอียงของพื้นที่มีมากจะทำให้เกิดการพังทลายของหน้าดิน ธาตุอาหารต่างๆ ก็จะถูกชะล้างไป อีกประการหนึ่งจะทำให้ระบบรากขององุ่นถูกทำลาย เนื่องจากว่าองุ่นเป็นพืชที่มีระบบรากไม่ค่อยแข็งแรง (กิตติ พงศ์ ตรีตรุยานนท์, 2546: 5)

1.1.2 **ปัจจัยทางการปฏิบัติงาน** ในระหว่างทำการทดลอง (20 ต.ค. 2553 - 20 มี.ค. 2554) ได้แก่ ปริมาณน้ำที่ใช้รด, ปริมาณปุ๋ย-ยา/สารเคมี, วัชพืช/ศัตรูพืช (สายชล สินสมบูรณ์ทอง, 2549: 119) การทดลองนี้ได้ทำการควบคุมปริมาณน้ำที่ใช้รด ให้ปุ๋ยตามระยะการเจริญเติบโต ฉีดพ่นยา/สารเคมีป้องกัน และกำจัดวัชพืชตามอาการของโรคที่ปรากฏ และให้ปัจจัยเหล่านี้ในปริมาณเท่าๆ กัน และช่วงเวลาเดียวกันทั้ง 2 แปลง

ตารางที่ 3: แสดงรายการพ่นปุ๋ย ยา/สารเคมี ของไร่องุ่นพรมชน

(สัปดาห์ที่ 1)	(สัปดาห์ที่ 2)	(สัปดาห์ที่ 3)	(สัปดาห์ที่ 4)	
ล้างโรค คลอไรริฟอส 200 cc + พีทูพี 50 cc + เมทาแลตซิล 200 กรัม **กระตุ้นตาดอก** ดอร์แม็กร์ 2-4 ขวด/2 ถัง/ไร่	**ป้องกันโรค** (ดูตามอาการ)	**ป้องกันเชื้อรา** อะบาแม็กติน 100 cc + สกอร์ 50 cc + เลอซิ่ง 300 กรัม + แมนโคเซฟ 200-300 กรัม	**ยืดช่อ** จิ๊บ 30-40 cc **ป้องกันแมลง** แลนเนท 200 กรัม + แมนโคเซฟ 200-300 กรัม ปุ๋ยสูตร 15-15-15, 16-16-16	เดือนที่ 1
(สัปดาห์ที่ 5)	(สัปดาห์ที่ 6)	(สัปดาห์ที่ 7)	(สัปดาห์ที่ 8)	
ป้องกันแมลง แมคโคเซฟ 200-300 g **ป้องกันโรค** (ดูตามอาการ)	**ป้องกันเชื้อรา** อะบาแม็กติน 100 cc + คลอฟิดอร์ 100 cc หรือ อัตราตามความเหมาะสม	**ป้องกันแมลง** แมนโคเซฟ 200-300 g **ป้องกันโรค ขยายผล และบำรุงผลด้วย สาหร่าย**	**ป้องกันโรค ปุ๋ยเคมี** สูตร 15-15-15, 16-16-16 **ปุ๋ยอินทรีย์** 1-2 กระสอบ/ไร่	เดือนที่ 2
(สัปดาห์ที่ 9)	(สัปดาห์ที่ 10)	(สัปดาห์ที่ 11)	(สัปดาห์ที่ 12)	
ป้องกันแมลง และโรค (ดูตามอาการ)	**ป้องกันแมลง และโรค** (ดูตามอาการ) **ป้องกันผลแตก** แคลเซี่ยมโบร่อน (แม็ก 200 cc + บีพลัส 200 cc)	**ป้องกันแมลง และโรค** (ดูตามอาการ) **ป้องกันผลแตก** ปุ๋ยเคมี สูตร 11-21-21 หรืออื่นๆ ปุ๋ยอินทรีย์	**ป้องกันแมลง และโรค** (ดูตามอาการ) **ป้องกันผลแตก, หยุดยอด, สะสมอาหาร, เพิ่มสี** ปุ๋ยเพิ่มความหวาน สูตร 0-52-34	เดือนที่ 3
(สัปดาห์ที่ 13)	(สัปดาห์ที่ 14)	(สัปดาห์ที่ 15)	(สัปดาห์ที่ 16)	
หยุดยอด, สะสมอาหาร, เพิ่มสี ปุ๋ยเพิ่มความหวาน สูตร 0-52-34 ปุ๋ยเคมี สูตร 8-24-24 และปุ๋ยอินทรีย์ (เริ่ม งดให้น้ำ)	**หยุดยอด, สะสมอาหาร, เพิ่มสี** ปุ๋ยเพิ่มความหวาน สูตร 0-52-34 (ให้น้ำทุกๆ 3 วัน)	ปุ๋ยเพิ่มความหวาน สูตร 0-52-34, ปุ๋ยอินทรีย์ (เริ่มเก็บเกี่ยว)	**พักต้น ใส่ปุ๋ย ให้น้ำ เป็นระยะ สะสมอาหาร** แม็ก 200 cc + โอมาซ่า 100 cc , ปุ๋ยเพิ่มความหวาน สูตร 0-52-34 (2-3 ครั้ง)	เดือนที่ 4

1.2 **ปัจจัยที่ไม่สามารถควบคุมได้ ได้แก่** ปัจจัยทางสิ่งแวดล้อม (สายชล สินสมบูรณ์ทอง , 2549) ซึ่งเริ่มจดบันทึกข้อมูลตั้งแต่ วันที่ 20 ต.ค. 2553 - 20 มี.ค. 2554 รวมทั้งสิ้น 245 วัน ประกอบด้วย

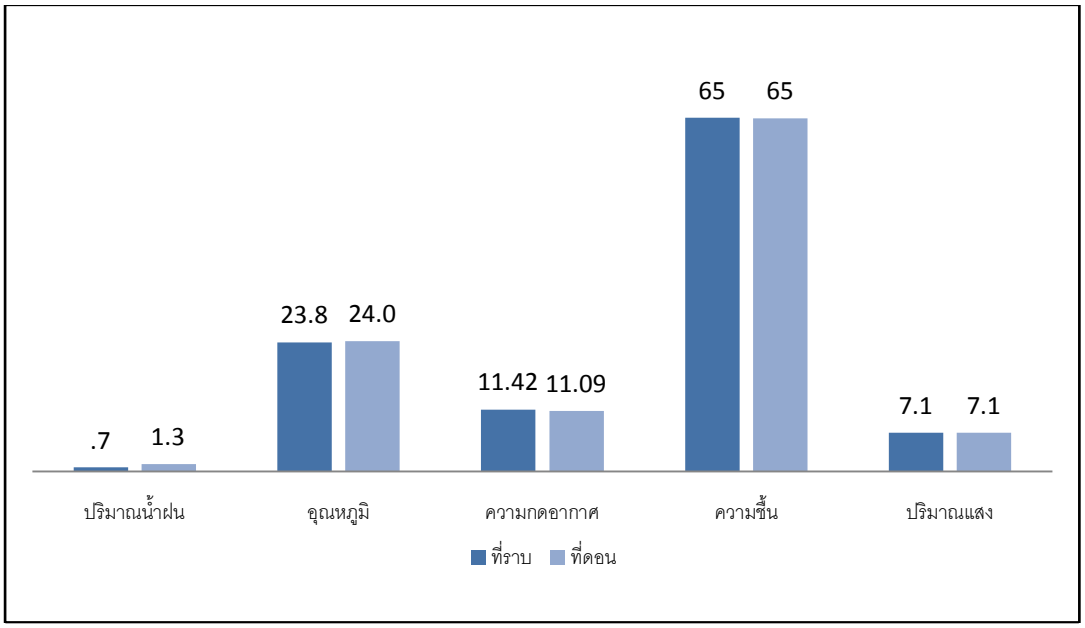
1.2.1 **อุณหภูมิ** โดยวัดเป็น 3 ระดับ คือ ค่าสูงสุด, ต่ำสุด และค่าเฉลี่ย 8 เวลา มีหน่วยเป็นองศาเซลเซียส พบว่าอุณหภูมิเฉลี่ยในแปลงที่ราบ เท่ากับ 23.8˚C และแปลงที่ดอน เท่ากับ 24.0˚C

1.2.2 **ปริมาณน้ำฝน** มีหน่วยเป็นมิลลิเมตร พบว่าปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยในแปลงที่ราบ เท่ากับ 0.7 มิลลิเมตร และแปลงที่ดอน เท่ากับ 1.3 มิลลิเมตร

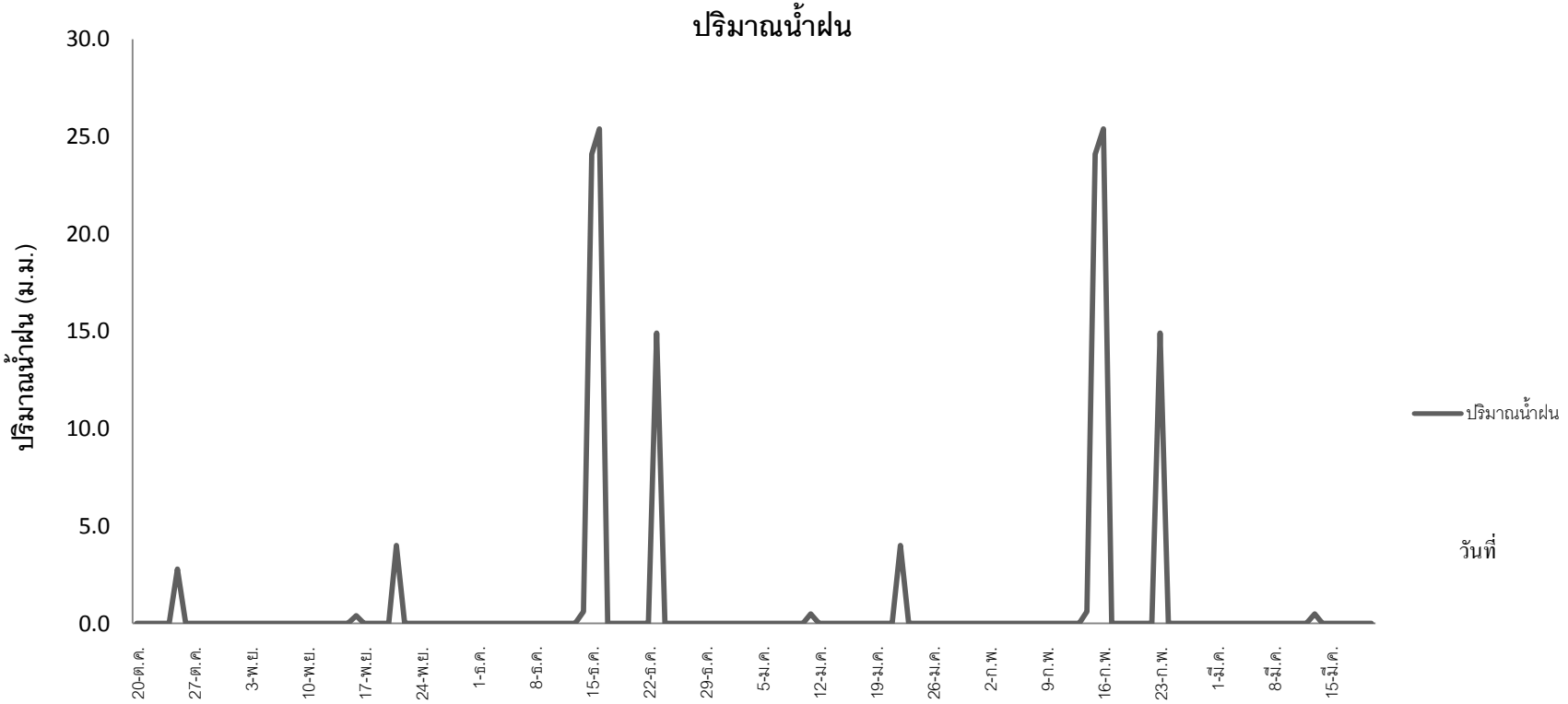
1.2.3 **ความกดอากาศ** โดยวัดเป็น 3 ระดับ คือ ค่าสูงสุด, ต่ำสุด และค่าเฉลี่ย 8 เวลา มีหน่วยเป็น hPa พบว่าความกดอากาศเฉลี่ยในแปลงที่ราบ เท่ากับ 11.42 hPa และแปลงที่ดอน เท่ากับ 11.09 hPa

1.2.4 **ความชื้น** โดยวัดเป็น 3 ระดับ คือ ค่าสูงสุด, ต่ำสุด และค่าเฉลี่ย 8 เวลา มีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์ พบว่าปริมาณความชื้นเฉลี่ยในทั้งสองแปลงเท่ากัน คือ 65 %

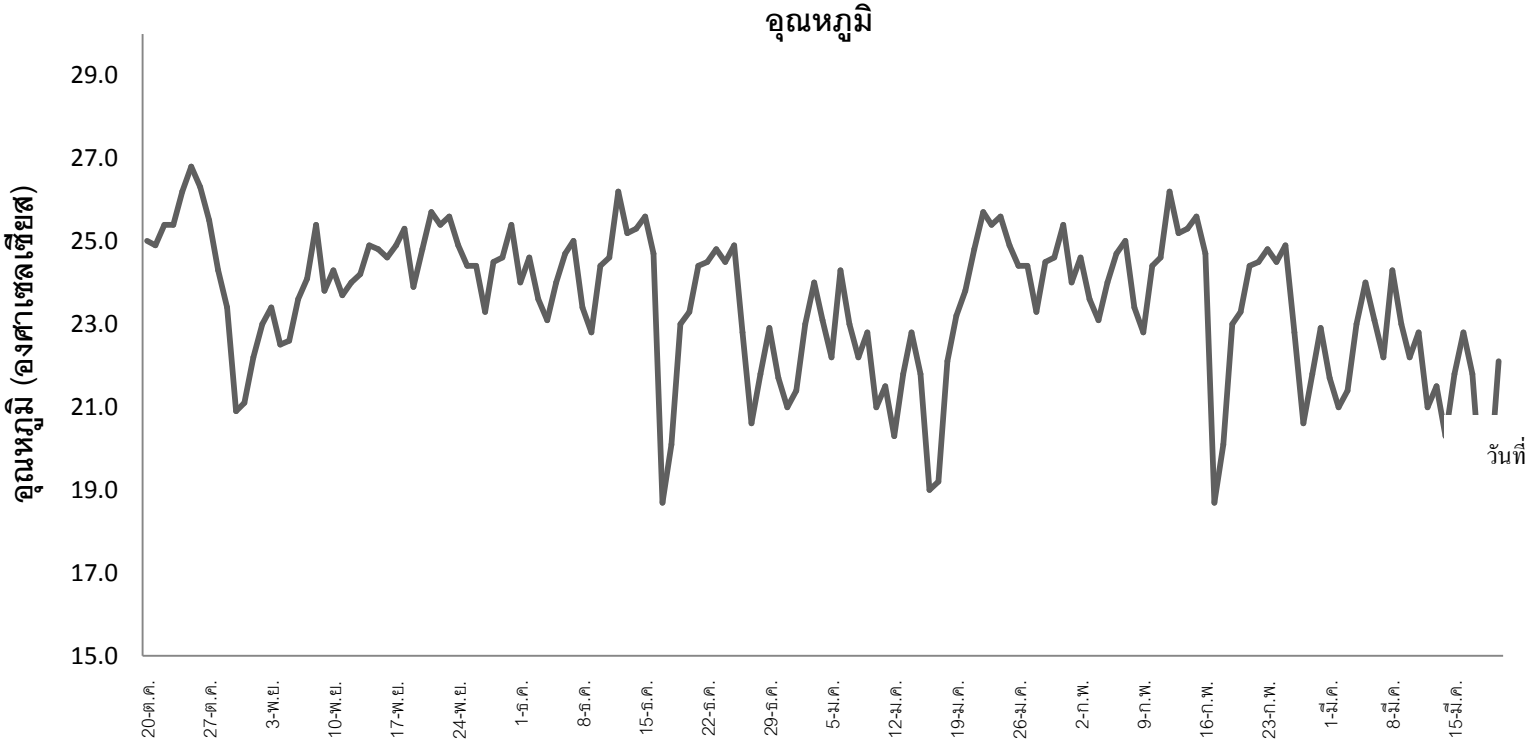
1.2.5 **ปริมาณแสงแดด** มีหน่วยเป็น ชั่วโมง/วัน พบว่าปริมาณแสงแดดเฉลี่ยในทั้งสองแปลงเท่ากัน คือ 7.1 ชั่วโมง



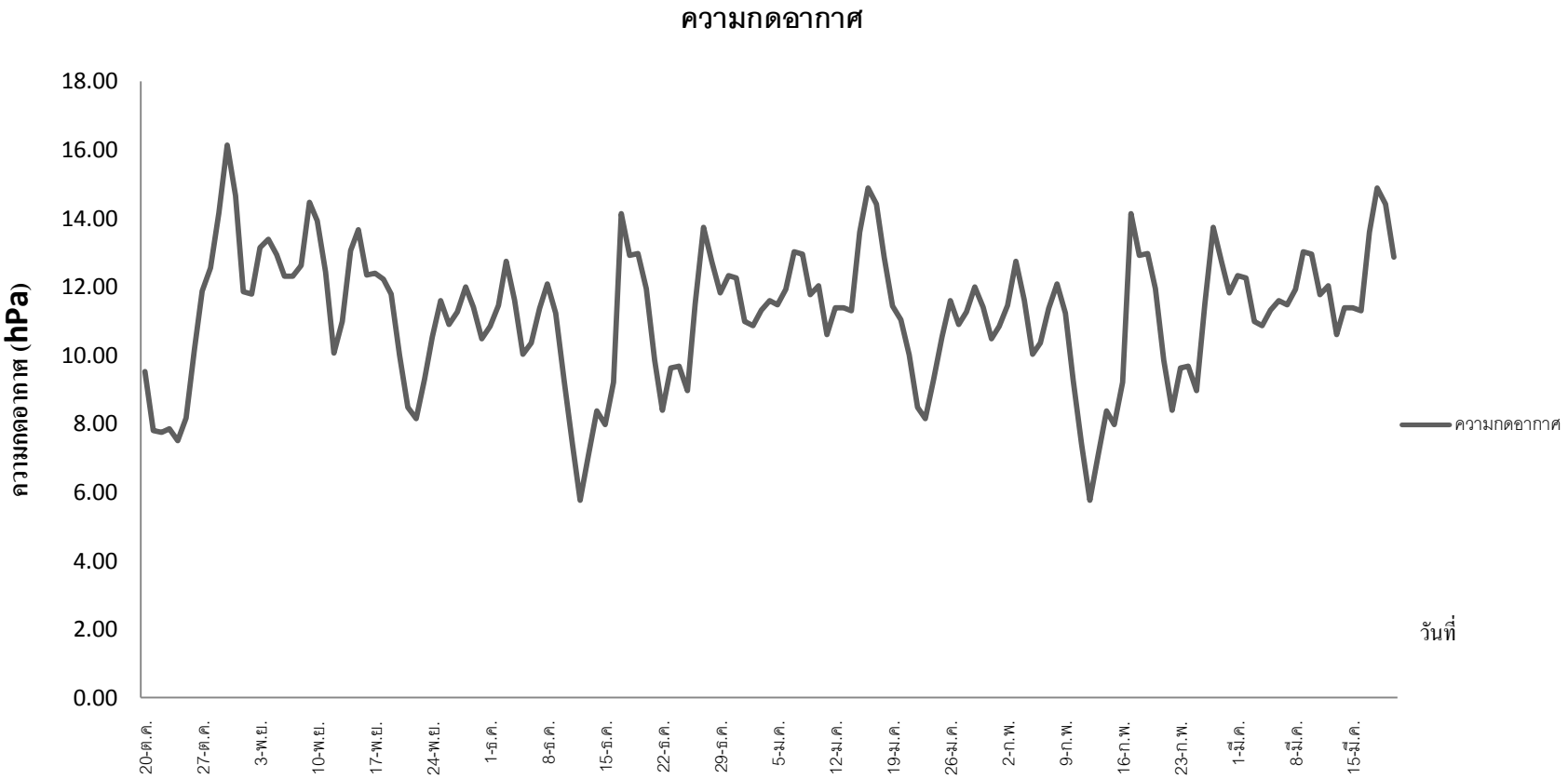
ภาพที่ 5 แสดงค่าเฉลี่ยของข้อมูลทางสิ่งแวดล้อมในแต่ละแปลง



