สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การสร้างสมการสหสัมพันธ์เพื่อทำนายคุณภาพภายในของมังคุด

MULTIVARIATE EQUATIONS FOR INTERNAL QUAILITIES PREDICTION OF MANGOSTEENS

T131613

พิชชา เจริญกาศ

วิภาวี ยกสวัสดิ์

วพ.
W638ก
2556

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 131613
วัน,เดือน,ปี 9 มี.ย. 2557

b.12519002
i.....

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมแปรรูปอาหาร

คณะอุตสาหกรรมเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ.2556

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบรับรองปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การสร้างสมการสหสัมพันธ์เพื่อทำนายคุณภาพภายในของมังคุด

MULTIVARIATE EQUATIONS FOR INTERNAL QUAILITIES PREDICTION OF MANGOSTEENS

จัดทำโดย

นางสาวพิชชา เจริญกาศ รหัสนักศึกษา 52080195

นางสาววิภาวี ยกสวัสดิ์ รหัสนักศึกษา 52080209

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบจาก

..... 11 / มี.ค. / 56

อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ

(ผศ.ดร. สนธิสุข ธีระชัยชยุติ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์: สมการสหสัมพันธ์เพื่อทำนายคุณภาพภายในของมังคุด

นักศึกษา: นางสาวพิชชา เจริญกาศ รหัสประจำตัว 52080195
นางสาววิภาวี ยกสวัสดิ์ รหัสประจำตัว 52080209

ปริญญา: วิทยาศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชา: วิศวกรรมแปรรูปอาหาร

ปีการศึกษา: 2555

อาจารย์ที่ปรึกษา: ผศ. ดร. สนธิสุข ธีระชัยชยุติ

บทคัดย่อ

มังคุดพบปัญหาลักษณะคุณภาพภายในหลายอย่าง ที่เป็นอุปสรรคต่อการขยายตลาดมังคุด อันได้แก่ อาการยางไหล อาการเนื้อแก้ว และอาการเปลือกแข็งของเนื้อผลมังคุด ซึ่งเป็นอาการที่ไม่ยอมรับของตลาดทั้งภายในและต่างประเทศ จึงมีความจำเป็นที่ต้องหาเทคนิคในการคัดแยกที่ได้ผลดีและมีประสิทธิภาพมาแก้ไขปัญหา งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาวิจัย แบ่งเป็นสองขั้นตอนด้วยกัน คือตอนที่ 1 วิธีแบบไม่ทำลายตัวอย่าง ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติทางกายภาพ คุณสมบัติทางสี เปลี่ยนเป็นค่าสัญญาณจากเครื่องโฟโต้เซ็นเซอร์ และกระบวนการวิเคราะห์จากภาพถ่ายส่วนตอนที่ 2 วิธีแบบทำลายตัวอย่างโดยใช้คุณสมบัติทางกายภาพ (ความถ่วงจำเพาะ, ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ และความแน่นเนื้อ)

การวิเคราะห์ผลที่ได้จากการศึกษาวิจัย ได้แบ่งการวิเคราะห์เป็น 2 วิธี วิธีที่ 1 คือการวิเคราะห์เชิงคุณภาพ ใช้วิธี leave-one-out cross validation โดยใช้ตัวแปรแบบไม่ทำลาย ในการคำแยกกลุ่มมังคุดเนื้อปกติ กับกลุ่มมังคุดเนื้อที่เป็นปัญหา ให้ความถูกต้อง ในการทำนาย เท่ากับ 69.8% วิธีที่ 2 คือ การวิเคราะห์เชิงปริมาณ โดยการสร้างสมการความสัมพันธ์เพื่อทำนายปริมาณของแข็งที่ละลายได้ (TSS) ให้ค่า Coefficient of determination (R^2) เท่ากับ 0.63 และการทำนายความหนาแน่นด้วยกระบวนการวิเคราะห์จากภาพถ่าย ร่วมกับโปรแกรม Matlab ให้ค่า Coefficient of determination (R^2)เท่ากับ 0.73

ดังนั้นผลการวิจัยนี้สามารถยืนยันได้ว่าสามารถนำมาใช้เป็นเทคนิคเพื่อวิเคราะห์ปัญหาภายในมังคุดแบบไม่ทำลายได้ และสามารถนำไปพัฒนาต่อไปได้ในอนาคต

พิชชา เจริญกาศ
(นางสาวพิชชา เจริญกาศ)

(ผศ.ดร. สนธิสุข ธีระชัยชยุติ)
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

วิภาวี ยกสวัสดิ์
(นางสาววิภาวี ยกสวัสดิ์)

11 เมษายน 56
วัน/เดือน/ปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Special problem Title: Multivariate equations for internal qualities prediction of Mangosteens

Student: Mrs. Picha Charonekad 52080195
Mrs. Wipawee Yoksvad 52080209
Degree: Bachelor of science
Program: Argo-Industry
Advisor: Asst.Prof.Dr.Sontisuk Teerachaichayut

ABSTRACT

The internal defect of mangosteen are obstructive to the export such as yellow gumming , translucent flesh disorder and hardening pericarp disorder so which are unacceptable to both of domestic and international markets. Therefore it is necessary to find a technique that can be effective for the normal and the alls internal defect of mangosteen. This research was divided to 2 parts. Part 1: non-destructive methods depend on physical properties, Optical properties, Photo sensor and Image Processing Part 2: destructive methods depend on Physiological properties (Specific gravity, Total soluble solids and flesh firmness)

For data Analysis from the results of research, which were divided into two methods, the first is a qualitative analysis using Discriminant analysis analyze by leave-one-out cross validation. The overall accuracy of classification was achieved using non-destructive parameters presenting 66.8%, the second method is the quantitative analysis by establish the Multiple Parameters for prediction total soluble solids (TSS) of mangosteen and the Coefficient of determination (R^2) was 0.63, and the predictive density with the image processing with Matlab program performed the Coefficient of determination (R^2) was 0.73.The results of this research possible to verify that the technique can be used in a non-destructive inspecting technique, and can be developed in the future more.

....

Ms. Picha Charonekad Asst.Prof.Dr.Sontisuk Teerachaichayut

..... 11/4/2013

Ms. Wipawee Yoksvad Date/month/Year

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยความกรุณาจาก ผศ.ดร.สนธิสุข ธีระชัยชยุติ ที่ให้เกียรติเป็นอาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์ซึ่งช่วยกรุณาให้คำแนะนำพร้อมให้คำปรึกษาตลอดจนแนวทางแก้ปัญหาตรวจทานและแก้ไขรูปเล่มปริญญานิพนธ์จนมีความสมบูรณ์ คณะผู้จัดทำขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่านที่ได้ประสาทความรู้ให้แก่คณะผู้จัดทำตลอดระยะเวลาของการศึกษาจนกระทั่งคณะผู้จัดทำประสบความสำเร็จ

ขอกราบขอบพระคุณคุณพ่อคุณแม่ และครอบครัวทุกท่านที่ให้การสนับสนุนและเป็นกำลังใจที่ดีตลอดมาคุณค่าและประโยชน์อันพึงจะมีจากปริญญานิพนธ์นี้คณะผู้จัดทำขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

นางสาวพิชชา เจริญกาศ
นางสาววิภาวี ยกสวัสดิ์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2556

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า
บทคัดย่อ (ภาษาไทย) ..... (1)
บทคัดย่อ (ภาษาอังกฤษ) ..... (2)
กิตติกรรมประกาศ ..... (3)
สารบัญ ..... (4)
สารบัญภาพ ..... (6)
สารบัญตาราง ..... (7)
บทที่ 1. บทนำ 1
1.1 ความสำคัญของปัญหา 1
1.2 วัตถุประสงค์ 1
1.3 ขอบเขตของการวิจัย 2
บทที่ 2. ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง 3
2.1. ลักษณะทั่วไปของมังคุด 3
2.1.1 ดัชนีการเก็บเกี่ยวมังคุด 4
2.1.2 การใช้ประโยชน์ทางด้านโภชนาการ 4
2.1.3 โรคยางไหลที่ผิว 5
2.1.4 อาการเนื้อแก้ว 5
2.2 การวิเคราะห์ผล 6
2.2.1 Discriminant Analysis 6
2.2.2 Leave-one-out Classification 6
2.2.3 Multiple linear regression (MLR) 7
บทที่ 3. อุปกรณ์และวิธีการทดลอง 8
3.1 วัตถุดิบ 8
3.2 อุปกรณ์ 8
3.3 สารเคมี 8
3.4 เครื่องมือวิเคราะห์ 8
3.5 สถานที่ดำเนินการ 8
3.6 การดำเนินงาน 9
3.6.1 การวิเคราะห์คุณภาพแบบไม่ทำลายผลไม้ 9
3.6.2 การวิเคราะห์คุณภาพแบบทำลายผลไม้ 12
3.7 การวิเคราะห์ผล 15
3.7.1 การวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม (Discriminant Analysis) 15
3.7.2 การวิเคราะห์ (liner regression) 18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.7.3 การวัดความหนาแน่นจากภาพ (Calculated density from image) 21
บทที่ 4. ผลการทดลอง 24
4.1 ผลการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม (Discriminant Analysis) 24
4.2 ผลการวิเคราะห์ Multiple linear regression (MLR).....26
4.2.1 นำสมการที่ได้มาทำนายค่า TSS(Total Soluble Solid ของเนื้อมังคุดใช้ทำนายกลุ่มPrecision.....27
4.3 ผลการวัดความหนาแน่นจากภาพ (Calculated density from image).....28
บทที่ 5. สรุปผลการทดลอง 29

เอกสารอ้างอิง 30

ภาคผนวก
ก. ตารางการบันทึกข้อมูล 32
ข. Photo sensor 35
ค. การวิเคราะห์จำแนกประเภท 37
ง. การวิเคราะห์เชิงปริมาณ.....40
จ. หลักการจำแนกข้อมูลเชิงวัตถุ 42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

ภาพที่ 3.1 การวัดความเป็นทรงกลม (Sphericity) (Mohsenin, 1986) เครื่องมือเวอร์เนียร์คาร์ลิเปอร์ 9
ภาพที่ 3.2 ตำแหน่งในการวัด Photosensor, การวัดสี และ การวัดความแน่เนื้อ 10
ภาพที่ 3.3 ตำแหน่งในการถ่ายภาพมังคุดทั้งหมด 8 ตำแหน่งโดยหมุนลูกตามเข็มนาฬิกา 11
ภาพที่ 3.4 ลักษณะการวางผลมังคุดในการถ่ายภาพทั้ง 8 ด้าน ให้อยู่ตรงกลางวงกลมมาตรฐาน 11
ภาพที่ 3.5 ภาพลักษณะของผลมังคุดทั้ง 3 ส่วนที่ใช้ในการวัดความหนาแน่น 12
ภาพที่ 3.6 ภาพการชั่งน้ำหนักผลมังคุดในน้ำ 13
ภาพที่ 3.7 การใส่ค่าตัวแปรอิสระ 7 ตัว มีชื่อว่า SP, Photosensor, L, a, b, Densityและ Firmness 15
ภาพที่ 3.8 การเลือกคำสั่ง Discriminant Analysis 16
ภาพที่ 3.9 กำหนดค่าตัวแปรอิสระลงในช่อง Independent(s) 17
ภาพที่ 3.10 กำหนดค่า Define Range 17
ภาพที่ 3.11 กำหนดค่า Statistics 18
ภาพที่ 3.12 การใส่ค่าตัวแปรสระ 7 ตัว มีชื่อว่า SP, Photosensor, L, a, b, Density และ Firmness เพื่อสร้างสมการทำนายค่า TSS 18
ภาพที่ 3.13 การเลือกคำสั่ง linear regression 19
ภาพที่ 3.14 กำหนดค่าตัวแปรอิสระลงในช่อง Dependent, Independent(s) และ method ของกาวิเคราะห์ linear regression 19
ภาพที่ 3.15 กำหนดค่า Statistics 20
ภาพที่ 3.16 กำหนดค่า Options 20
ภาพที่ 3.17 เข้าโปรแกรม MATLAB 21
ภาพที่ 3.18 ภาพของผลลัพธ์ของการเขียนโปรแกรม MATLAB ของวงกลมมาตรฐาน และคำนวณค่า pixel ของวงกลมมาตรฐาน 22
ภาพที่ 3.19 ภาพของผลลัพธ์ของการเขียนโปรแกรม MATLAB ของผลมังคุด และคำนวณค่าpixel ของผลมังคุด 22
ภาพที่ 3.20 มังคุดเมื่อทำให้เป็นสีขาวดำ (a) ภาพถ่ายจริง (b) ผลมังคุด และ (c) วงกลมมาตรฐาน 23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า
ตารางที่ 2.1 ตารางแสดงคุณค่าทางด้านโภชนาการของธาตุอาหารของผลมังคุด 5
ตารางที่ 4.1 ผลการวิเคราะห์เป็นการบอกถึงประสิทธิภาพของสมการจำแนก..... 24
ตารางที่ 4.2 ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรในสมการที่ใช้ทำนายในการคัดแยกมังคุดเนื้อปกติกับมังคุดผิดปกติทั้งหมด โดยใช้ discriminant analysis and leave-one-out cross validation 25
ตารางที่ 4.3 บอกถึงประสิทธิภาพของสมการในการทำนายค่าTSS (Total soluble solid) 25
ตารางที่ 4.4 บอกถึงค่าในการสร้างสมการในการทำนายค่าTSS (Total soluble solid)..... 26
กราฟที่ 4.5 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า TSS (Total soluble solid) ที่วัดได้จริง และค่าที่ได้จากการทำนายของสมการ 27
กราฟที่ 4.6 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความหนาแน่น(Density)ที่วัดได้จริง และค่าที่ได้จาก การวัดความหนาแน่นจากภาพ 28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาคุณภาพทางกายภาพและเคมีเพื่อประโยชน์ในการคัดแยกมังคุดเนื้อแก้ว ยางไหลและเปลือกแข็ง ออกจากมังคุดเนื้อปกติ โดยศึกษาจากความสัมพันธ์ของตัวแปรที่ได้จากคุณสมบัติต่างๆ ซึ่งใช้วิธีที่จะไม่ทำให้ผลมังคุดเสียหาย (Non-destructive method) รวมถึงการสร้างสมการทำนายค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำ TSS (Total soluble solid) และการใช้การวิเคราะห์ผลจากภาพถ่ายในการทำนายความหนาแน่น อันจะเป็นประโยชน์และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมการส่งออกมังคุดสู่ตลาดต่างประเทศ และเป็นที่ยอมรับได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.1 ลักษณะทั่วไปของมังคุด (สนั่น, 2547)

มังคุด (Garcinia mangostana Linn. วงศ์ Guttiferae) เป็นผลไม้ที่มีประโยชน์หลากหลาย ตั้งแต่ต้นมังคุด เนื้อมังคุด รวมถึงเปลือกมังคุดและในแง่ของสมุนไพรนั้น มังคุดได้ถูกนำมาใช้เป็นสมุนไพรที่มีสรรพคุณด้านต่าง ๆ เช่น เปลือกผลมีรสฝาด บดเป็นผงหรือชงหรือต้มรับประทานเป็นยาแก้ท้องร่วง แก้บิด มูกเลือด แก้ไข้ท้องเสีย ถ้านำมาฝนกับน้ำปูนใสจะใช้ทาแก้แผลเน่าเปื่อยพุพอง ช่วยสมานแผลสด หรือใช้ต้มชะล้างบาดแผลก็ได้ โดยมีวิธีใช้ คือ ใช้เปลือกผลแห้งประมาณครึ่งผล (4 กรัม) ย่างไฟให้เกรียม ฝนกับน้ำปูนใสประมาณครึ่งแก้ว หรือบดเป็นผงละลายน้ำข้าว (น้ำข้าวเช็ด) หรือน้ำสุก ดื่มทุก 2 ชั่งโมง จนกว่าอาการท้องเดินจะดีขึ้น มีรายงานการศึกษาเป็นจำนวนมากที่รายงานเกี่ยวกับสารเคมีที่พบเป็นองค์ประกอบในเปลือกผลมังคุด คือ สารแทนนิน (tannin) 8.8 – 10.5 % ที่มีฤทธิ์แก้อาการท้องเดิน นอกจากนี้ยังมีสารเคมี อื่น ๆ อีกหลายชนิด เช่น สารกลุ่มแซนโธน (xanthones) ที่ประกอบด้วยสารหลัก คือ แอลฟา-แมงโกสติน (α-mangostin)เนื้อหุ้มเมล็ด ซึ่งก็คือส่วนที่เป็นเนื้อสีขาวที่เรารับประทานเป็นผลไม้ นอกจากมีรสชาติหวานอมเปรี้ยวอร่อยแล้ว ยังมีสรรพคุณเป็นยาบำรุงกำลังบำรุงร่างกายแก้ร้อนใน ยางที่ได้จากผล ซึ่งมีลักษณะเป็นยางสีเหลือง จะมีรสฝาด มีสรรพคุณเป็นยาได้เช่นกัน คือนำมาใช้เป็นยาแก้บิด แก้ท้องร่วงและแก้แผลหนองต้นมังคุดเป็นไม้ยืนต้นสูง 10 – 12 เมตร ใบหนาโตขนาดใบชมพู่ หลังใบสีเขียวเข้มเป็นมัน ท้องใบมีสีอ่อนกว่า แผ่นใบเป็นรูปไข่หรือรูปวงรี แกมขอบขนานกว้าง 10 – 11 ซม. ยาว 15 – 25 ซม. ใบเป็นใบเดี่ยว เรียงตรงข้ามกันในส่วนต่างๆ ของต้นจะพบ mangostin ซึ่งเป็น สารประกอบอินทรีย์ทางธรรมชาติ มีลักษณะเป็นผลึกแข็งสีเหลืองประกอบด้วยโครงสร้างหลักของ สาร xanthone, สาร mangostin และสารอื่นๆ มีการตรวจสอบคุณสมบัติทางด้านชีววิทยา รวมถึงการต้านอนุมูลอิสระ ต้านเชื้อแบคทีเรีย ต้านการอักเสบและการต้านเซลล์มะเร็ง

