

โปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อคัดคุณภาพมะม่วง
Computer Application Sorting and Grading of Mango



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตร์
สาขาวิชาวิศวกรรมอาหาร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ.2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปีการศึกษา 2550

โปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อคัดคุณภาพมะม่วง
Computer Application Sorting and Grading of Mango



อาจารย์ที่ปรึกษา
อาจารย์มรรคา จิโนรส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญาโทปีการศึกษา 2550

ภาควิชาวิศวกรรมอาหาร

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง โปรแกรมเพื่อตัดคุณภาพมะม่วง

ผู้จัดทำ

1. นางสาว พชรินทร์ หาญอาษา
2. นางสาว ศิษฏ์วิมล พลหงษ์
3. นางสาว วิภาดา เขียวรัตน์ชัย



.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(อาจารย์มธุรดา จิโนรส)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	โปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อคัดคุณภาพมะม่วง	
นักศึกษา	นางสาวพัชรินทร์	หาญอาษา
	นางสาวพิชญา	พลหงษ์
	นางสาววิฑาดา	เจษฎารัตนชัย
รหัสนักศึกษา	47010502	
	47010511	
	47010700	
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	
สาขาวิชา	วิศวกรรมอาหาร	
พ.ศ.	2551	
อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์	อาจารย์ฉวีรุจา	จิโนรส

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

มหาดำรง

มะม่วงน้ำดอกไม้ (*Mangifera indica* L.) เป็นผลไม้ส่งออกที่สำคัญของประเทศไทย ซึ่งการส่งออกไปขายต่างประเทศนั้นต้องทำการควบคุมคุณภาพของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ตามมาตรฐานที่กรมส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศเป็นผู้กำหนด การคัดคุณภาพของมะม่วงสามารถทำได้โดยใช้แรงงานคน แต่อาจเกิดความผิดพลาดและช้า งานวิจัยนี้ได้ศึกษาวิธีการคัดคุณภาพของมะม่วงทั้งขนาด ระดับความสุกแก่ และตำหนิของมะม่วง โดยพัฒนา โปรแกรมเพื่อคัดคุณภาพของมะม่วงขึ้นด้วยโปรแกรม Microsoft Visual Basic 6 โดยโปรแกรมมีความสามารถในการคัดระดับความสุกแก่ของมะม่วงออกเป็น 2 ระดับ คือ อ่อน แก่ และคัดขนาดออกเป็น ใหญ่ กลาง เล็ก แล้วจึงให้โปรแกรมประเมินคุณภาพของมะม่วงออกเป็น 3 ชั้น คือ ชั้นพิเศษ ชั้นหนึ่ง และชั้นสอง ตามมาตรฐานมะม่วงส่งออก โดยโปรแกรมมีความแม่นยำในการคัด และใช้เวลาในการคัดน้อยกว่าการคัดด้วยมือ สามารถใช้งานได้ง่ายโดยวัดจากความเข้าใจของบุคคลทั่วไป เหมาะสมที่จะนำไปติดตั้งกับโรงงานอุตสาหกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title Computer Application Sorting and Grading of Mango
Students Miss Patcharin Hanarsa
 Miss Pitchaya Ponghong
 Miss Withada Jedsadaratanachai
Student ID. 47010502
 47010511
 47010700
Program Bachelor of Engineering
Program Food Engineering
Year 2008
Advisor Miss Maturada Jiarose

Abstract

Mango (*Mangifera indica* - L.) is favorite fruits for Thai exporting. The quality of the exported mango follows Thai Standard for Mango. Therefore, the sorting process is necessary for quality control purpose. This sorting task could be done by man but some errors may be found due to fatigue and experience of individual person. This research applied software which develop by Microsoft Visual Basic 6 to classify mango. Program can sorting ripeness of mangoes into 2 categories i.e. unripe and ripe and sorting sizes of mangoes into 3 categories i.e. big, medium and small. Then software can grading mangoes into 3 categories i.e. Extra Class, Class I and Class II follow Thai Standard for Mango.

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จได้ด้วยความช่วยเหลือจากอาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์มัธูรดา จิโนรส ที่ให้ความช่วยเหลือ ให้คำชี้แนะช่วยแก้ปัญหาตลอดจนให้ความรู้และประสบการณ์ที่ดีแก่ข้าพเจ้า รวมไปถึงอาจารย์ทุกท่านในภาควิชาวิศวกรรมอาหาร ที่ให้คำปรึกษาและชี้แนะเกี่ยวกับงานในทุก ๆ ด้าน

นอกจากนี้ผู้จัดทำต้องขอขอบคุณ เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการที่ให้เบิกใช้เครื่องมือตลอดจนเจ้าหน้าที่ห้องธุรการที่ให้คำแนะนำเกี่ยวกับการเบิกใบเสร็จของโครงการ

สำหรับคุณงามความดีอันใดที่เกิดจากปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้จัดทำขอมอบให้กับบิดามารดา ซึ่งเป็นที่รักและเคารพยิ่ง ตลอดจนครูอาจารย์ที่เคารพทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้และถ่ายทอดประสบการณ์ที่ดีให้แก่ข้าพเจ้า



สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VIII
สารบัญรูป.....	IX
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความสำคัญและที่มา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์.....	2
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
1.4 ขอบเขตของโครงการ.....	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	3
2.1 ข้อมูลทั่วไปของมะม่วง.....	3
2.1.1 พันธุ์มะม่วง.....	3
2.1.2 ลักษณะประจำของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้.....	5
2.1.3 การผลิตมะม่วงเพื่อการส่งออก.....	5
2.1.3.1 การปลูกและดูแลต้นมะม่วง.....	5
2.1.3.2 การเก็บเกี่ยวผลผลิต.....	5
2.1.3.3 การทำความสะอาด.....	6
2.1.3.4 การควบคุมโรคของผลมะม่วง.....	6
2.1.3.5 การคัดขนาดและคุณภาพ.....	6
2.1.3.6 การบ่มมะม่วง.....	7
2.1.3.7 การเก็บรักษาผลมะม่วง.....	8
2.1.3.8 การบรรจุมะม่วงเพื่อขนส่งภายในประเทศ.....	8
2.2 ระบบแมชชีนวิชั่น.....	9
2.2.1 ส่วนประกอบที่สำคัญของระบบแมชชีนวิชั่น.....	9
2.2.1.1 แหล่งกำเนิดแสง.....	9
2.2.1.2 อุปกรณ์รับภาพ.....	11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.1.3 ส่วนประมวลผล.....	11
2.3 ระบบการวัดสี	12
2.3.1 ระบบ Munsell.....	13
2.3.1.1 ระบบ CIE	14
2.3.1.2 CIE Tristimulus Value	14
2.3.1.3 CIE Chromaticity Coordinates	15
2.3.1.4 CIE L*,a*,b* (CIELAB).....	16
บทที่ 3 ระเบียบวิธีวิจัย	
3.1 อุปกรณ์.....	19
3.2 วิธีการ.....	19
3.2.1 การทดสอบเบื้องต้น	19
3.2.1.1 การทดสอบความเหมาะสมของการใช้ระบบสีต่าง ๆ ในการตัดสินใจปัจจัย และเกณฑ์การตัดคุณภาพมะม่วง.....	19
3.2.1.2 การทดสอบเบื้องต้นในเรื่องการหาค่าเทคนิคการวิเคราะห์ภาพของโปรแกรม ให้มีความถูกต้องและรวดเร็วมากที่สุด.....	20
3.2.1.3 การทดสอบหาเทคนิคเรื่องความถูกต้องแม่นยำของโปรแกรมเมื่อมีการ เปลี่ยนชุดไฟที่ใช้ในการถ่ายภาพมะม่วงด้วยการสอบเทียบ (Calibrate).....	20
3.2.2 ศึกษาความสัมพันธ์ของลักษณะภาพถ่ายของผลมะม่วงกับปัจจัยที่ต้องกร ตรวจสอบเพื่อตัดคุณภาพมะม่วง.....	20
3.2.2.1 การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนพิกเซลกับน้ำหนัก.....	20
3.2.2.2 การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนพิกเซลกับจุดค่า.....	21
3.2.2.3 การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่สีเหลืองกับพื้นที่ทั้งหมดของผล มะม่วงสุก.....	21
3.2.2.4 การศึกษาค่าสีของพิกเซลของมะม่วงสุก โดยพิจารณาจากค่า H(Hue) ใน ระบบ HSL	22
3.2.2.5 การศึกษาค่าสีของพิกเซลของจุดดำบนผลมะม่วง โดยพิจารณาจากค่า L(Lightness) ในระบบ HSL.....	23
3.2.3 การออกแบบโปรแกรมเพื่อตัดคุณภาพมะม่วง.....	24
3.2.3.1 เกณฑ์ในการออกแบบ โปรแกรมเพื่อตัดคุณภาพมะม่วงเพื่อการส่งออก.....	24
3.2.4 การทดสอบความเข้าใจในการใช้โปรแกรมของบุคคลทั่วไป.....	24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4 ผลการศึกษาวิจัย.....	25
4.1 สภาวะการถ่ายภาพและเทคนิคการปรับภาพ.....	25
4.1.1 การทดลองเทคนิคการปรับภาพเป็นภาพแบบระดับสีเทา (Grayscale) และภาพขาว-ดำ.....	25
4.1.2 การปรับปรุงสภาวะการถ่ายภาพ.....	26
4.1.2.1 โครงสร้างชุดทดลองสำหรับการถ่ายภาพมะม่วง.....	26
4.1.2.2 ตำแหน่งผลมะม่วง.....	27
4.1.2.3 สีของพื้นหลัง.....	27
4.1.2.4 การปรับขนาดภาพ.....	29
4.1.2.5 การจัดชุดหลอดไฟ.....	29
4.2 ผลการศึกษาความสัมพันธ์ของลักษณะภาพถ่ายของผลมะม่วงกับปัจจัยคุณภาพที่ต้องการตรวจสอบ.....	30
4.2.1 ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนพิกเซลกับน้ำหนัก.....	30
4.2.2 ผลการศึกษาค่าความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนพิกเซลกับจุดดำ.....	31
4.2.3 ผลการศึกษาค่าความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่สีเหลืองต่อพื้นที่ทั้งหมดของผลมะม่วงสุก.....	32
4.2.4 ผลการศึกษาค่าสีของพิกเซลของผลมะม่วงสุกโดยพิจารณาจากค่า H (Hue) ในระบบ HSL.....	33
4.2.5 ผลการศึกษาค่าสีของพิกเซลของจุดดำบนผลมะม่วงโดยพิจารณาจากค่าความสว่าง L (Lightness) ในระบบ HSL.....	34
4.3 ผลการออกแบบโปรแกรมเพื่อคัดคุณภาพมะม่วง.....	35
4.3.1 การทำงาน รวบรวมיעศและการแสดงผลของโปรแกรมเพื่อคัดคุณภาพมะม่วง.....	35
4.3.2 ส่วนช่วยเหลือของโปรแกรม.....	47
4.4 ผลการทดสอบของโปรแกรมเพื่อคัดคุณภาพมะม่วง.....	54
4.4.1 ผลการศึกษาค่าความถูกต้องของโปรแกรม.....	54
4.4.2 ผลการศึกษาค่าความเข้าใจโปรแกรมของผู้ใช้.....	55
4.4.3 ผลการทดสอบระยะเวลาในการวิเคราะห์ของโปรแกรม.....	56
4.4.4 การสอบเทียบกระดาษสีขาวมาตรฐาน.....	56
บทที่ 5 สรุปและวิจารณ์ผล.....	58
5.1 สรุปผลการศึกษาและทดลอง.....	58
5.1.1 การศึกษาค่าความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะภาพถ่ายและปัจจัยคุณภาพของมะม่วง.....	58

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1.2 การออกแบบและพัฒนาโปรแกรมเพื่อคัดคุณภาพมะม่วง.....	59
5.1.3 การทดสอบความสามารถในการทำงานของโปรแกรมเพื่อคัดคุณภาพมะม่วง...	60
5.2 ปัญหาที่พบ.....	60
5.3 ข้อเสนอแนะ	60
5.3.1 การนำผลการทดสอบไปใช้และพัฒนาโปรแกรม	61
5.3.2 ระเบียบวิธีวิจัย.....	61
5.3.3 ประเด็นวิจัยใหม่.....	61
5.3.4 การประเมินค่าใช้จ่าย	61



สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
3.1 ตัวอย่างตารางแสดงผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสุขของมะม่วงกับปริมาณฟิกเซลลี เหลือง.....	22
3.2 ตัวอย่างตารางแสดงค่า H (Hue) ของมะม่วงสุก.....	23
3.3 ตัวอย่างตารางแสดงค่าความสว่าง L (Lightness) ของจุดดำ.....	23
4.1 สรุปความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของผลมะม่วง (กรัม) และพื้นที่ผิว (ฟิกเซล, ตารางเซนติเมตร)..	31
4.2 แสดงค่าจำนวนฟิกเซลของจุดดำในเงื่อนไขต่าง ๆ	32
4.3 แสดงค่าความถูกต้องของโปรแกรมเพื่อคัดคุณภาพมะม่วงแบบคัด 2 ด้าน	55



สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 การเจริญเติบโตของมะม่วง.....	3
2.2 มะม่วงพันธ์ต่างๆ	4
2.3 การเก็บเกี่ยวผลผลิต	6
2.4 การคัดมะม่วง.....	7
2.5 การบ่มมะม่วง	7
2.6 การบรรจุมะม่วงสำหรับขายในประเทศ.....	8
2.7 การบรรจุมะม่วงสำหรับการส่งออก.....	9
2.8 Munsell Color Solids.....	13
2.9 แสดง CIE Chromaticity Diagram	16
2.10 กราฟแสดงค่า Hue Angle.....	18
3.1 ชุดทดลองสำหรับจำลองสภาวะการถ่ายภาพ.....	21
4.1 การปรับภาพเป็นขาว-ดำ.....	26
4.2 การหาค่าแทนของผลมะม่วง.....	26
4.3 ชุดทดลองสำหรับจำลองสภาวะการถ่ายภาพของผลมะม่วง.....	27
4.4 ภาพถ่ายผลมะม่วงที่มีพื้นหลังสีน้ำเงิน.....	28
4.5 ภาพถ่ายผลมะม่วงที่มีพื้นหลังสีดำ.....	28
4.6 ชุดหลอดไฟแบบที่ 1.....	29
4.7 ชุดหลอดไฟแบบที่ 2.....	30
4.8 ภาพมะม่วงที่มีสีเหลืองทุกทั้งผล.....	32
4.9 กราฟแสดงค่า H (Hue) ของมะม่วงสุก.....	33
4.10 ค่า H ที่ได้จาก โปรแกรม Paint.....	34
4.11 กราฟแสดงค่าความสว่าง L (Lightness) ของจุดดำบนผลมะม่วง.....	35
4.12 หน้าหลักของ โปรแกรมเพื่อคัดคุณภาพมะม่วง.....	36
4.13 กำหนดค่า.....	37
4.14 หน้าต่างเลือกเงื่อนไขการคัดของ โปรแกรมคัดคุณภาพมะม่วง.....	38
4.15 โปรแกรมคัดคุณภาพมะม่วงแบบ 1 ด้าน.....	39
4.16 หน้าต่างโปรแกรมการคัดคุณภาพมะม่วงแบบ 2 ด้าน.....	40
4.17 หน้าต่างโปรแกรมการคัดคุณภาพมะม่วงแบบผู้ใช้งานตนเอง.....	41
4.18 แสดงการเลือกขนาดมะม่วง.....	42
4.19 แสดงการเลือกความสุกของมะม่วง.....	43

IX

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.20 แสดงการเลือกปริมาณจุดดำบนผิวมะม่วง	43
4.21 การประมวลผลมะม่วงด้วยเงื่อนไขการคัดมะม่วง 1 ด้าน	43
4.22 การประมวลผลมะม่วงด้วยเงื่อนไขการคัด 2 ด้าน	44
4.23 ภาพการประมวลผลมะม่วงด้วยเงื่อนไขการคัดมะม่วงโดยผู้ใช้กำหนดเอง	44
4.24 แถบเครื่องมือของโปรแกรม	45
4.25 แผนผังแสดงการทำงานของโปรแกรม	46
4.26 หน้าหลักของส่วนช่วยเหลือของโปรแกรม	47
4.27 ส่วนช่วยเหลือของโปรแกรมในหัวข้อที่มาของโปรแกรม	48
4.28 ส่วนช่วยเหลือของโปรแกรมในส่วนการพัฒนาโปรแกรม	48
4.29 ส่วนช่วยเหลือของโปรแกรม (คู่มือการใช้โปรแกรม)	49
4.30 คู่มือการใช้โปรแกรมในส่วนหน้าหลักโปรแกรม	49
4.31 คู่มือการใช้โปรแกรมในส่วนการเลือกเงื่อนไขในการคัดคุณภาพมะม่วง	50
4.32 คู่มือการใช้โปรแกรมในส่วนการคัดมะม่วงแบบ 1 ด้าน	50
4.33 คู่มือการใช้โปรแกรมในส่วนการคัดแบบ 2 ด้าน	51
4.34 คู่มือการใช้โปรแกรมในส่วนการคัดโดยผู้ใช้กำหนดค่าเอง	51
4.35 การเลือกขนาดในส่วนการคัดโดยผู้ใช้กำหนดค่าเอง	52
4.36 การเลือกความสูงในส่วนการคัดโดยผู้ใช้กำหนดค่าเอง	52
4.37 การเลือกปริมาณจุดดำในส่วนการคัดโดยผู้ใช้กำหนดค่าเอง	53
4.38 ส่วนช่วยเหลือของโปรแกรม (ภาพการประมวลผลการคัดมะม่วงแบบ 1 ด้าน)	53
4.39 ส่วนช่วยเหลือของโปรแกรม (คำสั่งต่าง ๆ บนหน้าโปรแกรม)	54
4.40 ภาพการเปรียบเทียบระหว่างการใช้ฟลิชวและไฟสีส้มในการถ่ายภาพเพื่อใช้ในการสอบเทียบ	57

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มา

มะม่วงเป็นผลไม้ส่งออกที่สำคัญของประเทศไทย ซึ่งในปี พ.ศ. 2549 นั้นมีปริมาณการส่งออกถึง 10,652 ตัน มีมูลค่า 225,957 ล้านบาท (กรมศุลกากร, 2549) โดยการส่งออกไปขายยังต่างประเทศนั้นต้องทำการควบคุมคุณภาพของมะม่วงให้เป็นไปตามมาตรฐานที่กรมส่งเสริมการเกษตรกำหนด การคัดแยกระดับความสุกแก่ของมะม่วงสามารถทำได้โดยใช้แรงงานคน แต่อาจเกิดความผิดพลาดและล่าช้าเนื่องจากความแตกต่างของประสบการณ์ของแต่ละบุคคลและความเหนื่อยล้าเนื่องจากการทำงานติดต่อกันนาน

นอกจากการใช้สายตาและประสบการณ์ของคน ในการประเมินความสุกแก่ของมะม่วงแล้วยังสามารถประเมินความแก่ของมะม่วงโดยการตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงทั้งทางกายภาพ ได้แก่ ขนาด รูปร่าง ความหนาแน่นเนื้อ ความลึบจำเพาะ สีผิว และการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีของผลมะม่วง ซึ่งจะทำการศึกษาปริมาณน้ำตาล กรด และคาร์โบไฮเดรตที่สะสมอยู่ในเนื้อที่จะเปลี่ยนแปลงไปตามอายุของผลมะม่วง อย่างไรก็ตาม การทดสอบทางชีวเคมีเป็นการทดสอบแบบทำลายและต้องใช้เทคนิคซับซ้อนร่วมกับสารเคมีที่มีราคาแพง จึงไม่เป็นที่นิยม ดังนั้นเกษตรกรทั่วไปจึงใช้วิธีสังเกตมะม่วงที่อยู่ที่ผิวแต่ทั้งนี้ผลมะม่วงจะหลุดออกไปเมื่อมีการสัมผัส จึงอาจทำให้การประเมินความแก่ของมะม่วงไม่ถูกต้องนัก หรืออีกวิธีหนึ่งคือการนับอายุของมะม่วงโดยเริ่มตั้งแต่มะม่วงติดผลจนกระทั่งเก็บเกี่ยว แต่วิธีนี้ก็มีความคลาดเคลื่อนไปตามสภาพอากาศที่เปลี่ยนแปลงไปและสถานที่ที่เพาะปลูกอีกด้วย การประเมินค่าความลึบจำเพาะจึงเป็นวิธีที่ดีที่สุดในการประเมินความแก่ของมะม่วง โดยการนำมะม่วงมาลายน้ำหรือน้ำเกลือ ซึ่งมะม่วงที่มีความแก่เหมาะสมจะจมในน้ำคัลอยในน้ำเกลือที่มีความเข้มข้นระดับ ต่าง ๆ กัน แต่ทั้งนี้การลายนะม่วงในน้ำเกลือก็อาจมีผลต่อรสชาติ ความแน่นเนื้อ สีเปลือก สีเนื้อ และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้

จากวิธีการประเมินคุณภาพของมะม่วงที่กล่าวมานั้นจะเห็นได้ว่ามีความยุ่งยากในการปฏิบัติ ทำให้เกิดความเสียหายกับผลผลิต ใช้เวลานานและมีปัญหาการขาดแคลนแรงงานที่มีประสบการณ์ โปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อคัดคุณภาพของมะม่วงจึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่สามารถนำมาใช้คัดแยก ระดับความสุกของมะม่วง และขนาดของมะม่วงได้พร้อม ๆ กันอย่างรวดเร็ว โดยไม่ต้องใช้แรงงานคน และไม่ทำลายผลผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อหาวิธีการที่เหมาะสมในการคัดคุณภาพมะม่วงจากภาพถ่าย
2. เพื่อออกแบบและทดสอบโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อคัดคุณภาพมะม่วง

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถทดแทนแรงงานชำนาญงานที่ขาดแคลน
2. สามารถลดขั้นตอนและเวลาในการตรวจสอบคุณภาพของผลมะม่วง
3. เพิ่มอัตราการคัดคุณภาพมะม่วง
4. สามารถคัดแยกระดับความสุกของมะม่วงได้ถูกต้องและแม่นยำโดยไม่ต้องทำลายผลผลิต
5. นำผลการศึกษาและโปรแกรมไปประยุกต์ใช้ในการออกแบบระบบการคัดแยก ผลไม้ชนิดอื่น ๆ และสามารถนำไปใช้ในระดับอุตสาหกรรมได้

1.4 ขอบเขตของโครงการ

1. ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่าสีและความสุกของมะม่วง
2. ศึกษาวิธีวิเคราะห์ภาพถ่ายผลมะม่วง เพื่อคัดระดับความสุก ขนาดและตำหนิของมะม่วง
3. พัฒนาโปรแกรมคัดคุณภาพของมะม่วงด้วยโปรแกรม Microsoft Visual Basic 6 โดยโปรแกรมจะทำการวิเคราะห์ภาพถ่ายผลมะม่วง และคัดคุณภาพออกเป็น 3 ชั้น ได้แก่ ชั้นพิเศษ ชั้นหนึ่ง ชั้นสอง ตามมาตรฐานมะม่วงส่งออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ข้อมูลทั่วไปของมะม่วง

มะม่วงเป็นไม้ผลเมืองร้อนที่ปลูกเพื่อรับประทานผลและผลที่ได้นั้นสามารถรับประทานได้ทั้งดิบและสุก ในประเทศไทยมะม่วงสามารถปลูกและผลิตดอกออกผลได้ดีในพื้นที่ทุกจังหวัดและทุกภาคของประเทศแต่จะให้ผลแตกต่างกันไปตามสภาพของท้องถิ่น การออกผลของมะม่วงเริ่มจากระดับเส้นรุ้งที่ต่ำกว่าไปหาระดับเส้นรุ้งที่สูงกว่าเสมอ ระยะเวลาเก็บเกี่ยวผลมะม่วงน้ำดอกไม้ที่ปลูกในภาคต่างๆ มีช่วงเก็บเกี่ยวดังนี้ ภาคกลางและภาคตะวันตกเริ่มแก่และเก็บเกี่ยวกลางเดือนมีนาคม ภาคตะวันออกเริ่มเก็บเกี่ยวกลางเดือนเมษายน ภาคตะวันออกเฉียงเหนือเริ่มแก่และเก็บเกี่ยวปลายเดือนเมษายน ซึ่งเป็นการออกดอกติดผลของมะม่วงในฤดู แต่มะม่วงน้ำดอกไม้จะมีการออกดอก 3 ครั้งในรอบปี คือ ต้นฤดูฝน (ระหว่างเดือนพฤษภาคมถึงมิถุนายน) และเก็บเกี่ยวผลได้ในเดือนสิงหาคมถึงกันยายน ซึ่งเป็นช่วงที่ติดผลน้อยที่สุด ต่อมามะม่วงจะออกดอกในช่วงปลายฤดูฝน (กันยายนถึงตุลาคม) และสามารถเก็บเกี่ยวได้ในเดือนธันวาคมถึงมกราคม โดยมีเปอร์เซ็นต์การติดผลสูงในช่วงฤดูหนาว (ธันวาคมถึงมกราคม) ซึ่งในช่วงเดือนมีนาคมถึงเมษายนเป็นช่วงที่สามารถเก็บเกี่ยวมะม่วงได้มากที่สุด (ขุนพัฒน์, พูนน้อย, 2545)



รูปที่ 2.1 การเจริญเติบโตของมะม่วง (สุราภรณ์ สอาดสุด, 2546)

2.1.1 พันธุ์มะม่วง

มะม่วงมีมากมายหลายสิบพันธุ์อาจแบ่งพวกได้ตามลักษณะการใช้ประโยชน์ คือ

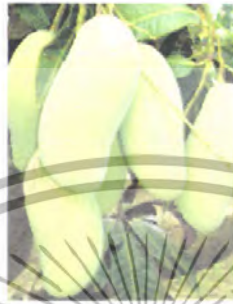
1. มะม่วงสำหรับรับประทานผลดิบ เช่น พิมเสนมัน แรด เขียวสวย มันหนองแขง ฟาลัน เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. มะม่วงสำหรับรับประทานผลสุก เช่น อกร่อง น้ำดอกไม้ หนังกกลางวัน ทองคำ เป็นต้น
3. มะม่วงที่ปลูกเพื่อการอุตสาหกรรมแปรรูปผลไม้ เช่น มะม่วงแก้วใช้สำหรับคองหรือ มะม่วงสามปีสำหรับบรรจุกระป๋อง หรือทำน้ำคั้น



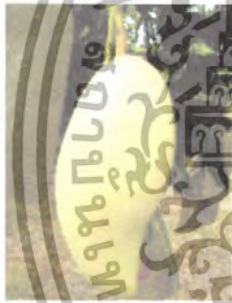
(ก) โชกอนันต์



(ข) มหาชนล



(ค) อาร์ทูอิทู



(ง) น้ำดอกไม้



(จ) มหาโชด



(ฉ) พิมเสนมัน



(ซ) เขียวเสวย



(ช) ทองคำ



(ฅ) หนังกกลางวัน

รูปที่ 2.2 มะม่วงพันธุ์ต่างๆ (สุราภรณ์ สอาดสุด, 2546)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับพันธุ์มะม่วงที่ต่างประเทศต้องการและเกษตรกรนิยมปลูกได้แก่มะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ เพราะสามารถรับประทานได้ทั้งผลดิบและผลสุก โดยมะม่วงรับประทานดิบไม่ต้องคำนึงถึงความสวยงามของผิวมะม่วงมากนัก ซึ่งต่างกับมะม่วงสุกที่ผู้บริโภคต้องการผลที่มีผิวสวยมากกว่า และจะต้องมีขนาดและรูปร่างสม่ำเสมอ ปราศจากตำหนิและรอยช้ำ

2.1.2 ลักษณะประจำพันธุ์ของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ (Mangifera indica L.)