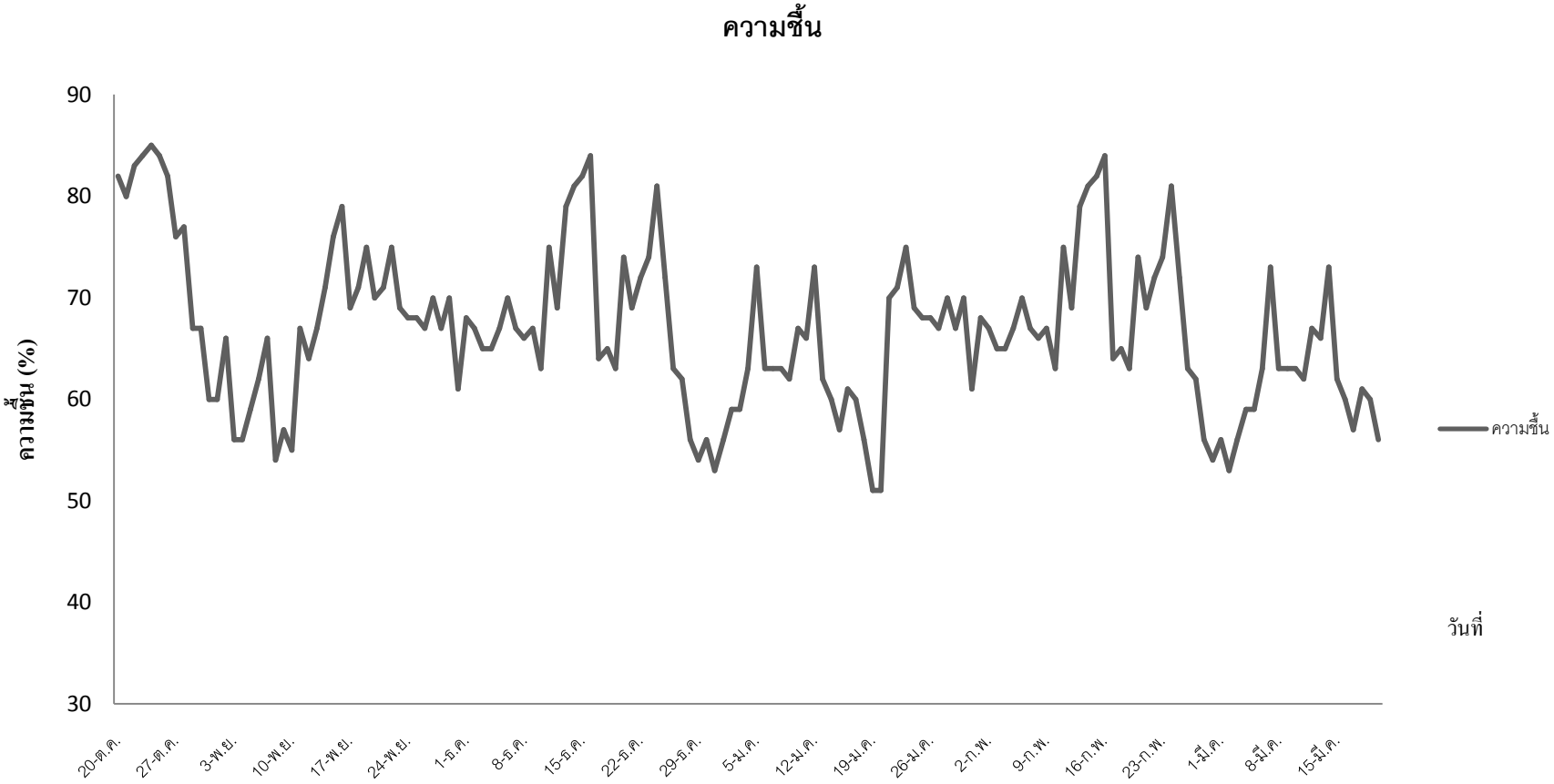
ภาพที่ 6 แสดงปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่อวัน ตั้งแต่ 20 ต.ค.2553 - 20 มี.ค.255



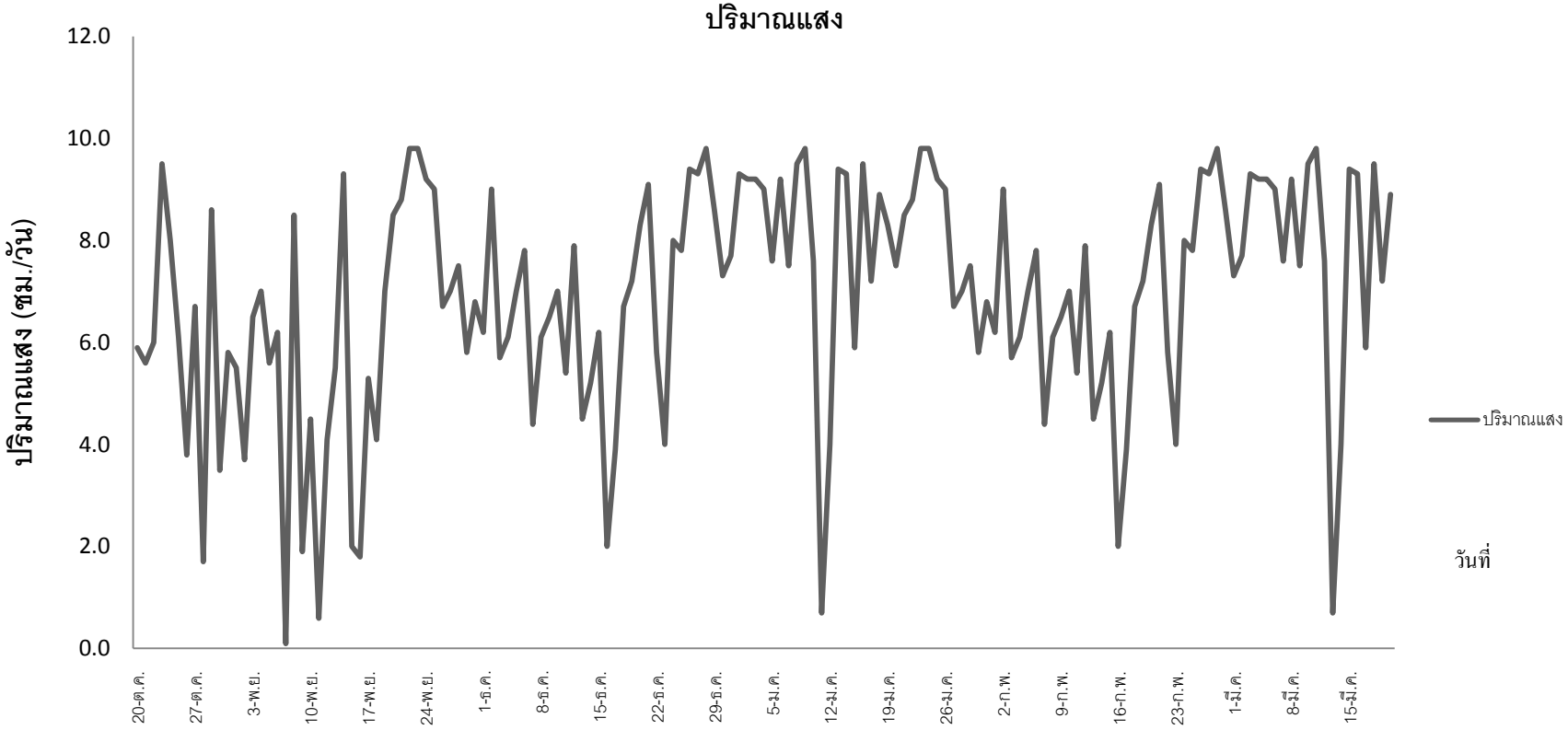
ภาพที่ 7 แสดงปริมาณอุณหภูมิเฉลี่ยต่อวัน ตั้งแต่ 20 ต.ค.2553 - 20 มี.ค.2554



ภาพที่ 8 แสดงปริมาณความกดอากาศเฉลี่ยต่อวัน ตั้งแต่ 20 ต.ค.2553 - 20 มี.ค.2554



ภาพที่ 9 แสดงปริมาณความชื้นเฉลี่ยต่อวัน ตั้งแต่ 20 ต.ค.2553 - 20 มี.ค.2554



ภาพที่ 10 แสดงปริมาณแสงเฉลี่ยต่อวัน ตั้งแต่ 20 ต.ค.2553 - 20 มี.ค. 2554

2. ศึกษาความสัมพันธ์ของจำนวนผล/พวง และปัจจัยที่เกี่ยวข้องต่อคุณภาพขององุ่น

โดยแยกทำการวิเคราห์ออกเป็น 2 กรณี ตามลักษณะข้อมูลของตัวแปรตาม คือ

กรณีที่ 1 : ตัวแปรตามเป็นตัวแปรเชิงปริมาณ ได้แก่ ขนาด, น้ำหนัก และความหวาน

โดยในกรณีนี้ใช้เทคนิคการวิเคราะห์ความแปรปรวน ในการศึกษาจำนวนผล/พวง และปัจจัยที่เกี่ยวข้องต่อคุณภาพขององุ่น และใช้เทคนิคการวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุในการหาสมการพยากรณ์จำนวนผลที่เหมาะสมที่สุดต่อคุณภาพดังกล่าว

กรณีที่ 2 : ตัวแปรตามเป็นตัวแปรเชิงกลุ่ม ได้แก่ สีของผลองุ่น

ในกรณีนี้ใช้เทคนิคการวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติกแบบเรียงลำดับ ในการศึกษาจำนวนผล/พวง และปัจจัยที่เกี่ยวข้องต่อสีขององุ่น และหาสมการพยากรณ์จำนวนผลที่เหมาะสมที่สุดต่อสีของผลองุ่น

โดยก่อนทำการวิเคราะห์ข้อมูลในแต่ละกรณีข้างต้น ได้ทำการตรวจสอบข้อกำหนดต่างๆ ดังนี้

ตรวจสอบข้อกำหนดเบื้องต้นของการวิเคราะห์ความแปรปรวน

1. การสุ่มตัวอย่างแต่ละชุดเป็นอิสระกันหรือไม่

ตารางที่ 4: แสดงการทดสอบการสุ่มตัวอย่างของขนาด น้ำหนัก และความหวานของผลองุ่น โดยใช้การทดสอบ Runs

	ขนาด	น้ำหนัก	ความหวาน	สี
Test Value[a]	1.60	7.1400	14	3
Cases < Test Value	155	155	70	156
Cases >= Test Value	165	165	250	164
Total Cases	320	320	320	320
Number of Runs	168	143	99	173
Z	.802	-2.000	-1.866	1.356
Asymp. Sig. (2-tailed)	.422	.045	.062	.175

a. Median

จากตารางที่ 4 พบว่า การสุ่มตัวอย่างของแต่ละชุดเมื่อตัวแปรตาม คือ ขนาด ความหวาน และสี เป็น ไปอย่าง อิสระกันอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยมีค่า p-value เท่ากับ

0.422, 0.062 และ 0.175 ตามลำดับ แต่เมื่อตัวแปรตาม เป็นน้ำหนัก มีการสุ่มตัวอย่างแบบ ไม่เป็นไปอย่างอิสระกัน (p-value = 0.045) ซึ่งอาจจะมีผลทำให้ผลการทดลอง หรือผลการวิเคราะห์ข้อมูลเกิดความคลาดเคลื่อนได้

2. ค่าความแปรปรวนของแต่ละประชากรเท่ากันหรือไม่

ตารางที่ 5: แสดงการทดสอบความแปรปรวนของขนาด น้ำหนัก และความหวานของผลองุ่น ในแต่ละทรีทเมนท์ และแต่ละบล็อค โดยใช้การทดสอบ Bartlett

	ขนาด		ความหวาน		น้ำหนัก	
	treatment	block	treatment	block	treatment	block
Bartlett's K-squared	2.2166	0.3009	1.2685	1.1357	3.3774	5.4119
df	3	1	3	1	3	1
p-value	0.5287	0.5833	0.7366	0.2866	0.337	0.02

จากตารางที่ 5 พบว่า ความแปรปรวนของขนาดของผลองุ่นในแต่ละทรีทเมนท์ และแต่ละบล็อกเท่ากัน อย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยมีค่า p-value เท่ากับ 0.5287 และ 0.5833 ตามลำดับ, ความแปรปรวนของน้ำหนักของผลองุ่นในแต่ละทรีทเมนท์ และแต่ละบล็อกเท่ากันอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยมีค่า p-value เท่ากับ 0.7366 และ 0.2866 ตามลำดับ และความแปรปรวนของความหวานของผลองุ่นในแต่ละทรีทเมนท์เท่ากัน อย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยมีค่า p-value = 0.337 แต่ความแปรปรวนของความหวานของผลองุ่นในแต่ละบล็อกไม่เท่ากัน (p-value = 0.02) ซึ่งอาจจะมีผลทำให้ผลการทดลอง หรือผลการวิเคราะห์ข้อมูลเกิดความคลาดเคลื่อนได้เช่นกัน

3. ประชากรต้องมีการแจกแจงแบบปกติหรือไม่

ตารางที่ 6: แสดงการทดสอบการแจกแจงของขนาด น้ำหนัก และความหวานของผลองุ่น โดยใช้การทดสอบ Shapiro-Wilk

Dependent variable	Shapiro-Wilk statistic	p-value
Size	0.9216	0.00
weight	0.9399	0.00
sweetness	0.9488	0.00

จากตาราง ที่ 6 พบว่า ค่า p-value ของการทดสอบการแจกแจงของขนาด น้ำหนัก และความหวานของผลองุ่น เท่ากับ 0.00 ซึ่งน้อยกว่า α (0.05) ดังนั้น ขนาด น้ำหนัก และความหวานไม่มีการแจกแจงแบบปกติ

ตรวจสอบข้อกำหนดเบื้องต้นของการวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุ

1. ความคลาดเคลื่อน (ε) เป็นตัวแปรที่มีการแจกแจงปกติหรือไม่

ตารางที่ 7: แสดงการทดสอบการแจกแจงค่าคลาดเคลื่อนของขนาด น้ำหนัก และความหวานของผลองุ่น โดยใช้การทดสอบ Shapiro-Wilk

Residual for	Shapiro-Wilk Statistic	p-value
size	0.9608	.000
weight	0.9822	.000
sweetness	0.9831	.000

จากตาราง ที่ 7 เมื่อพิจารณาค่า p-value ของ Shapiro-Wilk test พบว่า ค่าความคลาดเคลื่อนของขนาด น้ำหนัก และความหวาน ของผล/พวง ให้ค่า p-value = 0.000 ซึ่งน้อยกว่า α (0.05) ดังนั้น ความคลาดเคลื่อนของขนาด น้ำหนัก และความหวานของผล/พวง ไม่เป็นตัวแปรที่มีการแจกแจงปกติ

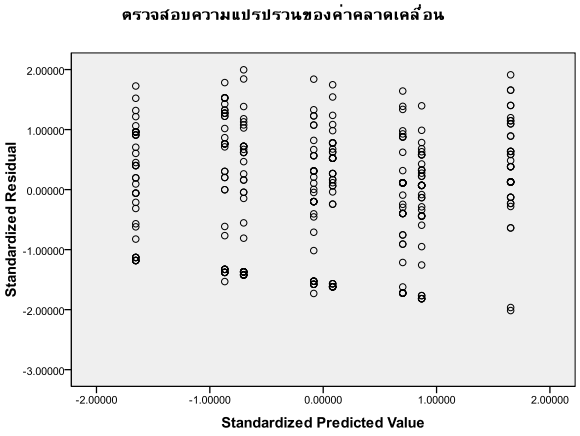
2. ค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนเป็นศูนย์ นั่นคือ E(ε)=0 หรือไม่

ตารางที่ 8: แสดงการทดสอบค่าเฉลี่ยของค่าคลาดเคลื่อน

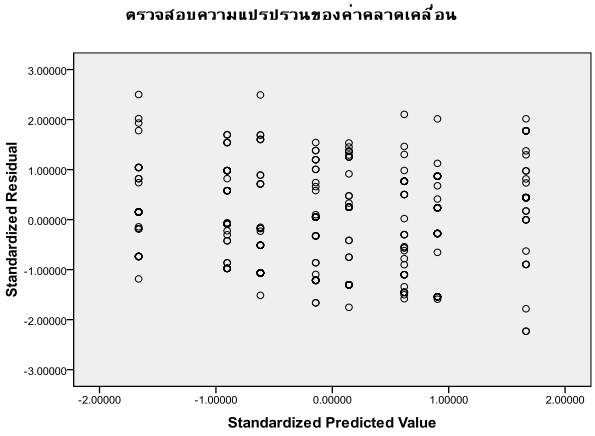
Unstandardized Residual for	Test Value = 0					
	t	df	p-value	Mean Difference	95% CI of the Difference	
					Lower	Upper
size	.000	319	1.000	.00000	-.0210	.0210
weight	.000	319	1.000	.00000	-.1096373	.1096373
sweetness	.000	319	1.000	.00000	-.1404319	.1404319

จากตารางที่ 8 พบว่า ค่า p-value ของการทดสอบค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อน เมื่อตัวแปรตามเป็น ขนาด, น้ำหนัก และความหวาน เท่ากับ 1.000 ซึ่งมากกว่า α (0.05) ดังนั้นจึงยอมรับสมมติฐาน H_0 นั่นคือ ค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนเป็นศูนย์ หรือ $E(\varepsilon) = 0$

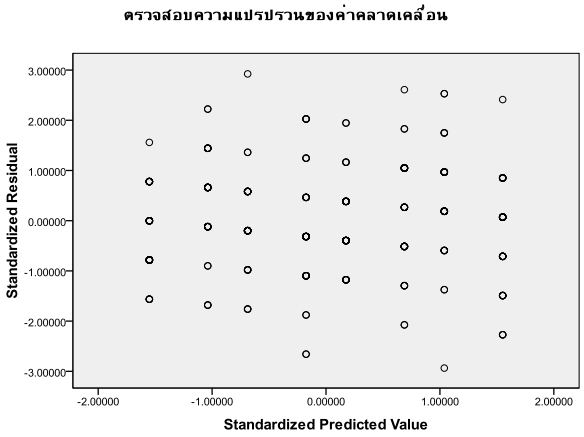
3. ค่าความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนค่าคงที่ $V(\varepsilon)=\boldsymbol{\sigma}_{\varepsilon}^{2}$ หรือไม่



ภาพที่ 11 แสดงการกระจายของค่าคลาดเคลื่อนต่อขนาดของผลองุ่น



ภาพที่ 12 แสดงการกระจายของค่าคลาดเคลื่อนต่อน้ำหนักของผลองุ่น



ภาพที่ 13 แสดงการกระจายของค่าคลาดเคลื่อนต่อความหวานของผลองุ่น

จากภาพที่ 11-13 จะเห็นว่า ค่าคลาดเคลื่อนกระจายอยู่รอบๆ ศูนย์ หรือมีค่าอยู่ในช่วงแคบๆ ระหว่าง (-2, 2) ดังนั้น ความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนของขนาด, น้ำหนัก และความหวานของผล/พวง ค่อนข้างคงที่

4. ε_i และ ε_j เป็นอิสระต่อกัน ; i ≠ j **หรือ** covariance(ε_i, ε_j) = 0 **หรือไม่**

ตารางที่ 9: แสดงการทดสอบความเป็นอิสระของค่าคลาดเคลื่อนแต่ละตัวเมื่อตัวแปรตามเป็นขนาด น้ำหนัก และความหวานของผลองุ่น โดยใช้การทดสอบ Runs

	Residual for size	Residual for weight	Residual for sweet
Test Value[a]	.04	-.09	-.10
Cases < Test Value	159	150	159
Cases >= Test Value	161	170	161
Total Cases	320	320	320
Number of Runs	172	154	155
Z	1.233	-.717	-.671
Asymp. Sig. (2-tailed)	.218	.474	.502

a. Median

จากตารางที่ 9 พบว่า ค่าคลาดเคลื่อนแต่ละตัว เมื่อตัวแปรตาม คือ ขนาด น้ำหนักและความหวาน เป็นอิสระกันอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยมีค่า p-value เท่ากับ 0.218, 0.474 และ 0.502 ตามลำดับ

จากการตรวจสอบข้อกำหนดดังกล่าวพบว่า ข้อมูลยังไม่ผ่านข้อกำหนดในเรื่องของการแจกแจง คือ ตัวแปรตามทุกตัว ไม่มีการแจกแจงแบบปกติ ดังนั้น จึงทำการแปลงข้อมูลใหม่ โดยเลือกใช้การแปลงข้อมูลด้วยวิธีของ Box-Cox และตรวจสอบเงื่อนไขดังกล่าวอีกครั้ง โดยจะใช้สถิติทดสอบ Shapiro-Wilk ทดสอบการแจกแจงของตัวแปรตามทั้ง 3 ตัว โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

การแปลงข้อมูลด้วยวิธี Box-Cox

เป็นการแปลงข้อมูลโดยใช้หลักการประเมินค่า power ที่ใช้ในการแปลงด้วยวิธี Maximum Likelihood โดยมีรูปแบบสมการ คือ

$$Y_j^{(\lambda)} = \begin{cases} \log_e(Y_j) & ; \lambda = 0 \\ (Y_j^{\lambda} - 1)/\lambda & ; \lambda \neq 0 \end{cases} \quad \cdots (5)$$