ดอกมังคุดเป็นดอกเดี่ยวหรือดอกคู่ ออกที่ซอกใบใกล้ปลายกิ่ง เป็นดอกสมบูรณ์เพศ กลีบเลี้ยงมีสีเขียวอมเหลือง และกลีบเลี้ยงนี้ถูกเชื่อมมากับผลที่บริเวณปลายผลที่มีลักษณะเป็นแฉก ประมาณ 4 – 6 แฉก มังคุดจัดเป็นพืชที่มีดอกที่สามารถเจริญไปเป็นผลได้โดยไม่ต้องผสมเกสร ดังนั้นในทางพฤกษศาสตร์ มังคุดจัดเป็นพืชที่ไม่กลายพันธุ์ แต่อาจมีความแตกต่างทางสายพันธุ์บ้างระหว่างพันธุ์มังคุดที่ปลูกในภาค4ตะวันออกกับมังคุดที่ปลูกในภาคใต้และเป็นพืชที่มีการเจริญเติบ โตช้าและต้องการร่มเงาในขณะที่ต้นยังเล็กอยู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.1 ดัชนีการเก็บเกี่ยวมังคุด (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2546)

ระดับสีของผลมังคุดเมื่อเข้าระยะสุกแก่ไว้ 7 ระดับดังนี้

2.1.1.1 ระดับสีที่ 0 ผลมีสีขาวอมเหลืองสม่ำเสมอหรือมีสีขาวอมเหลืองแต้มด้วยสีเขียวอ่อนหรือจุดสีเทามียางสีเหลืองภายในเปลือกในระดับรุนแรงมากเนื้อและเปลือกไม่สามารถแยกออกจากกันได้ผลที่เก็บเกี่ยวในระยะนี้ถึงแม้ว่าจะเปลี่ยนสีไปเป็นระดับสีที่ 6 ก็ตามแต่ผลที่ได้จะมีรสชาติไม่ดี

2.1.1.2 ระดับสีที่ 1 ผลที่มีสีเหลืองอ่อนอมเขียวมีจุดสีชมพูกระจายอยู่ในบางส่วนของผลยางภายในเปลือกยังคงมีอยู่ในระดับรุนแรงเนื้อและเปลือกยังไม่สามารถแยกออกจากกันได้ผลที่เก็บเกี่ยวในระยะนี้ถึงแม้ว่าจะเปลี่ยนสีไปเป็นระดับสีที่ 6 ก็ตามแต่ผลที่ได้จะมีรสชาติไม่ดี

2.1.1.3 ระดับสีที่ 2 ผลมีสีเหลืองอ่อนอมชมพูมีประสีชมพูกระจายไปทั่วผลยางภายในเปลือกอยู่ในระดับปานกลางการแยกตัวระหว่างเนื้อและเปลือกทำได้ยากถึงปานกลางเป็นระยะอ่อนที่สุดสำหรับการเก็บเกี่ยวเพื่อให้ได้ผลที่มีคุณภาพดี

2.1.1.4 ระดับสีที่ 3 ผลมีสีชมพูสม่ำเสมอประสีชมพูเริ่มขยายมารวมกันไม่แยกกันอย่างชัดเจนเช่นในระดับสีที่ 2 ยางภายในเปลือกยังคงมีอยู่น้อยถึงน้อยมากการแยกตัวระหว่างเนื้อและเปลือกปานกลาง

2.1.1.5 ระดับสีที่ 4 ผลมีสีแดงหรือน้ำตาลอมแดงบางครั้งมีแต้มสีม่วงยางภายในเปลือกมีน้อยมากจนถึงไม่มีเลยการแยกตัวระหว่างเนื้อและเปลือกดีมากเป็นระยะเกือบจะรับประทานได้

2.1.2.6 ระดับสีที่ 5 ผลมีสีม่วงแดงภายในเปลือกไม่มียางเหลืออยู่เนื้อและเปลือกสามารถแยกออกจากกันได้ง่ายเป็นระยะที่รับประทานได้

2.1.2.7 ระดับสีที่ 6 ผลมีสีม่วงหรือม่วงเข้มจนถึงสีดำซึ่งบางครั้งพบว่ามีสีม่วงปนอยู่เล็กน้อยภายในเปลือกไม่มียางเหลืออยู่เนื้อและเปลือกสามารถแยกออกจากกันได้ง่ายเป็นระยะที่เหมาะแก่การรับประทาน

2.1.2 การใช้ประโยชน์ทางด้านโภชนาการ (สุธิวงศ์ พงศ์ไพบูลย์, 2544)

เนื้อมังคุดมีคุณค่าทางอาหารสูงโดยเฉพาะโพแทสเซียม โปรตีน สารเยื่อใย วิตามินซี ฟอสฟอรัสแคลเซียมและแมกนีเซียม จากการตรวจวิเคราะห์พบว่าในน้ำมังคุด 100 มิลลิลิตร ประกอบด้วยโพแทสเซียมปริมาณสูงถึง 87.14 มิลลิกรัมแคลเซียม 34.53 มิลลิกรัมและแมกนีเซียม 111.22 มิลลิกรัมนอกจากนี้ในเนื้อมังคุดยังประกอบด้วยคุณค่าด้านโภชนาการของธาตุอาหารจำนวนมากดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 ตารางแสดงคุณค่าทางด้านโภชนาการของธาตุอาหารของผลมังคุด

ธาตุอาหาร	ส่วนประกอบของธาตุอาหารต่อ 100 กรัม	ธาตุอาหาร	ส่วนประกอบของธาตุอาหารต่อ 100 กรัม
พลังงาน	34 กิโลแคลอรี	ฟอสฟอรัส	13 มิลลิกรัม
ความชื้น	87.6 เปอร์เซ็นต์	เหล็ก	1 มิลลิกรัม
โปรตีน	0.6 กรัม	โซเดียม	7 มิลลิกรัม
ไขมัน	1 กรัม	โพแทสเซียม	45 มิลลิกรัม
คาร์โบไฮเดรต	5.6 กรัม	วิตามินบี 1	0.03 มิลลิกรัม
เส้นใย	5.1 กรัม	วิตามินบี 2	0.03 มิลลิกรัม
เถ้าถ่าน	0.1 กรัม	ไนอะซิน	0.3 มิลลิกรัม
แคลเซียม	7 มิลลิกรัม	วิตามินซี (แอสคอบิกเอซิด)	4.2 มิลลิกรัม
แมกนีเซียม	13 มิลลิกรัม		

ที่มา (สุธิวงศ์ พงศ์ไพบูลย์, 2544)

2.1.3 โรคยางไหลที่ผิว (http://www.doae.go.th, 2553)

โรคยางไหลที่ผลจะพบได้ทั้งระยะผลอ่อนและผลแก่ อาการยางไหลระยะผลอ่อน เกิดจากเพลี้ยไฟดูดกินน้ำเลี้ยงระยะผลอ่อน ทาให้เกิดยางไหลออกมาจากผิวเปลือกเป็นสีเหลือง ทำให้ผลมีการเจริญเติบโตช้า การป้องกันกำจัดอาการยางไหลของผลอ่อน โดยการป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟ ตั้งแต่มังคุดเริ่มออกดอก และอาการยางไหลระยะผลขนาดใหญ่ พบอาการยางไหลในขณะผลใกล้แก่ แต่ยังมีสีเขียวอยู่ ยังไม่พบสาเหตุที่แน่นอน สันนิษฐานว่าเกิดจากมังคุดได้รับน้ำมากเกินไป ทำให้ปริมาณน้ำยางในผลมีมาก และปะทุออกมาเอง หรืออาจมีแมลงไปทำให้เกิดบาดแผลทำให้ยางไหลออกมาได้ซึ่งภายหลัง จากการเก็บเกี่ยวก็สามารถขูดยางเหล่านี้ออกได้โดยผลไม่เสียหายแต่สิ้นเปลืองเวลาและแรงงาน

2.1.4 อาการเนื้อแก้ว (http://www.doae.go.th, 2553)

อาการเนื้อแก้ว เป็นอาการของเนื้อมังคุดที่มีสีขาวใสในบางกลีบ โดยมากมักเป็นที่กลีบมังคุดที่มีขนาดใหญ่ ในบางครั้งก็เป็นเนื้อแก้วทั้งผล อาการเนื้อแก้วนี้จะสังเกตได้จากลักษณะภายนอก โดยพบว่าผลที่มีรอยร้าวอยู่ที่ผิว มักจะมีอาการเนื้อแก้วด้วย แต่ในบางครั้งลักษณะภายนอกเป็นปกติ เมื่อผ่าดูอาจพบอาการเนื้อแก้วได้เช่นกัน สังเกตได้จาก อาการยางไหลภายในผล และพบยางสีเหลืองอยู่ตรงกลางระหว่าง7กลีบผลอาการนี้มักพบคู่กับอาการเนื้อแก้ว หรืออาจพบแต่อาการยางไหลเพียงอย่างเดียวก็ได้อาการเนื้อแก้วและยางไหลภายในผล ยังไม่พบสาเหตุที่แน่ชัด แต่ถูกพบมากในมังคุดที่ขาดการดูแลรักษา เช่น ได้รับน้ำไม่สม่ำเสมอ หรือขาดน้ำเป็นเวลานาน ๆ เมื่อได้รับน้ำจากฝนที่ตกชุก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในช่วงผลใกล้แก่ผลมังคุดได้รับน้ำอย่างกะทันหัน เปลือกขยายตัวไม่ทันเกิดรอยร้าว ท่อน้ำยางภายในผล ก็ได้รับน้ำมากเช่นกัน เกิดแรงดันมากจึงปะทุแตก มีน้ำยางไหลออกมา นอกจากนั้นแล้ว การบำรุงรักษาไม่ถูกต้อง มังคุดได้รับธาตุอาหารไม่เพียงพออาจจะเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้มีกาเจริญเติบโตผิดปกติเกิดเป็นเนื้อแก้วได้

2.2 การวิเคราะห์ผล (archive.lib.cmu.ac.th)

2.2.1 การวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม (Discriminant Analysis)

การจำแนกกลุ่มด้วยวิธี Discriminant Analysis เป็นวิธีการทางสถิติที่ใช้จำแนกกลุ่มตั้งแต่ 2 กลุ่มขึ้นไป จากตัวแปรตาม 1 ตัว และตัวแปรอิสระ ตั้งแต่ 1 ตัว โดยที่ตัวแปรตามจัดประเภทของกลุ่ม ซึ่งอาจเป็น 2 กลุ่ม หรือมากกว่าขึ้นไป วัตถุประสงค์ของวิธีทางสถิตินี้ เพื่อหาสาเหตุหรือปัจจัยที่ควรใช้ในการแบ่งกลุ่มที่เหมาะสมที่สุด สามารถนำมาสร้างสมการการจำแนกกลุ่มที่ดีที่สุด และเพื่อสร้างสมการทำนายกลุ่มว่าควรอยู่ในกลุ่มใดที่สุด ผลที่ได้จากการวิเคราะห์วิธีนี้นอกจากจะสามารถจำแนกระหว่างกลุ่มได้แล้ว ยังสามารถบอกคุณลักษณะที่เกี่ยวข้อง อาทิ ตัวแปรใดจำแนกได้ดีมากน้อยกว่ากัน สามารถบอกประสิทธิภาพหรือน้ำหนักในการจำแนก การพยากรณ์การเข้าสู่กลุ่มของข้อมูลใหม่ด้วย ดังนั้นการวิเคราะห์จำแนกประเภทจึงเป็นเทคนิคการวิเคราะห์ความสัมพันธ์หรือการหาสาเหตุเทคนิคหนึ่ง (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2550 กัลยา วินิชย์บัญชา,2551และเพชรน้อย สิงห์ช่างชัย ,2548)

การวิเคราะห์ที่ใช้สำหรับการจำแนกเป็นวิธีทางสถิติในการนำตัวแปรหลายๆ ตัวมาพิจารณาแล้วจัดสร้างเป็นสมการของกลุ่มตัวแทนที่เหมาะสมที่สุด เพื่อใช้สำหรับการพิจารณา จากนั้นนำสมการที่ได้ไปใช้ในการทำนายเพื่อการจำแนก เรียกว่า Fisher's Discriminant Analysis หรือ Linear Discriminant Analysis โดยมีวัตถุประสงค์ดังนี้

- เพื่อคัดแยกกลุ่มออกเป็น 2 กลุ่มหรือมากกว่า
- เพื่อกำหนดเป็นกลุ่มโดยอาศัยความสัมพันธ์ของตัวแปรหลายๆตัวแปร
- เพื่อหาตัวแปรที่มีความสำคัญที่สุดในการคัดแยก

การวิเคราะห์สำหรับการคัดแยกจะกระทำได้ต้องหลังจากได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลในกลุ่มเสียก่อนดังนี้

- หาคุณสมบัติหลักเพื่อสร้างเป็นสมการที่เป็นตัวแทนของกลุ่ม
- ใช้สมการที่เป็นตัวแทนของกลุ่มดังกล่าวในการจำแนกหรือคัดแยก

2.2.2 Leave – one - out Classification

เป็นวิธีวิเคราะห์เพื่อคำนวณเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องในการจัดกลุ่ม มีวิธีการ คือ จากตัวอย่าง 1 ชุดขนาด n ตัวอย่าง ให้ใช้ข้อมูล n-1 ตัวอย่าง ในการสร้างฟังก์ชั่นจำแนกกลุ่มส่วนตัวอย่างที่เหลือ 1 ตัวอย่างไว้ใช้ในการตรวจสอบความถูกต้องในการจัดกลุ่ม มีขั้นตอนดังนี้

- การคำนวณครั้งที่ 1 จะใช้ข้อมูลตัวอย่างที่ 2-n ในการสร้างฟังก์ชั่นจำแนกกลุ่มและใช้ตัวอย่างที่ 1 ในการตรวจสอบความถูกต้องในการพยากรณ์กลุ่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การคำนวณครั้งที่ 2 จะใช้ข้อมูลตัวอย่างที่ 1 และ 3-n ในการสร้างฟังก์ชั่นจำแนกกลุ่ม และใช้ตัวอย่างที่ 2 ในการตรวจสอบความถูกต้องในการพยากรณ์กลุ่ม
- การคำนวณครั้งที่ n จะใช้ข้อมูลตัวอย่างที่ 1 และ n -1 ในการสร้างฟังก์ชั่นจำแนกกลุ่ม และใช้ตัวอย่างที่ n ในการตรวจสอบความถูกต้องในการพยากรณ์กลุ่ม

จึงต้องมีการคำนวณทั้งหมดnครั้งแล้วจึงจะคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องในการจัดกลุ่ม ในการพิจารณาว่าตัวแปรอิสระตัวใดบ้างที่มีอิทธิพลต่อการแบ่งกลุ่มมากหรือน้อยอย่างไรเราจะพิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้ในสมการที่อยู่ในรูปที่ปรับแล้ว
(Standardized canonical discriminant function coefficient)

2.2.3 Multiple linear regression (MLR)

เป็นการวิเคราะห์ผลทางสถิติที่นำตัวแปรอิสระ (X) มากกว่าหนึ่งตัว มาใช้ในการประเมินค่าตัวแปรตาม (Y) การพิจารณาความสัมพันธ์เชิงปริมาณของตัวอย่างจากหลายความยาวคลื่น การใช้เทคนิค MLR ในการสร้างสมการ โดยใช้ตัวแปรอิสระที่ได้จากการเลือกความยาวคลื่นมากกว่าหนึ่งความยาวคลื่นมาหาความสัมพันธ์กับตัวแปรตามการสร้างสมการด้วยวิธี MLR มีข้อเสียคือ ในการคัดเลือกตัวแปรอิสระหรือความยาวคลื่นที่เหมาะสมจากความยาวคลื่นทั้งหมดมาสร้างสมการอาจได้ข้อมูลที่ไม่ครอบคลุมมากพอ ทำให้ค่าที่ทำนายได้จากวิธีนี้ มีค่าต่ำกว่าหรือสูงกว่าค่าที่แท้จริง (Osborne et *al.,* 1993) สมการ MLR สามารถเขียนได้ดังนี้คือ

$$Y = b0 + b1X1 + b2X2 \ldots + bnXn$$

เมื่อ X1, X2,..., Xn = ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น n ตำแหน่ง

b0, b1, b2,..., bn = ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยที่ความยาวคลื่น n ตำแหน่ง

ที่มา: (Near infrared spectroscopy; NIRS)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการ

3.1 วัตถุดิบ

3.1.1 มังคุด

3.2 อุปกรณ์

3.2.1 เวอร์เนียร์คาร์ลิปเปอร์ (sphericity: vernier caliper)

3.2.2 กล้องถ่ายภาพ (Canon, EOS 550D, Japan)