มะม่วงน้ำดอกไม้มีทรงผลอูม รี รูปร่างสม่ำเสมอ มีน้ำหนักเฉลี่ย 340 กรัม ยาวประมาณ 16.4 เซนติเมตร กว้าง 7.5 เซนติเมตร และหนา 6.9 เซนติเมตร มีปริมาณเนื้อผลประมาณ 77 เปอร์เซ็นต์ ผลสุกสีเหลืองอมเขียวจนถึงเหลือง ผิวเรียบ เปลือกบาง เนื้อผลละเอียด เนื้อแน่น สีเหลืองส้ม ฉ่ำน้ำ เมล็ดบางมาก ไม่มีเสี้ยน รสหวานอร่อย กลิ่นหอม ความหวานประมาณ 19 องศาบริกซ์ การสูญเสียน้ำหนักหลังการเก็บเกี่ยว 4, 6 และ 8 วัน ประมาณ 6.5, 10.5 และ 15 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ทนทานต่อโรคและแมลงได้ดีปานกลาง

2.1.3 การผลิตมะม่วงเพื่อการส่งออก

กระบวนการผลิตมะม่วงเพื่อการส่งออกสามารถสรุปเป็นขั้นตอนต่างๆ ได้ดังนี้

2.1.3.1 การปลูกและดูแลต้นมะม่วง การปลูกเพื่อให้ได้ผลดีนั้นจะต้องเลือกพื้นที่ในการปลูกที่เหมาะสม มีปริมาณน้ำเพียงพอ สภาพดินดี รวมถึงมีการระบาดของโรคน้อย นอกจากนั้นควรดูแลต้นมะม่วงตามหลักการผลิตมะม่วงที่ถูกต้องและเหมาะสม

2.1.3.2 การเก็บเกี่ยวผลผลิต ในการเก็บเกี่ยวผลมะม่วงนั้นเกษตรกรควรเลือกเก็บเฉพาะผลมะม่วงที่แก่พอดีด้วยเครื่องมือและวิธีการที่เหมาะสมเพราะถ้าหากเกษตรกรเลือกเก็บมะม่วงที่ยังมีอายุน้อย เมื่อมะม่วงสุกจะมีรสชาติที่ไม่ดี ผู้บริโภคไม่ยอมรับ ซึ่งสามารถสังเกตความแก่ของมะม่วงได้จากปริมาณนวลที่เคลือบผิวมะม่วง รวมถึงสังเกตการความหนาแน่นของมะม่วงโดยการจมลอยของผลมะม่วงในน้ำ นอกจากนั้นช่วงเวลาในการเก็บเกี่ยวก็มีความสำคัญเช่นกัน โดยควรทำในช่วงเวลาสายถึงบ่ายเพราะช่วงเวลานี้ยางมะม่วงจะออกมาน้อย ซึ่งถ้าเก็บในช่วงเช้าน้ำยางที่ไหลออกมาจะเป็นที่ผิวมะม่วงทำให้เกิดรอยดำและเน่าเสียได้ง่าย อุปกรณ์ที่เกษตรกรใช้เก็บจะเป็นตะกร้อที่ติดมีดไว้เพื่อความสะดวกในการตัดขั้วมะม่วงออกจากต้น โดยให้เหลือขั้วยาวประมาณ 1-2 นิ้ว ทั้งนี้ไม่ควรโยนหรือกองมะม่วงทับกันเพราะจะทำให้มะม่วงช้ำ หลังจากเก็บมะม่วงลงจากต้นแล้วจะต้องกำจัดขางมะม่วงโดยการปลิดขั้วให้ชิดผลแล้วคว่ำลงบนผ้าหรือกระสอบที่ปูลงพื้นดินเพื่อให้ยางมะม่วงไหลจนกระทั่งหยุดและแห้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก) การเก็บเกี่ยวมะม่วงด้วยมือ



(ข) การใช้ตะกร้อเก็บมะม่วง

รูปที่ 2.3 การเก็บเกี่ยวผลผลิต (สุรารักษ์ สอาดสุด, 2546)

2.1.3.3 การทำความสะอาด การล้างและทำความสะอาดนอกจากจะช่วยกำจัดยางที่ติดอยู่ที่เปลือกอันเป็นสาเหตุของรอยดำและการเน่าเสียแล้ว ยังช่วยชะล้างสารเคมีที่ตกค้างอยู่ตามผิวมะม่วง ซึ่งได้พ่นเพื่อป้องกันและกำจัดศัตรูของมะม่วงขณะติดผลจนกระทั่งแก่และเก็บเกี่ยวได้ การล้างและทำความสะอาดผลมะม่วงในน้ำควรใช้มือหรือผ้าที่อ่อนนุ่มถูผลเบา ๆ ให้ทั่วและเด็ดขั้วที่เหลือให้ชิดผล ไม่ควรใช้แปรงที่มีขนแข็งเพราะจะทำให้ผิวของมะม่วงเป็นตำหนิและผลเกิดการชอกช้ำได้ น้ำที่ใช้ล้างผลมะม่วงควรจะเปลี่ยนทุกครั้งที่มีการล้างผลใหม่อีก แต่ถ้ามีกรรหูวนเวียนน้ำกลับมาใช้ควรเติมยาฆ่าเชื้อลงในน้ำ เพื่อให้น้ำสะอาดและป้องกันผลมะม่วงติดเชื้อโรคจากน้ำที่ใช้ล้างหมุนเวียนหลายๆ ครั้ง

2.1.3.4 การควบคุมโรคของผลมะม่วง เชื้อราเป็นสาเหตุสำคัญอย่างหนึ่งที่ทำให้ผลมะม่วงที่เก็บเกี่ยวได้มีการสูญเสียอย่างมาก ถ้าไม่ได้ควบคุมโรคหรือใช้ยาพ่นตั้งแต่ผลมะม่วงยังอยู่บนต้นเดิมในสวนมะม่วง จะทำให้ผลมะม่วงที่เก็บเกี่ยวได้มีการเน่าเสียมาก อย่างไรก็ตามแม้ว่าได้มีการควบคุมโรคของผลมะม่วงตั้งแต่ยังไม่ได้เก็บเกี่ยวผล แต่บางครั้งการเน่าเสียของผลมะม่วงที่เก็บเกี่ยวได้ยังมีอัตราค่อนข้างสูง ดังนั้นจึงควรดำเนินการควบคุมโรคของผลมะม่วงที่เก็บเกี่ยวแล้ว ด้วยวิธีต่าง ๆ โดยวิธีที่ได้ผลดี คือ การจุ่มผลมะม่วงลงในน้ำอุ่นที่มียาฆ่าเชื้อราไทอะเบนดาโซล (Thiabendazole) หรือเบนโนมิล (Benomyl) สวมในน้ำอุ่นที่มีอุณหภูมิ 51 ถึง 55 องศาเซลเซียส ความเข้มข้น 0.05 ถึง 0.1 เปอร์เซ็นต์ (500-1,000 มก./ลิตรในล้านส่วน) ประมาณ 5 นาที จะช่วยลดความเสียหายของผลมะม่วงที่เกิดจากเชื้อแอนแทรคโนสได้ดีมาก

2.1.3.5 การคัดขนาดและคุณภาพ การคัดขนาดของผลมะม่วงอาจจะทำก่อนหรือหลังจากการล้างผลมะม่วงและการใช้สารเคมีควบคุมโรคเน่าของมะม่วง ถ้าการคัดขนาดทำก่อนการล้างผลมะม่วงและการใช้สารเคมีควบคุมโรคจะช่วยลดปริมาณงานเพราะการคัดขนาดและคุณภาพจะแยก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลที่มีขนาดเล็กเกินไปรวมถึงผลที่มีตำหนิหรือไม่สมบูรณ์ออก การคัดขนาดของผลมะม่วงเป็นสิ่งจำเป็นที่ควรจะต้องทำเพราะผลมะม่วงที่คัดขนาดแล้วไม่ว่าผลเล็กหรือใหญ่ก็ตาม ถ้ามีความสม่ำเสมอในเรื่องของขนาดจะทำให้ขายได้ราคาดีขึ้น



(ก) มะม่วงก่อนคัดขนาด

(ข) มะม่วงที่คัดขนาดแล้ว

รูปที่ 2.4 การคัดมะม่วง (สุรากรณ์ สอาดสุด, 2546)

2.1.3.6 การบ่มผลมะม่วง การบ่มผลมะม่วงคือการทำให้ผลมะม่วงสุกเร็วและสุกพร้อมกัน ประโยชน์ของการบ่มมะม่วงคือ สามารถขายมะม่วงสุกในแต่ละครั้งได้มาก ประหยัดเวลาเพราะผลมะม่วงดิบสามารถสุกได้ในเวลาที่สั้น และนำมะม่วงที่สุกออกขายได้เร็ว การบ่มผลมะม่วงช่วยลดการสูญเสียน้ำหนักของผล นอกจากนั้นผลมะม่วงยังสุกสม่ำเสมอทั่วทั้งผลมีรูปทรงสวยงามเป็นที่ดึงดูดใจของผู้ซื้อ อย่างไรก็ตามมะม่วงที่ได้รับการบ่มนั้นจะต้องมีความแก่อย่างเพียงพอ มิฉะนั้นผลมะม่วงที่ได้จะมีรสชาติที่ไม่ดี คือ มีรสเปรี้ยวและผิวเหี่ยวขุ่น



รูปที่ 2.5 การบ่มมะม่วง (สุรากรณ์ สอาดสุด, 2546)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3.7 การเก็บรักษาผลมะม่วง คือ การทำให้ผลมะม่วงที่เก็บเกี่ยวแล้วไม่ว่าดิบหรือสุกยังสามารถอยู่ในสภาพที่คืนานขึ้น ผลมะม่วงที่เก็บเกี่ยวแล้ว บางครั้งมีมากเกินไป ขายไม่หมด หรือต้องการกักตุนไว้ขายให้ได้ราคาดีขึ้น การเก็บรักษามีหลายวิธีแต่ละวิธีมีความเหมาะสมไม่เหมือนกัน บางวิธีอาจใช้ได้ผลดีในห้องทดลองแต่ในทางปฏิบัติจริงไม่สามารถนำมาใช้ได้ การใช้อุณหภูมิต่ำในการเก็บรักษาผลมะม่วงเป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด เพราะการเก็บมะม่วงที่อุณหภูมิต่ำสามารถชะลอการหายใจและการสร้างเอทิลีนทำให้ผลมะม่วงดิบไม่สุก นอกจากนั้นยังช่วยยับยั้งการเน่าเสียของผลมะม่วงที่เกิดขึ้นโดยธรรมชาติและจากเชื้อรา อุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการเก็บรักษาผลมะม่วงทั่ว ๆ ไป คือประมาณ 12 ถึง 13 องศาเซลเซียส ซึ่งสามารถยืดอายุการเก็บรักษาออกไปได้ประมาณ 2 ถึง 4 สัปดาห์

2.1.3.8 การบรรจุมะม่วงเพื่อขนส่งภายในประเทศ มีลักษณะที่ใช้หลายประเภท เช่น แข่งไม้ไผ่ ลังไม้ ลังพลาสติก ขนาดของแข่งไม้ไผ่ประมาณ 30 ถึง 50 กิโลกรัม ขนาดบรรจุของลังไม้และลังพลาสติกประมาณ 15 ถึง 30 กิโลกรัม ผลมะม่วงที่บรรจุในแข่งไม้ไผ่จะได้รับความเสียหายมากกว่าผลมะม่วงที่บรรจุในลังไม้และลังพลาสติก เพราะแข่งมีความแข็งแรงน้อยแต่มีทรงสูงกว่าลังไม้และลังพลาสติก ผลมะม่วงที่อยู่ด้านล่างหรือที่ก้นของแข่งไม้ไผ่จะได้รับน้ำหนักและแรงกดมาก ทำให้เกิดการช้ำหรือตำหนักมากกว่าผลมะม่วงที่บรรจุในลังไม้และลังพลาสติก ลักษณะที่ใช้บรรจุเพื่อขนส่งผลมะม่วงไปยังต่างประเทศคือ กล่องกระดาษลูกฟูก กล่องกระดาษลูกฟูก 2 ชั้นมีความแข็งแรงมากกว่ากล่องกระดาษลูกฟูก 1 ชั้น โดยมีขนาดบรรจุประมาณ 5 ถึง 6 กิโลกรัม วางผลมะม่วงเรียงชั้นเดียว และกล่องมีช่องระบายอากาศ และบรรจุมะม่วงได้ 12 ถึง 16 ผลต่อกล่อง



(ก) การบรรจุมะม่วงในตะกร้าพลาสติก

(ข) การบรรจุมะม่วงในแข่งไม้ไผ่

รูปที่ 2.6 การบรรจุมะม่วงสำหรับขายในประเทศ (สุราภรณ์ สอาดสุด, 2546)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



การบรรจุมะม่วงใส่กล่องสำหรับการส่งออก

รูปที่ 2.7 การบรรจุมะม่วงสำหรับการส่งออก(สุรากรณ์ สอาดสุด, 2546)

2.2 ระบบแมชชีนวิชัน (Machine vision)