จากนั้นจึงหาค่า λ ที่ทำให้ค่า log likelihood มีค่าสูงสุด เมื่อสมการ log likelihood มีรูปแบบดังนี้

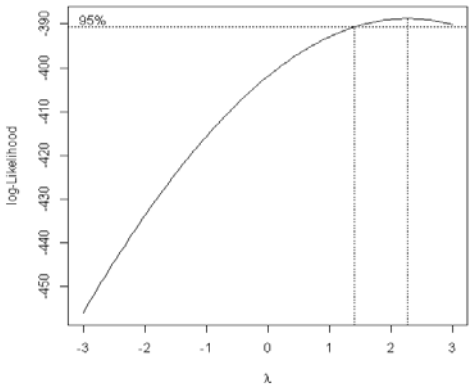
$$LL = -n/2 * \ln[\sum(Y_j^{(\lambda)} - \mu_{Y_j(\lambda)})^2/n] + (\lambda - 1)\sum \ln(Y_j) \quad \cdots (6)$$

เมื่อพิจารณาหาค่า λ ในช่วง (-3, 3) ที่ทำให้ค่า log likelihood (LL) ในสมการ (6) มีค่าสูงที่สุดพบว่า เมื่อตัวแปรตามคือ

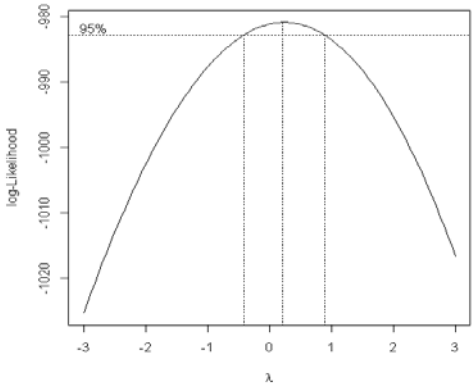
ขนาดของผล/พวง ได้ค่า λ ที่ทำให้ค่า log likelihood มีค่าสูงที่สุด คือ λ = 2.151515

น้ำหนักของผล/พวง ได้ค่า λ ที่ทำให้ค่า log likelihood มีค่าสูงที่สุด คือ λ = 0.2121212

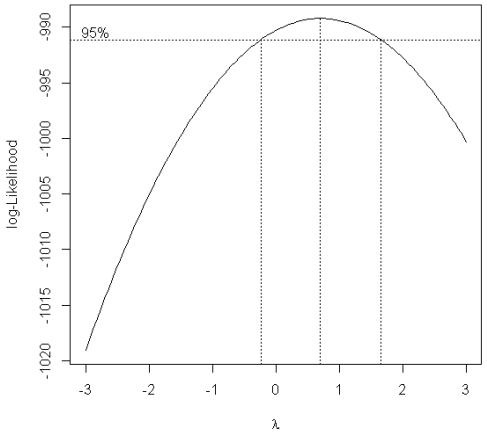
ความหวานของผล/พวง ได้ค่า λ ที่ทำให้ค่า log likelihood มีค่าสูงที่สุด คือ λ = 0.6969697



ภาพที่ 14 แสดงค่า log likelihood ของ λ (-3,3) เมื่อ ตัวแปรตาม คือ ขนาดของผล/พวง



ภาพที่ 15 แสดงค่า log likelihood ของ λ (-3,3) เมื่อ ตัวแปรตาม คือ น้ำหนักของผล/พวง



ภาพที่ 16 แสดงค่า log likelihood ของ λ (-3,3) เมื่อ ตัวแปรตาม คือ ความหวานของผลองุ่น

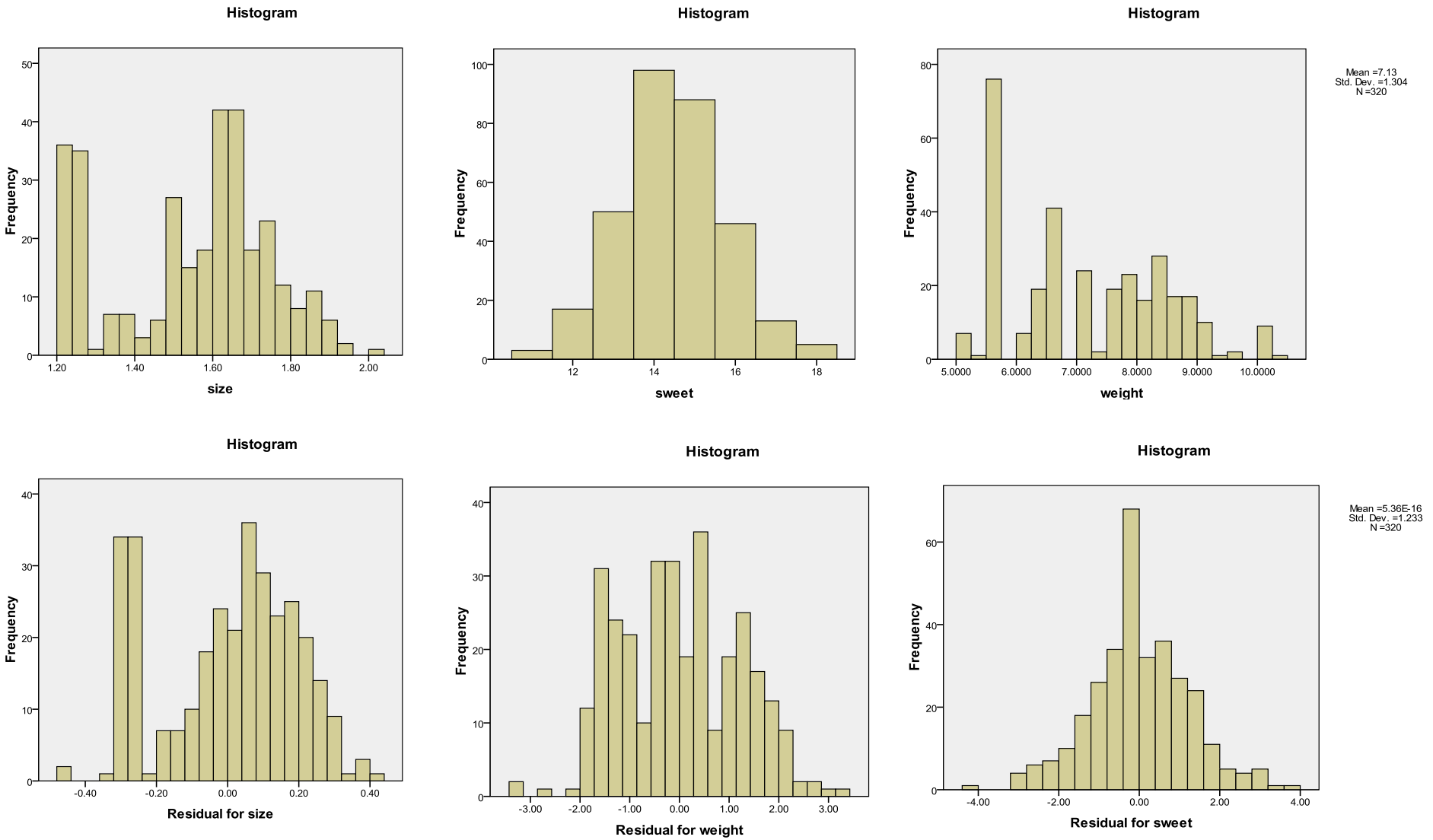
และหลังจากที่ได้ค่า λ ที่เหมาะสมแล้วก็นำไปแทนในสมการ (5) แล้วนำไปทดสอบข้อกำหนดเกี่ยวกับการแจกแจงของตัวแปรตามต่อไป ซึ่งได้ผลดังตารางที่ 10

ตารางที่ 10*:* แสดงการทดสอบการแจกแจงของขนาด น้ำหนัก และความหวานของผลองุ่น โดยใช้การทดสอบ Shapiro-Wilk

Dependent variable	lambda	Shapiro-Wilk statistic	p-value
size	2.1515150	0.9388	0.00
weight	0.2121212	0.9395	0.00
sweetness	0.6969697	0.9494	0.00

จากตารางที่ 10 พบว่า ค่า p-value ของการทดสอบการแจกแจงของขนาด น้ำหนัก และความหวานของผลองุ่น หลังจากที่แปลงข้อมูลด้วยวิธีของ Box-Cox เท่ากับ 0.00 ซึ่งน้อยกว่า α (0.05) ดังนั้น ขนาด น้ำหนัก และความหวาน ไม่มีการแจกแจงแบบปกติ เพียงแต่มีค่า Shapiro Wilk Statistic เพิ่มขึ้น หรือมีแนวโน้มที่จะยอมรับสมมติฐานมากขึ้น เมื่อเทียบกับค่า Shapiro-Wilk Statistic ก่อนการแปลงข้อมูล (ตารางที่ 6)

และเนื่องจากว่า ข้อมูลที่ได้จากการทดลองนี้ผ่านข้อกำหนดของการวิเคราะห์ต่างๆแทบทุกข้อ ยกเว้นข้อกำหนดเรื่องการแจกแจงของตัวแปร ซึ่งไม่สามารถแปลงข้อมูลเพื่อให้ผ่านข้อกำหนดของการวิเคราะห์ดังกล่าวได้ แต่จากทฤษฎีแนวโน้มเข้าสู่ศูนย์กลาง (Central Limit Theorem) ที่อธิบายไว้ว่า *"สำหรับประชากรใดๆแล้ว ถ้าเก็บตัวอย่างในจำนวนที่มากพอ การกระจายของค่าตัวอย่างดังกล่าวจะมีแนวโน้มใกล้เคียงกับการแจกแจงแบบปกติ (Normal distribution) เสมอ"* ซึ่งถ้าพิจารณาจากภาพที่ 17 จะเห็นว่า เพื่อพิจารณาลักษณะการกระจายข้อมูลของตัวแปรตามและค่าคลาดเคลื่อนของตัวแปรตาม (ขนาด น้ำหนัก และความหวาน) พบว่าข้อมูลดังกล่าว มีแนวโน้มใกล้เคียงกับการแจกแจงแบบปกติ ดังนั้นจึงได้ทำการวิเคราะห์ผลในขั้นตอนต่อไป



ภาพที่ 17 แสดงลักษณะการกระจายของข้อมูลตัวแปรตามและค่าคลาดเคลื่อนของตัวแปรตาม เมื่อตัวแปรตามเป็นขนาด น้ำหนัก และความหวาน

และเมื่อการทดสอบข้อกำหนดของการวิเคราะห์ข้อมูลต่างๆผ่านแล้ว จึงได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลในขั้นตอนถัดไป ดังนี้

<u>กรณีที่ 1</u> : ศึกษาความสัมพันธ์ของจำนวนผล/พวง และปัจจัยที่เกี่ยวข้องต่อขนาด, น้ำหนัก และความหวานของผลองุ่น และหาสมการพยากรณ์จำนวนผลที่เหมาะสมที่สุดต่อขนาด, น้ำหนัก และความหวานของผลองุ่น

โดยได้แยกทำการวิเคราะห์ตามคุณภาพของผลองุ่น ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ศึกษาความสัมพันธ์ของจำนวนผล/พวง และปัจจัยที่เกี่ยวข้องต่อขนาดของผลองุ่น และหาสมการพยากรณ์จำนวนผลที่เหมาะสมที่สุดต่อขนาดของผลองุ่น

1.1 ศึกษาความสัมพันธ์ของจำนวนผลองุ่น/พวง และปัจจัยที่เกี่ยวข้องต่อ ขนาดของผลองุ่น โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์ความแปรปรวน ได้ผลดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 11: ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน เมื่อมีตัวแปรตาม คือ ขนาดของผลองุ่น และมีตัวแปรอิสระ คือ จำนวนผลองุ่น/พวง ลักษณะพื้นที่เพาะปลูก และผลกระทบร่วมระหว่าง จำนวนผลองุ่น/พวง และลักษณะพื้นที่เพาะปลูก เมื่อแยกแหล่งความผันแปร

แหล่งความผันแปร	df	SS	MS	F	p-value
จำนวนผลองุ่น/พวง	3	0.7478	0.2493	6.3635	0.0004214*
ลักษณะพื้นที่เพาะปลูก	1	0.1772	0.1772	4.5233	0.0349697*
ผลกระทบร่วม	3	0.3858	0.1286	3.2827	0.0224287*
EE	152	5.3871	0.0354	0.9047	0.7330874
SE	160	6.2677	0.0392		
รวม	319	12.9656			

* EE คือ ความคลาดเคลื่อนจากการทดลอง

SE คือ ความคลาดเคลื่อนจากการสุ่มตัวอย่าง

จากตารางที่ 11 พบว่า ความคลาดเคลื่อนจากการทดลองไม่มีความสัมพันธ์กับขนาดของผลองุ่น โดยมีค่า p-value = 0.7330874 > 0.05(α)

ดังนั้นจึงรวมค่าคลาดเคลื่อนเข้าด้วยกัน กลายเป็นค่าคลาดเคลื่อนจากการทดลองเพียงตัวเดียว ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 12: ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน เมื่อมีตัวแปรตาม คือ ขนาดของผลงุ่น และมีตัวแปรอิสระ คือ จำนวนผลงุ่น/พวง ลักษณะพื้นที่เพาะปลูก และผลกระทบร่วมระหว่าง จำนวนผลงุ่น/พวง และลักษณะพื้นที่เพาะปลูก เมื่อรวมแหล่งความผันแปร

แหล่งความผันแปร	df	SS	MS	F	p-value
จำนวนผลงุ่น/พวง	3	0.7478	0.2493	6.6731	0.0002223
ลักษณะพื้นที่เพาะปลูก	1	0.1772	0.1772	4.7434	0.0301591
ผลกระทบร่วม	3	0.3858	0.1286	3.4424	0.0171255
ความคลาดเคลื่อนจากการทดลอง	312	11.6547	0.0374		
รวม	319	12.9656			

จากตารางที่ 12 พบว่า เมื่อทดสอบผลกระทบของจำนวนผลงุ่น/พวง ต่อขนาดของผลงุ่น พบว่า ค่า p-value = 0.0002223 < 0.05 (α) ดังนั้นจะได้ว่า จำนวนผลงุ่น/พวง มีผลกระทบต่อขนาดของผลงุ่น

เมื่อทดสอบผลกระทบของลักษณะพื้นที่เพาะปลูก ต่อขนาดของผลงุ่น พบว่าค่า p-value = 0.0301591 < 0.05 (α) ดังนั้นจะได้ว่า ลักษณะพื้นที่เพาะปลูกมีผลกระทบต่อขนาดของผลงุ่น

เมื่อทดสอบผลกระทบร่วมระหว่างจำนวนผลงุ่น/พวง และลักษณะพื้นที่เพาะปลูก พบว่าค่า p-value = 0.0171255 < 0.05 (α) ดังนั้นจะได้ว่า ปัจจัยร่วมระหว่างจำนวนผลงุ่น/พวง และลักษณะพื้นที่เพาะปลูก มีผลกระทบต่อขนาดของผลงุ่น

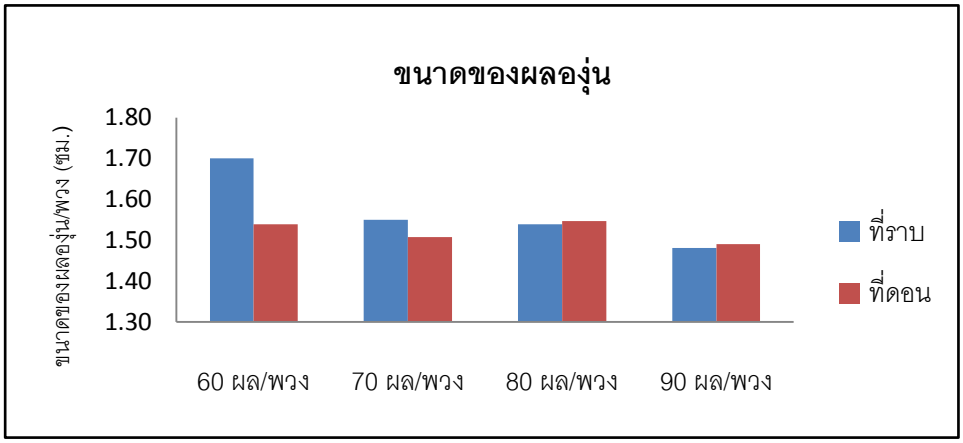
ตารางที่ 13: แสดงขนาดเฉลี่ยของผลงุ่นในแต่ละทรีทเมนท์

จำนวนผล/พวง	ขนาดของผลงุ่น (ซม.)		เฉลี่ยรวม
	ที่ราบ	ที่ดอน	
60 ผล/พวง (T_1)	1.70	1.54	1.6189
70 ผล/พวง (T_2)	1.55	1.51	1.5280
80 ผล/พวง (T_3)	1.54	1.55	1.5415
90 ผล/พวง (T_4)	1.48	1.49	1.4850
เฉลี่ยรวม	1.57	1.52	1.5433

จากตารางที่ 13 พบว่า เมื่อพิจารณาตามทรีทเมนท์ พบว่า วิธีทดลองที่ 1 มีขนาดของผลเฉลี่ย/พวง ใหญ่ที่สุด คือ 1.6189 เซนติเมตร รองลงมาเป็นวิธีทดลองที่ 3, 2 และ 4 ตามลำดับ มีขนาดของผลเฉลี่ย/พวง เป็น 1.5415, 1.5280 และ 1.4850 เซนติเมตร ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาตามลักษณะพื้นที่เพาะปลูก พบว่า ในแปลงที่ราบให้ขนาดของผลเฉลี่ย/พวง เป็น 1.57 เซนติเมตร ซึ่งมากกว่าแปลงที่ดอนซึ่งมีขนาดของผลเฉลี่ย/พวง เป็น 1.52 เซนติเมตร

และพบว่าในแปลงที่ราบ วิธีทดลองที่ 1 มีขนาดของผลเฉลี่ย/พวงมากที่สุด คือ 1.70 เซนติเมตร รองลงมาเป็นวิธีทดลองที่ 2, วิธีทดลองที่ 3 และวิธีทดลองที่ 4 ตามลำดับ เป็น 1.55, 1.54 และ 1.48 เซนติเมตร ตามลำดับ ส่วนในแปลงที่ดอน วิธีทดลองที่ 3 มีขนาดผลเฉลี่ยมากที่สุด คือ 1.55 เซนติเมตร รองลงมาเป็นวิธีทดลองที่ 1, วิธีทดลองที่ 2 และวิธีทดลองที่ 4 ตามลำดับ คือ 1.54, 1.51 และ 1.49 เซนติเมตร



ภาพที่ 18 แสดงขนาดของผลองุ่น ในแต่ละแปลง

จากภาพที่ 18 พบว่า เมื่อจำนวนผลเป็น 60, 70, 80 และ 90 ผล/พวง ให้ขนาดของผล/พวง ใกล้เคียงกันมาก และเมื่อพิจารณากราฟ แท่งแสดงขนาดของผลองุ่น ในแต่ละแปลง พบว่าทั้ง 2 แปลงให้ขนาดของผลองุ่น ไม่ค่อยแตกต่างกัน ดังนั้นจึงจำเป็นต้องทำการตรวจสอบดูความแตกต่างของขนาดของผล/พวง ในแต่ละทรีทเมนท์ทีละคู่ และว่าแตกต่างกันหรือไม่ โดยใช้ Bonferroni method ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ตารางที่ 14: แสดงการวิเคราะห์ความแตกต่างของขนาดเฉลี่ยโดยใช้การทดสอบ Bonferroni

(I) treatment	(J) treatment	Mean Difference (I-J)	Std. Error	p-value	[95% Conf. Interval]	
60 ผล/พวง	70 ผล/พวง	.0909*	.03056	.019	.0097	.1720
	80 ผล/พวง	.0774	.03056	.071	-.0038	.1585
	90 ผล/พวง	.1339*	.03056	.000	.0527	.2150
70 ผล/พวง	60 ผล/พวง	-.0909*	.03056	.019	-.1720	-.0097
	80 ผล/พวง	-.0335	.03056	1.000	-.0946	.0676
	90 ผล/พวง	.0430	.03056	.962	-.0381	.1241
80 ผล/พวง	60 ผล/พวง	-.0774	.03056	.071	-.1585	.0038
	70 ผล/พวง	.0335	.03056	1.000	-.0676	.0946
	90 ผล/พวง	.0565	.03056	.393	-.0246	.1376
90 ผล/พวง	60 ผล/พวง	-.1339*	.03056	.000	-.2150	-.0527
	70 ผล/พวง	-.0430	.03056	.962	-.1241	.0381
	80 ผล/พวง	-.0565	.03056	.393	-.1376	.0246