3.2.3 ฉากสำหรับถ่ายภาพ

3.2.4 ขาตั้งและตัวหนีบขาตั้ง

3.2.5 บีกเกอร์ ขนาด 500 ml

3.2.6 น้ำกลั่น

3.2.7 กระดาษทิชชู

3.2.8 ผ้าขาวบาง

3.2.9 ถ้วยพลาสติกขนาดเล็ก

3.3 สารเคมี

3.3.1 buffer pH7

3.3.2 buffer pH4

3.3.3 สารละลายโพแทสเซียมคอลไลด์(Potassium chloride; KCl)

3.4 เครื่องมือวิเคราะห์

3.4.1 เครื่องวัดสี CR300(Minolta Chroma Meter: Model CR-300)

3.4.2 เครื่องวัดสัญญาณ photo sensor

3.4.3 เครื่องชั่งดิจิตอล (electronic balance: Sartorius, BSA3202S-CW; max 3200g, d= 0.01g)

3.4.4 เครื่อง Texture Analyser (Texturometer : Stable microsistem, TA- Xplus)

3.4.4 pH meter (pH: Sontex , SP-701, Taiwan)

3.4.5 Digital refractometer:(Atago, PAL-1, Japan)

3.5 สถานที่ดำเนินการ

คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

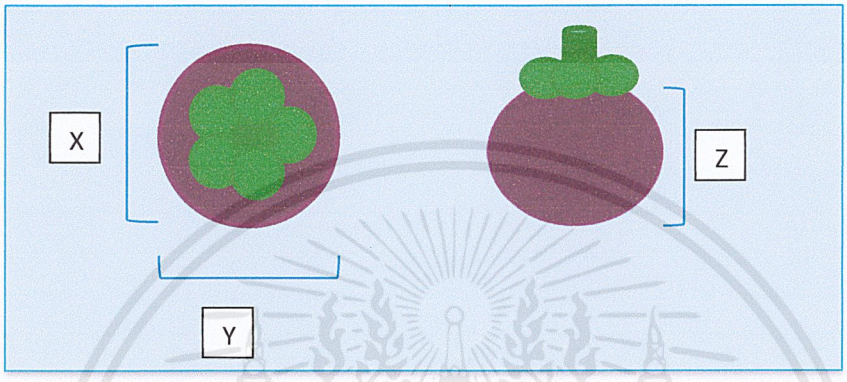
3.6 การดำเนินงาน

3.6.1 การวิเคราะห์คุณภาพแบบไม่ทำลายผลไม้ (Non-destructive method)

3.6.1.1 การวัดความเป็นทรงกลม (Sphericity) (Mohsenin, 1986)

เครื่องมือ

1. เวอร์เนียร์คาร์ลิปเปอร์



ภาพที่ 3.1 การวัดความเป็นทรงกลม (Sphericity) เครื่องมือเวอร์เนียร์คาร์ลิปเปอร์ (Mohsenin, 1986)

3.6.1.2 การวัดสีระบบ CIE (CIE color system)

เครื่องมือ

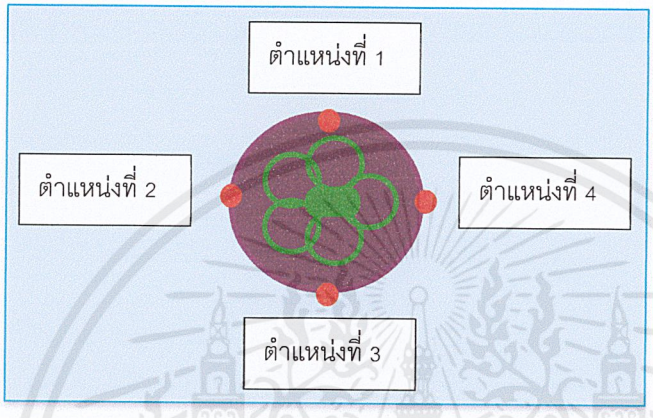
1. เครื่องวัดสี Minolta chroma meter รุ่น CR-300 ค่าที่ทำการวัดประกอบด้วย
2. ค่า L (Lightness) คือค่าความสว่างเมื่อมีค่าใกล้ 100 แสดงว่า วัตถุมีสีขาวและเมื่อลบเข้าใกล้ 0 แสดงว่าวัตถุมีสีดำ
3. ค่า a (Redness/Greenness) คือ ค่าสีแดงและสีเขียวเมื่อเป็นบวก แสดงว่า วัตถุมีสีแดงและเมื่อเป็นลบ แสดงว่า วัตถุมีสีเขียว
4. ค่า b (Yellowness/Blueness) คือค่าสีเหลืองและสีน้ำเงินเมื่อเป็นบวก แสดงว่าวัตถุมีสีเหลืองและเมื่อเป็นลบ แสดงว่า วัตถุมีสีน้ำเงิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการวัด

1. ก่อนทำการวัดสีทุกครั้งต้องทำการปรับมาตรฐานเครื่อง (Calibration) โดยการวางหัววัดทาบบนผิวหน้าของ แผ่น Calibrate สีขาวกดปุ่ม measure ให้เครื่องวัดสีเครื่องวัดสีจะบันทึกข้อมูลของค่าสีขาวของแผ่น Calibrate ไว้

2. ทำการวัดสีตัวอย่าง (มังคุด) ทำการวัด 4 ตำแหน่งโดยวัดตามเข็มนาฬิกา



ภาพที่ 3.2 ตำแหน่งในการวัด Photosensor, การวัดสี และ การวัดความแน่นเนื้อ

3.6.1.3 Photosensor

เครื่องมือ

- เครื่อง photosensor

วิธีการวัด

- ทำการวัดตัวอย่าง4ตำแหน่งโดยใช้ตำแหน่งเดียวกับกาวัดสี

3.6.1.4 การถ่ายภาพ (Image processing)

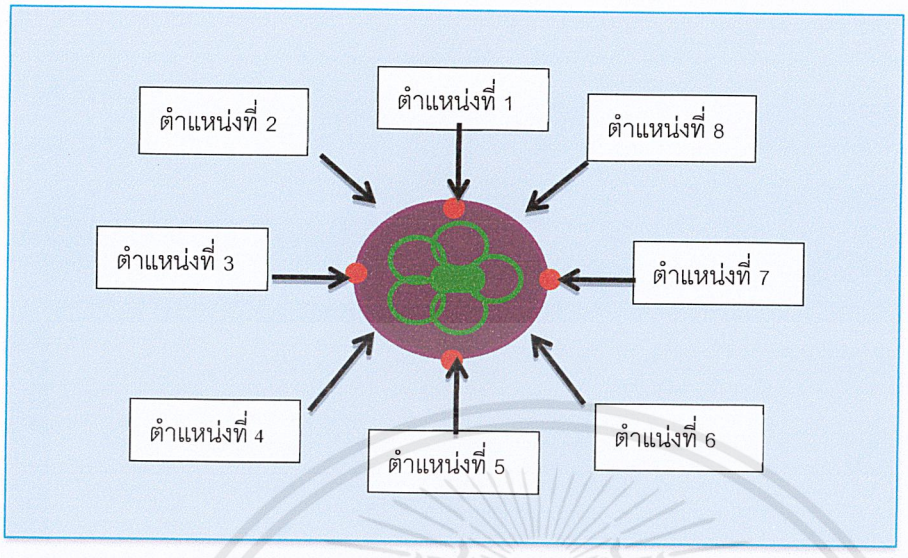
เครื่องมือ

- กล้องถ่ายภาพ (Canon, EOS 550D, Japan)
- ขาตั้งกล้อง
- ฉากสำหรับถ่ายภาพ
- วงกลมมาตรฐานขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 9 เซนติเมตร

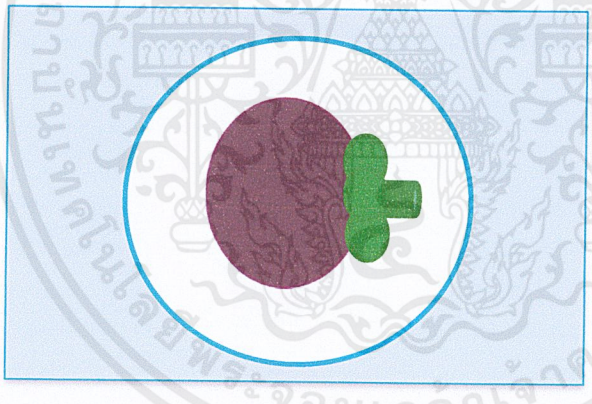
วิธีการวัด

- วางผลมังคุดให้อยู่ตรงกลางวงกลมมาตรฐาน
- โดยถ่ายภาพจากด้านบนของลูกมังคุดซึ่งในการถ่ายภาพจะมีฉากกั้นสีดำเพื่อควบคุมสภาวะ
- ถ่ายภาพมังคุดทั้งหมด 8 ตำแหน่งโดยหมุนลูกตามเข็มนาฬิกา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.3 ตำแหน่งในการถ่ายภาพมังคุดทั้งหมด 8 ตำแหน่งโดยหมุนลูกตามเข็มนาฬิกา



ภาพที่ 3.4 ลักษณะการวางผลมังคุดในการถ่ายภาพทั้ง 8 ด้าน ให้อยู่ตรงกลางวงกลมมาตรฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6.2 การวิเคราะห์คุณภาพแบบทำลายผลไม้ (destructive method)

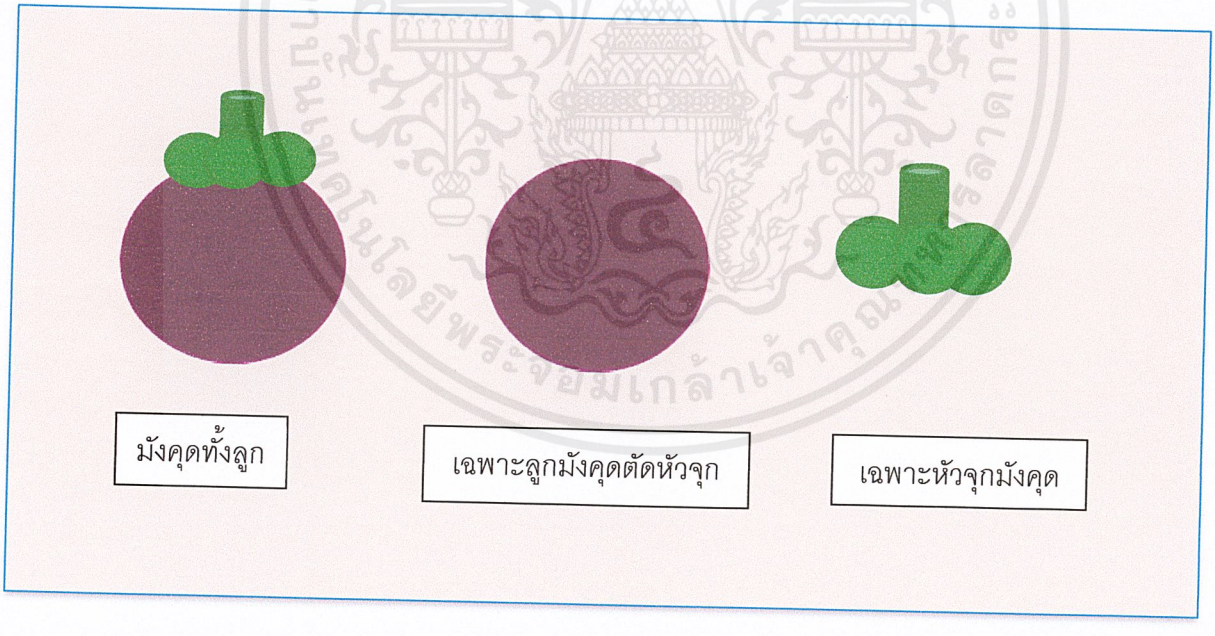
3.6.2.1 วัดความหนาแน่น (Density)

เครื่องมือ

- เครื่องชั่งดิจิตอล (electronic balance: Sartorius, BSA3202S-CW; max 3200g, d= 0.01g)
- ขาตั้งและตัวหนีบขาตั้งหรือแขนจับ
- บีกเกอร์ขนาด 500 ml
- มีด

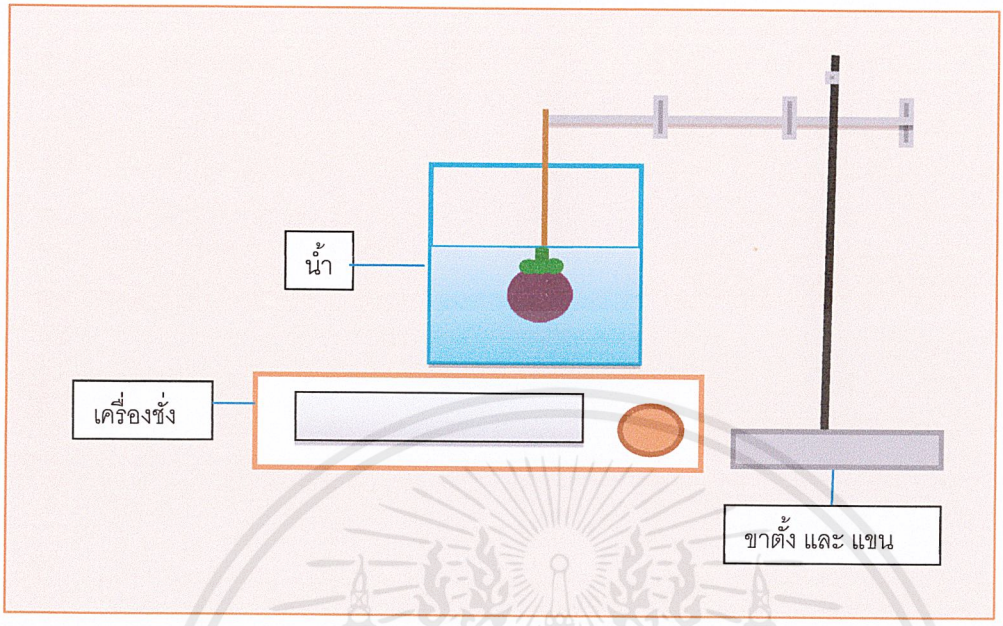
วิธีการวัด

- โดยการวัดน้ำหนักอากาศ (W1) และน้ำหนักในน้ำ (W2) และหาความหนาแน่น
- แบ่งวัดทั้งหมด 3 ส่วนได้แก่ทั้งลูกมังคุดเฉพาะลูกมังคุดตัดหัวจุกออกและเฉพาะหัวจุกมังคุด
- เริ่มจากการชั่งน้ำหนักในอากาศของทั้งลูกมังคุดจากนั้นนำไปชั่งน้ำหนักในน้ำ
- จากนั้นตัดจุกของลูกมังคุดออกแล้วชั่งน้ำหนักอากาศและในน้ำทำเช่นเดียวกันนี้กับหัวจุกของมังคุด
- ชั่งน้ำหนักมังคุดทั้ง 3 ส่วนดังภาพ



ภาพที่ 3.5 ภาพลักษณะของผลมังคุดทั้ง 3 ส่วนที่ใช้ในการวัดความหนาแน่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.6 ภาพการชั่งน้ำหนักผลมังคุดในน้ำ

3.6.2.2 การวัดความแน่นเนื้อ(Flesh firmness)

เครื่องมือ

- เครื่อง Texture Analyser (Texturometer : Stable microsistem, TA- Xplus)

วิธีการวัด

- ทำการวัดตัวอย่าง4ตำแหน่งโดยใช้ตำแหน่งเดียวกับการวัดสีและการวัดphoto sensor
- โดยใช้หัวลักษณะทรงกระบอกหัวตัด (P/2)
- โดยให้หัวลักษณะทรงกระบอกหัวตัด (P/2) แทงทะลุเปลือกลงไป 3 เซนติเมตร
- ความเร็วที่ใช้ในการวัด 10 mm/s ทาการวัดตัวอย่าง 4 ตำแหน่งโดยใช้ตำแหน่งเดียวกับการวัดสีและการวัด photo sensor แรงสูงสุดในระหว่างการวัดจะถูกบันทึกในหน่วยนิวตัน

3.6.2.3 การตรวจวัดปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด(Total soluble solid: °Brix)

เครื่องมือ

- เครื่องวัดปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด Digital refractometer: (Atago, PAL-1, Japan)
- กระดาษทิชชู่
- น้ำกลั่น
- ผ้าขาวบาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ถ้วยพลาสติกขนาดเล็ก

วิธีการวัด

- คั้นน้ำมังคุดโดยใช้ผ้าขาวบางลงใส่ในถ้วยพลาสติกขนาดเล็ก
- เปิดเครื่องไว้ล่วงหน้า 5 นาทีเพื่อทำการ warm เครื่อง
- หยดน้ำกลั่นลงไป 5 หยดที่บริเวณใส่ตัวอย่างกดปุ่ม ZERO เพื่อปรับค่าการหักเหของแสงให้เป็น 0
- เช็ดน้ำกลั่นออกให้หมดและช่องใส่ตัวอย่างแห้งและสะอาด ใส่ตัวอย่างน้ำมังคุดลงไปแล้วกดปุ่ม start เพื่อวัดค่าการหักเหของแสงล้างช่อง
- ใส่ตัวอย่างด้วยน้ำกลั่นและเช็ดให้แห้งด้วยกระดาษทิชชูทำการวัดตัวอย่างต่อได้โดยไม่ต้องปรับค่า 0 (ยกเว้นกรณีปิดแล้วเปิดเครื่องใหม่ทุกครั้งต้องปรับค่า 0)