ในกระบวนการผลิตสินค้าทางอุตสาหกรรมเกษตร สิ่งที่จะต้องปฏิบัติทั้งในระหว่างและหลังจากกระบวนการผลิต คือ การตรวจสอบสินค้าว่ามีคุณภาพตรงตามที่กำหนดหรือไม่ ซึ่งโดยทั่วไปแล้วจะใช้แรงงานคนในการตรวจสอบ เช่น การตรวจวัดขนาด รูปร่าง ตำแหน่งของวัตถุ เนื่องจากความแตกต่างในด้านประสบการณ์ตัดสินใจของแต่ละคน ความเหนื่อยล้าในการทำงาน ทำให้การคัดคุณภาพนั้นไม่สม่ำเสมอและไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ จึงได้มีการพัฒนาระบบแมชชีนวิชันที่มีความแม่นยำในการทำงานสูงกว่าโดยเลียนแบบการมองเห็นและตัดสินใจของมนุษย์

แมชชีนวิชันเป็นชุดอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ประกอบไปด้วยกระด้างภัณฑ์ (Hardware) และละมุนภัณฑ์ (Software) โดยซอฟต์แวร์จะทำหน้าที่แปลงสัญญาณต่าง ๆ ที่ได้จากฮาร์ดแวร์ให้อยู่ในรูปแบบที่เหมาะสม และทำการประมวลผลนอกจากจะใช้ในการตรวจสอบคุณภาพแล้วยังสามารถนำไปใช้งานในด้านอื่นอีก เช่น ควบคุมการผลิต พัฒนาคุณภาพการผลิต หรือเพื่อตรวจสอบและยืนยันกระบวนการทำงาน

2.2.1 ส่วนประกอบที่สำคัญของระบบแมชชีนวิชัน

2.2.1.1 แหล่งกำเนิดแสง (Light source) เป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้กล้องสามารถจับภาพได้ดีและมีความผิดเพี้ยนน้อยลง ทั้งนี้แหล่งกำเนิดแสงมีอยู่หลายชนิดด้วยกัน ในการเลือกใช้และการติดตั้งจะต้องคำนึงถึงลักษณะของวัตถุและสิ่งที่ต้องการตรวจวัด โดยพิจารณาลักษณะเฉพาะของอุปกรณ์ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. หลอดฟลูออเรสเซนต์ (Fluorescent Lamp) แหล่งกำเนิดแสงชนิดนี้มีใช้ทั่วไปทั้งในโรงงานอุตสาหกรรมและบ้านพักอาศัยเพราะหลอดฟลูออเรสเซนต์มีประสิทธิภาพสูงถึง 25 เปอร์เซ็นต์ และปล่อยความร้อนออกมาน้อย แต่ทั้งนี้ความเข้มของแสงที่เปล่งออกมานั้นจะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิขณะใช้งาน นอกจากนี้ยังมีอายุการใช้งานสั้น (ประมาณ 2,000 ชั่วโมง)

2. หลอดฮาโลเจน (Halogen Lamp) มักใช้เป็นแหล่งกำเนิดแสงสำหรับงานที่ต้องการความสว่างมาก โดยลำแสงจะส่งผ่านไปยังวัตถุที่ต้องการตรวจสอบผ่านทางใยแก้วนำแสง (Fiber optic) ซึ่งค่าความสว่างที่ได้จากหลอดฮาโลเจนค่อนข้างคงที่ตลอดการใช้งาน

3. ไดโอดเปล่งแสง (Light emitting diode; LED) LED ได้รับการพัฒนาอย่างต่อเนื่องในช่วงหลายปีที่ผ่านมา เนื่องจาก LED ให้แสงที่มีความสว่างสูง อายุการใช้งานนานและสามารถเลือกสีได้ เช่น สีแดง สีน้ำเงิน นอกจากนี้ยังมีรูปร่างลักษณะหลายแบบให้เลือกตามความต้องการ

4. หลอดซีนอน (Xenon Lamp) ในการจับภาพของวัตถุที่เคลื่อนที่เร็วจะใช้วิธีการให้แสงเป็นจังหวะ (Flash lamp) ซึ่งหลอดซีนอนเป็นแหล่งกำเนิดแสงหลักที่เลือกใช้เพราะสามารถให้แสงที่สว่างมากเพียงพอสำหรับการจับภาพ ในการเปล่งแสงของหลอดซีนอนนั้นไม่สามารถเปล่งแสงต่อเนื่องได้เนื่องจากต้องใช้ระยะเวลาในการชาร์จประจุแล้วปล่อยออกมาเป็นจังหวะถึง 60 ครั้งต่อวินาที ซึ่งเท่ากับอัตราการจับภาพของกล้องวิดีโอทั่วไป จึงทำให้มองดูเหมือนว่าเปล่งแสงออกมาอย่างต่อเนื่อง

5. เลเซอร์ไดโอด (Laser diode, LD) มีลักษณะคล้ายกับ LED แต่จะปล่อยแสงที่มีลักษณะเป็นแถบยาวซึ่งใช้ในการวัดระยะของวัตถุ โดยจะเปล่งแสงออกมาในช่วงแสงสีแดงจนถึงช่วงแสงอินฟราเรด (Infrared)

6. หลอดไส้ (Incandescent lamp) เป็นแหล่งกำเนิดแสงที่นอกจากจะให้พลังงานแสงแล้วยังปล่อยพลังงานส่วนใหญ่ในรูปของรังสีอินฟราเรด ดังนั้นจึงนิยมให้เป็นแหล่งกำเนิดแสงในกรณีที่ต้องการวัดการสะท้อนรังสีอินฟราเรดของวัตถุ ทั้งนี้หลอดไส้มีอายุการใช้งานสั้นกว่าหลอดฟลูออเรสเซนต์และความสว่างจะลดลงเมื่ออายุการใช้งานเพิ่มขึ้น

2.2.1.2 อุปกรณ์รับภาพ ทำหน้าที่ในการเปลี่ยนคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าให้อยู่ในรูปของสัญญาณไฟฟ้า ซึ่งคอมพิวเตอร์สามารถประมวลผลได้ โดยทั่วไปแล้วในการวัดคุณภาพของผลผลิตจะใช้กล้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซีซีดี (Charge Coupled Device) เป็นอุปกรณ์ในการจับภาพในช่วงแสงที่สามารถมองเห็น (Visible light) ได้ อย่างไรก็ตามเมื่อต้องการเพิ่มคุณภาพของภาพอาจใช้กล้องซีซีดีที่มีความสามารถในการรับแสงในช่วงใกล้อินฟราเรด (Near infrared) ทำงานร่วมกับกล้องซีซีดีที่จับภาพในช่วงแสงที่มองเห็นซึ่งจะทำให้ภาพนั้นชัดเจนมากขึ้น

2.2.1.3 ส่วนประมวลผล (Processor) ส่วนประมวลผลของระบบแมชชีนวิชันทำหน้าที่ในการวิเคราะห์ภาพที่ได้จากกล้องซึ่งได้พัฒนาเรื่อยมาจากส่วนประมวลผลสัญญาณอะนาล็อก (Analog signal processor) มาเป็นส่วนประมวลผลสัญญาณตัวเลข (Digital signal processor) ที่มีความสามารถในการประมวลผลได้แม่นยำและรวดเร็วกว่า โดยมีลำดับการทำงานหลัก 4 ขั้นตอนหลังจากแปลงสัญญาณภาพเป็นแบบดิจิทัล ดังนี้

1. การปรับและแก้ไขภาพเบื้องต้น แบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอนดังนี้
 - ขั้นตอนที่ 1 เป็นขั้นตอนในการจัดการกับความผิดพลาดของภาพที่ได้รับจากกล้อง ซึ่งอาจเกิดขึ้นได้เนื่องจากการเคลื่อนที่ของวัตถุในสายพานลำเลียงเร็วเกินกว่าความสามารถในการรับภาพของกล้อง หรืออาจเกิดจากความสว่างของแหล่งกำเนิดแสงไม่เพียงพอ โดยใช้เทคนิคของ Fast Fourier Transform (FFT) หรือ Thresholding
 - ขั้นตอนที่ 2 เมื่อได้รับการปรับให้อยู่ในสภาพที่เหมาะสมแล้ว โปรแกรมจะทำการค้นหาส่วนที่ต้องการวิเคราะห์เพื่อตรวจสอบคุณภาพจริง ๆ
 - ขั้นตอนที่ 3 เป็นขั้นตอนสุดท้ายที่ส่วนที่ออกกำหนดในขั้นตอนที่ 2 จะได้รับการวิเคราะห์โดยวิธีการและเงื่อนไขต่าง ๆ เช่น การแบ่งระดับสี การหาขอบของชิ้นอาหารและการรวมกลุ่มของความละเอียดภาพ (Pixel) ที่มีลักษณะเหมือนกัน
2. การวิเคราะห์ภาพ เนื่องจากภาพที่ได้รับการเปลี่ยนให้อยู่ในระบบดิจิทัลนั้น (ภาพสี) จะประกอบไปด้วยจุดเล็ก ๆ (Pixel) จำนวนหลายล้านจุด ซึ่งแต่ละจุดเป็นผลของการผสมสีของแม่สี 3 สี คือ แดง (R) เขียว (G) และน้ำเงิน (B) โดยทั่วไปความเข้มของสีแต่ละสีจะถูกแบ่งออกเป็น 256 ค่า (ตั้งแต่ 0 ถึง 655) เช่น สีดำจะมีค่า RGB เท่ากับ (0, 0, 0) สีแดง (255, 0, 0) หรือสีขาว (255, 255, 255) โดยค่าตัวเลขทั้งหมดนี้จะถูกนำไปใช้ในกระบวนการวิเคราะห์ภาพต่อไป ซึ่งวิธีในการวิเคราะห์ภาพพื้นฐานมีอยู่ด้วยกัน 3 วิธี คือ
 - การแยกวัตถุโดยความเข้มของสี (Thresholding) เป็นวิธีที่ใช้ค่าความแตกต่างของความเข้มของสีในการแยกวัตถุชนิดหนึ่งออกจากวัตถุอีกชนิดหนึ่ง เช่น พื้นหลังของฉากเป็นสีขาว (255, 255, 255) ในขณะที่เดียวกันวัตถุที่ต้องการแยกมีสีแดง (150, 0, 0)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก็สามารถแยกวัตถุนั้นออกจากพื้นหลังได้ แต่เมื่อนำวิธีการนี้มาใช้กับอาหารที่มีองค์ประกอบสีใกล้เคียงกัน เช่น พริกแดงกับซอสมะเขือเทศ โปรแกรมจะไม่สามารถจำแนกส่วนประกอบ 2 ชนิดนี้ออกจากกันได้

- การหาขอบภาพ (Edge detection) เนื่องจากวิธีการวิเคราะห์ภาพแบบการแยกวัตถุโดยความเข้มของสี (Thresholding) จำเป็นต้องตรวจสอบระดับความเข้มของสีในแต่ละจุดจึงต้องใช้เวลาในการประมวลผลนาน แต่วิธี Edge detection จะทำการเปรียบเทียบเฉพาะจุดที่มีค่าความแตกต่างเกินกว่าค่าปรกติตามหลักการของ Chain code ที่กล่าวไว้ว่า “แต่ละพิกเซลจะเชื่อมกับพิกเซลอื่นๆ จำนวน 8 จุด และมีทิศทางในการตรวจสอบได้ 8 ทิศทางเช่นกัน” เช่น ในพื้นที่ติดต่อกันระหว่างสีดำกับสีขาว จะมีค่าแตกต่างของความเข้มของสีแตกต่างกันมาก เราจึงสามารถกำหนดเส้นระหว่างการเชื่อมต่อระหว่างจุด 2 จุดนั้นได้
- การแบ่งกลุ่มของเม็ดสีที่มีลักษณะเหมือนกัน (Region Segmentation) วิธีนี้เป็นวิธีการวิเคราะห์ภาพแบบหนึ่งโดยจะจับกลุ่มของเม็ดสีที่มีลักษณะเหมือนกัน (Homogenous) ไว้ด้วยกัน ซึ่งวิธีนี้จะได้ผลดีก็ต่อเมื่อวัตถุที่ต้องการแบ่งแยกนั้นมีสีสม่ำเสมอ แต่เมื่อไรก็ตามที่วัตถุมีสีแตกต่างกัน วิธีนี้จะไม่สามารถแยกวัตถุออกจากกันได้ดีนัก อย่างไรก็ตามการแยกวัตถุที่มีความสลับซับซ้อนหรือมีระดับความเข้มของสีที่ใกล้เคียงกัน ไม่สามารถทำได้โดยใช้วิธีการวิเคราะห์ภาพวิธีใดวิธีหนึ่ง แต่จะใช้หลายๆ วิธีร่วมกัน ทั้งนี้ต้องมีลำดับในการใช้ที่เหมาะสมด้วย

3. การตีความ หลังจากทีหน่วยประมวลผลสามารถจำแนกวัตถุที่ต้องการตรวจวัดออกจากพื้นหลัง (Background) รวมถึงแยกวัตถุทั้งหมดเดียวกันหรือต่างชนิดกันที่อยู่ติดกันออกจากกันได้แล้วก็จะนำข้อมูลเหล่านั้นมาตีความตามที่กำหนดไว้

2.3 ระบบการวัดสี

โดยทั่วไป มนุษย์จะระบุลักษณะสีของวัตถุที่มองเห็นเป็น 3 ลักษณะ คือ Hue Value และ Chroma โดย Hue หมายถึง สีที่ปรากฏให้เห็นชัด เช่น สีแดง เขียว และน้ำเงิน เป็นต้น Value (Lightness) หมายถึง ความสว่างของสี โดยดูการสะท้อนแสงที่ต่างกันไป Chroma (Saturation) หมายถึง ความสดใส ความเข้ม (Strength) หรือความบริสุทธิ์ของสี

อย่างไรก็ตามพบว่าการระบุลักษณะสีของวัตถุขึ้นเดียวกันที่มนุษย์มองเห็นนั้นจะมีความหลากหลายขึ้นอยู่กับประสบการณ์ เพศ อายุ อารมณ์ และสิ่งแวดล้อมในการมอง เป็นต้น ซึ่งผลทำให้ไม่สามารถสื่อความหมายของสีให้เข้าใจได้ตรงกัน ในระดับสากล โดยระบบการวัดสีเป็นที่นิยมใช้กันอย่างกว้างขวางได้แก่ (โปรดเกล้า, 2549)