จากตารางที่ 14 เมื่อพิจารณาค่า p-value ของการเปรียบเทียบขนาดเฉลี่ยของผลองุ่นทีละคู่ในแต่ละทรีทเมนท์ พบว่า ถ้าค่า p-value < ระดับนัยสำคัญ (α = 0.05) จะสามารถสรุปได้ว่าค่าเฉลี่ยของคู่ที่เปรียบเทียบนั้นแตกต่างกัน ดังนั้นจะได้ว่า มี จำนวนผลเป็น 60 ผล/พวง ให้ขนาดของผลไม่แตกต่างกับ 80 ผล/พวง และจำนวนผลเป็น 70, 80 และ 90 ผล/พวง ให้ขนาดของผลไม่แตกต่างกันด้วย ดังนั้นจะได้ว่า จำนวนผล/พวงแตกต่างกันจะให้ขนาดของผลแตกต่างกันเล็กน้อย โดยสามารถสรุปได้ว่าจำนวนผลเป็น 60 ผล/พวง ให้ขนาดของผล/พวง มากที่สุด

1.2 หาสมการพยากรณ์จำนวนผลที่เหมาะสมที่สุดต่อ ขนาดของผลองุ่น โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุ

เมื่อ Y คือ ขนาดของผลองุ่น

X_1 คือ จำนวนผล/พวง

X_2 คือ ลักษณะพื้นที่เพาะปลูก = $\begin{cases} 0 & \text{ที่ราบ} \\ 1 & \text{ที่ดอน} \end{cases}$

X_{12} คือ ผลกระทบร่วมระหว่างจำนวนของผล/พวง และลักษณะพื้นที่เพาะปลูก

ตารางที่ 15: เมตริกซ์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร

ตัวแปร	จำนวนผล/พวง	ลักษณะพื้นที่เพาะปลูก
ขนาดของผลองุ่น	-0.22	-0.12
จำนวนผล/พวง		0.00

จากตารางที่ 15 พบว่า ขนาดของผลองุ่น กับจำนวนผล/พวง มีความสัมพันธ์กันโดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ -0.22 และขนาดของผล/พวง กับลักษณะพื้นที่เพาะปลูก มีความสัมพันธ์กัน โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ -0.12 ดังนั้นจึงนำตัวแปรอิสระทั้ง 2 ตัว (จำนวนผล/พวง และลักษณะพื้นที่เพาะปลูก) ไปวิเคราะห์การถดถอย เชิงพหุเพื่อพยากรณ์หาความสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระทั้งสองตัวกับตัวแปรตาม (ขนาดของผลองุ่น) ต่อไป

ตารางที่ 16: แสดงการเพิ่มสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ (R) และสัมประสิทธิ์การพยากรณ์ (R^2) โดยใช้วิธีวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุแบบขั้นบันได

ตัวพยากรณ์	R	R^2	R^2_{adj}	SE_{est}	F	p-value
X_1	0.21557	0.04647	0.04348	0.1972	15.5	0.000
X_1, X_2	0.24523	0.06014	0.05421	0.1961	10.14	0.000
X_1, X_2, X_{12}	0.29065	0.08448	0.07579	0.1938	9.72	0.000

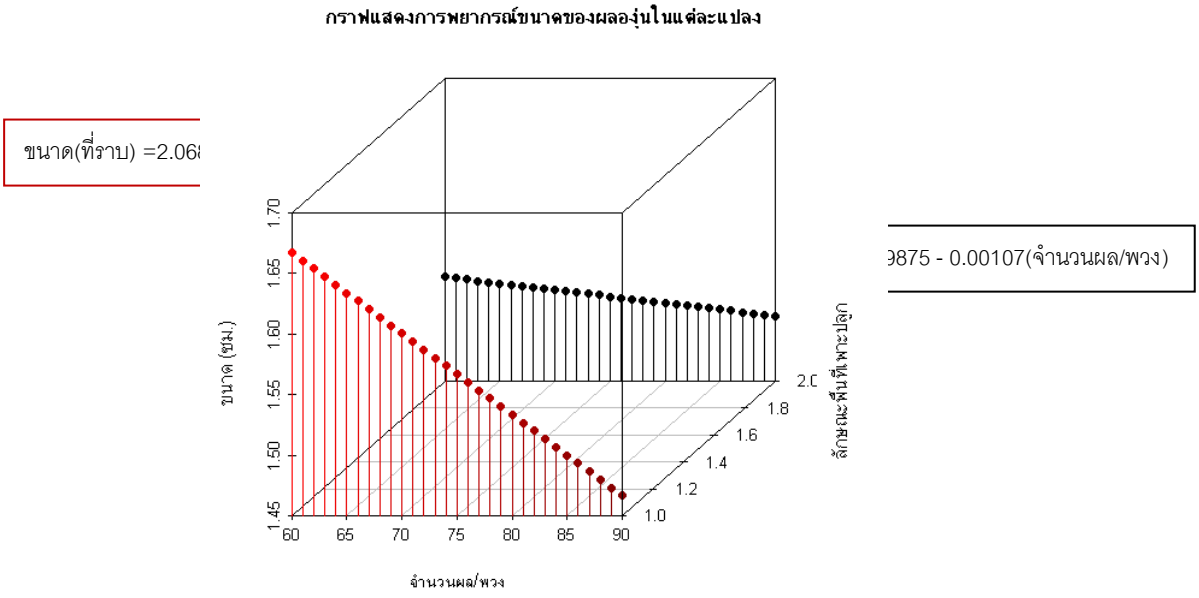
จากตารางที่ 16 พบว่า ตัวแปรที่สามารถพยากรณ์ตัวแปรตาม (ขนาดของผล องุ่น) ได้อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 คือ จำนวนผล/พวง, ลักษณะพื้นที่เพาะปลูก และ ผลกระทบร่วมระหว่างจำนวนผล/พวงและลักษณะพื้นที่เพาะปลูก ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ (R) เท่ากับ 0.29065 ค่าสัมประสิทธิ์การพยากรณ์ปรับปรุง (R^2_{adj}) เท่ากับ 0.07579 ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (SE_{est}) เท่ากับ $\pm$ 0.1938 และสามารถพยากรณ์ขนาดของผล/องุ่น ได้ร้อยละ 8.448

ตารางที่ 17: แสดงค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยเชิงพหุ เมื่อตัวแปรตามเป็นขนาดของผลองุ่น

ตัวแปร	b	SE_b	t	p-value
ค่าคงที่	2.068625	0.103921	19.906	0.0002
จำนวนผล/พวง	-0.006690	0.001370	-4.882	0.0001
ลักษณะพื้นที่เพาะปลูก	-0.468375	0.146967	-3.187	0.00158
ผลกระทบร่วม	0.005617	0.001938	2.898	0.00401
$R = 0.29065$, $R^2 = 0.08448$, $R^2_{adj} = 0.07579$				
$SE_{est} = 0.1938$				

จากตาราง ที่ 17 พบว่า จำนวนผล/พวง ลักษณะพื้นที่เพาะปลูก และผลกระทบร่วมระหว่างจำนวนผล/พวงและลักษณะพื้นที่เพาะปลูก มีค่าสัมประสิทธิ์ของตัวพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบ (b) เท่ากับ -0.006690, -0.468375 และ 0.005617 ตามลำดับ และมีค่าคงที่ของสมการพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบ เท่ากับ 2.068625

สมการพยากรณ์ขนาดของผลองุ่น คือ $\hat{size} = 2.068625 - 0.006690$(จำนวนผล/พวง) - 0.468375(ลักษณะพื้นที่เพาะปลูก) + 0.005617(ผลกระทบร่วมระหว่างจำนวนผล/พวงกับลักษณะพื้นที่เพาะปลูก)



ภาพที่ 19 แสดงขนาดของผลองุ่น ที่ได้จากการพยากรณ์ ในแต่ละแปลง

ตารางที่ 18: แสดงขนาดของผลองุ่น ที่ได้จากการพยากรณ์

จำนวน	ขนาดของผลองุ่น		จำนวน	ขนาดของผลองุ่น	
ผล/พวง	ที่ราบ	ที่ดอน	ผล/พวง	ที่ราบ	ที่ดอน
60	1.667225	1.5359	76	1.560185	1.51874
61	1.660535	1.534827	77	1.553495	1.517667
62	1.653845	1.533755	78	1.546805	1.516595
63	1.647155	1.532682	79	1.540115	1.515522
64	1.640465	1.531610	80	1.533425	1.51445
65	1.633775	1.530537	81	1.526735	1.513378
66	1.627085	1.529465	82	1.520045	1.512305
67	1.620395	1.528392	83	1.513355	1.511232
68	1.613705	1.527320	84	1.506665	1.510160
69	1.607015	1.526247	85	1.499975	1.509087
70	1.600325	1.525175	86	1.493285	1.508015
71	1.593635	1.524102	87	1.486595	1.506942
72	1.586945	1.52303	88	1.479905	1.50587
73	1.580255	1.521957	89	1.473215	1.504797
74	1.573565	1.520885	90	1.466525	1.503725
75	1.566875	1.519812			

จากตารางที่ 18 และภาพที่ 19 จะเห็นว่า แปลงที่ราบให้ขนาดของผลองุ่นมากกว่าแปลงที่ดอน, ทั้งแปลงที่ราบและแปลงที่ดอน จำนวนผลเป็น 60 ผล/พวง จะให้ขนาดของผล องุ่นมากที่สุด และขนาดของผลองุ่นจะลดลงเรื่อยๆ เมื่อจำนวนผล/พวงมากขึ้น หรือจำนวนผล/พวงแปรผกผันกับขนาดของผลองุ่นนั่นเอง

2. ศึกษาความสัมพันธ์ของจำนวนผลงุ่น/พวง และปัจจัยที่เกี่ยวข้อง และหาสมการพยากรณ์จำนวนผลที่เหมาะสมที่สุดต่อ น้ำหนักของผลงุ่น

2.1 ศึกษาความสัมพันธ์ของจำนวนผล/พวง และปัจจัยที่เกี่ยวข้องต่อน้ำหนักของผลงุ่น โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์ความแปรปรวน ได้ผลดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 19: ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน เมื่อมีตัวแปรตาม คือ น้ำหนักของผลงุ่น และมีตัวแปรอิสระ คือ จำนวนผลงุ่น/พวง ลักษณะพื้นที่เพาะปลูก และผลกระทบร่วมระหว่างจำนวนผลงุ่น/พวง และลักษณะพื้นที่เพาะปลูก เมื่อแยกแหล่งความผันแปร

แหล่งความผันแปร	df	SS	MS	F	Pr(>F)
จำนวนผลงุ่น/พวง	3	40.566	13.522	9.3898	0.000941*
ลักษณะพื้นที่เพาะปลูก	1	13.462	13.462	9.3479	0.002617*
ผลกระทบร่วม	3	21.435	7.145	4.9616	0.002552*
EE	152	236.841	1.558	1.082	0.311077
SE	160	230.409	1.44		
รวม	319	542.713			

* EE คือ ความคลาดเคลื่อนจากการทดลอง

SE คือ ความคลาดเคลื่อนจากการสุ่มตัวอย่าง

จากตารางที่ 19 พบว่า ความคลาดเคลื่อนจากการทดลองไม่มีความสัมพันธ์กับขนาดของผลงุ่น โดยมีค่า p-value = 0.311077 > 0.05 (α)

ดังนั้นจึงรวมค่าคลาดเคลื่อนเข้าด้วยกัน กลายเป็นค่าคลาดเคลื่อนจากการทดลองเพียงตัวเดียว ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 20: ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน เมื่อมีตัวแปรตาม คือ น้ำหนักของผลงุ่น และมีตัวแปรอิสระ คือ จำนวนผลงุ่น/พวง ลักษณะพื้นที่เพาะปลูก และผลกระทบร่วมระหว่าง จำนวนผลงุ่น/พวง และลักษณะพื้นที่เพาะปลูก เมื่อรวมแหล่งความผันแปร

แหล่งความผันแปร	df	SS	MS	F	p-value
จำนวนผลงุ่น/พวง	3	40.57	13.52	9.0291	0.000009
ลักษณะพื้นที่เพาะปลูก	1	13.46	13.46	8.9888	0.002935
ผลกระทบร่วม	3	21.43	7.14	4.7710	0.002883
ความคลาดเคลื่อนจากการทดลอง	312	467.25	1.50		
รวม	319	542.71			

จากตารางที่ 20 เมื่อทดสอบผลกระทบของจำนวนผลงุ่น/พวง ต่อน้ำหนักของผลงุ่น พบว่า ค่า p-value = 0.000009 < 0.05 (α) ดังนั้นจะได้ว่า จำนวนผลงุ่น/พวง มีผลกระทบต่อน้ำหนักของผลงุ่น

เมื่อทดสอบผลกระทบของลักษณะพื้นที่เพาะปลูก ต่อน้ำหนักของผลงุ่น พบ ว่าค่า p-value = 0.002935 < 0.05 (α) ดังนั้นจะได้ว่า ลักษณะพื้นที่เพาะปลูกมีผลกระทบต่อน้ำหนักของผลงุ่น

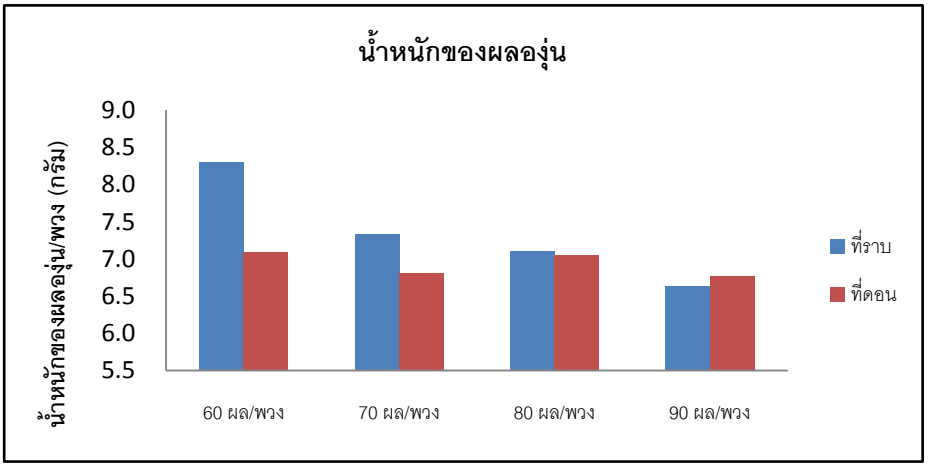
เมื่อทดสอบผลกระทบร่วมระหว่างจำนวนผลงุ่น/พวง และลักษณะพื้นที่เพาะปลูก ต่อน้ำหนักของผลงุ่น พบว่าค่า p-value = 0.002883 < 0.05 (α) ดังนั้นจะได้ว่า ปัจจัยร่วมระหว่างจำนวนผลงุ่น/พวง และลักษณะพื้นที่เพาะปลูก มีผลกระทบต่อน้ำหนักของผลงุ่น

ตารางที่ 21: แสดงน้ำหนักเฉลี่ยของผลงุ่นในแต่ละทรีทเมนท์

จำนวนผล/พวง	น้ำหนักของผลงุ่น (กรัม)		เฉลี่ยรวม
	ที่ราบ	ที่ดอน	
60 ผล/พวง (T_1)	8.28983	7.08550	7.687667
70 ผล/พวง (T_2)	7.33575	6.81350	7.074625
80 ผล/พวง (T_3)	7.09700	7.04500	7.071000
90 ผล/พวง (T_4)	6.62575	6.76350	6.694625
เฉลี่ยรวม	7.33708	6.92688	7.131979

จากตารางที่ 21 พบว่า วิธีทดลองที่ 1 มีน้ำหนักของผลงุ่น มากที่สุด คือ 7.687667 กรัม รองลงมาเป็นวิธีทดลองที่ 2, 3 และ 4 ตามลำดับ มีน้ำหนักของผลงุ่น เป็น 7.074625, 7.071000 และ 6.694625 กรัม ตามลำดับ

และเมื่อแยกพิจารณาตามลักษณะพื้นที่เพาะปลูก พบว่า ในแปลงที่ราบ วิธีทดลองที่ 1 มีน้ำหนักของผลเฉลี่ย/พวง มากที่สุด คือ 8.28983 กรัม รองลงมาเป็นวิธีทดลองที่ 2, 3 และ 4 ตามลำดับ คือ 7.33575, 7.09700 และ 6.62575 กรัม ตามลำดับ ส่วนในแปลงที่ดอน วิธีทดลองที่ 1 มีน้ำหนักของผลเฉลี่ย/พวง มากที่สุด คือ 7.08550 กรัม รองลงมาเป็นวิธีทดลองที่ 3, วิธีทดลองที่ 2 และวิธีทดลองที่ 4 ตามลำดับ คือ 7.04500, 6.81350 และ 6.76350 กรัม ตามลำดับ



ภาพที่ 20 แสดงน้ำหนักของผลงุ่น ในแต่ละแปลง

จากภาพที่ 20 พบว่า วิธีทดลองที่ 1 ในแปลงที่ราบให้น้ำหนักของผล/พวง มากกว่าแปลงที่ดอน และ วิธีทดลองที่ 2 วิธีทดลองที่ 3 และวิธีทดลองที่ 4 ของทั้ง 2 แปลงมีน้ำหนักของผล/พวง ไม่ค่อยแตกต่างกัน และแปลงที่ราบให้ น้ำหนักของผล/พวง มากที่สุดเมื่อเก็บงุ่นไว้ 60 ผล/พวง (วิธีทดลองที่ 1) รองลงมาเป็นเมื่อเก็บงุ่นไว้ 70 ผล/พวง (วิธีทดลองที่ 2) เมื่อเก็บงุ่นไว้ 80 ผล/พวง (วิธีทดลองที่ 3) และเมื่อเก็บงุ่นไว้ 90 ผล/พวง (วิธีทดลองที่ 4) ตามลำดับ

เนื่องจากน้ำหนักของผลงุ่น ของแต่ละบล็อค และแต่ละทรีทเมนท์ เป็นตัวเลขที่ใกล้เคียงกัน ดังนั้นจึงจำเป็นต้องทำการตรวจสอบดูความแตกต่างของน้ำหนักของผล/พวง ในแต่ละทรีทเมนท์ทีละคู่ และว่าแตกต่างกันหรือไม่ โดยใช้ Bonferroni method ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ตารางที่ 22: แสดงการวิเคราะห์ความแตกต่างของน้ำหนักเฉลี่ยโดยใช้การทดสอบ Bonferroni

(I) treatment	(J) treatment	Mean Difference (I-J)	Std. Error	p-value	[95% Conf. Interval]	
60 ผล/พวง	70 ผล/พวง	.613042*	.1934941	.010	.099279	1.126805
	80 ผล/พวง	.616667*	.1934941	.009	.102904	1.130430
	90 ผล/พวง	.993042*	.1934941	.000	.479279	1.506805
70 ผล/พวง	60 ผล/พวง	-.613042*	.1934941	.010	-1.126805	-.099279
	80 ผล/พวง	.003625	.1934941	1.000	-.510138	.517388
	90 ผล/พวง	.380000	.1934941	.303	-.133763	.893763
80 ผล/พวง	60 ผล/พวง	-.616667*	.1934941	.009	-1.130430	-.102904
	70 ผล/พวง	-.003625	.1934941	1.000	-.517388	.510138
	90 ผล/พวง	.376375	.1934941	.316	-.137388	.890138
90 ผล/พวง	60 ผล/พวง	-.993042*	.1934941	.000	-1.506805	-.479279
	70 ผล/พวง	-.380000	.1934941	.303	-.893763	.133763
	80 ผล/พวง	-.376375	.1934941	.316	-.890138	.137388

จากตารางที่ 22 เมื่อพิจารณาค่า p-value ของการเปรียบเทียบน้ำหนักเฉลี่ยของผลองุ่นทีละคู่ในแต่ละทรีทเมนท์ พบว่า ถ้าค่า p-value < ระดับนัยสำคัญ (α = 0.05) จะสามารถสรุปได้ว่าค่าเฉลี่ยของคู่ที่เปรียบเทียบนั้นแตกต่างกัน ดังนั้นจะได้ว่า มีจำนวนผล/พวงเป็น 60 ผล/พวง ให้น้ำหนักของผลองุ่นแตกต่าง และมากกว่า กลุ่มอื่นๆ และจำนวนผล/พวงเป็น 70, 80 และ 90 ผล/พวง ให้น้ำหนักของผลองุ่นไม่แตกต่างกัน ดังนั้นจะได้ว่า จำนวนผล/พวงแตกต่างกันจะน้ำหนักแตกต่างกันเล็กน้อย โดยสามารถสรุปได้ว่า จำนวนผลเป็น 60 ผล/พวง ให้น้ำหนักของผล/พวงมากที่สุด

2.2 หาสมการพยากรณ์จำนวนผลที่เหมาะสมที่สุดต่อ น้ำหนักของผลองุ่น โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุ

เมื่อ Y คือ น้ำหนักของผลองุ่น

X_1 คือ จำนวนผล/พวง

X_2 คือ ลักษณะพื้นที่เพาะปลูก = $\begin{cases} 0 & \text{ที่ราบ} \\ 1 & \text{ที่ดอน} \end{cases}$