3.6.2.4 การตรวจวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ตาม วิธีของ AOAC, 2000

เครื่องมือ

- เครื่อง pH meter
- buffer pH7
- buffer pH4
- สารละลายโพแทสเซียมคลอไรด์ (Potassium chloride; KCl)
- กระดาษทิชชู่
- น้ำกลั่น

วิธีการวัด

- ก่อนทำการวัด pH ทุกครั้งต้องทำการปรับมาตรฐานเครื่อง (Calibration) ด้วยBuffer
- นำตัวอย่างน้ำมังคุดทำการวัด pH โดยใช้ electrode ของ pH meter จุ่มลงไปอ่านค่า pH จากจอ monitor
- ทำการวัด 2 ครั้งโดยควบคุมอุณหภูมิห้องที่ 25 ±2 องศาเซลเซียส
- เมื่อใช้เสร็จจุ่มหัวโพรบในสารละลายโพแทสเซียมคลอไรด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

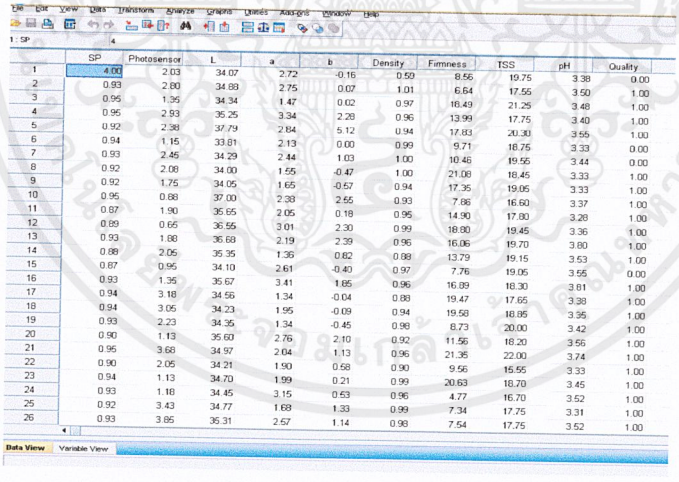
3.7 การวิเคราะห์ผล

3.7.1 การวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม (Discriminant Analysis)

จากข้อมูลจำแนกออกเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มเนื้อภายในปกติ กับกลุ่มเนื้อภายในผิดปกติ (อาการเนื้อแก้ว, อาการยางไหล และอาการเปลือกแข็ง) ของมังคุด การวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม (Discriminant Analysis) โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป SPSS (Statistical Package for the Social science) มีขั้นตอนการวิเคราะห์ดังนี้

1.สร้างไฟล์ข้อมูล ในที่นี้กำหนดให้มีตัวแปรตาม 1 ตัว มีชื่อว่า quality และตัวแปรอิสระ 7 ตัว มีชื่อว่า SP, Photosensor, L, a, b, Density และ Firmness (ภาพ3.7) โดยตัวแปรที่ใช้กำหนดค่าดังนี้

SP	คือ sphericity (ความทรงกลม)
Photo sensor	คือ ค่าสัญญาณที่วัดได้จาก photo sensor
L	คือ Lightness
a	คือ Redness/Greenness
b	คือ Yellowness/Blueness
Density	คือ ความหนาแน่น
Firmness	คือ ความแน่นเนื้อ

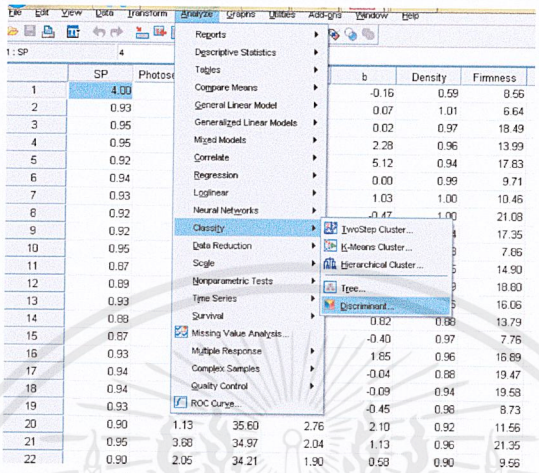


	SP	Photosensor	L	a	b	Density	Firmness	TSS	pH	Quality
1	4.00	2.03	34.07	2.72	-0.16	0.59	8.56	19.75	3.38	0.00
2	0.93	2.80	34.89	2.75	0.07	1.01	6.64	17.55	3.50	1.00
3	0.95	1.35	34.34	1.47	0.02	0.97	16.49	21.25	3.48	1.00
4	0.95	2.93	35.25	3.34	2.28	0.96	13.99	17.75	3.40	1.00
5	0.92	2.38	37.79	2.84	5.12	0.94	17.83	20.30	3.55	1.00
6	0.94	1.15	33.61	2.13	0.00	0.99	9.71	18.75	3.33	0.00
7	0.93	2.45	34.29	2.44	1.03	1.00	10.46	19.55	3.44	0.00
8	0.92	2.08	34.00	1.55	-0.47	1.00	21.08	18.45	3.33	1.00
9	0.92	1.75	34.05	1.65	-0.57	0.94	17.35	19.05	3.33	1.00
10	0.95	0.88	37.00	2.38	2.55	0.93	7.86	16.60	3.37	1.00
11	0.87	1.90	35.65	2.05	0.18	0.95	14.90	17.80	3.28	1.00
12	0.89	0.65	36.55	3.01	2.30	0.99	18.80	19.45	3.36	1.00
13	0.93	1.88	36.68	2.19	2.39	0.96	16.06	19.70	3.80	1.00
14	0.88	2.05	35.35	1.36	0.82	0.88	13.79	19.15	3.53	1.00
15	0.87	0.95	34.10	2.61	-0.40	0.97	7.76	19.05	3.55	0.00
16	0.93	1.35	35.67	3.41	1.85	0.96	16.89	18.30	3.81	1.00
17	0.94	3.18	34.56	1.34	-0.04	0.88	19.47	17.65	3.38	1.00
18	0.94	3.05	34.23	1.95	-0.09	0.94	19.58	18.85	3.35	1.00
19	0.93	2.23	34.35	1.34	-0.45	0.98	8.73	20.00	3.42	1.00
20	0.90	1.13	35.60	2.76	2.10	0.92	11.56	18.20	3.56	1.00
21	0.95	3.68	34.97	2.04	1.13	0.96	21.35	22.00	3.74	1.00
22	0.90	2.05	34.21	1.90	0.58	0.90	9.56	16.55	3.33	1.00
23	0.94	1.13	34.70	1.99	0.21	0.99	20.63	18.70	3.45	1.00
24	0.93	1.18	34.45	3.15	0.53	0.96	4.77	16.70	3.52	1.00
25	0.92	3.43	34.77	1.68	1.33	0.99	7.34	17.75	3.31	1.00
26	0.93	3.85	35.31	2.57	1.14	0.98	7.54	17.75	3.52	1.00

ภาพที่ 3.7 การใส่ค่าตัวแปรสระ 7 ตัว มีชื่อว่า SP, Photosensor, L, a, b, Density และ Firmness

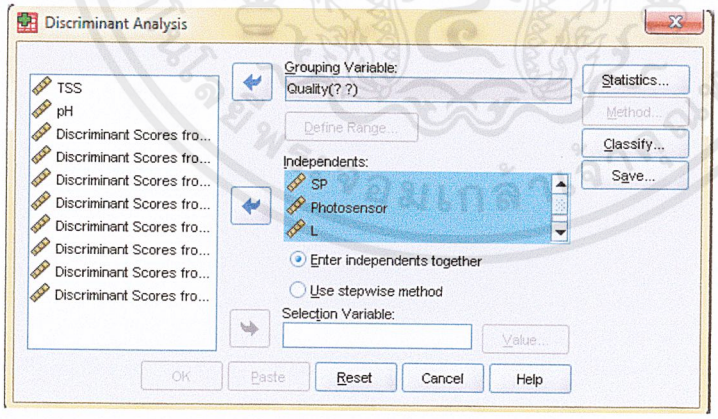
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เลือกคำสั่ง Analyze ----> Classify ----> Discriminant จะมีหน้าต่าง Discriminant Analyze เปิดขึ้นมา



ภาพที่ 3.8 การเลือกคำสั่ง Discriminant Analysis

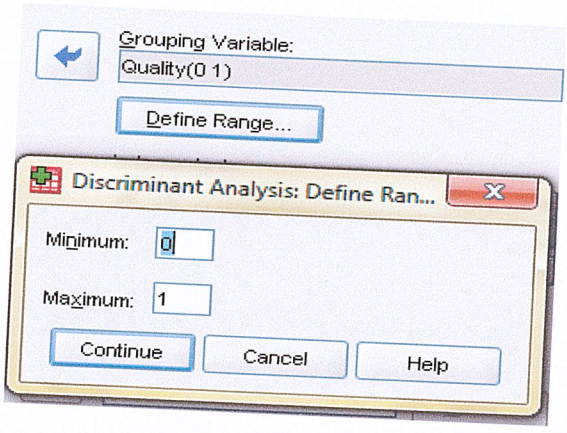
3. เอาตัวแปรอิสระทั้งหมดเข้าไปในช่อง Independent(s) เลือก Use Stepwise method และตัวแปรตามเข้าไปในช่อง Dependent (ภาพที่3.9) หลังจากนั้น Define Range จะปรากฏหน้าต่าง Discriminant Analysis Define Range ขึ้นมา กำหนดค่าMinimum=0 และ Maximum=1 (ภาพที่3.10)



ภาพที่ 3.9 กำหนดค่าตัวแปรอิสระลงในช่อง Independent(s)

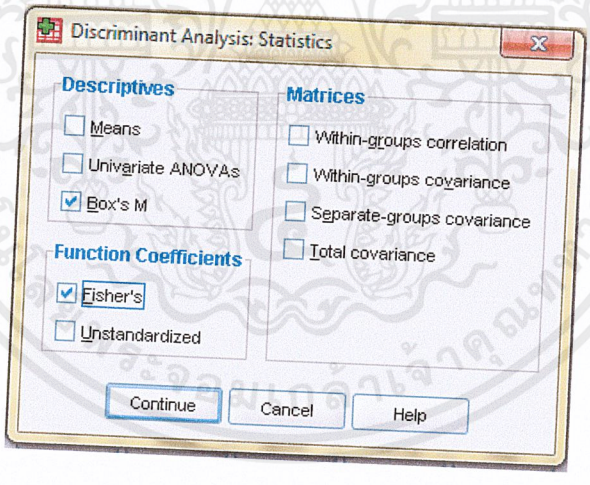
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง



ภาพที่ 3.10 กำหนดค่า Define Range

4. เลือกคำสั่ง ---> Continue (ภาพที่3.10) จะปรากฏหน้าต่าง Discriminant Analyze ขึ้นมาอีกครั้ง (ภาพที่3.9) ให้ Click ---> Statistics จะปรากฏหน้าต่าง Discriminant Analyze: Statistics ขึ้นมา ในช่อง Descriptiveให้เลือก Box's M และในช่อง Function Coefficients ให้เลือก Fisher's ต่อจากนั้น Click ---> Continue
(ภาพที่3.11) จะปรากฏหน้าต่าง Discriminant Analyze ขึ้นมา ---->กดปุ่ม OK



ภาพที่ 3.11 กำหนดค่า Statistics

131613

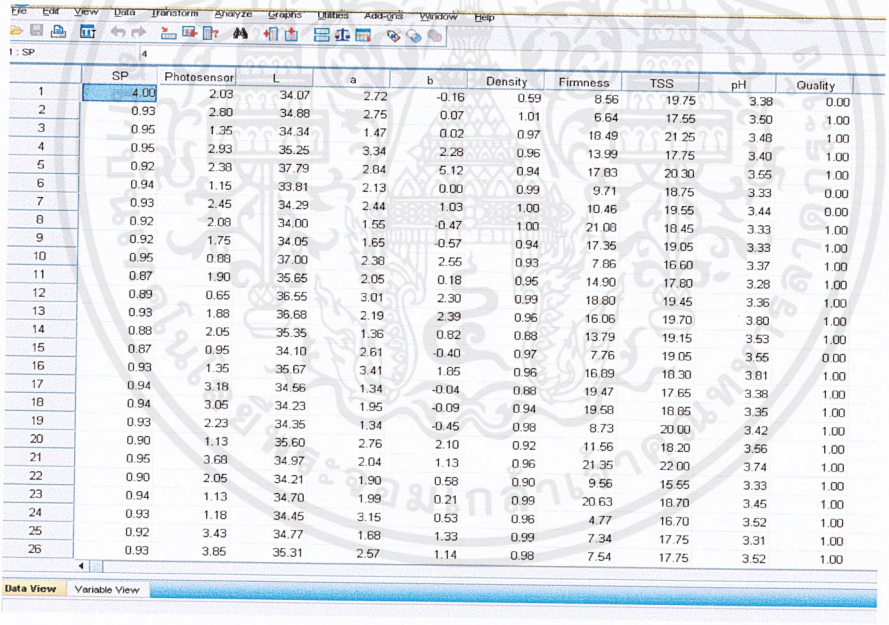
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.7.2 การวิเคราะห์ Multiple linear regression (MLR)

จากข้อมูลตัวแปรของมังคุดเป็นการวิเคราะห์เชิงปริมาณ (Quatitative Analysis) เป็นการวิเคราะห์ผลทางสถิติที่นำตัวแปรอิสระ (X) มากกว่าหนึ่งตัว มาใช้ในการประเมินค่าตัวแปรตาม (Y)ในที่นี้คือ TSS (Total soluble solid) โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สาเร็จรูป SPSS (Statistical Package for the Social science) มีขั้นตอนการวิเคราะห์ดังนี้

1.สร้างไฟล์ข้อมูล ในที่นี้กำหนดให้มีตัวแปรตาม คือ TSS และตัวแปรอิสระ 7 ตัว มีชื่อว่า SP, Photosensor, L, a, b, Density และ Firmness (ภาพ3.12) โดยตัวแปรที่ใช้กำหนดค่าดังนี้

SP	คือ sphericity (ความทรงกลม)
Photo sensor	คือ ค่าสัญญาณที่วัดได้จาก photo sensor
L	คือ Lightness
a	คือ Redness/Greenness
b	คือ Yellowness/Blueness
Density	คือ ความหนาแน่น
Firmness	คือ ความแน่นเนื้อ



File Edit View Data Transform Analyze Graphs Utilities Add-ons Window Help

1 : SP 4

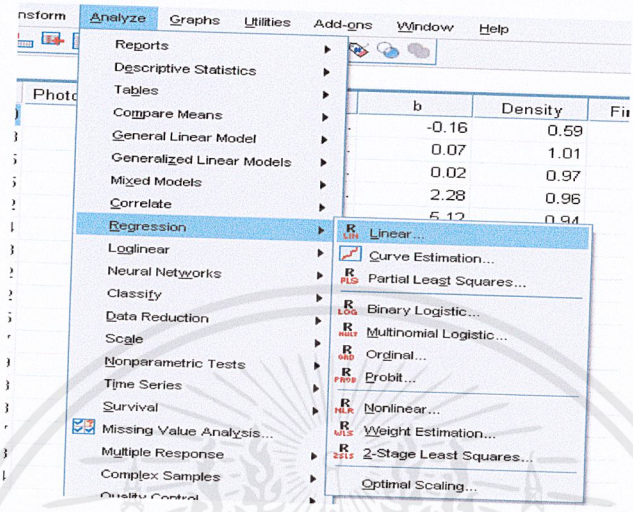
	SP	Photosensor	L	a	b	Density	Firmness	TSS	pH	Quality
1	4.00	2.03	34.07	2.72	-0.16	0.59	8.56	19.75	3.38	0.00
2	0.93	2.80	34.88	2.75	0.07	1.01	6.64	17.55	3.50	1.00
3	0.95	1.35	34.34	1.47	0.02	0.97	18.49	21.25	3.48	1.00
4	0.95	2.93	35.25	3.34	2.28	0.96	13.99	17.75	3.40	1.00
5	0.92	2.38	37.79	2.84	5.12	0.94	17.83	20.30	3.55	1.00
6	0.94	1.15	33.81	2.13	0.00	0.99	9.71	18.75	3.33	0.00
7	0.93	2.45	34.29	2.44	1.03	1.00	10.46	19.55	3.44	0.00
8	0.92	2.08	34.00	1.55	-0.47	1.00	21.08	18.45	3.33	1.00
9	0.92	1.75	34.05	1.65	-0.57	0.94	17.35	19.05	3.33	1.00
10	0.95	0.88	37.00	2.38	2.55	0.93	7.86	16.60	3.37	1.00
11	0.87	1.90	35.65	2.05	0.18	0.95	14.90	17.80	3.28	1.00
12	0.89	0.65	36.55	3.01	2.30	0.99	18.80	19.45	3.36	1.00
13	0.93	1.88	36.68	2.19	2.39	0.96	16.06	19.70	3.80	1.00
14	0.88	2.05	35.35	1.36	0.82	0.88	13.79	19.15	3.53	1.00
15	0.87	0.95	34.10	2.61	-0.40	0.97	7.76	19.05	3.55	0.00
16	0.93	1.35	35.67	3.41	1.85	0.96	16.89	18.30	3.81	1.00
17	0.94	3.18	34.56	1.34	-0.04	0.88	19.47	17.65	3.38	1.00
18	0.94	3.05	34.23	1.95	-0.09	0.94	19.58	18.85	3.35	1.00
19	0.93	2.23	34.35	1.34	-0.45	0.98	8.73	20.00	3.42	1.00
20	0.90	1.13	35.60	2.76	2.10	0.92	11.56	18.20	3.56	1.00
21	0.95	3.68	34.97	2.04	1.13	0.96	21.35	22.00	3.74	1.00
22	0.90	2.05	34.21	1.90	0.58	0.90	9.56	15.55	3.33	1.00
23	0.94	1.13	34.70	1.99	0.21	0.99	20.63	18.70	3.45	1.00
24	0.93	1.18	34.45	3.15	0.53	0.96	4.77	16.70	3.52	1.00
25	0.92	3.43	34.77	1.68	1.33	0.99	7.34	17.75	3.31	1.00
26	0.93	3.85	35.31	2.57	1.14	0.98	7.54	17.75	3.52	1.00