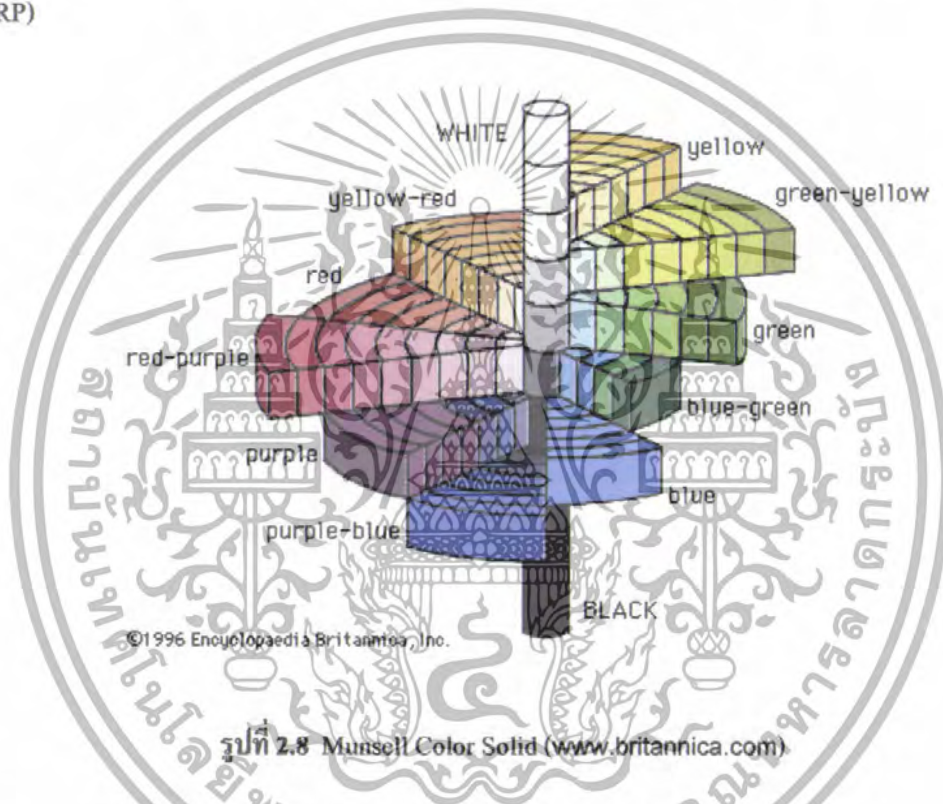
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.1 ระบบ Munsell

ระบบนี้ได้มีการพัฒนาขึ้นมาโดย Albert H. Munsell ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1905 ก่อนที่จะมีการนำเครื่องวัดสีมาใช้ในการวัดสี

ระบบ Munsell จะมีพื้นฐานในการจัดลำดับสีที่ง่ายโดยอาศัยคุณสมบัติการมองเห็นสี 3 ประการคือ Hue Value และ Chroma ดังแสดงในรูปที่ 2.7 กล่าวคือ

- แผ่นกระดาษสีจะถูกจัดเรียงตามลักษณะของ Hue ต่าง ๆ ของแถบสเปกตรัมไปตามเส้นรอบวง 10 สี คือสีแดง (R) สีแดงออกเหลือง (YR) สีเหลือง (Y) สีเหลืองออกเขียว (GY) สีเขียว (G) สีเขียวออกน้ำเงิน (BG) สีน้ำเงิน (B) สีน้ำเงินออกม่วง (PB) สีม่วง (P) และสีม่วงออกแดง (RP)



- แผ่นกระดาษสีกลุ่มที่มี Hue เดียวกัน จะถูกจัดเรียงในแนวตั้ง ตามลักษณะของสีที่มี Value แตกต่างกัน จากสีที่มีความสว่างต่ำสุดจนถึงสูงสุด
- แผ่นกระดาษสีกลุ่มที่มี hue และ value เดียวกัน จะถูกจัดเรียงในแนวนอนตามลักษณะของสีที่มี Chroma แตกต่างกัน จากสีที่มีความสดใสน้อยที่สุดจนถึงสีที่มีความสดใสมากที่สุด

ระบบ Munsell ระบุสีของวัตถุโดยใช้ตัวเลขและตัวอักษรในลักษณะ hue-value/Chroma โดย hue เดียวกัน จะมีค่าตั้งแต่ 1- 10 และกำหนดให้เลข 5 เป็นจุดกลางสำหรับ hue ที่สำคัญ คือ R YR Y

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

GY G BG B PB P และ RP สำหรับ Value จะมีค่า 0 ถึง 10 ตัวเลขต่ำบอกถึงสีคล้ำ (dark) และ จะต่ำลงไปจนถึงดำ (0) ตัวเลขสูงบอกถึงสีอ่อน (lighter) ขึ้นไปจนถึงสีขาว (10) Chroma อาจมี ค่าตั้งแต่ 0 จนถึง 12 หรือ 14 ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับว่าแต่ละสีจะสดที่สุดได้เท่าใด ณ ค่า value คงที่หนึ่ง ๆ

2.3.1.1 ระบบ CIE

ระบบ CIE ได้ถูกพัฒนาขึ้นในปี ค.ศ. 1931 เมื่อ Commission International de l'Eclairage (CIE) ได้เห็นความจำเป็นที่จะต้องมีการวัดสีในรูปแบบของ Objective ที่ไม่ต้องอาศัย ประสบการณ์หรือความคิดของมนุษย์ในการวัดสี โดยจะวัดสีออกมาเป็นตัวเลขซึ่งมีชื่อคืออยู่หลาย ประการคือ

- เป็นระบบที่ไม่ขึ้นกับการมองเห็นของแต่ละบุคคล ทำให้ลดปัญหาขัดแย้งลงได้
- เป็นระบบการวัดสีออกมาเป็นตัวเลข ดังนั้นถึงแม้ขึ้นตัวอย่างจะซิดลงตามกาลเวลา แต่ตัวเลขที่มีอยู่ก็ยังสามารถใช้ได้ว่าสีเดิมเป็นอย่างไร
- เป็นระบบที่สามารถนำไปคำนวณและทำนายสูตรผสมได้

ระบบ CIE มีแนวคิดที่ว่า เนื่องจากปัจจัยในการมองเห็นสีของมนุษย์ประกอบด้วยแหล่งกำเนิดแสง วัตถุมีสี และสายตามนุษย์ ดังนั้นถ้าสามารถวัดปัจจัยทั้ง 3 อย่างออกมาเป็นตัวเลขได้แล้วก็สามารถวัดสีออกมาเป็นตัวเลขได้

2.3.1.2 CIE Tristimulus Values

จากการที่สามารถหาปริมาณการกระจายพลังงานของแหล่งกำเนิดแสง การสะท้อนแสงของวัตถุ และการตอบสนองของตามนุษย์ที่ไวต่อแสงสีแดง เขียว และน้ำเงิน เป็นตัวเลขที่ได้กล่าวข้างต้น จึงทำให้สามารถคำนวณสีหรือระบุสีของวัตถุได้ออกมาเป็นตัวเลข โดยนำค่าทั้งสามที่แต่ละความยาวคลื่นมาคูณกัน จากนั้นนำมารวมกันตลอดความยาวคลื่น 400-700 นาโนเมตร ได้เป็นตัวเลข 3 ค่า คือ X, Y และ Z ดังสมการต่อไปนี้

$$X = \sum_{400}^{700} S(\lambda) \cdot R(\lambda) \cdot \bar{x}(\lambda) \quad (2.1)$$

$$Y = \sum_{400}^{700} S(\lambda) \cdot R(\lambda) \cdot \bar{y}(\lambda) \quad (2.2)$$

$$Z = \sum_{400}^{700} S(\lambda) \cdot R(\lambda) \cdot \bar{z}(\lambda) \quad (2.3)$$

Illuminant Sample Eye

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่า X, Y และ Z ที่ได้เรียกว่า CIE Tristimulus Values โดย X จะบอกความเป็นสีแดงของวัตถุ Y จะบอกความเป็นสีเขียวของวัตถุ และ Z จะบอกความเป็นสีน้ำเงินของวัตถุ

2.3.1.3 CIE Chromaticity Coordinates

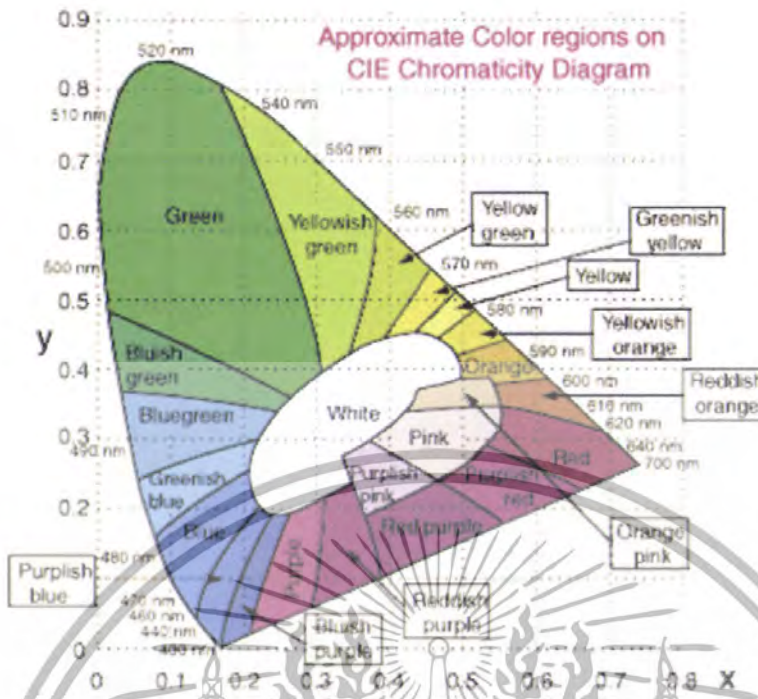
แม้ว่าสามารถระบุสีของวัตถุโดยใช้ค่า CIE Tristimulus Value หรือ X, Y และ Z ได้ แต่ก็จำเป็นต้องเข้าใจหรือหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าดังกล่าวกับลักษณะสีที่มองเห็น เช่น hue, value และ Chroma ด้วย ดังนั้นการระบุสีโดยใช้ค่า X, Y และ Z นั้น จึงยังไม่สามารถสื่อความหมายของสีได้ชัดเจนยิ่งขึ้น จึงได้มีการคำนวณค่า CIE Chromaticity Coordinates จากค่า Tristimulus Values ดังนี้ คือ

$$x = \frac{X}{X+Y+Z} \quad (2.4)$$

$$y = \frac{Y}{X+Y+Z} \quad (2.5)$$

$$z = \frac{Z}{X+Y+Z} \quad (2.6)$$

โดย x, y และ z คือ CIE Chromaticity Coordinates โดย $x + y + z = 1$ เมื่อนำค่า x และ มาสร้างกราฟ จะได้แผนผังที่เรียกว่า CIE Chromaticity Diagram ซึ่งมีลักษณะคล้าย เกือกม้า ดังรูปที่ 2.8 CIE Chromaticity Diagram นี้ จะบอกได้เพียงลักษณะของสีที่ปรากฏให้ เห็น (Hue) และความสดใสของสี (Chroma) เท่านั้น แต่ถ้าต้องการบอกลักษณะสีที่หมายถึงความ สว่างของสี (Value หรือ Lightness) จะต้องกำหนดด้วยค่า CIE Tristimulus Value ดังนั้นในการ ระบุสีจึงสามารถระบุด้วยค่า x, y และ Y จึงจะได้ลักษณะของสีที่ครบถ้วน



รูปที่ 2.9 แสดง CIE Chromaticity Diagram (www.ecse.rpi.edu/~chap17/chap17.htm)

อย่างไรก็ตาม การระบุสีด้วยค่า CIE Chromaticity Coordinates (x และ y) จาก CIE Chromaticity Diagram ยังมีข้อบกพร่อง ซึ่งสายตามนุษย์ยังมองเห็นความแตกต่างของสี ณ จุดต่างๆ บน CIE Chromaticity Diagram ได้ไม่เท่ากัน จึงไม่เหมาะที่จะนำค่า Chromaticity Coordinates (x , y และ Y) มาเป็นหลักในการประเมินคุณภาพหรือวัดความแตกต่างของสี

2.3.1.4 CIE L^* , a^* , b^* (CIELAB)

เนื่องจากการระบุสีเป็นตัวเลข 2 ระบบ คือ ระบบที่ระบุตัวเลขด้วยค่า CIE Tristimulus Values (X , Y และ Z) และ CIE Chromaticity Coordinates (x , y และ Y) ยังมีข้อเสียดังได้กล่าวแล้วข้างต้น จำเป็นต้องมีการปรับปรุงและเปลี่ยนแปลง CIE Chromaticity Coordinates System ไปเป็นระบบใหม่หรือสมการใหม่ที่สามารถบอกความแตกต่างของสีได้อย่างสม่ำเสมอ (Uniform Chromaticity System, UCS) ซึ่งก็ได้ทำการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงกันอย่างมากมาย จนกระทั่งปัจจุบันสมการที่ใช้ในการระบุสีที่เป็นที่นิยมอย่างกว้างขวางก็คือ CIELAB (1976)

โดย L^* ใช้กำหนดค่าความสว่าง (Lightness)

= 0 = perfect black sample

= 100 = perfect white sample

a^* ใช้กำหนดสีแดงหรือสีเขียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เป็น + วัตถุที่มีสีออกแดง
- เป็น - วัตถุที่มีสีออกเขียว
- b* ใช้กำหนดสีเหลืองหรือน้ำเงิน
 - เป็น + วัตถุที่มีสีออกเหลือง
 - เป็น - วัตถุที่มีสีออกน้ำเงิน