X_{12} คือ ผลกระทบร่วมระหว่างจำนวนผล/พวง และลักษณะพื้นที่เพาะปลูก

ได้ผลดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 23: แสดงการเพิ่มสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ (R) และสัมประสิทธิ์การพยากรณ์ (R^2) โดยใช้วิธีวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุแบบขั้นบันได เมื่อตัวแปรตามเป็นน้ำหนักของผลองุ่น

ตัวพยากรณ์	R	R^2	R^2_{adj}	SE_{est}	F	p-value
X_1	0.2561	0.06557	0.06263	1.263	22.32	0.000
X_1, X_2	0.3006	0.09038	0.08464	1.248	15.75	0.000
X_1, X_2, X_{12}	0.3572	0.1276	0.1193	1.224	15.41	0.000

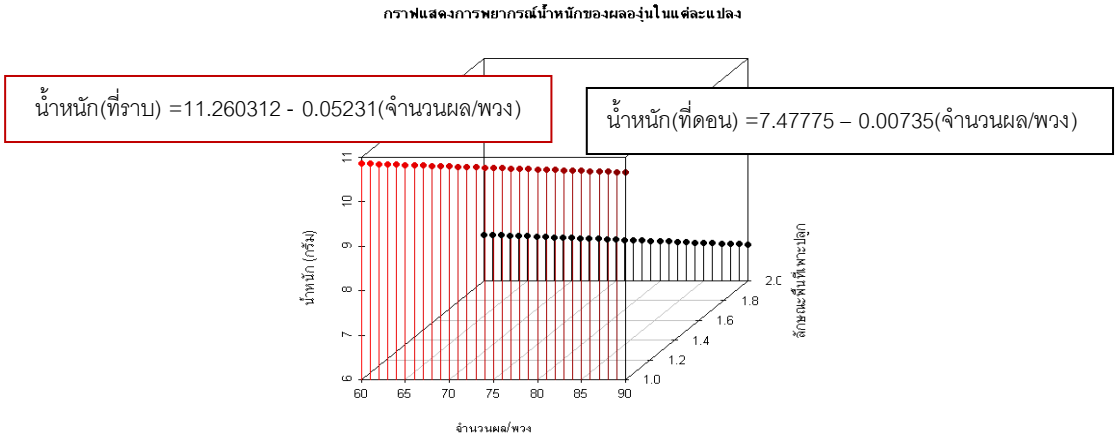
จากตารางที่ 23 พบว่า ตัวแปรที่สามารถพยากรณ์ตัวแปรตาม (น้ำหนักของผลองุ่น) ได้อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 คือ จำนวนผล/พวง, ลักษณะพื้นที่เพาะปลูก และ ผลกระทบร่วมระหว่างจำนวนผล/พวงและลักษณะพื้นที่เพาะปลูก ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ (R) เท่ากับ 0.3572 ค่าสัมประสิทธิ์การพยากรณ์ปรับปรุง (R^2_{adj}) เท่ากับ 0.1193 ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (SE_{est}) เท่ากับ ± 1.224 และสามารถพยากรณ์ขนาดของผล/องุ่น ได้ร้อยละ 12.76

ตารางที่ 24: แสดงค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยเชิงพหุ เมื่อตัวแปรตามเป็นน้ำหนักของผลองุ่น

ตัวแปร	b	SE_b	t	p-value
ค่าคงที่	11.260312	0.656312	17.157	0.0002
จำนวนผล/พวง	-0.052310	0.008655	-6.044	0.0004
ลักษณะพื้นที่เพาะปลูก	-3.782562	0.928166	-4.075	0.0005
ผลกระทบร่วม	0.044965	0.012240	3.674	0.000281
$R = 0.3572$; $R^2 = 0.1193$; $R^2_{adj} = 0.1193$, $SE_{est} = \pm 1.224$				

จากตารางที่ 24 พบว่า จำนวนผล/พวง ลักษณะพื้นที่เพาะปลูก และผลกระทบร่วมระหว่างจำนวนผล/พวงและลักษณะพื้นที่เพาะปลูก มีค่าสัมประสิทธิ์ของตัวพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบ (b) เท่ากับ -0.052310, -3.782562 และ 0.044965 ตามลำดับ และมีค่าคงที่ของสมการพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบ เท่ากับ 11.260312

สมการพยากรณ์ของน้ำหนักของผลองุ่น คือ $\hat{weight}$ = 11.260312 - 0.052310(จำนวนผล/พวง) - 3.782562(ลักษณะพื้นที่เพาะปลูก) + 0.044965(ผลกระทบร่วมระหว่างจำนวนผล/พวงกับลักษณะพื้นที่เพาะปลูก)



ภาพที่ 21 แสดงน้ำหนักของผลองุ่น ที่ได้จากการพยากรณ์ ในแต่ละแปลง

ตารางที่ 25: แสดงน้ำหนักของผลองุ่น ที่ได้จากการพยากรณ์

จำนวน	น้ำหนักของผลองุ่น		จำนวน	น้ำหนักของผลองุ่น	
ผล/พวง	ที่ราบ	ที่ดอน	ผล/พวง	ที่ราบ	ที่ดอน
60	10.85891	7.037050	76	10.75187	6.919530
61	10.85222	7.029705	77	10.74518	6.912185
62	10.84553	7.022360	78	10.73849	6.904840
63	10.83884	7.015015	79	10.73180	6.897495
64	10.83215	7.007670	80	10.72511	6.890150
65	10.82546	7.000325	81	10.71842	6.882805
66	10.81877	6.992980	82	10.71173	6.875460
67	10.81208	6.985635	83	10.70504	6.868115

ตารางที่ 25 (ต่อ)

จำนวน ผล/พวง	น้ำหนักของผลงุ่น		จำนวน ผล/พวง	น้ำหนักของผลงุ่น	
	ที่ราบ	ที่ดอน		ที่ราบ	ที่ดอน
68	10.80539	6.978290	84	10.69835	6.860770
69	10.79870	6.970945	85	10.69166	6.853425
70	10.79201	6.963600	86	10.68497	6.846080
71	10.78532	6.956255	87	10.67828	6.838735
72	10.77863	6.948910	88	10.67159	6.831390
73	10.77194	6.941565	89	10.66490	6.824045
74	10.76525	6.934220	90	10.65821	6.816700
75	10.75856	6.926875			

จากตารางที่ 25 และภาพที่ 21 จะเห็นว่า แปลงที่ราบให้น้ำหนักของผลงุ่นมากกว่าแปลงที่ดอน, ทั้งแปลงที่ราบและแปลงที่ดอน จำนวนผลเป็น 60 ผล/พวง จะให้น้ำหนักของผลงุ่นมากที่สุด และน้ำหนักของผลงุ่นจะลดลงเรื่อยๆ เมื่อจำนวนผล/พวงมากขึ้น หรือจำนวนผล/พวงแปรผกผันกับน้ำหนักของผลงุ่นนั่นเอง

3. ศึกษาความสัมพันธ์ของจำนวนผลงุ่น/พวง และปัจจัยที่เกี่ยวข้อง และหาสมการพยากรณ์จำนวนผลที่เหมาะสมที่สุดต่อ ความหวานของผลงุ่น

3.1 ความสัมพันธ์ของจำนวนผลงุ่น/พวง และปัจจัยที่เกี่ยวข้องต่อ ความหวานของผลงุ่น โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์ความแปรปรวน ได้ผลดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 26: ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน เมื่อมีตัวแปรตาม คือ ความหวานของผลองุ่น และมีตัวแปรอิสระ คือ จำนวนผลองุ่น/พวง ลักษณะพื้นที่เพาะปลูก และผลกระทบร่วมระหว่างจำนวนผลองุ่น/พวง และลักษณะพื้นที่เพาะปลูก เมื่อแยกแหล่งความผันแปร

แหล่งความผันแปร	df	SS	MS	F	Pr(>F)
จำนวนผลองุ่น/พวง	3	29.912	9.971	6.4588	0.0003731
ลักษณะพื้นที่เพาะปลูก	1	1.8	1.8	1.166	0.2818514
ผลกระทบร่วม	3	30.925	10.308	6.6775	0.0002824
EE	152	237.75	1.564	1.0132	0.4668542
SE	160	247	1.544		
รวม	319	547.387			

* EE คือ ความคลาดเคลื่อนจากการทดลอง

SE คือ ความคลาดเคลื่อนจากการสุ่มตัวอย่าง

จากตารางที่ 26 พบว่า ความคลาดเคลื่อนจากการทดลองไม่มีความสัมพันธ์กับขนาดของผลองุ่น โดยมีค่า p-value = 0.4668542 > 0.05 (α)

ดังนั้นจึงรวมค่าคลาดเคลื่อนเข้าด้วยกัน กลายเป็นค่าคลาดเคลื่อนจากการทดลองเพียงตัวเดียว ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 27: ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน เมื่อมีตัวแปรตาม คือ ความหวานของผลองุ่น และมีตัวแปรอิสระ คือ จำนวนผลองุ่น/พวง ลักษณะพื้นที่เพาะปลูก และผลกระทบร่วมระหว่างจำนวนผลองุ่น/พวง และลักษณะพื้นที่เพาะปลูก เมื่อรวมแหล่งความผันแปร

แหล่งความผันแปร	df	SS	MS	F	p-value
จำนวนผลองุ่น/พวง	3	29.91	9.97	6.4175	0.0003136
ลักษณะพื้นที่เพาะปลูก	1	1.80	1.80	1.1585	0.2826011
ผลกระทบร่วม	3	30.92	10.31	6.6348	0.0002341
ความคลาดเคลื่อนจากการทดลอง	312	484.75	1.55		
รวม	319	547.38			

จากตารางที่ 27 เมื่อทดสอบผลกระทบของจำนวนผลงุ่น/พวง ต่อความหวานของผลงุ่น พบว่า ค่า p-value = 0.0003136 < 0.05 (α) ดังนั้นจะได้ว่า จำนวนผลงุ่น/พวง มีผลกระทบต่อความหวานของผลงุ่น

เมื่อทดสอบผลกระทบของลักษณะพื้นที่เพาะปลูก ต่อความหวานของผลงุ่น พบ ว่าค่า p-value = 0.2826011 > 0.05 (α) ดังนั้นจะได้ว่า ลักษณะพื้นที่เพาะปลูกไม่มีผลกระทบต่อความหวานของผลงุ่น

เมื่อทดสอบผลกระทบร่วมระหว่างจำนวนผลงุ่น/พวง และลักษณะพื้นที่เพาะปลูก ต่อความหวานของผลงุ่น พบว่าค่า p-value = 0.0002341 < 0.05 (α) ดังนั้นจะได้ว่า ปัจจัยร่วมระหว่างจำนวนผลงุ่น/พวง และลักษณะพื้นที่เพาะปลูก มีผลกระทบต่อความหวานของผลงุ่น

เมื่อลักษณะพื้นที่เพาะปลูก ไม่มีผลกระทบต่อความหวานของผลงุ่น แต่ผลกระทบร่วมระหว่าง จำนวนผลงุ่น/พวง และลักษณะพื้นที่เพาะปลูก มีผลกระทบเพาะปลูก มีผลกระทบ ต่อความหวานของผลงุ่น ดังนั้นจึงถือว่า ลักษณะพื้นที่เพาะปลูกมีผลกระทบต่อความหวานของผลงุ่นเช่นกัน

นั่นคือ ทั้ง จำนวนผลงุ่น/พวง ลักษณะพื้นที่เพาะปลูก และผลกระทบร่วมระหว่างจำนวนผลงุ่น/พวง และลักษณะพื้นที่เพาะปลูกมีผลกระทบต่อความหวานของผลงุ่น

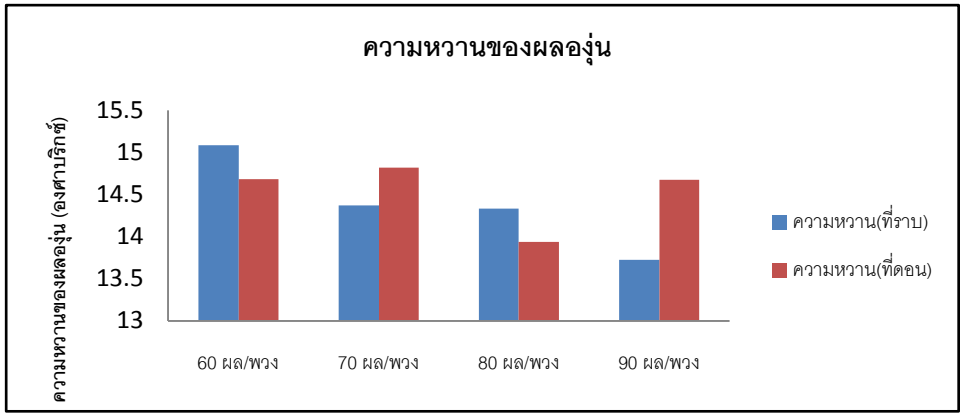
ตารางที่ 28: แสดงความหวาน ของแต่ละทรีทเมนท์ในแต่ละแปลง

จำนวนผล/พวง	ความหวานของผลงุ่น (องศาบริกซ์)		เฉลี่ยรวม
	ที่ราบ	ที่ดอน	
60 ผล/พวง (T_1)	15.25	14.53	14.89
70 ผล/พวง (T_2)	14.38	14.83	14.60
80 ผล/พวง (T_3)	14.18	14.10	14.14
90 ผล/พวง (T_4)	13.73	14.68	14.20
เฉลี่ยรวม	14.38	14.53	14.46

จากตารางที่ 28 พบว่า วิธีทดลองที่ 1 มีความหวานของผลงุ่น/พวง มากที่สุด คือ 14.89 องศาบริกซ์ รองลงมาเป็นวิธีทดลองที่ 2, 4 และ 3 ตามลำดับ มีความหวานของผลงุ่น/พวง เป็น 14.60, 14.20 และ 14.14 องศาบริกซ์ ตามลำดับ

และเมื่อแยกพิจารณาตามลักษณะพื้นที่เพาะปลูก พบว่า ในแปลงที่ราบ วิธีทดลองที่ 1 มีความหวาน เฉลี่ย/พวง มากที่สุด คือ 15.25 องศาบริกซ์ รองลงมาเป็นวิธีทดลองที่ 2, 3 และ 4

ตามลำดับ คือ 14.38, 14.18 และ 13.73 องศาบริกซ์ตามลำดับ ส่วนในแปลงที่ดอน วิธีทดลองที่ 2 มีความหวานเฉลี่ย/พวง มากที่สุด คือ 14.83 องศา บริกซ์ รองลงมาเป็นวิธีทดลองที่ 4, 1 และ 3 ตามลำดับ คือ 14.68, 14.53 และ 14.10 องศาบริกซ์ตามลำดับ



ภาพที่ 22 แสดงความหวานของผลงุ่น ในแต่ละทรีทเมนท์

จากภาพที่ 22 พบว่า วิธีทดลองที่ 1, วิธีทดลองที่ 3 ในแปลงที่ราบให้ความหวานของผลงุ่นมากกว่าแปลงที่ดอน และ วิธีทดลองที่ 2, วิธีทดลองที่ 4 ความหวานของผลงุ่นในแปลงที่ราบน้อยกว่าแปลงที่ดอน

และเนื่องจากความหวานของผลงุ่น ของแต่ละบล็อค และแต่ละทรีทเมนท์ เป็นตัวเลขที่ใกล้เคียงกัน ดังนั้นจึงจำเป็นต้องทำการตรวจสอบดูความแตกต่างของ ความหวาน ของผลงุ่นในแต่ละทรีทเมนท์ทีละคู่ และว่าแตกต่างกันหรือไม่ โดยใช้ Bonferroni method ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ตารางที่ 29: แสดง การวิเคราะห์ความแตกต่างของ ความหวาน เฉลี่ย โดยใช้การทดสอบ Bonferroni

(I) treatment	(J) treatment	Mean Difference (I-J)	Std. Error	p-value	[95% Conf. Interval]	
60 ผล/พวง	70 ผล/พวง	.29	.197	.874	-.24	.81
	80 ผล/พวง	.75*	.197	.001	.23	1.27
	90 ผล/พวง	.69*	.197	.003	.16	1.21
70 ผล/พวง	60 ผล/พวง	-.29	.197	.874	-.81	.24
	80 ผล/พวง	.46	.197	.117	-.06	.99
	90 ผล/พวง	.40	.197	.259	-.12	.92
80 ผล/พวง	60 ผล/พวง	-.75*	.197	.001	-1.27	-.23
	70 ผล/พวง	-.46	.197	.117	-.99	.06
	90 ผล/พวง	-.06	.197	1.000	-.59	.46
90 ผล/พวง	60 ผล/พวง	-.69*	.197	.003	-1.21	-.16
	70 ผล/พวง	-.40	.197	.259	-.92	.12
	80 ผล/พวง	.06	.197	1.000	-.46	.59

จากตารางที่ 29 เมื่อพิจารณาค่า p-value ของการเปรียบเทียบความหวานเฉลี่ยของผลองุ่นทีละคู่ในแต่ละทรีทเมนท์ พบว่า ถ้าค่า p-value < ระดับนัยสำคัญ ($\alpha = 0.05$) จะสามารถสรุปได้ว่าค่าเฉลี่ยของคู่ที่เปรียบเทียบนั้นแตกต่างกัน ดังนั้นจะได้ว่า มีจำนวนผล/พวงเป็น 60 ผล/พวง ให้ความหวานไม่แตกต่างจาก 70 ผล/พวง และจำนวนผลเป็น 70, 80 และ 90 ผล/พวง ให้ความหวานไม่แตกต่าง ดังนั้นจะได้ว่า จำนวนผล/พวงแตกต่างกันจะให้ระดับความหวานแตกต่างกันเล็กน้อย โดยสามารถสรุปได้ว่าจำนวนผลเป็น 60 ผล/พวง ให้ความหวานมากที่สุด

3.2 หาสมการพยากรณ์จำนวนผลที่เหมาะสมที่สุดต่อ ความหวานของผลองุ่น โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุ

เมื่อ Y คือ ความหวานของผลองุ่น

X_1 คือ จำนวนผล/พวง

X_2 คือ ลักษณะพื้นที่เพาะปลูก = $\begin{cases} 0 & \text{ที่ราบ} \\ 1 & \text{ที่ดอน} \end{cases}$

X_{12} คือ ผลกระทบร่วมระหว่างจำนวนผล/พวง และลักษณะพื้นที่เพาะปลูก

ตารางที่ 30: แสดงการเพิ่มสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ (R) และสัมประสิทธิ์การพยากรณ์ (R^2) โดยใช้วิธีวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุแบบขั้นบันได เมื่อตัวแปรตามเป็นความหวานของผลองุ่น

ตัวพยากรณ์	R	R^2	R^2_{adj}	SE_{est}	F	p-value
X_1	0.2158	0.04659	0.04359	1.281	15.54	0.000
X_1, X_2, X_{12}	0.2947	0.08687	0.07820	1.258	10.02	0.000

จากตารางที่ 30 พบว่า ผลการวิเคราะห์การถดถอยแบบเพิ่มตัวแปรเป็นขั้นๆ ปรากฏว่า ตัวแปรที่สามารถพยากรณ์ตัวแปรตาม (ความหวานของผลองุ่น) ได้อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 คือ จำนวนผล/พวง, ลักษณะพื้นที่เพาะปลูก และ ผลกระทบร่วม ระหว่างจำนวนผล/พวงและลักษณะพื้นที่เพาะปลูก ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ (R) เท่ากับ 0.2947 ค่าสัมประสิทธิ์การพยากรณ์ปรับปรุง (R^2_{adj}) เท่ากับ 0.0782 0 ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (SE_{est}) เท่ากับ ± 1.258 ตัวแปรทั้ง 3 ตัว สามารถทำนายความหวานของผลองุ่นได้ร้อยละ 8.69

ตารางที่ 31: แสดงค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยเชิงพหุ เมื่อตัวแปรตามเป็นความหวานของผลองุ่น