Data View Variable View

ภาพที่ 3.12 การใส่ค่าตัวแปรสระ 7 ตัว มีชื่อว่า SP, Photosensor, L, a, b, Density และ Firmness เพื่อสร้างสมการทำนายค่า TSS

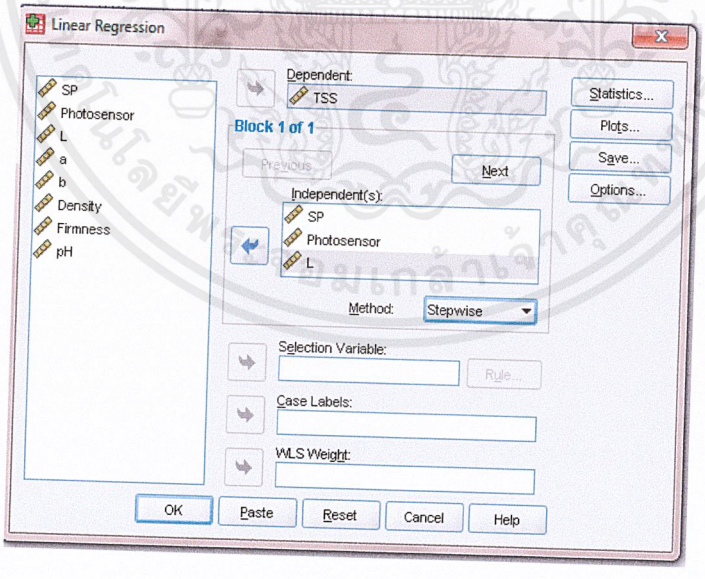
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เลือกคำสั่ง Analyze ----> Regression----> linear ....
จะมีหน้าต่าง linear regression เปิดขึ้นมา



ภาพที่ 3.13 การเลือกคำสั่ง linear regression

3. เอาตัวแปรอิสระทั้งหมดเข้าไปในช่อง Independent(s): เลือก และตัวแปรตามเข้าไปในช่อง Dependent คือ ค่า TSS หลังจากนั้น เลือก method: Stepwise



ภาพที่ 3.14 กำหนดค่าตัวแปรอิสระลงในช่อง Dependent, Independent(s) และ method ของการวิเคราะห์ linear regression

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. เลือกคำสั่ง

Statistics...>>>หน้าต่าง linear regression: Statistics

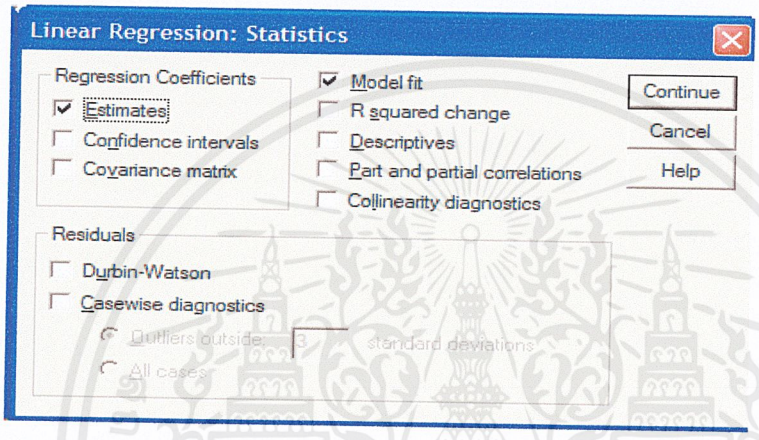
----> Regression Coefficients เลือก Estimates

----> เลือก Model fit

----> เลือก R squared change

----> เลือก Descriptives

----> เลือก Part and partial correlation ----> Continue



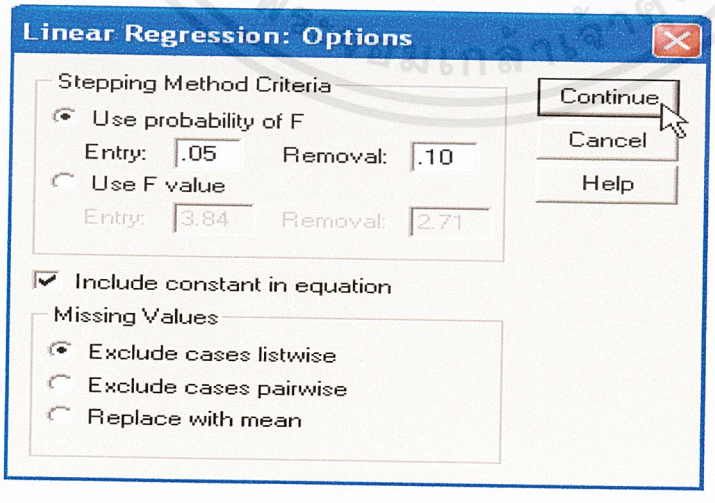
ภาพที่ 3.15 กำหนดค่า Statistics

Options >>>_linear regression: หน้าต่างOptions

----> Stepping method criteria เลือก Use probability of F

----> เลือก Include constant in equation

----> Missing Values เลือก Exclude cases listwise ----> Continue ---->กดปุ่ม OK



ภาพที่ 3.16 กำหนดค่า Options

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

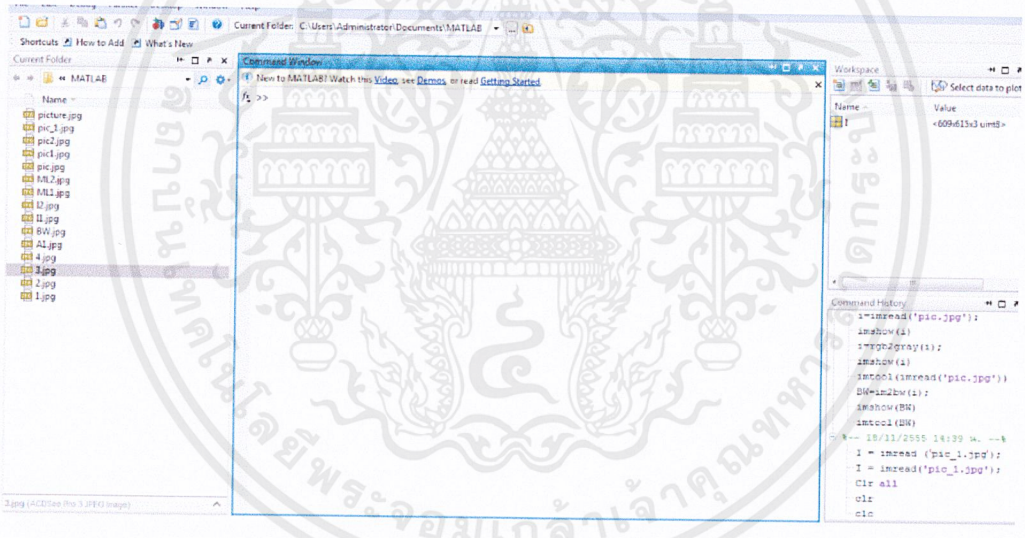
3.7.2.1การเตรียมข้อมูลสำหรับสร้างสมการ และข้อมูลกลุ่ม Prediction

1. ข้อมูลสำหรับสร้างสมการ เป็นการทดสอบภายในกลุ่มตัวอย่าง โดยตัวอย่างที่นำมาทดสอบสมการ คือ ตัวอย่างชุดเดียวกับที่ใช้สร้างสมการทำนายค่าทางเคมี โดยมีขั้นตอนการทดสอบดังนี้ ตัดตัวอย่างที่ 1 ออกจากชุดตัวอย่าง 70 % ที่ใช้สร้างสมการทำนายค่า TSS (Total soluble solid) จากนั้นใช้ตัวอย่างที่เหลือทำการคำนวณหาสมการ เมื่อได้สมการแล้ว จึงนำตัวอย่างที่ 1 มาทดสอบสมการ

2 .ขั้นต่อไปใส่ตัวอย่างที่ 1 กลับคืนเป็นข้อมูลกลุ่ม Prediction และตัดตัวอย่างที่ 2 ออกจากชุดตัวอย่าง 30% แล้วจึงสร้างสมการทำนายค่า TSS (Total soluble solid) นำสมการที่ได้จากการทำนายของตัวอย่างที่ 2 ทำขั้นตอนข้างต้นซ้ำ จนกระทั่งหาค่า TSS (Total soluble solid) ของตัวอย่างครบทั้งชุด

3.7.3การวัดความหนาแน่นจากภาพ (Calculated density from image)

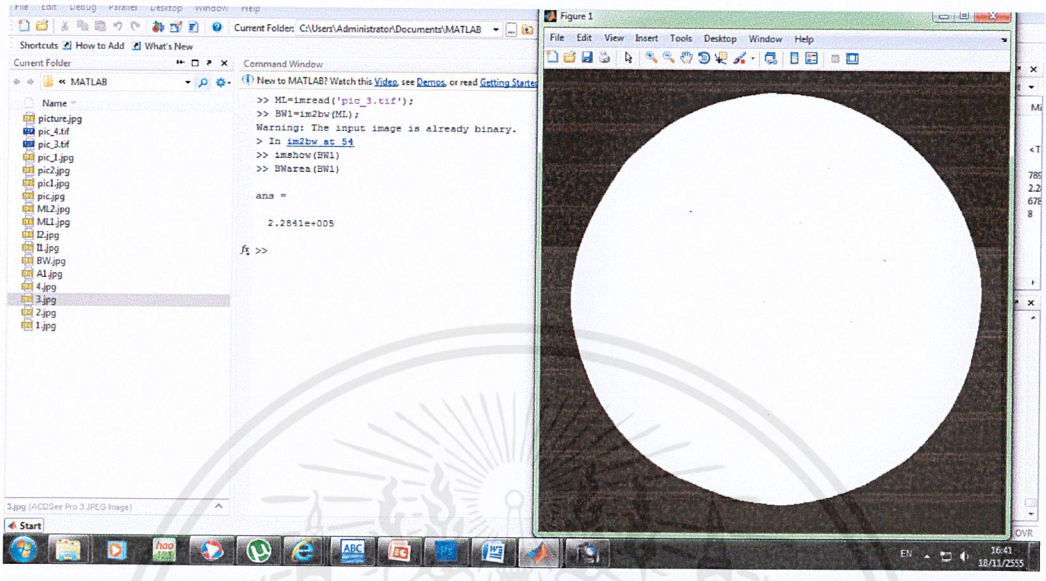
1. โปรแกรม MATLAB ---->clc ---->clear all---->help---->helps ...



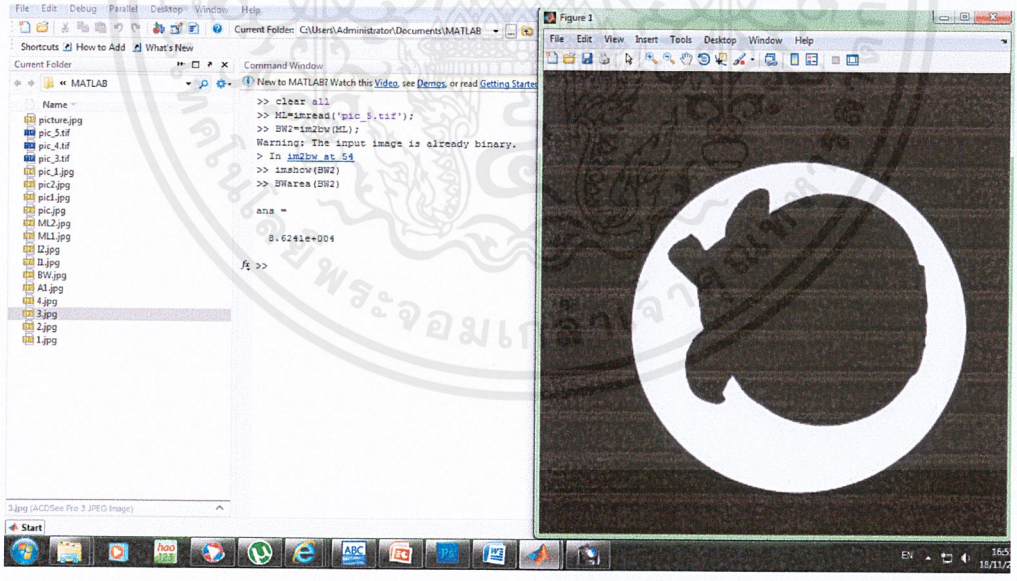
ภาพที่ 3.17 เข้าโปรแกรม MATLAB

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เขียนโปรแกรมเพื่อทำภาพ ให้เป็นสีขาวดำ ทั้งผลมังคุด และวงกลมมาตรฐาน



ภาพที่ 3.18 ภาพของผลลัพธ์ของการเขียนโปรแกรม MATLAB ของวงกลมมาตรฐาน และคำนวณค่า pixle ของวงกลมมาตรฐาน



ภาพที่ 3.19 ภาพของผลลัพธ์ของการเขียนโปรแกรม MATLAB ของผลมังคุด และคำนวณค่า pixle ของผลมังคุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 3.20 มังคุดเมื่อทำให้เป็นสีขาวดำ (a)ภาพถ่ายจริง (b)ผลมังคุด และ (c)วงกลมมาตรฐาน

3. การคำนวณหา pixel จากภาพ (b) ผลมังคุด และ(c) วงกลมมาตรฐาน

V ทรงกลม = 2.2841×10^5 pixel

$= (4/3)\pi D^3$ cm^3

V ผลไม้ $= 8.6241 \times 10^4$ pixel

$= (4/3)\pi D^3 X (8.6241 \times 10^4 / 2.2841 \times 10^5) cm^3$

$= (4/3)\pi D^3 X (0.3776) cm^3$

Calculated density (ρ) = m1 / V ผลไม้

จะได้ค่าเปรียบค่าจริงและค่าจากภาพ โดยการพลอตกราฟ จะได้ค่า R^2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 ผลการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม (Discriminant Analysis)

ขั้นตอนการตรวจสอบและพิจารณาความน่าเชื่อถือของสมการจำแนกกลุ่ม ตารางที่ 4.1 ให้ผลดังนี้ ตารางที่ 4.1 การใช้ตัวแปรหลายตัวแปรในการทำนายในการคำแยกกลุ่มของมังคุดเนื้อต่างๆ โดยใช้วิธี Leave-one-out validation.