ซึ่ง

$$L^* = 116(Y/Y_n)^{1/3} - 16$$

$$a^* = 500 \left[(X/X_n)^{1/3} - (Y/Y_n)^{1/3} \right]$$

$$b^* = 200 \left[(X/X_n)^{1/3} - (Z/Z_n)^{1/3} \right]$$

โดยที่ X_n, Y_n, Z_n คือ ค่า Tristimulus Value ของ Reference white ภายใต้ Illuminant หนึ่ง เช่น แสงที่ขงวัน (D65) ($Y_n=100$ เสมอ ส่วน $X/X_n, Y/Y_n, Z/Z_n$ จะมีความมากกว่า 0.01)

นอกจากนี้ในระบบ CIELAB ยังมีการปรับปรุงต่อไป โดยถารเชื่อมค่า “a” และ “b” เข้ากับ “hue” และ “Chroma” โดยกำหนด color term อีก 2 ตัว คือ hue angle (h^*) และ Chroma (C^*) Hue angle เป็นตัวแสดงว่าสีมีตำแหน่งอยู่ที่ใดในกราฟ มีหน่วยเป็นองศา

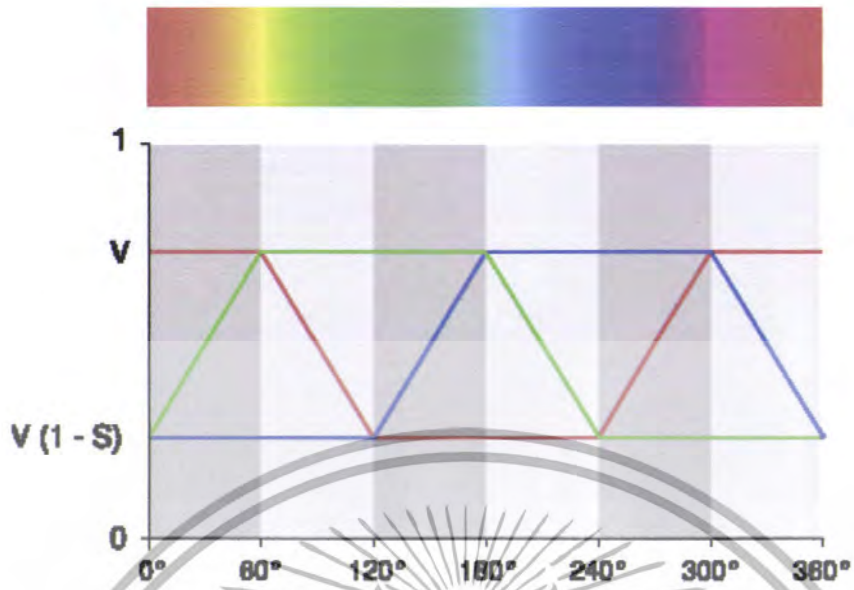
$$h^* = \tan^{-1} \left[\frac{b^*}{a^*} \right] \quad (2.7)$$

$$C^* = \left(a^{*2} + b^{*2} \right)^{1/2} \quad (2.8)$$

- ถ้า
- $h^* = 0^\circ$ แสดงว่าเป็น สีแดง
 - $h^* = 60^\circ$ แสดงว่าเป็น สีเหลือง
 - $h^* = 120^\circ$ แสดงว่าเป็น สีเขียว
 - $h^* = 240^\circ$ แสดงว่าเป็น สีน้ำเงิน

83046

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.10 กราฟแสดงค่า Hue angle

ส่วน Chroma จะได้จากความยาวของเส้นตรงจากจุดกำเนิดที่ $a^*=b^*=0$ ไปยังตำแหน่งของตัวอย่าง C^* จะใช้บอกค่าความสดของสีที่ค่าความสว่างหนึ่งๆ

โดยทั่วไป ในการระบุสีของวัตถุมีสีในระบบ CIELAB นั้น มักจะระบุด้วยค่า L^* , C^* และ h^* มากกว่า L^* , a^* และ b^* เนื่องจากจะทำให้เข้าใจและทราบลักษณะของสีได้ใกล้เคียงกับที่ตามนุษย์มองเห็นสี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

ระเบียบวิธีวิจัย

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาวิธีการคัดคุณภาพมะม่วงจากภาพถ่ายดิจิทัล รวมถึงการออกแบบโปรแกรมเพื่อคัดคุณภาพมะม่วง โดยมีรายละเอียดของอุปกรณ์และวิธีการดังต่อไปนี้

3.1 อุปกรณ์

1. เครื่องคอมพิวเตอร์ ยี่ห้อ Toshiba รุ่น Satellite M50
2. กล้องถ่ายภาพดิจิทัล ยี่ห้อ Sumsung รุ่น Digimax S500/S600
3. กล้องจำลองสภาพการถ่ายภาพ
4. เครื่องชั่งตวงวัด 4 ตำแหน่ง ยี่ห้อ YAMATO รุ่น HB120
5. กระดาษสีขาวมาตรฐานสีขาว
6. กระดาษพื้นหลังสีขาว ไม้เงิน และสีดำ
7. ชุดหลอดไฟ Philips รุ่น LIFEMAX TL-E 32W/54

3.2 วิธีการ

เพื่อให้การดำเนินงานเป็นไปตามวัตถุประสงค์จึงมีขั้นตอนในการดำเนินงานดังนี้

3.2.1 การทดสอบเบื้องต้น

3.2.1.1 การทดสอบความเหมาะสมของการใช้ระบบสีต่างๆ ในการตัดสินใจปัจจัยและเกณฑ์การคัดคุณภาพมะม่วง

ในการวิเคราะห์ความสุกของมะม่วงใช้เกณฑ์ในการตัดสินใจจากสีของมะม่วงซึ่งในงานวิจัยส่วนมากใช้ระบบ CIELAB ซึ่งจะบ่งบอกความสุกของผลมะม่วงจากค่า L^* ความสว่างของสีเหลืองของผลมะม่วง ได้มีการอธิบายไว้ว่า ผลมะม่วงสุกจะเป็นสีเหลืองซึ่งจะมีค่า L^* มาก ส่วนผลมะม่วงที่เป็นสีเขียวจะมีค่า L^* น้อย แสดงว่าเป็นผลมะม่วงดิบ โดยเกณฑ์ในการคัดมะม่วงนั้นจะเลือกเฉพาะมะม่วงที่ผลสุกทั้งผลเท่านั้น แต่ระบบ CIELAB ไม่เหมาะสมกับโปรแกรมการคัดคุณภาพมะม่วงเพื่อการส่งออก เนื่องจากโปรแกรมที่ได้มีผู้พัฒนาขึ้นแต่เดิมจะใช้ได้กับชุดไฟและชุดทดลองที่มีความเฉพาะเท่านั้น คือ ใช้ได้กับชุดทดลองและชุดไฟเพียงชุดเดียว ถ้ามีการเปลี่ยนชุดไฟ ผลที่ออกมาจะมีความคลาดเคลื่อนได้ จึงได้มีการเปรียบเทียบการวัดสีของผลมะม่วงจากระบบสีที่ต่างกันออกไป โดยจะเปรียบเทียบการวัดค่าสีระหว่าง ระบบ RGB, CIELAB, และ ระบบ HSL

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.1.2 การทดสอบเบื้องต้นในเรื่องการหาเทคนิคการวิเคราะห์ภาพของโปรแกรมให้มีความถูกต้องและรวดเร็วมากที่สุด

ในการวิเคราะห์ภาพผลมะม่วงจะมีขั้นตอนการวิเคราะห์ดังนี้

การวิเคราะห์ภาพเริ่มจากการโหลดภาพ จากนั้นจะทำการแยกภาพผลมะม่วงออกจากพื้นหลังโดยใช้เทคนิคภาพแบบระดับสีเทา (Grayscale) ผลมะม่วงที่มีสีอ่อนเมื่อได้รับการปรับภาพแล้วจะกลายเป็นสีขาว ส่วนพื้นหลังที่มีสีเข้มกว่าเมื่อได้รับการปรับภาพแล้วจะกลายเป็นสีเทา หรือช่วงของสีเทา ซึ่งการปรับจะเป็นการเติมสีโดยอัตโนมัติจากโปรแกรม เพราะฉะนั้นในการถ่ายภาพจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องทำให้มีเงาที่น้อยที่สุดและต้องใช้ไฟที่ให้ภาพมีความสม่ำเสมอของสี จากนั้นโปรแกรมจะทำการเก็บค่าแห่งเฉพาะที่เป็นส่วนของสีขาวเท่านั้นซึ่งก็คือส่วนของผลมะม่วงนั่นเอง จากนั้นจะทำการวัดสีด้วยระบบ RGB แล้วนำไปแปลงเป็นระบบ HSL พร้อมทั้งทำการนับจำนวนพิกเซลที่เป็นสีขาวแล้วเก็บค่าไว้ จำนวนพิกเซลที่เป็นสีขาวจะสามารถนำไปบ่งบอกถึงขนาดของผลมะม่วงได้ ส่วนค่าสีในระบบ HSL นั้น จะมีการประมวลผลดังนี้ ค่า H จะนำไปตัดสินว่าผลมะม่วงสุกหรือไม่ และค่า L จะนำไปใช้ในการวัดจุดค่าบวมมะม่วง เมื่อทำการเก็บค่าต่าง ๆ แล้วจะนำค่าต่าง ๆ ไปวิเคราะห์ว่าตรงกับเงื่อนไขใดในการคัดมะม่วงตามเกณฑ์การคัดมะม่วงส่งออกแล้วประมวลผลออกมาว่าเป็นมะม่วงพันธุ์ใด

3.2.1.3 การทดสอบการหาเทคนิคการวัดความถูกต้องแม่นยำของโปรแกรมเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงไฟที่ใช้ในการถ่ายภาพมะม่วงด้วยการสอบเทียบ (Calibrate)

การวิเคราะห์ผลด้วยภาพถ่ายนั้นมักจะมีข้อจำกัดในการวิเคราะห์ เช่น การวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมจะต้องใช้ภาพถ่ายที่ได้จากชุดไฟและชุดทดลองเดียวกันเสมอ ซึ่งทำให้ไม่สะดวก ถ้ามีการย้ายสถานที่ในการวิเคราะห์ และต้นเปลืองสำหรับผู้ที่ต้องการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมนั้น ๆ เช่น ถ้ามีการเปลี่ยนไฟก็จะทำให้ค่าที่ได้ผิดไปจากเดิม

เพื่อเป็นการเพิ่มทางเลือกสำหรับผู้สนใจในด้านการวิเคราะห์ภาพด้วยโปรแกรม จึงได้มีการเพิ่มส่วนของการสอบเทียบ (Calibrate) เพื่อความถูกต้องของ โปรแกรมมากยิ่งขึ้น

3.2.2 ศึกษาความสัมพันธ์ของลักษณะภาพถ่ายของผลมะม่วงกับปัจจัยที่ต้องการตรวจสอบเพื่อคัดคุณภาพมะม่วง

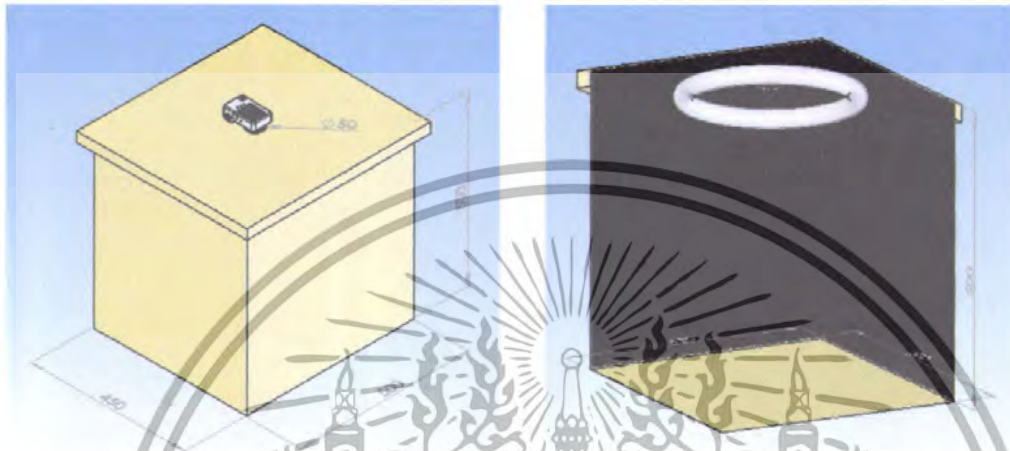
3.2.2.1 การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนพิกเซลกับน้ำหนัก

การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนพิกเซลกับน้ำหนักของผลมะม่วง โดยมีวิธีการทดลองดังนี้

1. นำผลมะม่วงที่มีน้ำหนักต่าง ๆ กันจำนวน 30 ผล นำมาถ่ายภาพด้วยกล้องดิจิทัลในกล่องชุดทดลองที่จำลองมาเพื่อควบคุมสภาวะการถ่ายภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ชั่งน้ำหนักของผลมะม่วงแล้วบันทึกผล
3. นำค่าข้อมูลที่ได้มาหาความสัมพันธ์และวิเคราะห์ผลที่ได้
4. วิเคราะห์ผลและเลือกค่าที่เหมาะสมในการนำมาใช้ในการสร้างโปรแกรมเพื่อการคัดคุณภาพมะม่วงในส่วนปัจจัยเรื่องการคัดขนาดมะม่วง



รูปที่ 3.1 ชุดทดลองสำหรับจำลองสถานการณ์การถ่ายภาพผลมะม่วง

3.2.2.2 การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนพิกลเซลกับจุดค่า

การทดลองในส่วนนี้เพื่อความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนพิกลเซลกับจุดค่า โดยนำค่าที่ได้จากการทดลองในหัวข้อ 3.2.2.1 มาทำการแปลงค่าเป็นจำนวนพิกลเซลของจุดค่า เนื่องจากในการทดลองในหัวข้อ 3.2.2.1 นั้น จะได้ความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ภาพถ่ายผลมะม่วงกับจำนวนพิกลเซล เพราะฉะนั้น จะสามารถหาความสัมพันธ์ดังกล่าวมาคำนวณค่าจุดค่าได้เลย