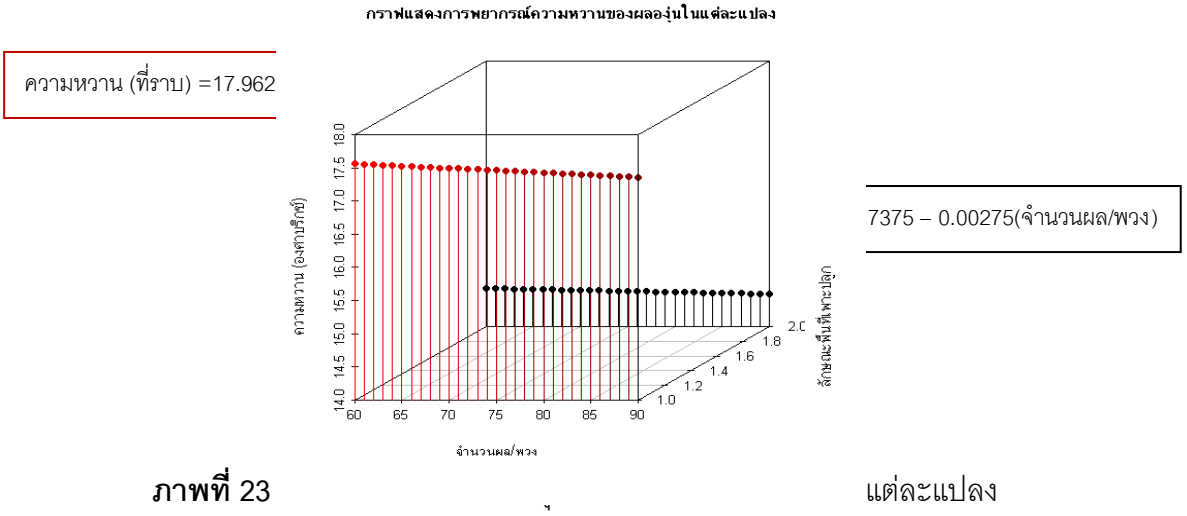
ตัวแปร	b	SE_b	t	p-value
ค่าคงที่	17.962500	0.674355	26.637	0.0002*
จำนวนผล/พวง	-0.047750	0.008893	-5.369	0.0001*
ลักษณะพื้นที่เพาะปลูก	-3.225000	0.953682	-3.382	0.0008*
ผลกระทบร่วม	0.045000	0.012577	3.578	0.0004*

$R = 0.2947$; $R^2 = 0.08687$; $R^2_{adj} = 0.0782$

$SE_{est} = \pm 1.258$

จากตารางที่ 31 พบว่า จำนวนผล/พวง ลักษณะพื้นที่เพาะปลูก และผลกระทบร่วมระหว่างจำนวนผล/พวงและลักษณะพื้นที่เพาะปลูก มีค่าสัมประสิทธิ์ของตัวพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบ (b) เท่ากับ -0.047750, -3.225000 และ 0.045000 ตามลำดับ และมีค่าคงที่ของสมการพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบ เท่ากับ 17.962500

สมการพยากรณ์ของความหวานของผลองุ่น คือ $\hat{\text{sweetness}}$ = 17.962500 - 0.047750 (จำนวนผล/พวง) - 3.225000(ลักษณะพื้นที่เพาะปลูก) + 0.045000(ผลกระทบร่วมระหว่างจำนวนผล/พวงกับลักษณะพื้นที่เพาะปลูก)



ภาพที่ 23 แต่ละแปลง

ตารางที่ 32: แสดงความหวานของผลองุ่น ที่ได้จากการพยากรณ์

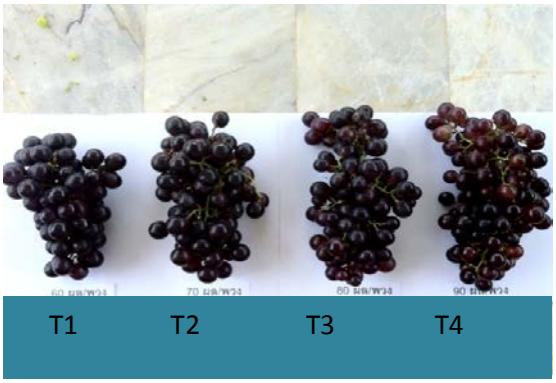
จำนวน ผล/พวง	ความหวานของผลองุ่น		จำนวน ผล/พวง	ความหวานของผลองุ่น	
	ที่ราบ	ที่ดอน		ที่ราบ	ที่ดอน
60	17.56110	14.5725	76	17.45406	14.5285
61	17.55441	14.56975	77	17.44737	14.52575
62	17.54772	14.5670	78	17.44068	14.523
63	17.54103	14.56425	79	17.43399	14.52025
64	17.53434	14.56150	80	17.42730	14.51750
65	17.52765	14.55875	81	17.42061	14.51475
66	17.52096	14.55600	82	17.41392	14.51200
67	17.51427	14.55325	83	17.40723	14.50925

ตารางที่ 32 (ต่อ)

จำนวน ผล/พวง	ความหวานของผลองุ่น		จำนวน ผล/พวง	ความหวานของผลองุ่น	
	ที่ราบ	ที่ดอน		ที่ราบ	ที่ดอน
68	17.50758	14.55050	84	17.40054	14.50650
69	17.50089	14.54775	85	17.39385	14.50375
70	17.49420	14.54500	86	17.38716	14.50100
71	17.48751	14.54225	87	17.38047	14.49825
72	17.48082	14.53950	88	17.37378	14.49550
73	17.47413	14.53675	89	17.36709	14.49275
74	17.46744	14.53400	90	17.36040	14.49000
75	17.46075	14.53125			

จากตารางที่ 32 และภาพที่ 23 จะเห็นว่า แปลงที่ราบให้ความหวานของผลองุ่นมากกว่าแปลงที่ดอน, ความหวานของผลองุ่นทั้งแปลงที่ราบและแปลงที่ดอนในแต่ละทรีทเมนท์ไม่ค่อยแตกต่างกัน แต่ความหวานมีแนวโน้มที่จะลดลงเรื่อยๆ เมื่อจำนวนผล/พวงมากขึ้น หรือจำนวนผล/พวงแปรผกผันกับความหวานของผลองุ่นนั่นเอง

<u>กรณีที่ 2</u>: ศึกษาความสัมพันธ์ของจำนวนผลองุ่น/พวง และปัจจัยที่เกี่ยวข้อง และหาสมการพยากรณ์หาจำนวนผลที่เหมาะสมที่สุดต่อสีของผลองุ่น



ภาพที่ 24
แสดงขนาดของพวงองุ่นในแต่ละทรีทเมนท์

ภาพที่ 25
แสดงสีขององุ่น

ตารางที่ 33: แสดงสีของผลองุ่นในแปลงที่ราบ

จำนวนผล/พวง	สีของผลองุ่น (ร้อยละ)						รวม
	เข้มน้อย		กลาง		เข้มมาก		
60 ผล/พวง	1	(2.5)	6	(15.0)	33	(82.5)	40 (100)
70 ผล/พวง	5	(12.5)	15	(37.5)	20	(50.0)	40 (100)
80 ผล/พวง	4	(10.0)	17	(42.5)	19	(47.5)	40 (100)
90 ผล/พวง	3	(7.5)	21	(52.5)	16	(40.0)	40 (100)
รวม	13	(8.1)	59	(36.9)	88	(55.0)	160 (100)

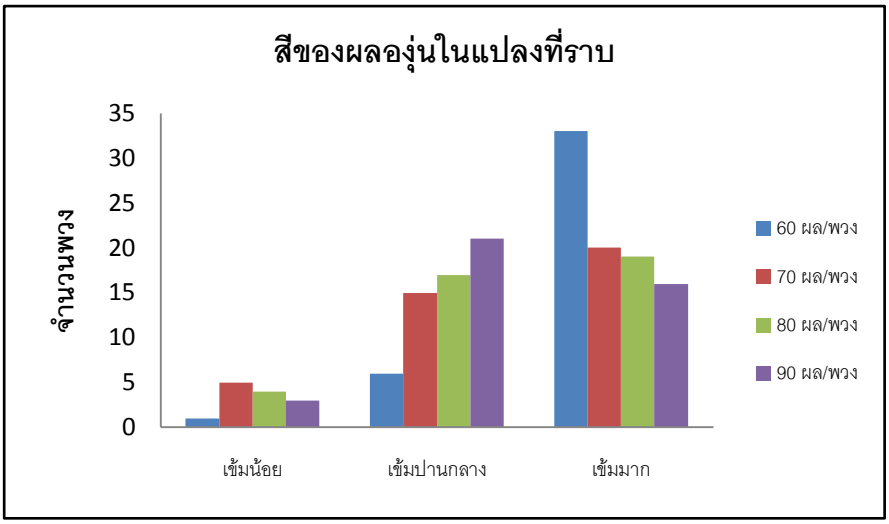
จากตารางที่ 33 พบว่า ในแปลงที่ราบ องุ่นส่วนใหญ่ให้สีเข้มมาก ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 55 รองลงมาเป็นสีเข้มปานกลาง และเข้มน้อย คิดเป็นร้อยละ 36.9 และ 8.1 ตามลำดับ

จำนวนผลเป็น 60 ผล/พวง ให้สีองุ่นที่มีความเข้มมาก มากที่สุด คือ 33 พวง จากทั้งหมด 40 พวง หรือคิดเป็นร้อยละ 82.5 รองลงมาเป็นสีเข้มปานกลาง และสีเข้มน้อย 6 และ 1 พวง ตามลำดับ หรือคิดเป็นร้อยละ 15 และ 2.5 ตามลำดับ

จำนวนผลเป็น 70 ผล/พวง ให้สีองุ่นที่มีความเข้มมากมากที่สุด คือ 20 พวง จากทั้งหมด 40 พวง หรือคิดเป็นร้อยละ 50 รองลงมาเป็นสีเข้มปานกลาง และสีเข้มน้อย 15 และ 5 พวง ตามลำดับ หรือคิดเป็นร้อยละ 37.5 และ 5 ตามลำดับ

จำนวนผลเป็น 80 ผล/พวง ให้สีองุ่นที่มีความเข้มมากมากที่สุด คือ 19 พวง จากทั้งหมด 40 พวง หรือคิดเป็นร้อยละ 47.5 รองลงมาเป็นสีเข้มปานกลาง และสีเข้มน้อย 17 และ 4 พวง ตามลำดับ หรือคิดเป็นร้อยละ 42.5 และ 10 ตามลำดับ

จำนวนผลเป็น 90 ผล/พวง ให้สีองุ่นที่มีความเข้มปานกลางมากที่สุด คือ 21 พวง จากทั้งหมด 40 พวง หรือคิดเป็นร้อยละ 52.5 รองลงมาเป็นสีเข้มมาก และสีเข้มน้อย 16 และ 3 พวง ตามลำดับ หรือคิดเป็นร้อยละ 40 และ 7.5 ตามลำดับ



ภาพที่ 26 กราฟแท่งแสดงสีของผลองุ่นในแปลงที่ราบ

ตารางที่ 34: แสดงสีของผลองุ่นในแปลงที่ดอน

จำนวนผล/พวง	สีของผลองุ่น(ร้อยละ)						รวม
	เข้มน้อย		กลาง		เข้มมาก		
60 ผล/พวง	4	(10.0)	14	(35.0)	22	(55.0)	40 (100)
70 ผล/พวง	2	(5.00)	22	(55.0)	16	(40.0)	40 (100)
80 ผล/พวง	5	(12.5)	20	(50.0)	15	(37.5)	40 (100)
90 ผล/พวง	2	(5.00)	15	(37.5)	23	(57.5)	40 (100)
รวม	13	(8.10)	71	(44.4)	76	(47.5)	160 (100)

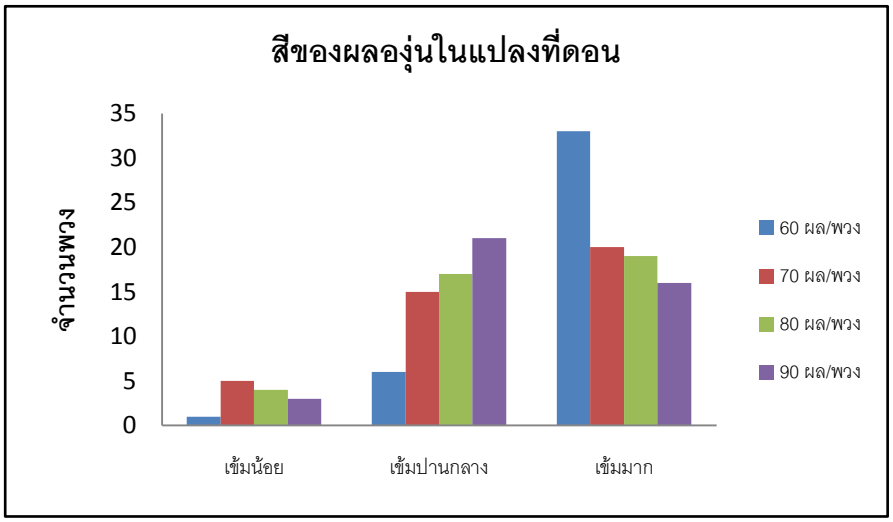
จากตารางที่ 34 พบว่า ในแปลงที่ดอน องุ่นส่วนใหญ่ให้สีเข้มมาก ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 47.5 รองลงมาเป็นสีเข้มปานกลาง และเข้มน้อย คิดเป็นร้อยละ 44.4 และ 8.1 ตามลำดับ

จำนวนผลเป็น 60 ผล/พวง ให้สีองุ่นที่มีความเข้มมากมากที่สุด คือ 22 พวง จากทั้งหมด 40 พวง หรือคิดเป็นร้อยละ 55 รองลงมาเป็นสีเข้มปานกลาง และสีเข้มน้อย 14 และ 4 พวง ตามลำดับ หรือคิดเป็นร้อยละ 35 และ 10 ตามลำดับ

จำนวนผลเป็น 70 ผล/พวง ให้สีองุ่นที่มีความปานกลางมากที่สุด คือ 22 พวง จากทั้งหมด 40 พวง หรือคิดเป็นร้อยละ 55 รองลงมาเป็นสีเข้มมาก และสีเข้มน้อย 16 และ 2 พวง ตามลำดับ หรือคิดเป็นร้อยละ 40 และ 5 ตามลำดับ

จำนวนผลเป็น 80 ผล/พวง ให้สีองุ่นที่มีความปานกลางมากที่สุด คือ 20 พวง จากทั้งหมด 40 พวง หรือคิดเป็นร้อยละ 50 รองลงมาเป็นสีเข้มมาก และสีเข้มน้อย 15 และ 5 พวง ตามลำดับ หรือคิดเป็นร้อยละ 37.5 และ 12.5 ตามลำดับ

จำนวนผลเป็น 90 ผล/พวง ให้สีองุ่นที่มีความเข้มมากมากที่สุด คือ 23 พวง จากทั้งหมด 40 พวง หรือคิดเป็นร้อยละ 57.5 รองลงมาเป็นสีเข้มปานกลาง และสีเข้มน้อย 15 และ 2 พวง ตามลำดับ หรือคิดเป็นร้อยละ 37.5 และ 5 ตามลำดับ



ภาพที่ 27 กราฟแท่งแสดงสีของผลองุ่นในแปลงที่ดอน

การวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติกแบบเรียงลำดับ (Ordered Logistic Regression) มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. **ทดสอบสัมประสิทธิ์การถดถอยในตัวแบบของแต่ละกลุ่มเท่ากันหรือไม่**

ตารางที่ 35: แสดงการทดสอบสัมประสิทธิ์การถดถอยในตัวแบบของแต่ละกลุ่ม

Model	-2 Log Likelihood	Chi-Square	df	p-value
Null Hypothesis	69.762			
General	67.340	2.423	3	0.489

จากตารางที่ 35 พบว่า สมการที่มีเพียงค่าคงที่ค่าเดียวให้ค่า -2 Log Likelihood = 69.762 และเมื่อนำปัจจัยด้านจำนวนผล/พวง ลักษณะพื้นที่เพาะปลูก และปัจจัยร่วมระหว่างจำนวนผล/พวงและลักษณะพื้นที่เพาะปลูกเข้าสมการจะได้ค่า -2 Log Likelihood ลดลงเป็น

67.340 โดยมีค่า Chi-Square = 2.423 และค่า p-value ของสถิติทดสอบ Chi-Square เท่ากับ 0.489 > α (0.05) ดังนั้นจึงยอมรับ H_0 นั่นคือ ความชันในแต่ละกลุ่มมีค่าเท่ากัน

2. เลือก Link function ที่เหมาะสมโดยดูการกระจายของข้อมูลในแต่ละกลุ่ม

ตารางที่ 36: แสดงจำนวนและเปอร์เซ็นต์ของสีของผลองุ่น

	Frequency	Percent
เข้มน้อย	26	8.1
เข้มปานกลาง	130	40.6
เข้มมาก	164	51.3
รวม	320	100

จากตารางที่ 36 แสดงจำนวนพวงองุ่นที่มีสีเข้มน้อย เข้มปานกลาง และเข้มมาก โดยจำนวนพวงองุ่นที่มีสีเข้มมาก มากที่สุด คือ 164 พวง จากทั้งหมด 320 พวง หรือคิดเป็น 51.30% รองลงมาเป็นสีเข้มปานกลาง 130 พวง หรือคิดเป็น 40.60% สุดท้ายเป็นสีเข้มน้อย 26 พวง หรือคิดเป็น 8.10% จะเห็นว่า แต่ละกลุ่มความเข้มของสีผลองุ่นมีการการกระจายค่อนข้างใกล้เคียงกัน ดังนั้นจึงเลือกใช้ logit link function

3. ทดสอบปัจจัยด้านจำนวนผล/พวง และปัจจัยที่เกี่ยวข้องว่ามีความสัมพันธ์กับสีขององุ่นหรือไม่ โดยดูจากค่า -2 log Likelihood และสถิติทดสอบ Chi-square

ตารางที่ 37: แสดงการทดสอบความเหมาะสมของโมเดล

Model	-2 Log Likelihood	Chi-Square	df	p-value
Intercept Only	83.701			
Final	69.762	13.939	3	0.003

จากตารางที่ 37 พบว่า เมื่อนำปัจจัยด้านจำนวนผล/พวง ลักษณะพื้นที่เพาะปลูก และปัจจัยร่วมระหว่างจำนวนผล/พวงและลักษณะพื้นที่เพาะปลูก เข้าสมการ จะให้ค่า -2 Log Likelihood = 69.762 ซึ่งลดลงจากสมการที่มีเพียงค่าคงที่ค่าเดียว ซึ่งมีค่า -2 Log Likelihood = 83.701 มีค่า Chi-Square = 13.939 และค่า p-value ของสถิติทดสอบ Chi-Square เท่ากับ 0.003 < 0.05 (α) แสดงว่า ปัจจัยด้านจำนวนผล/พวง ลักษณะพื้นที่เพาะปลูก และปัจจัยร่วมระหว่างจำนวนผล/พวง และลักษณะพื้นที่เพาะปลูก มีความสัมพันธ์กับสีขององุ่น

4. ทดสอบความมีนัยสำคัญของตัวแปรอิสระแต่ละตัวในตัวแบบ โดยสถิติทดสอบ Wald

ตารางที่ 38: แสดงการทดสอบความมีนัยสำคัญของตัวแปรอิสระแต่ละตัว

	Estimate	Std. Error	Wald	df	p-value	[95% Conf. Interval]	
[สีเข้มน้อย]	-2.108	1.046	4.063	1	0.044	-4.158	-.058
[สีเข้มปานกลาง]	0.325	1.034	0.099	1	0.754	-1.701	2.351
จำนวนผล/พวง (T)	0.003	0.014	0.054	1	0.816	-.024	.030
แปลงที่ราบ (B2)*	4.297	1.528	7.905	1	0.005	1.301	7.292
ผลกระทบร่วม (T*B2)**	-0.053	0.020	7.096	1	0.008	-.092	-.014

* (B2) หมายถึง แปลงที่ดอน

** (T*B2) หมายถึง ผลกระทบร่วมระหว่างจำนวนผล/พวง และแปลงที่ดอน

จากตารางที่ 38 เมื่อทดสอบความมีนัยสำคัญของตัวแปรอิสระแต่ละตัวในตัวแบบ โดยสถิติทดสอบ Wald พบว่า จำนวนผล/พวง ให้ค่า p-value = 0.816 > 0.05 (α) ลักษณะพื้นที่เพาะปลูก ให้ค่า p-value = 0.005 < 0.05 (α) และอิทธพลร่วม ระหว่าง จำนวนผล/พวง และลักษณะพื้นที่เพาะปลูก ให้ค่า p-value = 0.008 < 0.05 (α) ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า จำนวนผล/พวงไม่มีผลกระทบต่อสีของผลองุ่น ส่วนลักษณะพื้นที่เพาะปลูก และอิทธพลร่วมระหว่าง จำนวนผล/พวง และลักษณะพื้นที่เพาะปลูก มี ผลกระทบต่อสีของผลองุ่น และเนื่องจากผลกระทบร่วมระหว่างจำนวนผล/พวงและลักษณะพื้นที่เพาะปลูกมีผลกระทบต่อสีของผลองุ่น จึงถือว่า จำนวนผล/พวง น่าจะมีผลกระทบต่อสีขององุ่นด้วย นั่นคือ ตัวแปรทั้ง 3 ตัว มีผลกระทบต่อสีขององุ่นอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

5. สมการสีของผลองุ่น เป็นดังนี้

$$Z_1 : \ln\left[\frac{p(\text{เข้มสีน้อย})}{p(\text{สีเข้มปานกลาง}+\text{เข้มมาก})}\right] = -2.108 + 0.003(\text{จำนวนผล/พวง}) + 4.297(\text{แปลงที่ราบ}) - 0.053(\text{อิทธพลร่วมระหว่างจำนวนผล/พวงและแปลงที่ราบ})$$

$$Z_2 : \ln\left[\frac{p(\text{เข้มสีน้อย หรือสีเข้มปานกลาง})}{p(\text{เข้มมาก})}\right] = 0.325 + 0.003(\text{จำนวนผล/พวง}) + 4.297(\text{แปลงที่ราบ}) - 0.053(\text{อิทธพลร่วมระหว่างจำนวนผล/พวงและแปลงที่ราบ})$$