ตารางที่ 4.1 ผลการวิเคราะห์เป็นการบอกถึงประสิทธิภาพของสมการจำแนก

การทำนาย		จำนวนมังคุดเนื้อปกติ	จำนวนมังคุดผิดปกติ	จำนวนมังคุดทั้งหมด	ความถูกต้องในการคัดแยก (%)
กลุ่มที่ 1	จำนวนทั้งหมด	68	158	226	69.8
	ถูก	53	104	157	
	ผิด	15	54	69	
กลุ่มที่ 2	จำนวนทั้งหมด	70	52	122	59.0
	ถูก	48	24	72	
	ผิด	22	28	50	
กลุ่มที่ 3	จำนวนทั้งหมด	68	72	140	86.4
	ถูก	63	58	121	
	ผิด	5	14	19	
กลุ่มที่ 4	จำนวนทั้งหมด	70	100	170	70.6
	ถูก	53	67	120	
	ผิด	17	33	50	

กลุ่มที่ 1 คือ การทำนายกลุ่มของมังคุดเนื้อปกติ กับ มังคุดผิดปกติทั้งหมด โดยพิจารณาตัวแปรแบบไม่ทำนายทั้งหมด (ความทรงกลม)

กลุ่มที่ 2 คือ การทำนายกลุ่มของมังคุดเนื้อปกติ กับ มังคุดเนื้อแก้ว โดยพิจารณาตัวแปรแบบไม่ทำนายทั้งหมด

กลุ่มที่ 3 คือ การทำนายกลุ่มของมังคุดเนื้อปกติ กับ มังคุดเปลือกแข็ง โดยพิจารณาตัวแปรแบบไม่ทำนายทั้งหมด

กลุ่มที่ 4 คือ การทำนายกลุ่มของมังคุดเนื้อปกติ กับ มังคุดเนื้อยางไหล โดยพิจารณาตัวแปรแบบไม่ทำนายทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่4.1 ผลการวิเคราะห์เป็นการบอกถึงประสิทธิภาพของสมการจำแนก ว่าสามารถจำแนกกลุ่มได้ถูกต้องมากน้อยเพียงใด โดยเปรียบเทียบกลุ่มที่แบ่งไว้โดย cross-validated กับการแบ่งกลุ่มที่ได้จากการทำนายจากสมการ (Predicted Group Membership) พบว่า กลุ่มที่ 1 คือ จำนวนมังคุดเนื้อปกติ เดิม มี 68 ผล แต่จากการทำนายโดยใช้สมการจำแนกกลุ่มพบว่า ทำนายได้ถูกต้อง 53 ผล คิดเป็นร้อยละ 69.8 ส่วนในกลุ่ม 2 คือกลุ่ม จำนวนมังคุดผิดปกติ เดิมมี 158 ผล แต่ทำนายโดยใช้สมการจำแนกกลุ่มได้ถูกต้อง 104 ผล เมื่อคิดรวมทั้งหมด พบว่าสมการจำแนกกลุ่มได้ถูกต้องร้อยละ 69.8

ส่วนกลุ่มที่ 2 คือ การทำนายกลุ่มของมังคุดเนื้อปกติ กับ มังคุดเนื้อแก้ว สามารถนำมาทำนายกลุ่ม ได้ระดับที่ค่อนข้างต่ำกว่าเกณฑ์ที่สามารถยอมรับได้เพียงเล็กน้อย เพราะสมการจำแนกกลุ่มนั้นได้ถูกต้องเพียงร้อยละ 59.0 กลุ่มที่ 4 คือ การทำนายกลุ่มของมังคุดเนื้อปกติ กับ มังคุดเนื้อยางไหล พบว่าสมการจำแนกกลุ่มได้ถูกต้องร้อยละ 70.6 ซึ่งสามารถยอมรับได้ในงานวิจัยนี้

งานวิจัยครั้งนี้กลุ่มที่สามารถจำแนกกลุ่มได้ดีที่สุด คือ กลุ่มที่ 3 การทำนายกลุ่มของมังคุดเนื้อปกติ กับ มังคุดเปลือกแข็ง พบว่าสมการจำแนกกลุ่มได้ถูกต้องร้อยละ 86.4 แสดงให้เห็นว่ามังคุดเปลือกแข็งสามารถใช้ตัวแปรแบบไม่ทำทายทั้งหมดมาจำแนกกลุ่ม

ตารางที่ 4.2 ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรในสมการที่ใช้ทำนายในการคัดแยกมังคุดเนื้อปกติกับมังคุดผิดปกติทั้งหมด โดยใช้ discriminant analysis and leave-one-out cross validation

ตัวแปรที่ใช้	สมการทำนาย	
	มังคุดเนื้อปกติ	มังคุดผิดปกติทั้งหมด
SP	151.938	151.082
Photosensor	-3.803	-3.451
L	71.370	71.827
a	10.611	10.676
b	-54.807	-55.205
Density	1.1520	1.1580
Firmness	1.157	1.405
(Constant)	-1.850	-1.873

ในตารางที่ 4.2 แสดงให้เห็นถึงค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรในสมการที่ใช้ในการคัดแยกทั้งในส่วนที่ได้จากการวิเคราะห์โดยใช้ตัวอย่างทั้งหมด ในกรณีที่พิจารณาสมการการทำนายมังคุดเนื้อปกติ พบว่า ตัวแปรที่มีผลต่อการคัดแยกมากที่สุดคือ ค่าความเป็นทรงกลม(SP) และค่าความสว่าง (L) ตามลำดับ ในขณะที่กรณีพิจารณาจากตัวอย่างที่คัดมังคุดเนื้อผิดปกติ ตัวแปรที่มีผลต่อการคัดแยกมากที่สุดคือค่าความเป็นทรงกลม (SP) และค่าความสว่าง (L) ตามลำดับด้วย จากข้อมูลชี้ให้เห็นว่ามังคุดเนื้อปกติกับมังคุดเนื้อผิดปกติมีผลต่อค่าความเป็นทรงกลมและค่าความสว่างของมังคุดที่ใช้เป็นตัวแปรในการคัดแยกอย่างมาก เมื่อเปรียบเทียบกับตัวแปรอื่นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ผลการวิเคราะห์ Multiple linear regression (MLR)

ขั้นตอนการตรวจสอบและพิจารณาผลการวิเคราะห์ Multiple linear regressionจาก ตารางที่ 4.3 Model Summary ค่าทางสถิติที่ใช้ในการพิจารณาการสร้างสมการ

- ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation coefficient; R) คือ ค่าที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ (X) และตัวแปรตาม (Y) หากค่าที่คำนวณได้มีค่า 0.847
- ค่า R Square เทากับ 0.717 หมายความว่า x สามารถอธิบายความผันแปรของ y ไดรอยละ 71.7
- ค่า Std. Error of the Estimate(SEE) 0.54899 ซึ่งบอกถึงประสิทธิภาพการทำนายของสมการ

ตารางที่ 4.3 บอกถึงประสิทธิภาพของสมการในการทำนายค่า TSS (Total soluble solid)

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics				
					R Square Change	F Change	df 1	df 2	Sig. F Change
1	.847[a]	.717	.685	.54899	.717	22.482	7	6	.000

a. Predictors: (Constant), firmness, Density, photosensor, SP, L, a, b

ตารางที่ 4.4 บอกถึงค่าในการสร้างสมการในการทำนายค่า TSS (Total soluble solid)

Coefficients

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients		
		B	Std. Error	Beta	t	Sig.
1	(Constant)	66.571	5.557		11.980	.000
	SP	-13.729	3.762	-.280	-3.649	.001
	photosensor	-.147	.030	-.356	-4.961	.000
	L	-.878	.113	-2.241	-7.785	.000
	a	-.205	.046	-.404	-4.485	.000
	b	.623	.089	2.172	7.032	.000
	Density	-4.509	2.213	-.156	-2.037	.046
	firmness	-.009	.017	-.044	-.513	.610

a. Dependent Variable: TSS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

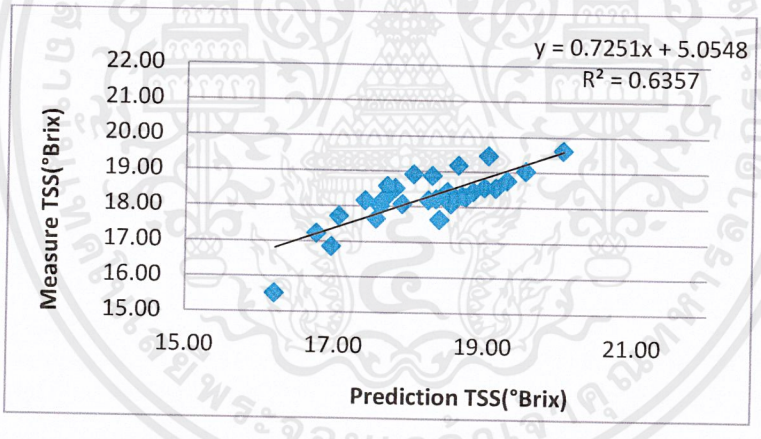
Calibration model

y = 66.571 -13.729 (Sphericity) -4.509 (Density) -0.878 (L) +0.623(b) -0.205 (a) -0.147 (photosensor)

จากค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของ model ได้แสดงให้เห็นว่า ตัวแปรที่มีอิทธิพลในการทำนายค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้มากที่สุด คือ ความทรงกลมและความหนาแน่น ตามลาดับ พบว่ามีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามกัน ถ้าคือ ความทรงกลมและความหนาแน่น ของผลมังคุดมีค่าน้อยลงปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ จะมีค่าสูงขึ้น

4.2.1 การนำสมการที่ได้มาทำนาย ค่า TSS (Total soluble solid) ของเนื้อมังคุดใช้ทำนายกลุ่ม Prediction

จากกราฟที่ 4.1 จะเห็นได้ว่าค่าการทำนายมีความใกล้เคียงกันและเมื่อวิเคราะห์โดยการสร้างกราฟโดยโปรแกรม Microsoft Excel version 2010 ปรากฏว่าได้ค่า R^2 = 0.6357

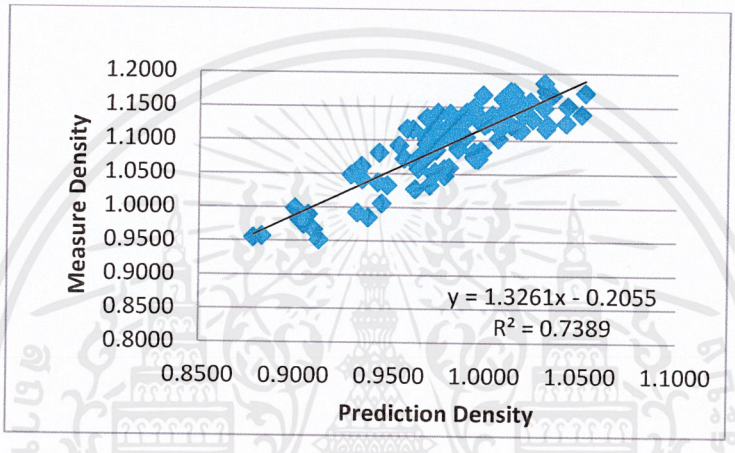


ภาพที่ 4.5 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า TSS (Total soluble solid) ที่วัดได้จริง และค่าที่ได้จากการทำนายของสมการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ผลการวัดความหนาแน่นจากภาพ (Calculated density from image)

ค่าความหนาแน่นโดยใช้การวิเคราะห์ภาพ (image analysis) เพื่อเปรียบเทียบกับความหนาแน่นค่าจริงจะ จากกราฟที่ 4.2 เห็นได้ว่าค่าการทำนายมีความใกล้เคียงกันและเมื่อวิเคราะห์โดยการสร้างกราฟโดยโปรแกรม MATLAB ปรากฏว่าได้ค่า $R^2 = 0.7389$



ภาพที่ 4.6 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความหนาแน่น(Density)ที่วัดได้จริง และค่าที่ได้จากการวัดความหนาแน่นจากภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง

งานวิจัยนี้ศึกษาเพื่อตรวจสอบคุณลักษณะทางกายภาพและทางเคมีของมังคุดที่มีอาการยางไหล เนื้อแก้ว เปลือกแข็ง

เพื่อทำการคัดแยกเนื้อที่มีอาการยางไหล เนื้อแก้ว เปลือกแข็งออกจากมังคุดเนื้อปกติ โดยการนำตัวแปรต่างๆที่ได้จากคุณลักษะทางกายภาพและทางเคมีของมังคุด มาวิเคราะห์ทางสถิติด้วยวิธี Leave-one-out validation พบว่าการคัดแยกกลุ่มมังคุดเนื้อปกติกับกลุ่มมังคุดผิดปกติโดยมีอาการยางไหล เนื้อแก้ว เปลือกแข็ง สามารถสร้างสมการความถูกต้องในการจำแนกกลุ่ม เป็น 69.8 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้ตัวแปรแบบไม่ทำลายตัวอย่างทั้งหมด (SP, L, a, b, Photo sensor, Density และ Firmness) เมื่อทำการคัดแยกกลุ่มมังคุดเนื้อปกติกับกลุ่มมังคุดผิดปกติโดยมีอาการเปลือกแข็ง สามารถจำแนกกลุ่มได้ดีที่สุด ได้สมการจำแนกกลุ่มได้ถูกต้อง 86.4 เปอร์เซ็นต์

เมื่อทำการวิเคราะห์แบบ discriminant analysis เพื่อคักแยกกลุ่มแล้ว วิเคราะห์แบบ linear regression เพื่อทำการสร้างสมการทำนาย TSS (Total soluble solid) ได้ผลออกมาดังนี้

สมการทำนายความหวาน คือ y = 66.571 -13.729 (Sphericity) -4.509 (Density) -0.878 (L)
+0.623(b) -0.205 (a) -0.147 (photosensor)

ซึ่งมีประสิทธิภาพในการทำนายมากที่สุด เทากับ 0.717 และนำมาสร้างกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า TSS (Total soluble solid) ที่วัดได้จริง และค่าที่ได้จากการทำนายของสมการ ซึ่งมีประสิทธิภาพในการทำนายมากที่สุด เทากับ 0.6357

ส่วนการวิเคราะห์ค่าความหนาแน่นโดยใช้การวิเคราะห์ภาพ (image analysis) เพื่อเปรียบเทียบกับความหนาแน่นค่าจริงและค่าที่ได้จากการวัดความหนาแน่นจากภาพ ซึ่งมีประสิทธิภาพในการทำนายมากที่สุด เทากับ 0.7389

จะเห็นได้ว่างานวิจัยนี้มีความเป็นไปได้ในการแยกมังคุดเนื้อผิดปกติที่มีอาการยางไหล เนื้อแก้ว เปลือกแข็งออกจากมังคุดเนื้อปกติ สามารถนำไปใช้ในการคัดแยกได้ แต่กระบวนการค่อนข้างมาก เป็นไปได้ในอนาคตสามารถนำไปพัฒนาและปรับปรุง เพื่อเป็นประโยชน์อย่างมาก ในการแก้ปัญหาคุณภาพมังคุดเพื่อการส่งออกสู่ต่างประเทศของประเทศไทยในอนาคต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

กรมส่งเสริมการเกษตร. (2546).“มังคุดคุณภาพเพื่อการส่งออก”.[ระบบออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http:// kaewpanya.rmutl.ac.th/2552/attachments/732.pdf (29กันยายน 2553).

กัลยา วานิชย์บัญชา. (2551). การวิเคราะห์ข้อมูลหลายตัวแปร. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: บริษัท ธรรมสาร จำกัด.

เพชรน้อย สิงห์ช่างชัย. (2549). หลักการและการใช้สถิติการวิเคราะห์ตัวแปรหลายตัว สำหรับการวิจัยทางการพยาบาล. พิมพ์ครั้งที่ 3. สงขลา: ชานเมืองการพิมพ์.

เพ็ญแข แสงแก้ว. (2544). สถิติเพื่อการวิจัยโดยใช้คอมพิวเตอร์(SPSS Version 10.0). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ฟันนี่พับบลิชชิ่ง.

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. คณะอุตสาหกรรมเกษตร. เนียร์อินฟราเรดสเปกโทรสโกปี [ระบบออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: archive.lib.cmu.ac.th/full/T/2551

ศิริชัย กาญจนวาสี. (2550). การวิเคราะห์พหุระดับ(Multi-Level Analysis). พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สนั่น ศุภธีรสกุล. (2547). “มังคุด (ที่ไม่“คุด”)”. [ระบบออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://pcog.phamacy.psu.ac.th /thi/article/2547 (15กุมภาพันธ์ 2553).

สุธิวงศ์พงศ์ไพบูลย์. (2544). โครงการ“แผนที่ภูมินิทัศน์ภาคใต้: ฐานเศรษฐกิจและทุนวัฒนธรรม”. [ระบบออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://elibrary.trf.or.th/project_content.asp?.

สุภาสพงษ์ รู้ทำนอง. หลักการจำแนกข้อมูลเชิงวัตถุ. [ระบบออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.gotoknow.org/posts/492648.

Discriminant Analysis. [online]. www.anchor.au.edu/iknow/as787/discriminant.doc

Jha, S.N., Jaiswal, P., Narsaiah,K., Gupta, M., Bhardwaj,R., Singh,A.K. (2012). Non-Destructive prediction of sweetness of intact mango using near infrared Spectroscopy. Scientia Horticulturae, 138: 171-175.