3.2.2.3 การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่สีเหลืองต่อพื้นที่ทั้งหมดของผลมะม่วงสุก

ในการทดลองส่วนนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนพิกลเซลสีเหลืองบนเปลือกมะม่วงกับความสุกของมะม่วง โดยจะมีการเปรียบเทียบออกมาในรูปของอัตราส่วนของพื้นที่สีเหลืองต่อผลมะม่วงทั้งหมด ทั้งนี้การทดลองในหัวข้อนี้จะเลือกเฉพาะมะม่วงที่สุกทั้งผลเท่านั้นเพื่อนำมาใช้ในการทดลอง เนื่องจากเกณฑ์ในการคัดมะม่วงส่งออกตามมาตรฐานประเทศไทยนั้น จะเลือกคัดเฉพาะมะม่วงที่สุกทั้งผลเท่านั้น โดยมีรายละเอียดในการทดลองดังนี้

1. นำมะม่วงสุกที่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่าว่าเหลืองสุกทั้งผล 20 ผล นำมาถ่ายภาพด้วยกล้องดิจิทัลในกล่องชุดทดลองที่จำลองมาเพื่อควบคุมสถานการณ์การถ่ายภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. นำภาพที่ได้ไปวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นในส่วนของการทำงานเบื้องต้น หาปริมาณพิกเซลของสีเหลืองต่อพื้นที่ทั้งหมดคิดออกมาเป็นเปอร์เซ็นต์พื้นที่สีเหลืองต่อพื้นที่ทั้งหมด

3. นำผลที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าที่เหมาะสมที่จะนำไปใช้ในการสร้างโปรแกรมเพื่อคัดคุณภาพมะม่วง

ตารางที่ 3.1 ตัวอย่างตารางแสดงผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสุกของมะม่วงกับปริมาณพิกเซลสีเหลือง

ผลที่	ลักษณะภายนอก	พิกเซลสีเขียว (พิกเซล)	พิกเซลสีเหลือง (พิกเซล)	% ของพิกเซลสี เหลืองต่อพื้นที่ ทั้งหมด
1				
2				
3				
4				
5				
...				
20				

3.2.2.4 การหาค่าสีของพิกเซลของมะม่วงสุกโดยพิจารณาจากค่า H (Hue) ในระบบ

HSL

การทดลองในส่วนนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาค่าสีของพิกเซลสีเหลืองที่ได้จากการวัดด้วยค่า H (Hue) ในระบบ HSL ว่าค่าสีเหลืองของมะม่วงสุกจะอยู่ในช่วงใดเพื่อใช้ในการสร้างโปรแกรมเพื่อคัดคุณภาพมะม่วง โดยมีรายละเอียดการทดลองดังต่อไปนี้

1. นำมะม่วงสุกที่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่าว่าเหลืองสุกทั้งหมด 20 ผล ถ่ายรูปด้วยกล้องดิจิทัล

2. นำภาพที่ได้มาวิเคราะห์เพื่อหาค่า H (Hue) โดยหาจากค่าเฉลี่ยของจำนวนพิกเซลทั้งหมดบนที๊กผล

3. นำผลที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าที่เหมาะสมที่จะนำไปใช้ในการสร้างโปรแกรมเพื่อคัดคุณภาพมะม่วง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.2 ตัวอย่างตารางแสดงค่า H (Hue) ของมะม่วงสุก

ผลที่	ลักษณะสีภายนอก	ค่า H (0-240)
1		
2		
3		
4		
5		
...		
20		

3.2.2.5 การศึกษาค่าสีของพิกเซลของจุดค่าบนผลมะม่วงโดยพิจารณาจากค่า L (Lightness) ในระบบ HSL

การทดลองในส่วนนี้เพื่อหาราค่าที่เหมาะสมในการกำหนดวงจุด โดยถือว่าเป็นจุดค่าหรือตำแหน่งบนผลมะม่วงโดยทำการวัดค่าความสว่าง L (Lightness) ในระบบ HSL เพื่อใช้ในการตัดสินใจ ซึ่งถือว่าเป็นค่าที่เหมาะสมในการตัดสินใจ โดยสามารถดูได้จากรายละเอียดในหัวข้อการทดลองเบื้องต้น โดยมีรายละเอียดในการทดลองดังต่อไปนี้

1. นำมะม่วงสุกที่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่าว่าเหลืองสุกทั้งผล 20 ผล อัญรูปด้วยกล้องดิจิทัล
2. นำภาพที่ได้มาวิเคราะห์เพื่อหาค่าสว่าง L (Lightness) โดยหาจากการวัดค่าสีบนภาพผิวมะม่วงที่มีจุดค่า (วัดค่าเฉพาะจุดค่าเท่านั้น) บนที่ผล
3. นำผลที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าที่เหมาะสมที่จะนำไปใช้ในการสร้างโปรแกรมเพื่อคัดคุณภาพมะม่วง

ตารางที่ 3.3 ตัวอย่างตารางแสดงการวัดค่าความสว่าง L (Lightness) ของจุดค่า

ผลที่	ค่า L (0-240)
1	
2	
3	
...	
20	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3 การออกแบบโปรแกรมเพื่อคัดคุณภาพมะม่วง

เมื่อทราบความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะภาพถ่ายที่ได้จากกล้องดิจิทัลของผลมะม่วงและปัจจัยด้านคุณภาพที่ต้องการตรวจสอบแล้วจึงนำข้อมูลเหล่านั้นมาออกแบบระบบควบคุมการคัดคุณภาพมะม่วง โดยมีรายละเอียดดังนี้

3.2.3.1 เกณฑ์ในการออกแบบโปรแกรมเพื่อคัดคุณภาพมะม่วงเพื่อการส่งออก

เกณฑ์ในการออกแบบ เพื่อให้สามารถแก้ปัญหาได้ตรงประเด็นและเป็นการกำหนดขอบเขตการศึกษา จึงได้กำหนดเกณฑ์ในการออกแบบ ซึ่งเป็นข้อกำหนดที่สำคัญดังนี้

1. เป็นโปรแกรมเพื่อคัดคุณภาพมะม่วงที่มีความแม่นยำในด้านเงื่อนไขในการคัดมะม่วงในแต่ละระดับชั้น ซึ่งแบ่งออกเป็น ชั้นพิเศษ ชั้นหนึ่งและชั้นสอง ตามมาตรฐานมะม่วงส่งออก (สำนักมาตรฐานและตรวจสอบสินค้าเกษตร, 2544)
2. สามารถคัดคุณภาพในด้านขนาด ความสุกและตำหนิหรือปริมาณจุดดำได้
3. สามารถคัดคุณภาพมะม่วงซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานการส่งออกมะม่วงประเทศไทย และสามารถคัดคุณภาพมะม่วงได้โดยผู้ใช้สามารถกำหนดเกณฑ์การคัดได้เอง
4. ใช้เวลาในการคัดที่รวดเร็วกว่าการคัดด้วยมือ โดยต้องให้ผลที่ถูกต้องเท่ากับหรือมากกว่าการคัดด้วยมือ

3.2.4 การทดสอบความเข้าใจในการใช้โปรแกรมของบุคคลทั่วไป

การทดสอบนี้เป็นการประเมินเพื่อปรับปรุงโปรแกรมให้มีการใช้งานง่ายมากยิ่งขึ้น โดยจะมีการออกแบบโปรแกรมให้ผู้เริ่มใช้สามารถเข้าใจโปรแกรมได้ในระดับที่เหมาะสม ซึ่งถือได้ว่าส่วนนี้เป็นส่วนสำคัญส่วนหนึ่ง เนื่องจากถ้าโปรแกรมที่ออกแบบมามีรูปแบบหน้าจอที่ติดต่อกับผู้ใช้ทำให้มีความเข้าใจง่าย ย่อมเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพให้กับโปรแกรมนั้น ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการศึกษาวิจัย

งานวิจัยได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะภาพถ่ายกับปัจจัยคุณภาพที่ต้องการตรวจสอบตามมาตรฐานมะม่วงของประเทศไทย และนำผลการศึกษามาออกแบบ โปรแกรมเพื่อคัดคุณภาพมะม่วง จากนั้นทำการทดสอบว่าสามารถทำงานได้ตามที่กำหนดหรือไม่อย่างไร รวมถึงการประเมินความถูกต้องในการทำงานของโปรแกรมคัดคุณภาพ

โปรแกรมจะมีเงื่อนไขในการคัดมะม่วง 3 แบบ คือ คัด 1 ด้าน คัด 2 ด้าน และคัดโดยผู้ใช้กำหนดค่าในการคัดเอง

การคัดมะม่วง 1 ด้าน เป็นการคัดสำหรับระบบที่ต้องการความรวดเร็ว มีความถูกต้องน้อยกว่า 2 ด้าน เนื่องจากด้านที่ไม่ได้ผ่านการวิเคราะห์อาจมีปริมาณจุดดำมากกว่าด้านที่ทำการวิเคราะห์ ทั้งนี้เนื่องจาก มีความจำกัดของเครื่องมือ เช่น ไม่สามารถถ่ายภาพทั้งสองด้านได้, ไม่มีอุปกรณ์ในการกลับผลมะม่วง เป็นต้น

การคัดมะม่วง 2 ด้าน เหมาะสำหรับระบบที่ต้องการความถูกต้องมาก มีความพร้อมทางด้านเครื่องมือในการถ่ายภาพมะม่วงทั้งสองด้าน หรือเครื่องมือในการกลับผลมะม่วง แต่ในการคัดสองด้านนั้น โปรแกรมจะต้องทำการประมวลผลทั้งสองภาพจึงทำให้ใช้เวลามากกว่าการคัดแบบด้านเดียว โดยในการคัดมะม่วงสองด้านจะทำการเก็บค่าเช่นเดียวกับการคัดมะม่วงด้านเดียวแล้วนำมาหาค่าเฉลี่ยแล้วจึงนำไปวิเคราะห์ตามเงื่อนไขการคัดมะม่วง

และระบบสุดท้าย การคัดมะม่วงโดยประมวลผลตามที่ใช้กำหนดค่าเอง เป็นระบบที่เป็นการเพิ่มทางเลือกให้กับผู้ใช้ โดยจะนำค่าที่ผู้ใช้ใส่ใน โปรแกรมเป็นเกณฑ์ในการตัดสินใจ แต่ในระบบนี้จะเป็นการคัดแบบด้านเดียวเท่านั้น

ในการวิเคราะห์นั้นสามารถสรุปได้ดังนี้

4.1 สภาวะการถ่ายภาพและเทคนิคการปรับภาพ

4.1.1 การทดลองเทคนิคการปรับภาพเป็นภาพแบบระดับสีเทา (grayscale) และ ภาพขาว-ดำ

การปรับภาพเป็นภาพแบบระดับสีเทา (grayscale) เมื่อปรับภาพเรียบร้อยแล้ว สีจะไม่ได้มีค่าค่าเดียวแต่จะมีค่าแตกต่างกันออกไปแต่ตาไม่สามารถมองเห็นได้ ทำให้ยากต่อการวิเคราะห์ภาพและยากต่อการใส่ค่าเพื่อการวิเคราะห์ ส่วนการปรับภาพเป็นภาพขาว-ดำ จะทำให้สามารถแยกพื้นหลังออกจากผลมะม่วงได้อย่างชัดเจนง่ายต่อการวิเคราะห์ภาพในขั้นตอนต่อไป เนื่องจากเมื่อมีการปรับภาพแล้วผลมะม่วงจะเป็นสีขาวส่วนพื้นหลังที่มีสีเข้มกว่าจะเป็นสีเทามีค่ากระจายแตกต่างกันออกไป แต่จะนำส่วนที่เป็นสีขาวมาวิเคราะห์เท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.1 การปรับภาพเป็นขาวดำ



รูปที่ 4.2 กรรหาตำแหน่งของผลมะม่วง

4.1.2 การปรับปรุงสภาวะการถ่ายภาพ

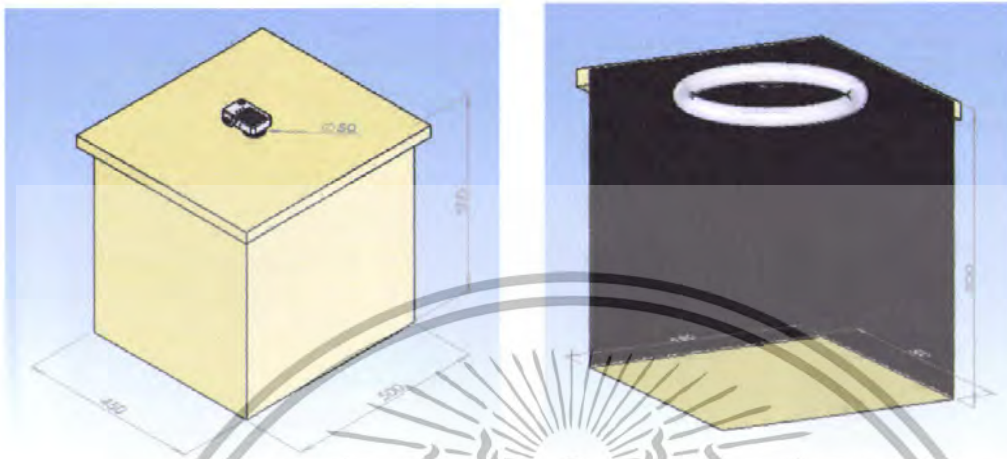
นำผลการทดสอบเบื้องต้นมาวิเคราะห์ข้อผิดพลาดหาแนวทางและดำเนินการแก้ไขที่เหมาะสม