6. ทดสอบความเหมาะสมของตัวแบบ (Goodness of fit) โดยสถิติทดสอบ Chi-square

ตารางที่ 39: แสดงการทดสอบความเหมาะสมของตัวแบบ เมื่อนำจำนวนผล/พวง ลักษณะพื้นที่เพาะปลูก และปัจจัยร่วมระหว่างจำนวนผล/พวงและลักษณะพื้นที่เพาะปลูก เข้าสมการ

	Chi-Square	df	p-value
Pearson	15.603	11	0.157
Deviance	14.999	11	0.183

*Pseudo R^2 (Nagelkerke) = .051

จากตารางที่ 39 พบว่า เมื่อนำปัจจัยด้านจำนวนผล/พวง ลักษณะพื้นที่เพาะปลูก และปัจจัยร่วมระหว่างจำนวนผล/พวงและลักษณะพื้นที่เพาะปลูก เข้าสมการ จะให้ค่า Chi-Square เท่ากับ 15.603 และค่า p-value = 0.157 > 0.05 (α) ดังนั้น ตัวแบบที่ได้มีความเหมาะสม และจำนวนผล/พวง ลักษณะพื้นที่เพาะปลูก และปัจจัยร่วมระหว่างจำนวนผล/พวงและลักษณะพื้นที่เพาะปลูก สามารถอธิบายสีของผลองุ่นได้ร้อยละ 5.1

ตารางที่ 40: แสดงร้อยละของการพยากรณ์สีผลองุ่น

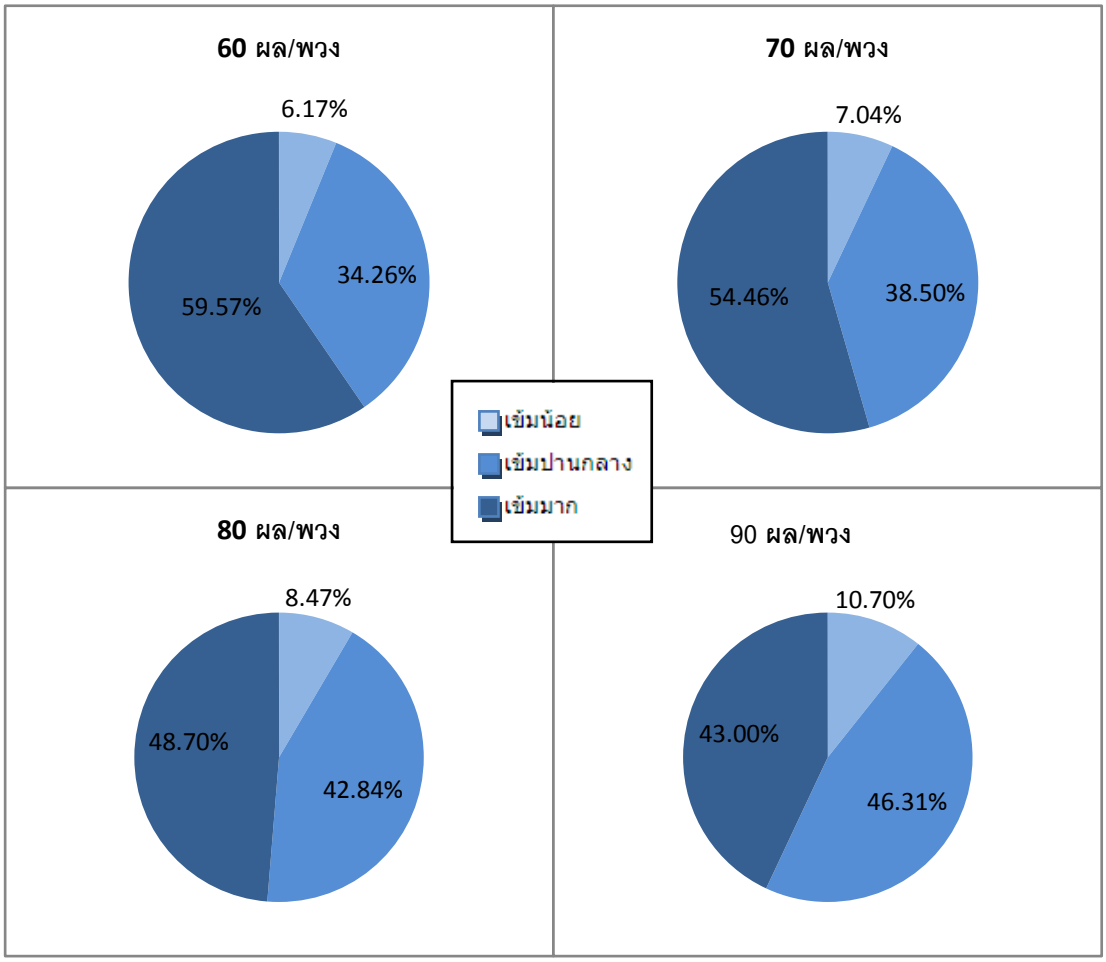
จำนวนผล/พวง	สีของผลองุ่น(ร้อยละ)		
	เข้มน้อย	เข้มปานกลาง	เข้มมาก
60 ผล/พวง	6.175	34.26	59.565
70 ผล/พวง	7.04	38.5	54.46
80 ผล/พวง	8.465	42.835	48.7
90 ผล/พวง	10.695	46.31	42.995

จากตารางที่ 40 และภาพที่ 28 พบว่า จำนวนผลเป็น 60 ผล/พวง ให้องุ่นที่มีสีเข้มมากมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 59.565 รองลงมาเป็นสีเข้มปานกลาง และสีเข้มน้อย โดยคิดเป็นร้อยละ 34.260 และ 6.175 ตามลำดับ

จำนวนผลเป็น 70 ผล/พวง ให้องุ่นที่มีสีเข้มมาก มากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 54.460 รองลงมาเป็นสีเข้มปานกลาง และสีเข้มน้อย โดยคิดเป็นร้อยละ 38.5 และ 7.04 ตามลำดับ

จำนวนผลเป็น 80 ผล/พวง ให้องุ่นที่มีสีเข้มมาก มากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 48.700 รองลงมาเป็นสีเข้มปานกลาง และสีเข้มน้อย โดยคิดเป็นร้อยละ 42.835 และ 8.465 ตามลำดับ

จำนวนผลเป็น 90 ผล/พวง ให้องุ่นที่มีสีปานกลางมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 46.31 รองลงมาเป็นสีเข้มมาก และสีเข้มน้อย โดยคิดเป็นร้อยละ 42.995 และ 10.695 ตามลำดับ และพบว่า เมื่อจำนวนผล/พวงมากขึ้น สีขององุ่นมีแนวโน้มที่จะลดระดับความเข้มลง



ภาพที่ 28 แผนภูมิวงกลมแสดงสัดส่วนสีของผลองุ่น

ตารางที่ 41: แสดงร้อยละของการพยากรณ์สีผลองุ่นในแปลงที่ราบ

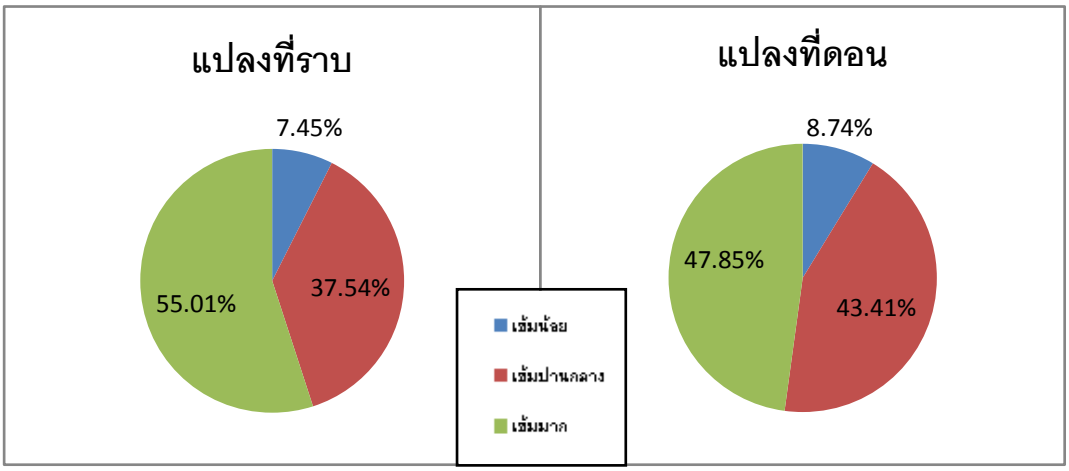
จำนวนผล/พวง	สีของผลองุ่น(ร้อยละ)		
	เข้มน้อย	เข้มปานกลาง	เข้มมาก
60 ผล/พวง	3.23	24.30	72.47
70 ผล/พวง	5.22	33.31	61.47
80 ผล/พวง	8.32	42.52	49.16
90 ผล/พวง	13.03	50.02	36.95
เฉลี่ย	7.45	37.54	55.01
% สะสม	7.45	44.99	100.00

จากตารางที่ 41 และภาพที่ 29 พบว่า ในแปลงที่ราบ องุ่นส่วนใหญ่มีสีเข้มมาก โดยคิดเป็นร้อยละ 55.01 รองลงมาเป็นสีเข้มปานกลาง และสีเข้มน้อย โดยคิดเป็นร้อยละ 37.54 และ 7.45 ตามลำดับ

ตารางที่ 42: แสดงร้อยละของการพยากรณ์สีผลองุ่นในแปลงที่ดอน

จำนวนผล/พวง	สีของผลองุ่น(ร้อยละ)		
	เข้มน้อย	เข้มปานกลาง	เข้มมาก
60 ผล/พวง	9.12	44.22	46.66
70 ผล/พวง	8.86	43.69	47.45
80 ผล/พวง	8.61	43.15	48.24
90 ผล/พวง	8.36	42.60	49.04
รวม	8.74	43.41	47.85
% สะสม	8.74	52.15	100.00

จากตารางที่ 42 และ ภาพที่ 29 พบว่า ในแปลงที่ดอน องุ่นส่วนใหญ่มีสีเข้มมาก โดยคิดเป็นร้อยละ 49.04 รองลงมาเป็นสีเข้มปานกลาง และสีเข้มน้อย โดยคิดเป็นร้อยละ 43.41 และ 8.74 ตามลำดับ



ภาพที่ 29 แสดงสัดส่วนสีของผลองุ่นในแต่ละแปลง

บทที่ 5

สรุปผลการศึกษา อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

สรุปผลการศึกษา

จากการศึกษาและทดลอง จำนวนผล /พวง ที่เหมาะสมที่สุด สำหรับองุ่นไร้เมล็ดพันธุ์แบล๊คโอปอล์ ที่ไร่องุ่นพรมชน อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา ในช่วงวันที่ 20 ต.ค. 2553 - 20 มี.ค. 2554 ได้ผลดังนี้

1. **ปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณภาพขององุ่น**

จากที่ได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลจากตำราและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า ปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณภาพขององุ่นสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ปัจจัยใหญ่ๆ คือ ปัจจัยที่สามารถควบคุมได้ และปัจจัยที่ไม่สามารถควบคุมได้ โดยปัจจัยที่สามารถควบคุมได้ ได้แก่ เป็นปัจจัยที่มีอยู่แล้วก่อนการทดลอง ซึ่งได้แก่ สภาพดิน (ค่า pH) อายุของต้นพันธุ์ ขนาดของพุ่ม ความลาดเอียงของพื้นที่ เป็นต้น นอกจากนี้ ยังมีปัจจัยทางการปฏิบัติงาน ที่อาจจะส่งผลต่อคุณภาพองุ่นได้เช่นกัน คือ การให้น้ำ หรือปริมาณน้ำที่ใช้รด, ปริมาณปุ๋ย-ยา/สารเคมี, วัชพืช/ศัตรูพืช โดยปัจจัยทั้งหมดที่กล่าวมานี้สามารถควบคุมให้แต่ละแปลงได้รับในปริมาณที่เท่าๆกัน ได้ เพื่อลดความคลาดเคลื่อนที่อาจจะเกิดขึ้นในการทดลองครั้งนี้ ส่วนปัจจัยที่ไม่สามารถควบคุมได้และเป็นตัวแปรสำคัญที่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพขององุ่นมากที่สุด นั่นก็คือ ปัจจัยทางสิ่งแวดล้อม หรือสภาพภูมิอากาศ ซึ่งได้แก่ ปริมาณน้ำฝน, ความกดอากาศ, ความชื้น, อุณหภูมิ และปริมาณแสงแดด เป็นต้น

2. **ศึกษาความสัมพันธ์ของจำนวนผลองุ่น/พวง และปัจจัยที่เกี่ยวข้องต่อคุณภาพขององุ่น**
<u>กรณีที่ 1</u>: ตัวแปรตามเป็นตัวแปรเชิงปริมาณ ได้แก่ ขนาด, น้ำหนัก และความหวาน

จากการศึกษาความสัมพันธ์ของจำนวนผลองุ่น/พวง และปัจจัยที่เกี่ยวข้องต่อคุณภาพขององุ่นโดยใช้ เทคนิคการวิเคราะห์ความแปรปรวน และหาสมการพยากรณ์จำนวนผลที่เหมาะสมที่สุดต่อคุณภาพของผลองุ่นโดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุ ได้ข้อสรุปดังนี้

2.1 ศึกษาความสัมพันธ์ของจำนวนผล/พวง และปัจจัยที่เกี่ยวข้องต่อขนาดของผลองุ่น และหาสมการพยากรณ์จำนวนผลที่เหมาะสมที่สุดต่อขนาดของผลองุ่น

จากการศึกษาพบว่า จำนวนผล/พวง ลักษณะพื้นที่เพาะปลูก และอิทธิพลร่วมระหว่างจำนวนผล/พวง และลักษณะพื้นที่เพาะปลูก มีความสัมพันธ์ต่อขนาดของผลองุ่น และพบว่าเมื่อองุ่นมีจำนวน 60 จะให้ขนาดของผลมากที่สุด ซึ่งในแปลงที่ราบจะให้ขนาดของผลมากกว่าแปลงที่ดอน และสามารถพยากรณ์ได้ว่า ขนาดของผลจะลดลงเมื่อจำนวนผล/พวงเพิ่มขึ้น

2.2 ศึกษาความสัมพันธ์ของจำนวนผลองุ่น/พวง และปัจจัยที่เกี่ยวข้อง และหาสมการพยากรณ์จำนวนผลที่เหมาะสมที่สุดต่อ น้ำหนักของผลองุ่น

จากการศึกษาพบว่า จำนวนผล/พวง ลักษณะพื้นที่เพาะปลูก และอิทธิพลร่วมระหว่างจำนวนผล/พวง และลักษณะพื้นที่เพาะปลูก มีความสัมพันธ์ต่อน้ำหนักของผลองุ่น และพบว่าเมื่อองุ่นมีจำนวน 60 ผล/พวง จะให้น้ำหนักของผลมากที่สุด ซึ่งในแปลงที่ราบจะให้น้ำหนักของผลมากกว่าแปลงที่ดอน และสามารถพยากรณ์ได้ว่าน้ำหนักของผลองุ่นจะลดลงเมื่อจำนวนผล/พวงเพิ่มขึ้น

2.3 ศึกษาความสัมพันธ์ของจำนวนผลองุ่น/พวง และปัจจัยที่เกี่ยวข้อง และหาสมการพยากรณ์จำนวนผลที่เหมาะสมที่สุดต่อ ความหวานของผลองุ่น

จากการศึกษาพบว่า จำนวนผล/พวง ลักษณะพื้นที่เพาะปลูก และอิทธิพลร่วมระหว่างจำนวนผล/พวง และลักษณะพื้นที่เพาะปลูก มีความสัมพันธ์ต่อความหวานของผลองุ่น และพบว่าเมื่อองุ่นมีจำนวน 60 ผล/พวง จะให้ความหวานมากที่สุด ซึ่งในแปลงที่ราบและแปลงที่ดอนให้ระดับความหวานไม่แตกต่างกัน และสามารถพยากรณ์ได้ว่าความหวานของผลองุ่นมีแนวโน้มจะลดลงเมื่อจำนวนผล/พวงเพิ่มขึ้น

<u>กรณีที่ 2</u>: ตัวแปรตามเป็นตัวแปรเชิงกลุ่ม ได้แก่ สีของผลองุ่น

จากการศึกษาจำนวนผล/พวง และปัจจัยที่เกี่ยวข้องต่อสีของผลองุ่น และหาสมการพยากรณ์จำนวนผลที่เหมาะสมที่สุดต่อสีของผลองุ่น โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติกแบบเรียงลำดับ พบว่า จำนวนผล/พวง ลักษณะพื้นที่เพาะปลูก และ อิทธิพลร่วมระหว่างจำนวนผล/พวง และลักษณะพื้นที่เพาะปลูก มีความสัมพันธ์กับสีขององุ่น และพบว่า จำนวนผลเป็น 60 ผล/พวง ให้สัดส่วนของสีเข้มมาก มากกว่าสีเข้มปานกลางและสีเข้มน้อย โดยแปลงที่ราบ

ให้สัดส่วนของสีเข้มมาก มากกว่าแปลงที่ดอน และพบว่าจำนวนผล/พวงเพิ่มขึ้นระดับความเข้มของสีผลองุ่นมีแนวโน้มที่จะอ่อนลง (สีเข้มลดลง)

จากข้อสรุป ทั้ง 2 กรณี จะได้ว่า จำนวนผลที่เหมาะสมที่สุดสำหรับองุ่นไร้เมล็ดพันธุ์แบล็คโอปอล์ที่ทำให้ได้องุ่นที่มีคุณภาพมากที่สุด คือ 60 ผล/พวง และแปลงที่ราบจะให้องุ่นที่มีคุณภาพในด้านขนาด น้ำหนัก และสัดส่วนของสีเข้มมาก มากกว่าแปลงที่ดอน แต่ให้คุณภาพด้านความหวานไม่แตกต่างกัน และสามารถพยากรณ์ได้ว่า คุณภาพขององุ่นจะลดลง เมื่อจำนวนผล/พวงเพิ่มขึ้น

อภิปรายผลการศึกษา

ในการทดลองหาจำนวนผล/พวง ที่เหมาะสมที่สุดต่อคุณภาพสำหรับองุ่นไร้เมล็ดพันธุ์แบล๊คโอปอล์โดยใช้แผนแบบการทดลองสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ พบว่า ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อคุณภาพขององุ่นได้แก่ จำนวนผล/พวง ลักษณะพื้นที่เพาะปลูก และ จำนวนผล/พวง ลักษณะพื้นที่เพาะปลูก และเมื่อขนาดของช่อผลเท่าๆกัน ช่อที่มีจำนวนผลน้อย กว่า จะให้คุณภาพที่ดีกว่าในเรื่องของขนาด น้ำหนัก ความหวาน และสีของผลองุ่น และพบว่าลักษณะพื้นที่เพาะปลูกที่แตกต่างกันจะส่งผลต่อคุณภาพขององุ่นแตกต่างกันด้วย ซึ่งก็สอดคล้องกับคำกล่าวของคุณ กิตติพงศ์ ตรีตรุยานนท์ (2546) โดยแปลงที่ราบ จะให้ขนาด น้ำหนัก และความเข้มของสีในระดับเข้มมากมากกว่าแปลงที่ดอน ทั้งนี้อาจเป็นเพราะลักษณะพื้นที่มีความลาดชันต่างกัน การดูดซึมน้ำและสารอาหารจึงแตกต่างกันด้วย โดยแปลงที่ราบน่าจะกักเก็บน้ำและสารอาหารได้ดีกว่าแปลงที่ดอน และพบว่า ความหวานของผลองุ่นในทั้ง 2 แปลงไม่แตกต่างกัน ซึ่งก็อาจจะเกิดจากฮอร์โมน หรือสารเคมีที่ฉีดพ่นที่อาจจะส่งผลต่อความหวานโดยตรง อาทิเช่น ปุ๋ยหวาน เป็นต้น

การปลิดผลองุ่นให้เหมาะสมกับขนาดของช่อ นอกจากจะดูแลรักษาง่ายขึ้นแล้ว ยังทำให้ผลองุ่นได้รับสารอาหารมากขึ้น ซึ่งส่งผลให้มีการเข้าสีที่เร็วขึ้น และสามารถเก็บเกี่ยวได้เร็วขึ้นด้วย นอกจากนี้ยังช่วยให้เกษตรย่นระยะเวลาในการเก็บเกี่ยว และเพิ่มระยะเวลาในการพักต้นให้ต้นองุ่นได้สะสมอาหารนานขึ้น ซึ่งนับว่าเป็นการถนอมต้นพันธุ์ให้เสื่อมสภาพช้าลงได้อีกด้วย ในทางกลับกันถ้าปลิดผลทิ้งมากเกินไป จะทำให้น้ำหนักต่อพวงลดลง ซึ่งก็อาจจะส่งผลต่อราคาและเกิดอัตราเสี่ยงต่อการลงทุนได้ อย่างไรก็ตาม ถ้าวิธีการปลิดผลทิ้งในปริมาณที่พอเหมาะนี้สามารถปรับปรุงคุณภาพของผลได้จริง ก็น่าจะช่วยลดปริมาณยา หรือสารเคมีบางตัวลงได้ และน่าจะช่วยลดต้นทุนในการผลิตได้เช่นกัน และนอกจากนี้ยังเป็นผลดีต่อผู้บริโภคอีกด้วย

ข้อเสนอแนะ

1. ควรเพิ่มขนาดตัวอย่างให้มากขึ้น เพื่อลดความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้น

2. ในกรณีที่ข้อมูลไม่ผ่านข้อกำหนดของการวิเคราะห์ของการวิเคราะห์ความแปรปรวนและข้อกำหนดของการวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุ อาจจะต้องลองใช้การวิเคราะห์แบบอื่นๆ เช่น การใช้วิธีไม่อิงพารามิเตอร์ หรือหรือใช้เทคนิคทางโลจิสติกแทน

3. ควรทำการทดลองในช่วงเวลาที่สภาพภูมิอากาศไม่แปรปรวนมากนัก เช่น ในช่วงกลางฤดูหนาว ซึ่งนอกจากจะมีอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการปลูกองุ่นแล้ว ยังอาจจะช่วยลดความคลาดเคลื่อนในการทดลองลงได้

4. ควรจะกำหนดทรีทเมนท์ให้อยู่ในช่วงที่กว้างกว่านี้ โดยอาจจะเป็น 40, 50, 60, …,120 ผล/พวง ซึ่งอาจจะทำให้ได้ผลการทดลองที่ครอบคลุม และถูกต้องแม่นยำมากขึ้น

5. ควรจะงดปุ๋ยหวาน หรือสารเคมีที่ส่งผลโดยตรงต่อคุณภาพขององุ่น เพื่อลดผลกระทบจากตัวแปรรบกวนอื่นๆ ที่ไม่ได้ศึกษา ซึ่งอาจจะทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อนน้อยลง และให้ผลการทดลองถูกต้องชัดเจนยิ่งขึ้น

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

กัลยา วานิชย์บัญชา. การวิเคราะห์สถิติขั้นสูงด้วย SPSS for Windows. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพมหานคร: ธรรมสาร, 2552. 105.