Wanitchang, P., Terdwongworakul, A., Wanitchang, J., Nakawajana, N. (2011). Non-destructive mauarity classification of mango based on physical, mechanical and optical properties. Journal of Food Engineering, 477-484.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

ตารางการบันทึกข้อมูล

ตัวอย่างตารางบันทึกข้อมูลที่ใช้ในการเก็บข้อมูลผลการทดลอง

1. Non-destructive method

ตาราง ก1 ตารางการบันทึกข้อมูล Sphericity (cm) และ Photo sensor (μA)

N° (ddmmyy000)	Sphericity (cm)				Photo sensor (μA)			
	D1	D2	D3	SP	P1	P2	P3	P4
001	5.64	5.61	4.60	5.64	2.5	3.7	2.2	2.8
002	5.64	5.54	4.66	5.64	0.8	1.2	1.6	30.5
003	5.21	5.13	4.52	5.21	1.1	1.9	1.5	0.9
004	5.37	5.21	4.68	5.37	2.6	1.4	3.4	4.3
005	5.76	5.62	4.82	5.76	0.7	0.8	1.6	3.9

ตาราง ก2 ตารางการบันทึกข้อมูล Optical properties

N° (ddmmyy000)	Optical properties											
	Position 1			Position 2			Position 3			Position 4		
	L	a	b	L	a	b	L	a	b	L	a	b
001	35.05	3.41	0.14	35.00	4.09	0.23	34.72	1.27	-0.42	34.75	2.21	0.33
002	39.73	2.93	6.47	43.74	5.48	12.26	33.9	2.34	0.25	43.34	6.08	12.17
003	33.66	1.55	-0.34	34.45	1.13	-0.53	35.83	1.87	1.64	33.43	1.31	-0.69
004	34.48	2.49	0.16	34.47	3.59	4.61	37.73	4.40	4.33	34.31	2.87	0.02
005	38.82	3.05	6.34	35.90	2.69	2.97	33.74	1.65	-0.24	37.44	3.30	5.48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. Destructive method

ตาราง ก3 ตารางการบันทึกข้อมูล Density (kg/m^3)

N° (ddmmyy000)	Density (kg/m^3)								
	entire fruit			only fruit			only sepals		
	m	V	D	m	V	D	m	V	D
001	85.20	85.11	1.001057	82.24	81.25	1.012185	3.08	4.10	0.75122
002	75.21	81.20	0.926232	73.07	78.34	0.932729	2.14	2.95	0.725424
003	66.38	68.71	0.966089	63.88	65.60	0.97378	2.49	2.96	0.841216
004	64.82	70.73	0.916443	65.41	67.79	0.964892	2.51	2.94	0.853741
005	84.18	85.51	0.984446	81.95	82.21	0.996837	2.28	2.96	0.77027

ตาราง ก4 ตารางการบันทึกข้อมูล Firmness (N)

N° (ddmmyy000)	Firmness (N)			
	P1	P2	P3	P4
001	6.0603	7.6949	6.0823	6.7419
002	44.679	46.6764	18.337	20.5125
003	26.2881	7.0804	30.6424	9.9353
004	28.4680	9.0503	11.3467	7.1068
005	27.2478	10.2585	11.8755	40.5391

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ก5 ตารางการบันทึกข้อมูล TSS (Brix)

N° (ddmmyy000)	TSS (Brix)		
	1	2	Average
001	17.6	17.5	17.55
002	21.6	21.7	21.65
003	21.3	21.2	21.25
004	17.7	17.8	17.75
005	18.5	18.5	18.5

ตาราง ก6 ตารางการบันทึกข้อมูล Physical properties (normal, yellow gumming, translucent, hardening pericarp) และ pH

N° (ddmmyy000)	Physical properties				pH
	normal	yellow gumming	translucent	hardening pericarp	
001	√				3.51
002		√			3.81
003			√		3.48
004				√	3.40
005				√	3.82

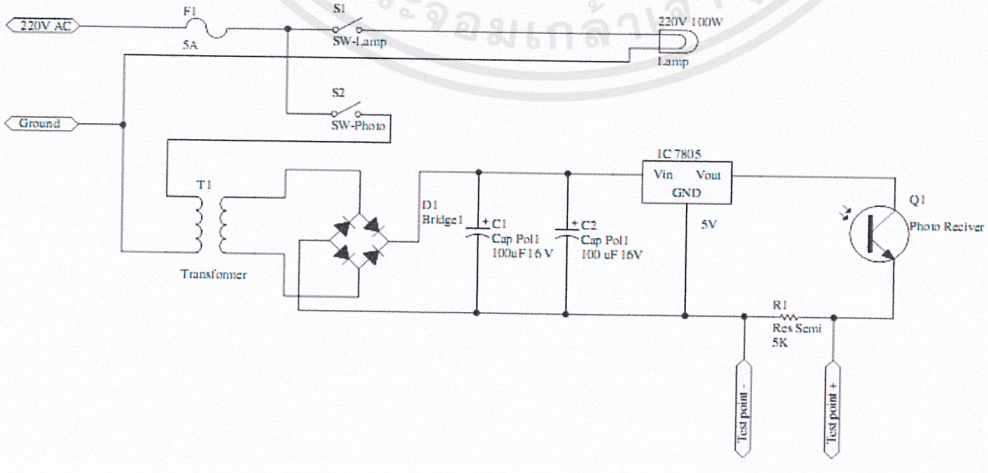
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

Photo sensor

การออกแบบและสร้างอุปกรณ์เพื่อใช้สำหรับการวัด ทำการออกแบบโครงร่างแผนวงจรและโครงสร้างของตัวอุปกรณ์เพื่อใช้ในการทดลองนี้ โดยเขียนแบบอย่างง่ายเพื่อกำหนดสเกลและขนาดของเครื่องเพื่อความเหมาะสมในการทดลองและสะดวกต่อการใช้งาน ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงประโยชน์ใช้สอยและความปลอดภัยในการใช้อุปกรณ์สำหรับการทดลองนี้ การออกแบบอุปกรณ์ที่สร้างขึ้นนี้สามารถนำไปพัฒนาและปรับปรุงแก้ไขเพื่อนำใช้ในเชิงพาณิชย์ในอนาคตต่อไป ฉะนั้นจึงได้ออกแบบอุปกรณ์สำหรับการวัดดังนี้

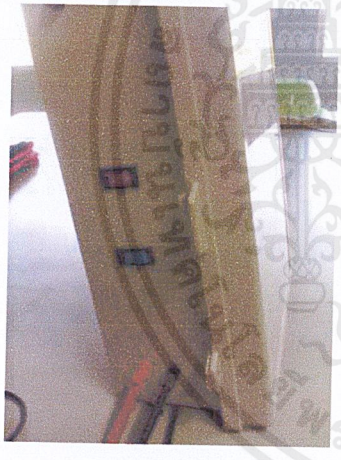
1) ออกแบบโครงร่างแผงวงจรไฟฟ้า โดยแผงวงจรที่สร้างขึ้นแบ่งออกเป็น 2 วงจรคือ วงจรหลอดไฟกระแสสลับ 220 โวลต์ ขนาด 100 วัตต์ และวงจรโฟโต้ทรานซิสเตอร์ โดยใช้ฟิวส์ 5 แอมแปร์ทั้ง 2 วงจร ต่อเข้ากับสวิตซ์ปิด-เปิดหลอดไฟ halogen โดยสวิตซ์ปิด-เปิดวงจรโฟโต้ทรานซิสเตอร์ทำหน้าที่เป็นตัวตัดไฟเลี้ยงของหม้อแปลงทรานฟอร์เมอร์ซึ่งเชื่อมต่อกระแสไฟจากวงจรหลอดไฟกระแสสลับ 220 โวลต์ หม้อแปลงทรานฟอร์เมอร์ก็จะทำหน้าที่ลดระดับแรงดันไฟฟ้าจากกระแสสลับ 220 โวลต์เป็น 6 โวลต์ จากนั้นไดโอด บริดจ์ก็จะทำหน้าที่แปลงกระแสไฟสลับเป็นกระแสตรง เนื่องจากกระแสไฟที่แปลงได้ยังไม่คงที่จึงต่อคาปาซิเตอร์ 100 ไมโครฟารัด ขนาด 16 โวลต์ จำนวน 2 ตัว ซึ่งทำหน้าที่ลดระดับ Ripple ไฟฟ้ากระแสตรงที่ได้จาก ไดโอด ทำให้ไฟที่ได้เรียบขึ้น จากนั้นต่อ IC 7805 เพื่อรักษาระดับแรงไฟฟ้าของ output ให้คงที่ที่ 5 โวลต์ ตลอดเวลา โฟโต้ทรานซิสเตอร์ ชนิด Receiver ทำหน้าที่เหมือนสะพานไฟซึ่งจะปล่อยไฟให้ไหลไปตกคร่อม resistor 5 K R1 ซึ่งปริมาณของกระแสไฟฟ้าที่ไหลไปนี้ จะมีอัตราส่วนแปรผันตาม ปริมาณของแสง ที่ตกกระทบกับตัวโฟโต้เซนเซอร์ โดยวัดค่าของกระแสไฟฟ้าได้จากแรงดันตกคร่อม R1 แรงดันตกคร่อม R1 นี้คือจุดที่เรานำมาใช้ หาอัตราส่วนการเปลี่ยนแปลงของปริมาณแสง ดังแสดงในภาพที่ 1ข



ภาพที่ 1ข แสดงโครงร่างแผงวงจรไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) ทำการออกแบบอุปกรณ์สำหรับการวัด เป็นลักษณะกล่องพลาสติกแบบทึบแสงทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาด 15 x 28 x 35 เซนติเมตร กล่องเปิดทางด้านหน้า ภายในตัว กล่องติดหลอด Halogen 50 วัตต์ไว้ด้านบน ส่วนด้านล่างเป็นphotosensor ซึ่งฝังอยู่ในแผ่นยางกันความร้อนและเจาะรูให้เห็นตัวphotosensor ซึ่งระยะห่างจากphotosensor กับหลอด Halogen เท่ากับ 23 เซนติเมตร จากนั้นนำแผงวงจรมาติดไว้ด้านข้างหลอด Halogen เพื่อเชื่อมต่อไฟเข้าวงจรจากสายไฟของหลอด Halogen แล้วนำphotosensorมาเชื่อมต่อกับวงจรเพื่อให้photosensorทำงาน โดยสามารถเปลี่ยนphotosensorในการทดลองได้ ด้านข้างกล่องภายนอกติดสวิตซ์เปิด-ปิดของวงจรและหลอด Halogen ไว้ จากนั้นนำเครื่องโวลต์มิเตอร์ ต่อเข้ากับอุปกรณ์เพื่อวัดค่ามิลลิโวลต์ที่เปลี่ยนแปลงของphotosensor



ภาพที่ ข2 สวิตซ์ปิด-เปิด

ภาพที่ ข3โวลต์มิเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

การวิเคราะห์จำแนกประเภท

1. Discriminant Analysis

(ศิริชัย กาญจนวาสี, 2550 กัลยา วินิชย์บัญชา,2551 และเพชรน้อย สิงห์ช่างชัย,2548)

การวิเคราะห์จำแนกประเภท เป็นเทคนิคการวิเคราะห์ที่เหมาะสำหรับการนำตัวแปรอิสระหลายตัว ซึ่งวัดในมาตรอันตรภาคหรืออัตราส่วน ไปทำนายตัวแปรตาม ซึ่งเป็นตัวแปรกลุ่มหรือตัวแปรจัดประเภท (Categorical Variable) ตัวแปรกลุ่มอาจเป็นตัวแปรจัดประเภทแบบ 2 กลุ่มหรือมากกว่าก็ได้ ถ้าเป็นการจำแนก 2 กลุ่มเรียกว่า Two-group Discriminant Analysis ถ้าจำแนกมากกว่า 2 กลุ่มเรียกว่า Multiple Discriminant Analysis (MDA) แนวคิดของการจำแนกทดสอบสมมติฐาน คือการหาว่าค่าเฉลี่ยของตัวแปรต้นแต่ละกลุ่มมีค่าเท่ากันหรือไม่ การทดสอบนัยสำคัญทางสถิติเป็นการทดสอบระยะห่างระหว่างค่า centriod (ค่าเฉลี่ยของคะแนนจำแนกของแต่ละกลุ่ม) ของแต่ละกลุ่ม ทำให้ได้ฟังก์ชั่นการจำแนกไว้อธิบายว่าสามารถจำแนกกลุ่มใดด้วยตัวแปรใด การวิเคราะห์วิธีนี้นอกจากจะสามารถจำแนกระหว่างกลุ่มได้อย่างสูงสุดแล้ว ยังสามารถบอกธรรมชาติบางอย่างของการจำแนกนั้นด้วย เช่นบอกว่าตัวแปรใดจำแนกได้ดีมากน้อยกว่ากัน นั่นคือสามารถบอกประสิทธิภาพหรือน้ำหนักในการจำแนกของแบบสอบถาม นอกจากนี้การวิเคราะห์จำแนกประเภทยังสามารถพยากรณ์การเข้าสู่กลุ่มของข้อมูลใหม่ด้วย ดังนั้นการวิเคราะห์จำแนกประเภทจึงเป็นเทคนิคการวิเคราะห์ความสัมพันธ์หรือการหาสาเหตุเทคนิคหนึ่ง

วัตถุประสงค์ของการใช้การวิเคราะห์จำแนกประเภท

การวิเคราะห์จำแนกประเภท ช่วยทำความเข้าใจความแตกต่างระหว่างกลุ่มและการจำแนกกลุ่มอย่างถูกต้อง ใช้ในกรณีที่คำถามการวิจัย ต้องการคาดคะเนความสัมพันธ์หรือทำนายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร โดยสามารถตอบคำถามวิจัยได้ดังนี้

1. ทดสอบความแตกต่างระหว่างกลุ่มตั้งแต่ 2 กลุ่มขึ้นไป ว่ามีค่าเฉลี่ยของชุดตัวแปรต้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญหรือไม่ โดยใช้การเปรียบเทียบค่ากลางของกลุ่ม (Group centroid)

2. สร้างฟังก์ชั่นการจำแนกกลุ่ม มิติการจำแนก ระหว่างกลุ่ม จากชุดของตัวแปรต้นหรือตัวแปรจำแนก ว่า มีมิติหรือฟังก์ชันใดบ้าง

3. พิจารณาว่าตัวแปรอิสระตัวใดบ้างเป็นตัวแปรที่สำคัญที่ใช้ในการแบ่งกลุ่ม หรือตอบคำถามว่าลักษณะความแตกต่างของกลุ่มตัวอย่างเกิดขึ้นจากตัวแปรใด

4. ใช้พยากรณ์ข้อมูลหน่วยใหม่ เข้ารวมเป็นกลุ่มที่ทราบล่วงหน้าบนพื้นฐานของกลุ่มชุดตัวแปรต้นที่เหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์

ตัวแปรอิสระ ที่ใช้ในการวิเคราะห์จำแนกสามารถคัดเลือกได้จากผลงานวิจัยที่ผ่านมา หรือทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งการพิจารณาด้วยเหตุผลว่าตัวแปรใดบ้างที่น่าจะมีความสำคัญต่อการทำนายหรือจำแนกการเป็นสมาชิกของกลุ่มในตัวแปรตาม ตัวแปรอิสระต้องเป็นตัวแปรเชิงปริมาณในระดับอันตรภาคชั้น หรืออัตราส่วน หรือตัวแปรนามบัญญัติที่ปรับเป็นตัวแปรหุ่น (dummy variable)

ตัวแปรตาม จะต้องเป็นตัวแปรจัดประเภท ซึ่งอาจเป็น 2 กลุ่ม หรือมากกว่า การจำแนกสมาชิกของแต่ละกลุ่มจะต้องขาดจากกัน (Exclusive)คือเป็นสมาชิกแค่กลุ่มใดกลุ่มหนึ่งเท่านั้น และการจัดกลุ่มจะต้องครอบคลุมกลุ่มทั้งหมด (Exhaustive) และตัวแปรอิสระแต่ละตัวไม่ควรมีความสัมพันธ์กันสูงมาก

ข้อมูลต้องมาจากกลุ่มตัวอย่าง ที่มีจำนวนเพียงพอ ซึ่งควรใช้ขนาดกลุ่มตัวอย่างประมาณ 20 เท่าของจำนวนตัวแปรอิสระ นอกจากนี้แต่ละกลุ่มควรมีจำนวนตัวอย่างหรือสมาชิกไม่ต่ำกว่า 20 และแต่กลุ่มควรมีจำนวนตัวอย่างใกล้เคียงกันกรณีที่กลุ่มใดกลุ่มหนึ่งมีจำนวนสมาชิกแตกต่างจากกลุ่มอื่นๆ เป็นอย่างมาก ควรสุ่มสมาชิกออกบางส่วนเพื่อให้จำนวนสมาชิกแต่ละกลุ่มพอๆ กัน นอกจากนี้ข้อมูลต้องไม่มีค่า Missing เลยดังนั้นข้อมูลแต่ละชุดต้อมมีตัวแปรอิสระและตัวแปรตามครบทุกตัว

เงื่อนไขและข้อตกลงเบื้องต้น

ข้อตกลงเบื้องต้น ที่สำคัญของการวิเคราะห์จำแนกประเภทมีดังนี้

1. ข้อมูลที่ใช้วิเคราะห์ต้องมีการกระจายแจกแจงเป็นโค้งปกติ โดยเฉพาะตัวแปรอิสระต้องมีการแจกแจงเป็นโค้งปกติเสมอ แต่ตัวแปรตามอาจจะมีข้อยกเว้นได้ แต่ถ้าข้อมูลทั้งหมดแจกแจงเป็นโค้งปกติก็จะทำให้การวิเคราะห์มีความถูกต้องน่าเชื่อถือยิ่งขึ้น

2. ตัวแปรอิสระมีข้อมูลในระดับอันตรภาคชั้นหรืออัตราส่วน หรืออัตราส่วน หรือตัวแปรนามบัญญัติที่ปรับเป็นตัวแปรหุ่น (dummy variable)

3. กลุ่มย่อยในตัวแปรตามมีเมตริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมเท่ากัน (Equal Variance – Covariance Matrices) การทดสอบความเป็นเอกพันธ์ของเมตริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วม นิยมใช้ Box's M test ถ้าเมตริกซ์ ดังกล่าวของแต่ละกลุ่มย่อยในตัวแปรตามไม่เท่ากันจะมีผลต่อความผิดพลาดในการจำแนกกลุ่ม

4. ตัวแปรอิสระ 2 ตัวขึ้นไปไม่มีความสัมพันธ์กันสูง ถ้าหากพบว่ามีคู่ใดที่ มีความสัมพันธ์กันสูงกว่า 0.5 (Multicollinearity) จะต้องตัดตัวแปรอิสระคู่นั้นออก

5. ตัวแปรค่าที่มีค่ากระจายออกจากกลุ่มอย่างผิดปกติ (Outliers) จะส่งผลต่อความถูกต้องของการจำแนกกลุ่ม จึงควรตัดค่าที่มีการกระจายผิดปกติออกไปก่อนการวิเคราะห์ข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. จำนวนกลุ่มตัวอย่างในแต่ละกลุ่ม ควรมีจำนวนใกล้เคียงกัน ข้อตกลงเบื้องต้นข้อนี้อาจจะถูกละเมิดในกรณีที่กลุ่มตัวอย่างมาจากการสุ่มโดยอาศัยความน่าจะเป็น จะทำให้ได้จำนวนกลุ่มตัวอย่างที่คำนวณจากจำนวนประชากร

7. ค่าความแปรปรวนร่วมของตัวแปรอิสระแต่ละตัว ในแต่ละกลุ่มต้องใกล้เคียงกันและเมตริกซ์การแปรปรวนร่วมของแต่ละกลุ่มต้องเท่ากันหรือใกล้เคียงกันเสมอ

8. ความสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระ และตัวแปรตาม ต้องมีความสัมพันธ์กันเชิงเส้นเท่านั้น

การสรุปหรือแปลผลการวิเคราะห์

การสรุปผลการวิเคราะห์ว่า ตัวแปรอิสระตัวใดมีความสำคัญต่อการจำแนกกลุ่ม สามารถพิจารณาจากค่าต่อไปนี้

1. น้ำหนักการจำแนกมาตรฐาน หรือที่เรียกว่า สัมประสิทธิ์การจำแนก (Discriminant Coefficient) น้ำหนักมาตรฐานที่ได้ ถ้ามีค่าสูงแสดงว่า มีอำนาจจำแนกฟังก์ชั่นได้มากกว่าตัวที่มีค่าน้อย หมายถึงความสามารถในการจำแนกกลุ่มประชากรออกเป็นกลุ่มต่างๆได้ดี โดยไม่ต้องพิจารณาค่า + หรือ - เพราะเป็นเพียงค่าที่แสดงถึงทิศทางเท่านั้น

2. น้ำหนักการจำแนก (Discriminant Loading) หรือความสัมพันธ์เชิงโครงสร้าง เป็นสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นแต่ละตัวกับฟังก์ชั่นจำแนกนิยมใช้ค่านี้ในการบอกถึงความสำคัญของตัวแปรจำแนกมากที่สุด

3. ค่าสถิติเอฟบางส่วน (Partial F Values) ใช้ในการบอกถึงการมีอำนาจจำแนก ค่า F ที่สูงแสดงว่ามีค่าอำนาจจำแนกที่สูงในทางปฏิบัติ การเรียงลำดับค่า F จึงเปรียบเสมือนการเรียงลำดับน้ำหนักความสำคัญ ซึ่งสัมพันธ์กับระดับนัยสำคัญของแต่ละตัวแปร

4. ค่า Potency Index เป็นอำนาจจำแนกรวมทั้งหมดของตัวแปรจากทุกฟังก์ชั่นจำแนกที่มีนัยสำคัญทางสถิติ ใช้สำหรับประเมินความสำคัญของตัวแปรจำแนกในกรณีที่มีฟังก์ชั่นการจำแนกตั้งแต่ 2 ฟังก์ชั่น ขึ้นไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

การวิเคราะห์เชิงปริมาณ

(Quantitative analysis)

1. Quantitative analysis (archive.lib.cmu.ac.th.)

การวิเคราะห์เชิงปริมาณโดยทั่วไปต้องมีการสร้างสมการทำนายปริมาณองค์ประกอบทางเคมี (calibration equation developed) ในการสร้างสมการจำเป็นต้องมีกลุ่มตัวอย่างที่ใช้สร้างสมการถดถอยเชิงเส้นระหว่างข้อมูลวิเคราะห์ทางเคมีกับข้อมูลสเปกตรัมกลุ่มตัวอย่างที่ดีจะต้องมีจำนวนตัวอย่างที่นำมาวิเคราะห์อย่างพอเพียงทั้งตัวอย่างในปัจจุบันและตัวอย่างที่จะนำมาวิเคราะห์ในอนาคตโดยเฉพาะปริมาณองค์ประกอบทางเคมีจะต้องมีค่าครอบคลุมปริมาณทั้งต่ำสุดและสูงสุดของตัวอย่างโดยมีการสุ่มตัวอย่าง (sampling) ที่ถูกต้องเพียงพอและเป็นตัวแทนที่ดีของประชากรการสุ่มตัวอย่างถือเป็นขั้นตอนที่สำคัญในการที่จะได้สมการทำนายปริมาณองค์ประกอบทางเคมีที่ดีทำให้ค่าผิดพลาดที่ได้จากการทดลองลดลงนอกจากนี้ควรพิจารณา วิธีวิเคราะห์ทางเคมีซึ่งควรเป็นวิธีที่เป็นมาตรฐานและมีความแม่นยำเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้อง เนื่องจากส่งผลต่อสมการที่สร้างขึ้นต่อไป

Multiple linear regression (MLR) เป็นการวิเคราะห์ผลทางสถิติที่นำตัวแปรอิสระ (X) มากกว่าหนึ่งตัวมาใช้ในการประเมินค่าตัวแปรตาม (Y) การพิจารณาความสัมพันธ์เชิงปริมาณของตัวอย่างจากหลายความยาวคลื่นการใช้เทคนิค MLR ในการสร้างสมการโดยใช้ตัวแปรอิสระที่ได้จากการเลือกความยาวคลื่นมากกว่าหนึ่งความยาวคลื่นมาหาความสัมพันธ์กับตัวแปรตามการสร้างสมการด้วยวิธี MLR มีข้อเสียคือในการคัดเลือกตัวแปรอิสระหรือความยาวคลื่นที่เหมาะสมจากความยาวคลื่นทั้งหมดมาสร้างสมการอาจได้ข้อมูลที่ไม่ครอบคลุมมากพอทำให้ค่าที่ทำนายได้จากวิธีนี้มีค่าต่ำกว่าหรือสูงกว่าค่าที่แท้จริงสมการ MLRสามารถเขียนได้ดังนี้คือ

$Y = b0 + b1X1 + b2X2 \ldots + bnXn$

เมื่อ X1, X2,..., Xn = ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น n ตำแหน่ง

b0, b1, b2,..., bn = ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยที่ความยาวคลื่น n ตำแหน่ง

สมการทำนายที่สร้างขึ้นมีความเหมาะสมหรือไม่ สามารถพิจารณาได้จากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation coefficient; R)

ขั้นตอนการทดสอบสมการ (Validation test)

เมื่อได้สมการทำนายค่าองค์ประกอบทางเคมีแล้ว ต้องมีการทดสอบประสิทธิภาพของสมการก่อนนำไปใช้จริง ซึ่งมี 2 วิธีคือ

1 validation เป็นการทดสอบภายในกลุ่มตัวอย่าง (internal validation)โดยตัวอย่างที่นำมาทดสอบสมการ คือ ตัวอย่างชุดเดียวกับที่ใช้สร้างสมการทำนายค่าทางเคมี โดยมีขั้นตอนการทดสอบดังนี้ ตัดตัวอย่างที่ 1 ออกจากชุดตัวอย่างที่ใช้สร้างสมการทำนายค่าทางเคมีจากนั้นใช้ตัวอย่างที่เหลือทำการคำนวณหาสมการ เมื่อได้สมการแล้ว จึงนำตัวอย่างที่ 1 มาทดสอบสมการ ขั้นต่อไปใส่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างที่ 1 กลับคืน และตัดตัวอย่างที่ 2 ออกจากชุดตัวอย่าง แล้วจึงสร้างสมการทำนายค่าทางเคมี นำสมการที่ได้จากการทำนายของตัวอย่างที่ 2 ทำขั้นตอนข้างต้นซ้ำจนกระทั่งหาค่าทางเคมีของตัวอย่างครบทั้งชุด

2. Prediction testing เป็นการทดสอบสมการแบบภายนอกกลุ่มตัวอย่าง (external validation) โดยการเตรียมตัวอย่างชุดใหม่มาทำการวิเคราะห์ในสภาวะการทดลอง เช่นเดียวกันกับ 17ตัวอย่างที่ใช้สร้างสมการทำนายค่าทางเคมี (calibration set) รวมถึงวิธีการแปลงข้อมูลสเปกตรัมก็ต้องเป็นชุดเดียวกันกับตัวอย่าง calibration set เรียกชุดตัวอย่างที่นำมาทดสอบสมการนี้ว่าชุดทดสอบ (validation set) วิธีการเตรียมตัวอย่างทำเช่นเดียวกับกลุ่มตัวอย่างใน calibration setแต่จุดที่ต้องระวังคือ ค่าองค์ประกอบทางเคมีที่ต้องการหาในตัวอย่าง validation set ต้องมีค่าอยู่ในช่วงเดียวกับ calibration set หลังจากได้สเปกตรัมของชุด validation set นำค่าที่ได้ไปคำนวณจากสมการทำนายองค์ประกอบทางเคมี จากนั้นดูผลการคำนวณที่ได้จากค่าสถิติ ถ้าผลการทำนายปริมาณองค์ประกอบทางเคมีใกล้เคียงกับผลที่อ้างอิง และให้ค่าทางสถิติที่ดี แสดงว่าสมการทำนายปริมาณองค์ประกอบทางเคมีนั้นยอมรับได้ และสามารถนำไปใช้ทำนายปริมาณตัวอย่างต่อไปได้อย่างถูกต้อง

ค่าทางสถิติที่ใช้ในการพิจารณาการสร้างสมการ

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation coefficient; R) คือ ค่าที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ (X) และตัวแปรตาม (Y) หากค่าที่คำนวณได้มีค่าเข้าใกล้ 1 หรือเท่ากับ 1 หมายความว่า สมการที่สร้างขึ้นสามารถนำมาใช้ในการอธิบายค่าทำนายที่เกิดจากอิทธิพลของตัวแปรอิสระ (X) กับค่าแปรตาม (Y) ที่มีความสัมพันธ์กันมาก เกณฑ์การพิจารณายอมรับค่า R

ตารา ง1 เกณฑ์การพิจารณาค่า R และ R2

Value of R	Value of R2	Interpretation
Up to ± 0.5	Up to 0.25	Not usable in NIRS calibration
± 0.51 – 0.70	0.26 – 0.49	Poor correlation, research the reasons
± 0.71 – 0.80	0.50 – 0.64	Rough screening
± 0.81 – 0.90	0.66 – 0.81	Screening and approximate calibration
± 0.91 – 0.95	0.83 – 0.90	Usable with caution for most applications, including research
± 0.96 – 0.98	0.92 – 0.96	Usable in most applications, including quality assurance
± 0.99 >	0.98 >	Usable in any application

แหล่งที่มา: archive.lib.cmu.ac.th.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ง2 เกณฑ์การพิจารณาค่า RPD

RPD Value	Classification	Application
0.0 – 2.3	Very poor	Not recommended
2.4 – 3.0	Poor	Rough screening
3.1 – 4.9	Fair	Screening
5.0 – 6.4	Good	Quality control
6.5 – 8.0	Very good	Process control
8.1 >	Excellent	Any application

แหล่งที่มา: archive.lib.cmu.ac.th.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ

หลักการจำแนกข้อมูลเชิงวัตถุ

object base image analysis

หลักการจำแนกข้อมูลเชิงวัตถุ (http://www.gotoknow.org)

การประมวลผลและจำแนกข้อมูลภาพโดยหลักแล้ว แบ่งเป็น 2 วิธีด้วยกันคือ

1) image-centered approach ซึ่งเป็นวิธีการในการเอาข้อมูลมาสร้างแบบจำลองแล้วใช้แบบจำลองที่สร้างขึ้นประมาณการณ์ปรากฏการณ์หรือสิ่งที่สนใจ

2) data-centered approach ซึ่งเป็นวิธีการในการเอาข้อมูลมาแบ่งกลุ่มและจำแนกชั้นข้อมูล เช่น แบบ supervised, unsupervised, hybrid classification เพื่อจำแนกสิ่งปกคลุมดินและการใช้ที่ดิน

ทั้งนี้ในด้านรีโมทเซนซิ่งการประมวลผลและจำแนกข้อมูลภาพดังกล่าวจะมีความสัมพันธ์กับจุดภาพ (pixel) ที่ปรากฏบนภาพดาวเทียม โดยมีลักษณะสำคัญที่เกี่ยวข้องกับการนำจุดภาพไปใช้วิเคราะห์สามประการ คือ ขนาด ตำแหน่ง และค่าประจำของแต่ละจุดภาพ โดยจุดภาพจะถูกเปลี่ยนเป็นภาพเชิงวัตถุ (object image) ซึ่งเป็นกลุ่มของจุดภาพที่มีความหมายเพื่อแปลตีความและอธิบายลักษณะที่ปรากฏในโลกจริง (real world) ต่อไป

ความสามารถในการให้รายละเอียดเชิงพื้นที่ (high resolution) ของดาวเทียมรายละเอียดสูงและสูงมากหลายดวงในปัจจุบัน ทำให้เกิดความต้องการในรูปแบบวิธีการใหม่ๆ เข้ามาช่วยสนับสนุนในการวิเคราะห์ภาพ การจำแนกข้อมูลภาพหรือการแบ่งส่วนภาพ (image segmentation) เป็นรูปแบบวิธีการหนึ่งที่ถูกนำมาใช้มากกับข้อมูลรายละเอียดสูงในการจำแนกข้อมูลภาพเชิงวัตถุ (object base image analysis) เพื่อแปลตีความข้อมูลจากจุดภาพและสกัดข้อมูลที่มีลักษณะเป็น mixed pixel จากดาวเทียมที่มีรายละเอียดเชิงพื้นที่ที่แตกต่างกัน ทั้งนี้คำนิยามของคำว่ารายละเอียดเชิงพื้นที่สูงหรือต่ำ ขนาดจุดภาพ (pixel size) ในภาพดาวเทียมแล้ว ขนาดของวัตถุที่ตรวจวัดก็เป็นส่วนหนึ่งที่ถูกนำมาวิเคราะห์

การจำแนกข้อมูลภาพเชิงวัตถุเป็นหลักการของการจำแนกข้อมูลภาพเพื่อตีความหรืออธิบายปรากฏการณ์หรือสิ่งที่ปรากฏบนโลกจริง โดยมีวิธีการที่สำคัญคือการทำ segmentation ทั้งนี้ segmentation คือการแบ่งส่วนภาพ (image) ออกเป็นหลายพื้นที่ (region) หรือวัตถุ (object) หลายชนิด ตามลักษณะของการเป็นเนื้อเดียวกันหรือมีความสัมพันธ์กัน (homogenous areas, relatively homogeneous areas) เพื่อพยายามสร้างวัตถุและใช้วัตถุที่สร้างขึ้นมาอธิบายชั้นข้อมูล (class) แบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ pixel-based segmentation method, edge based segmentation method และ region based segmentation method โดยที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) pixel-based segmentation method เป็นการแบ่งส่วนภาพโดยใช้ค่า threshold เช่น คุณสมบัติของความเข้มแสงหรือ histogram มาเป็นตัวตัดสินเพื่อกำหนดกลุ่มของข้อมูลในการแบ่ง class

2) edge based segmentation method เป็นการแบ่งส่วนภาพโดยใช้ความไม่ต่อเนื่องของภาพ บริเวณขอบของวัตถุต่างชนิดกันมาเป็นตัวแบ่ง มี 3 ขั้นตอน คือ (1) ทำ filtering เพื่อกรองข้อมูลและขจัดจุดภาพรบกวน (2) ทำ enhancement เพื่อปรับปรุงคุณภาพข้อมูลและเน้นส่วนที่เป็นขอบเขตวัตถุบนภาพ และ (3) การ detection เป็นการตรวจจับและสร้างขอบเขตวัตถุและให้คำอธิบายข้อมูล

3) region based segmentation method แบ่งออกเป็น 3 แบบ คือ (1) region growing technique ซึ่งเป็นกระบวนการขยายกลุ่มของจุดภาพหรือ sub-region ให้มีขนาดที่ใหญ่ขึ้นตามเกณฑ์ที่กำหนด โดยการขยายกลุ่มอาจจะเริ่มจากกลุ่มของ pixel ที่เรียกว่า seed pixels และขยายพื้นที่ไปยัง neighboring pixel ที่มีคุณสมบัติคล้ายกัน (เช่น กำหนดช่วงของ gray level หรือสี) โดยการเลือก seed pixels มักจะขึ้นอยู่กับลักษณะของ image (2) region merging and splitting technique เป็นเทคนิคในการรวมหรือแยกจุดภาพเพื่อให้เกิด object โดยเทคนิค merging จะเริ่มจาก initial region ซึ่งอาจเป็นจุดภาพเพียงหนึ่งจุดภาพแล้วทำการรวมจุดภาพที่เหมือนกันเข้าด้วยกันจนได้ object ส่วนเทคนิค splitting จะเริ่มจาก large segments แล้วแบ่งส่วนย่อยให้มีขนาดเล็กลงจนกว่าจะได้ object ที่ไม่เป็น homogeneous และ (3) combination techniques เป็นวิธีการแบ่งส่วนภาพที่มีการผสมแบบ region growing และ region merging and splitting techniques เข้าด้วยกัน

แนวคิดหลักของการทำ segmentation คือการจัดส่วนของข้อมูลหรือภาพที่มีลักษณะ homogeneous เข้าด้วยกัน โดยอาศัยกระบวนการวิเคราะห์ทางสถิติของค่าข้อมูล มีหลายวิธีและใช้อัลกอริทึมที่ต่างกันไป เช่น unsupervised texture recognition by extracting local histograms, Gabor wavelet scale-space representation with frequency, Markov Random Fields (MRF), Maximum *a posteriori* (MAP) probability, watershed transformation, multi-fractal image analysis ซึ่งวิธีการเหล่านี้สามารถใช้ช่วยในการจำแนกสิ่งปกคลุมดินและสิ่งปกคลุมดินได้ ดังเช่น การวิเคราะห์แบบ Per-field classification approaches ที่มีพื้นฐานมาจากวิธีการ multi-fractal image analysis สามารถใช้จำแนกพื้นที่เกษตรได้ดีกว่าการวิเคราะห์แบบ per-pixel classification เนื่องจากสามารถให้ข้อมูล field หรือ parcel ที่แสดงขอบเขตของวัตถุ เช่น พื้นที่เกษตรแต่ละแปลง สวน เมือง หรือถนน เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้