กิตติพงศ์ ตรีตรุยานนท์. เทคโนโลยีการผลิตองุ่น. กรุงเทพมหานคร: ชนารักษ์, 2546.

เกษตรสัญจร, การปลูกองุ่น. นนทบุรี: ฐานเกษตรกรรม, 2542.

เกษม จันทร์แก้ว. วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพมหานคร: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2540.

ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน. การประยุกต์ใช้ SPSS วิเคราะห์ข้อมูลงานวิจัย. กาฬสินธุ์: ประสานการพิมพ์, 2551.

นันทกร บุญเกิด. คู่มือการสร้างองุ่น. พิมพ์ครั้งที่ 2. นครราชสีมา: เทคโนธานี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี: 2544.

บุญชม ศรีสะอาด. วิธีการทางสถิติสำหรับการวิจัย. เล่ม 1, พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพมหานคร: สุวีริยาสาส์น, 2547.

พิมพ์ใจ กันชนะ. เทคโนโลยีชาวบ้าน. มติชน. (1 มีนาคม 2552): 3.

พิทยา สรวมศิริ. อิทธิพลของจิบเบอเรลลิค แอซิด และการปลิดผลที่มีต่อการเจริญเติบโตและคุณภาพของผลองุ่นพันธุ์ไวท์ มาละกา ประเภทผลยาว. ปัญหาพิเศษปริญญาโท. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2518.

ระพินทร์ โพธิ์ศรี. สถิติเพื่อการวิจัย. กรุงเทพมหานคร: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2549. 128-130.

วัฒนา สวรรยาธิปัติ. การปลูกองุ่น. [ออนไลน์]. มิถุนายน 2555. แหล่งที่มา http://www.eto.ku.ac.th/neweto/e-book/plant/tree_fruit/grape.pdf[2555,สิงหาคม 8]

วีรยุทธ วัฒนธรรม และคณะ, ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจของผู้โดยสารในการเลือกใช้บริการระบบขนส่งทางไฟฟ้าเชื่อมท่าอากาศสุวรรณภูมิและสถานีรับส่งผู้โดยสารอากาศยานในดอนเมือง. วิศวกรรมสาร มก.. ฉบับที่ 82, 2555.

สถานีเกษตรหลวงปางดะ อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่ [ออนไลน์]. 2554. แหล่งที่มา: http://www.gracezone.org/index.php/agriculture/892-grape-john15 [2555, กุมภาพันธ์ 16]

สายชล สินสมบูรณ์ทอง. สถิติกับการวางแผนการทดลองการเกษตร. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ:

จามจุรี โปรดักท์, 2549.

สุพล ดุรงค์วัฒนา. การวางแผนแบบทดลองเพื่อการวิจัยขั้นสูง. กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาสถิติ คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2549. 325 - 350.

สุรชัย เชื้อภักรอมร. การเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์โบไฮเดรตและไนโตรเจนในกิ่งองุ่น พันธุ์ Beauty Seedless. ปัญหาพิเศษปริญญาโท ภาควิชาพืชสวน. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร: 2543.

สุรทิน ใจดี. ผลของสารควบคุมการเจริญเติบโตต่อผลผลิตและคุณภาพขององุ่นรับประทานสดในเขตร้อนชื้น. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, 2553.

อารี วิบูรณ์พงศ์. เศรษฐมิติประยุกต์สำหรับการตลาดเกษตร. [ออนไลน์]. 2549. ภาควิชาเศรษฐศาสตร์เกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. แหล่งที่มาhttp://www.web.agri.cmu.ac.th/aec/ [2556, มีนาคม 4]

ภาษาอังกฤษ

David Schoenfeld. Statistical considerations for clinical trials and scientific experiments. [ออนไลน์]. 2556. แหล่งที่มา http://hedwig.mgh.harvard.edu/sample_size/js/js_crossover_quant.html)

Draper N.R. and Smith H. Applied Regression Analysis. John Wiley & Sons New York, 1998.

Greene, W.H.. International Edition, Econometric Analysis. 5th, Prentice Hall, Uppen Saddle River, NJ., 2003.

Pouget, R. Effect of temperature on differentiation of inflorescence and flower during the period of pre-and post budburst in dormant bud of grape. Connaissance vigne et Vin 15: 1981. 65- 79.

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

กัลยา วานิชย์บัญชา. การใช้ SPSS for Windows ในการวิเคราะห์ข้อมูล. พิมพ์ครั้งที่ 16. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2553.

กัลยา วานิชย์บัญชา. การวิเคราะห์ข้อมูลหลายตัวแปร. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพมหานคร: ธรรมสาร , 2552.

กรมส่งเสริมการเกษตร. สถิติแสดงแหล่งเพาะปลูกปี 2543-2547. ฝ่ายข้อมูลสำหรับเกษตรกร กอง แผนงาน กรมส่งเสริมการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ , 2548.

ชูพงษ์ สุกุมลนันทน์. ความรู้และปัญหาบางประการในการปลูกองุ่น. แผนกวิชาพืชศาสตร์ (หมวดพืชสวน) มหาวิทยาลัยเกษตรศาตร์.

ปวิณ ปุณศรี. องุ่น. สโมสรพืชสวน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: 2504.

พนามาศ ตรีวรรณกุล และ กิตติพงศ์ ตรีตรุยานนท์. เทคโนโลยีการผลิตองุ่นของเกษตรกร. อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา, 2546.

พิมลรัตน์ รัตนเพชร. การวิเคราะห์การถดถอยที่ตัวแปรตามมีค่าเป็น 2 ลักษณะในกรณีที่มีการแปลงข้อมูล. ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต(สถิติ): มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2547.

พิมพ์ใจ กัญชนะ. “ปลูกองุ่นระบบใหม่ของโครงการหลวงปางดะ ให้ผลผลิตคุณภาพดี – เจริญเติบโตเร็ว”. เทคโนโลยีการเกษตร 22 (1 มีนาคม 2553): 40.

ศิริชัย พงษ์วิชัย. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยคอมพิวเตอร์. พิมพ์ครั้งที่ 19. กรุงเทพมหานคร: วี.พรินทร์, 2551.

สายพิณ มณีพันธ์. การทดลองยืดอายุของผลขององุ่นสดที่เก็บจากต้นแล้ว. วิทยานิพนธ์ปริญญากสิกรรมและสัตวบาลบัณฑิต. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2511.

สุรชัย เชื้อภักรอมร. การเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์โบไฮเดรทและไนโตรเจนในกิ่งองุ่นพันธุ์Beauty seedless. ปัญหาพิเศษปริญญาโท ภาควิชาพืชสวน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร: 2543.

สุรศักดิ์ นิลนนท์. ไม้ผลบนที่สูงซึ่งมีศักยภาพที่จะปลูกเป็นการค้าในอนาคต. สมาคมพืชสวน แห่งประเทศไทย, เชียงใหม่: 2530.

สุรศักดิ์ นิลนนท์. ผลของจิบเบอริลลิค แอสิค และการควั่นต้นที่มีต่อผลผลิตและคุณภาพขององุ่น

พันธุ์ Perlette. การประชุมทางวิชาการ. ครั้งที่44 สาขาพืช (30 มกราคม- 2 กุมภาพันธ์ 2549) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน กรุงเทพมหานคร: 2549.

อนุชา ฟิตประยูร. ผลของหลังคาพลาสติกและการห่อช่อผลที่มีต่อคุณภาพของผลองุ่นพันธุ์ Beauty Seedless ที่ผลิตบนดอยอินทนนท์ จังหวัดเชียงใหม่ในฤดูฝน. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาคพืชสวน คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2535.

ภาษาอังกฤษ

Byrne, B. M. Structural equation modeling with AMOS: basic concepts, applications, and programming (2nd ed.). New York: Routledge., 2009. 143-160.

Everitt, B. S. and Hothorn, T. A handbook of statistical analysis using R. New York: Chapman & Hall/CRC, 2006.

Jean, D., and Lapointe, L. Limited carbohydrate availability as a potential case of fruit abortion in Rubus chamaemorus. Physiologia plantarum, 2001. 95: 943-948.

Lebon, G,. Duchene, E. Phenology of flowering and starch accumulation in grape (Vitis vinifera L.) cutting and vine. Annals of Botany, 2005. 379-387.

Mullins, M.G., Bouquet, A., and Williams, L.E.. Biology of the Grapevine. Cambridge University Press. USA, 1992.

Pallant, J.F. SPSS survival manual: a step by step guide to data analysis using SPSS. 2nd ed. Crows Nest, N.S.W. : Alen & Unwin, 2005.

Clogg, C. C. and E. S. Shihadeh. Statistical Models for Ordinal Variables. Thousand Oaks, CA: Sage, 1994.

ภาคผนวก

1. ภาพแสดงลักษณะพื้นที่เพาะปลูก

แปลงที่ราบ

แปลงที่ดอน

2. ภาพประกอบขั้นตอนในการดำเนินการทดลอง

2.1 ตัดแต่งกิ่งองุ่น

ภาพแสดงลักษณะการตัดแต่งกิ่ง

2.2 องุ่นแตกยอดอ่อน

ภาพแสดงการแตกยอดของต้นองุ่นในแปลงที่ดอน ต้นที่ 66 (ประมาณ 2 สัปดาห์ หลังตัดแต่ง)

2.3 องุ่นออกดอกออกผล

ภาพแสดงการแตกยอดและผลของต้นองุ่น
ในแปลงที่ราบ (ประมาณ 3 สัปดาห์หลังตัดแต่งกิ่ง)

2.4 ผลโต (ก่อนเปลี่ยนสี)

เริ่มปลิดผลครั้งที่ 1
(ประมาณ 6 สัปดาห์ หลังตัดแต่งกิ่ง)

2.5 ผลเปลี่ยนสี

เริ่มปลิดผลครั้งที่ 2
(ประมาณ 2 เดือน หลังตัดแต่งกิ่ง)

2.6 เก็บเกี่ยว

เก็บเกี่ยวผลผลิต
(เมื่อองุ่นมีอายุครบ 4 เดือน หลังตัดแต่งกิ่ง)

โปรแกรม R

```
########## ANOVA ######################
grape<-read.csv("grape.csv")
for(i in c(2,5,6))grape[[i]]<-factor(grape[[i]])
levels(grape$trt)<-c(60,70,80,90)
number<-gl(160,2)
grape<-cbind(grape,t.b=gl(8,40),eu=number)
levels(grape$t.b)<-paste("(",rep(c(60,70,80,90),2),",",rep(1:2,rep(4,2)),")",sep="")
attach(grape)

#########ตรวจสอบเงื่อนไข ANOVA###########
1. กลุ่มตัวอย่างแต่ละชุดจากประชากร จะต้องเป็นอิสระกัน (Independent Samples)
Run test# ทดสอบใน SPSS
2. ค่าความแปรปรวนของแต่ละประชากรต้องเท่ากัน (Homogeneity of Variance)
bartlett.test(size,trt);bartlett.test(size,block); bartlett.test(weight,trt) ;
bartlett.test(weight,block) ; bartlett.test(sweet,trt); bartlett.test(sweet,block)
3. ประชากรต้องการทดสอบมีการแจกแจงแบบปกติ (Normality)
shapiro.test(size); shapiro.test(weight); shapiro.test(sweet);

#######Multiple Regression##########
grape<-read.csv("grape.csv")
for(i in c(2,6))grape[[i]]<-factor(grape[[i]])
number<-gl(160,2)
grape<-cbind(grape,t.b=gl(8,40),eu=number)
levels(grape$t.b)<-paste("(",rep(c(60,70,80,90),2),",",rep(1:2,rep(4,2)),")",sep="")
```

```
attach(grape)
fit1<-lm(size~trt*block); fit2<-lm(weight~trt*block); fit3<-lm(sweet~trt*block);
summary(fit1); summary(fit2); summary(fit3);

##########ตรวจสอบเงื่อนไข Regression#########
1. ค่าคลาดเคลื่อนแจกแจงแบบปกติหรือไม่
shapiro.test(fit1)
2. ความแปรปรวนของค่าคลาดเคลื่อนคงที่หรือไม่ (ดูได้จากกราฟระหว่าง y กับ ei)
library(car)
fit1<-lm(size~trt*block)
fit2<-lm(weight~trt*block)
fit3<-lm(sweet~trt*block)
ncv.test(fit1)
ncv.test(fit2)
ncv.test(fit3)
3. ค่าคลาดเคลื่อนเป็นศูนย์หรือไม่ (ใช้ one-sample test ใน SPSS)
4. ei และ ej เป็นอิสระต่อกัน หรือไม่
Run test# ทดสอบใน SPSS
5. xi และ xj เป็นอิสระกันหรือไม่ ####################
ใช้ Pearson chi-square tests ใน SPSS

######### Box-Cox transform ############
library(MASS)
boxcox(size~trt*block,data=grape,lambda=seq(-3,3,1/10))
sizet1<-((grape$size^2.1)-1)/2.1
shapiro.test(sizet1)
```

```
############หาสมการ และกราฟความสัมพันธ์ของ x และ y ####################
co_size<-coef(fit1);co_weight<-coef(fit2);co_sweet<-coef(fit3);
co_size[1:4];co_weight[1:4];co_sweet[1:4];
x1<-c(60:90)
ที่ราบ#
size_hat1<-co_size[1]+co_size[2]*x1; weight_hat2<-co_weight[1]+co_size[2]*x1;
sweet_hat3<-co_sweet[1]+co_size[2]*x1
size_hat1; weight_hat2; sweet_hat3;

ที่ดอน#
size_hat2<-co_size[1]+co_size[2]*x1 + co_size[3]+co_size[4]*x1
weight_hat2<-co_weight[1]+co_weight[2]*x1 + co_weight[3]+co_weight[4]*x1
sweet_hat2<-co_sweet[1]+co_sweet[2]*x1 + co_sweet[3]+co_sweet[4]*x1
size_hat2; weight_hat2;sweet_hat2;

abc<-c(size_hat1,size_hat2);b1<-block[1:31];b2<-block[161:191];
abc2<-c(weight_hat1,weight_hat2);b1<-block[1:31];b2<-block[161:191];
abc3<-c(sweet_hat1,sweet_hat2);b1<-block[1:31];b2<-block[161:191];
size2<-c(abc[1:31],abc[32:62])
weight2<-c(abc2[1:31],abc2[32:62])
sweet2<-c(abc3[1:31],abc3[32:62])
b<-c(b1,b2); x<-c(x1[1:31],x1[1:31])
cbind(size2,x,b)
```

**********กราฟ 3D**********

```
library(scatterplot3d)
attach(mtcars)
scatterplot3d(x,b,size2, pch=16, highlight.3d=TRUE,
type="h", main="กราฟแสดงการพยากรณ์ขนาดของผลองุ่นในแต่ละแปลง",xlab="จำนวนผล/
พวง",ylab="ลักษณะพื้นที่เพาะปลูก",zlab="ขนาด (ซม.)" )

scatterplot3d(x,b,weight2, pch=16, highlight.3d=TRUE,
type="h", main="กราฟแสดงการพยากรณ์น้ำหนักของผลองุ่นในแต่ละแปลง",xlab="จำนวนผล/
พวง",ylab="ลักษณะพื้นที่เพาะปลูก",zlab="น้ำหนัก (กรัม)" )

scatterplot3d(x,b,sweet2, pch=16, highlight.3d=TRUE,
type="h", main="กราฟแสดงการพยากรณ์ความหวานของผลองุ่นในแต่ละแปลง",xlab="จำนวน
ผล/พวง",ylab="ลักษณะพื้นที่เพาะปลูก",zlab="ความหวาน (องศาบริกซ์)" )
```

ตาราง Standard Normal Probability

The table shows the area to the left of a z-score :

z	.00	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09
0.0	.5000	.5040	.5080	.5120	.5160	.5199	.5239	.5279	.5319	.5359
0.1	.5398	.5438	.5478	.5517	.5557	.5596	.5636	.5675	.5714	.5753
0.2	.5793	.5832	.5871	.5910	.5948	.5987	.6026	.6064	.6103	.6141
0.3	.6179	.6217	.6255	.6293	.6331	.6368	.6406	.6443	.6480	.6517
0.4	.6554	.6591	.6628	.6664	.6700	.6736	.6772	.6808	.6844	.6879
0.5	.6915	.6950	.6985	.7019	.7054	.7088	.7123	.7157	.7190	.7224
0.6	.7257	.7291	.7324	.7357	.7389	.7422	.7454	.7486	.7517	.7549
0.7	.7580	.7611	.7642	.7673	.7704	.7734	.7764	.7794	.7823	.7852
0.8	.7881	.7910	.7939	.7967	.7995	.8023	.8051	.8078	.8106	.8133
0.9	.8159	.8186	.8212	.8238	.8264	.8289	.8315	.8340	.8365	.8389
1.0	.8413	.8438	.8461	.8485	.8508	.8531	.8554	.8577	.8599	.8621
1.1	.8643	.8665	.8686	.8708	.8729	.8749	.8770	.8790	.8810	.8830
1.2	.8849	.8869	.8888	.8907	.8925	.8944	.8962	.8980	.8997	.9015
1.3	.9032	.9049	.9066	.9082	.9099	.9115	.9131	.9147	.9162	.9177
1.4	.9192	.9207	.9222	.9236	.9251	.9265	.9279	.9292	.9306	.9319
1.5	.9332	.9345	.9357	.9370	.9382	.9394	.9406	.9418	.9429	.9441
1.6	.9452	.9463	.9474	.9484	.9495	.9505	.9515	.9525	.9535	.9545
1.7	.9554	.9564	.9573	.9582	.9591	.9599	.9608	.9616	.9625	.9633
1.8	.9641	.9649	.9656	.9664	.9671	.9678	.9686	.9693	.9699	.9706
1.9	.9713	.9719	.9726	.9732	.9738	.9744	.9750	.9756	.9761	.9767
2.0	.9772	.9778	.9783	.9788	.9793	.9798	.9803	.9808	.9812	.9817
2.1	.9821	.9826	.9830	.9834	.9838	.9842	.9846	.9850	.9854	.9857
2.2	.9861	.9864	.9868	.9871	.9875	.9878	.9881	.9884	.9887	.9890

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวปนิดา นาจันทัด เกิดเมื่อวันที่ 18 กุมภาพันธ์ 2529 สำเร็จการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต (วท.บ.) สาขาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ในปีการศึกษา 2551 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรสถิติศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาสถิติ คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2552