4.1.3.1 โครงสร้างชุดทดลองสำหรับการถ่ายภาพมะม่วง

โครงสร้างชุดทดลองสำหรับการถ่ายภาพมะม่วงนั้นจะสร้างขึ้นจากไม้อัดหนา 4 มิลลิเมตร โดยนำมาประกอบเป็นรูปกล่องสี่เหลี่ยมแบบมีฝาที่สามารถยกเปิดปิดได้ด้านบน ซึ่งมีขนาด 45 x 50 x

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

50 เซนติเมตร ภายในทาสีดำทั่วทั้งกล่อง และติดหลอดไฟที่มีลักษณะเป็นวงกลมเส้นผ่าศูนย์กลาง 30 เซนติเมตร ไว้ที่ด้านล่างของฝากล่อง โดยที่ฝากล่องจะเจาะรูตรงกลางสำหรับเลนส์กล้องขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5 เซนติเมตร



รูปที่ 4.3 ชุดทดลองสำหรับจำลองสภาวะการถ่ายภาพผลมะม่วง

4.1.2.2 ตำแหน่งผลมะม่วง

โดยทั่วไปมะม่วงเป็นผลไม้ที่มีผลเป็นลักษณะทรงรี เมื่อเรารวางมะม่วงราบไว้กับพื้นแล้วถ่ายภาพจากด้านบน จะได้ภาพด้านข้างของผลมะม่วงซึ่งเป็นพื้นที่ส่วนใหญ่ของผลมะม่วง

การวางมะม่วงในราบกับพื้นที่ตำแหน่งกึ่งกลางของฝากล่องและถ่ายภาพจากด้านบน โดยวางกล้องที่ตำแหน่งกึ่งกลางบนฝากล่องที่เจาะรูไว้สำหรับให้เลนส์กล้องผ่านได้เท่านั้น ภาพที่ได้จากการวางมะม่วงและจัดตำแหน่งกล้องลักษณะนี้จะมีเงาเกิดขึ้นเล็กน้อย เมื่อนำภาพที่ได้มาประมวลผลโดยโปรแกรม โปรแกรมสามารถประมวลผลได้ถูกต้องและสามารถยอมรับได้

ได้มีการทดลองถ่ายภาพผลมะม่วงโดยการวางผลมะม่วงไว้บนแท่นที่สูงจากพื้นเล็กน้อยเพื่อลดเงาที่เกิดขึ้น แต่ภาพที่ได้จากการวางผลมะม่วงลักษณะนี้กลับเกิดเงามากกว่าการวางมะม่วงราบกับพื้น ดังนั้นจึงเลือกการถ่ายภาพโดยวางมะม่วงราบกับพื้น

4.1.2.3 สีของพื้นหลัง

จากการทดลองใช้สีของพื้นหลังที่แตกต่างกัน สามารถสรุปผลได้ดังนี้

พื้นหลังสีขาว

เนื่องจากพื้นหลังสีขาวมีสีเดียวกับสีของหลอดไฟของชุดทดลอง จึงได้ลองใช้พื้นหลังสีขาวมาใช้ในการถ่ายภาพผลมะม่วง เมื่อนำภาพถ่ายผลมะม่วงที่มีพื้นหลังสีขาวมาประมวลผลด้วยโปรแกรม

แล้ว ผลที่ได้คือโปรแกรมไม่สามารถประมวลผล เนื่องจากค่าสีของพื้นหลังสีขาวมีช่วงที่ใกล้เคียงกับค่าสีเหลืองของผลมะม่วง โปรแกรมจึงไม่สามารถแยกผลมะม่วงออกจากพื้นหลังได้

พื้นหลังสีน้ำเงิน

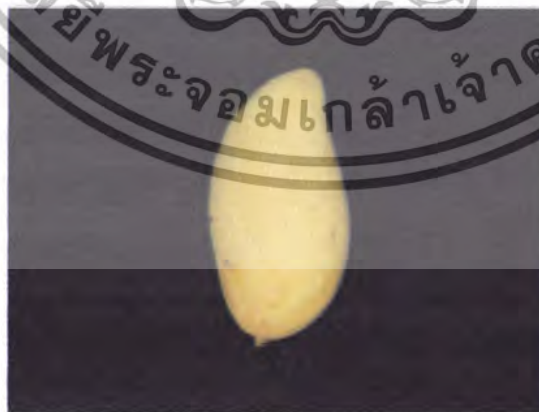
เนื่องจากการใช้เทคนิคการช้อนภาพโดยใช้ฉากสีน้ำเงิน จึงได้ทดลองใช้พื้นหลังสีน้ำเงินในการถ่ายภาพผลมะม่วง แต่เมื่อนำภาพถ่ายผลมะม่วงที่มีพื้นหลังสีน้ำเงินมาประมวลผลด้วยโปรแกรมแล้ว โปรแกรมไม่สามารถประมวลผลได้เนื่องจากโปรแกรมไม่สามารถแยกสีของผลมะม่วงออกจากพื้นหลังได้



รูปที่ 4.4 ภาพถ่ายผลมะม่วงที่มีพื้นหลังสีน้ำเงิน

พื้นหลังสีดำ

เนื่องจากสีดำเป็นสีที่ไม่เกิดการสะท้อนของแสงและดูดกลืนแสงของหลอดไฟได้ดี จึงได้ทดลองใช้พื้นหลังสีดำมาใช้ในการถ่ายภาพผลมะม่วง เมื่อนำภาพถ่ายผลมะม่วงที่มีพื้นหลังสีดำมาประมวลผลด้วยโปรแกรม ผลที่ได้คือ โปรแกรมสามารถประมวลผลได้ถูกต้อง เนื่องจากสีดำของพื้นหลังและสีเหลืองของผลมะม่วงมีช่วงของค่าสีที่แตกต่างกันและภาพที่ได้มีสีของพื้นหลังที่สม่ำเสมอไม่มีการสะท้อนของแสง ดังนั้นจึงเลือกใช้พื้นหลังสีดำในการถ่ายภาพผลมะม่วง



รูปที่ 4.5 ภาพถ่ายผลมะม่วงที่มีพื้นหลังสีดำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2.4 การปรับขนาดภาพ

ทดลองปรับภาพเป็น 2 ขนาด คือ 800 x 600 พิกเซล และ 400 x 300 พิกเซล ได้ผลดังนี้

ภาพขนาด 800 x 600 พิกเซล นั้นมีขนาดใหญ่กว่า ขนาด 400 x 300 พิกเซล เมื่อนำมาประมวลผลด้วยโปรแกรมจึงใช้เวลานานกว่าภาพขนาด 400 x 300 พิกเซล ซึ่งมีขนาดเล็กกว่า ดังนั้นจึงเลือกการปรับภาพให้เป็นขนาด 400 x 300 พิกเซล เพราะใช้ระยะเวลาสั้นกว่าและให้ผลถูกต้องแม่นยำเหมือนภาพขนาด 800 x 600 พิกเซล

4.1.2.5 การจัดชุดหลอดไฟ

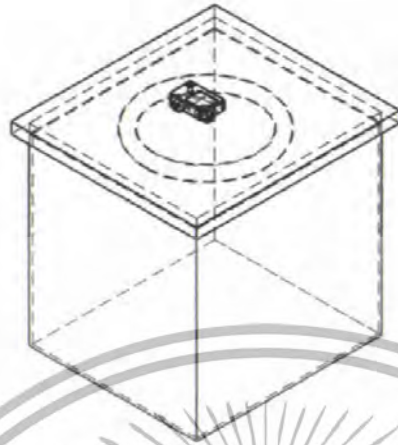
จากการทดลองใช้ชุดหลอดไฟ 2 แบบ เพื่อใช้ในการถ่ายภาพผลมะม่วง ได้ผลดังนี้

ชุดหลอดไฟแบบที่ 1 ใช้หลอดไฟ 2 ดวง ติดไว้ที่มุมกลองด้านบน 2 มุม ในแนวทแยง (รูปที่ 3.6) ภาพถ่ายผลมะม่วงที่ได้จากการจัดชุดหลอดไฟแบบที่ 1 นี้ เมื่อนำไปประมวลผลด้วยโปรแกรมแล้วผลที่ได้คือ โปรแกรมไม่สามารถประมวลผลได้ เนื่องจากแสงของหลอดไฟกระจายไม่ทั่วถึงภาพที่ได้จึงมีสีของพื้นหลังที่ไม่สม่ำเสมอ



รูปที่ 4.6 ชุดหลอดไฟแบบที่ 1

ชุดหลอดไฟแบบที่ 2 จะใช้หลอดไฟที่มีลักษณะเป็นวงกลมติดไว้ตรงกลางด้านบนของกลอง (รูปที่ 3.7) ภาพถ่ายผลมะม่วงที่ได้จากการจัดชุดหลอดไฟแบบที่ 2 นี้ เมื่อนำไปประมวลผลด้วยโปรแกรม ผลที่ได้คือ โปรแกรมสามารถประมวลผลได้ถูกต้อง เนื่องจากหลอดไฟมีการกระจายแสงอย่างทั่วถึงภาพที่ได้จึงมีสีของพื้นหลังที่สม่ำเสมอ



รูปที่ 4.7 ชุดหลอดไฟแบบที่ 2

4.2 ผลการศึกษาความสัมพันธ์ของลักษณะภาพถ่ายของผลมะม่วงกับปัจจัยคุณภาพที่ต้องการตรวจสอบ

ในการถ่ายภาพใช้กระดาษที่มีขนาด 300 x 400 พิกเซล ในการนำมาวิเคราะห์คุณภาพมะม่วงเพื่อการส่งออก เนื่องจากเป็นความละเอียดที่เพียงพอในการวิเคราะห์ภาพ ใช้เวลาในการประมวลภาพไม่นานจนเกินไป ให้ผลที่มีเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องเป็นที่น่าพอใจ

4.2.1 ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนพิกเซลกับน้ำหนัก

จากการทดสอบเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักกับจำนวนพิกเซลเชิงมิติจากภาพถ่ายของผลมะม่วง พบว่าจำนวนพิกเซลของภาพถ่ายของผลมะม่วงมีความสัมพันธ์กับน้ำหนักดังรายละเอียดต่อไปนี้

จากการหาค่าความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของมะม่วง (กรัม) และพื้นที่ภาพถ่าย (ตารางเซนติเมตร) ซึ่งค่าที่แปลงออกมาเป็นตารางเซนติเมตรได้จาก การคำนวณเมื่อถ่ายภาพกระดาษสีขาวขนาด 5x5 เซนติเมตร แสดงว่ากระดาษจะมีพื้นที่ทั้งหมด 25 ตารางเซนติเมตร จะสามารถวัดจำนวนพิกเซลของการคายเป็นสีขาวได้ 3963 พิกเซล แสดงว่า 1 ตารางเซนติเมตรจะมีจำนวนพิกเซลเท่ากับ 152.58 พิกเซล ดังนี้

มะม่วงขนาดใหญ่มีพื้นที่ภาพถ่าย มากกว่าหรือเท่ากับ 73.18 ตารางเซนติเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มะม่วงขนาดกลางมีพื้นที่ภาพฉาย มากกว่าหรือเท่ากับ 56.78 แต่ไม่น้อยกว่า 73.18 ตาราง

เซนติเมตร

มะม่วงขนาดเล็กมีพื้นที่ภาพฉาย มากกว่าหรือเท่ากับ 53.62 แต่ไม่น้อยกว่า 56.78 ตารางเซนติเมตร

ตารางที่ 4.1 สรุปความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของผลมะม่วง (กรัม) และพื้นที่ผิว (พิกเซล, ตารางเซนติเมตร)

ขนาด (กรัม)	จำนวนพื้นที่ (พิกเซล)	พื้นที่ผิว(ตารางเซนติเมตร)
มากกว่า 351	11600	มากกว่าหรือเท่ากับ 73.18
330-350	9000-11599	มากกว่าหรือเท่ากับ 56.78 แต่ไม่น้อยกว่า 73.18
260-329	8500-8999	มากกว่าหรือเท่ากับ 53.62 แต่ไม่น้อยกว่า 56.78

4.2.2 ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนพิกเซลกับจุดค่า

ระบบ RGB เป็นระบบที่ได้จากการประมวลผลด้วยโปรแกรมเป็นอันดับแรกโดยตรง ค่าจะบอกถึงความเป็นสีแดง สีเขียวและสีน้ำเงิน ซึ่งอยู่ในช่วง 0-255 จากการวัดด้วยระบบนี้จะไม่สามารถวิเคราะห์ได้ว่าผลมะม่วงสุกหรือไม่ หรือวิเคราะห์ได้ยาก เนื่องจากไม่มีค่าใดที่บ่งบอกถึงความสุกของมะม่วงได้ แต่อย่างไรก็ตามเราสามารถนำค่า RGB ไปคำนวณเป็นค่าสีในระบบอื่นๆ ได้อีก เนื่องจากโปรแกรมไม่สามารถวัดค่าสีในระบบอื่นๆ ได้โดยตรง

ระบบ CIELAB เป็นระบบที่นิยมในการวัดสีของผลไม้สุกมากที่สุด เนื่องจากค่า L* จะสามารถบ่งบอกถึงความสุกของผลมะม่วงได้ แต่จากผลการวิเคราะห์การทดลองจากโปรแกรมแล้ว ค่า L* จะมีความแตกต่างกันค่อนข้างน้อยระหว่างสีของมะม่วงสุกกับมะม่วงดิบ ส่วนค่า a* และ b* นั้นเป็นค่าเหลือของสีในวิเคราะห์ได้ยากเช่นกัน

ระบบ HSL เป็นระบบที่มีความนิยมน้อยกว่า CIELAB โดยค่า H (Hue) จะบ่งบอกถึงสีได้โดยตรงซึ่งค่อนข้างบ่งบอกออกมาได้ชัดเจนกว่าระบบอื่นๆ และบ่งบอกได้โดยตรงว่าผลมะม่วงเป็นสีอะไร ค่าความสว่าง L (Lightness) สามารถนำมาใช้ในการวิเคราะห์ค่าความเป็นจุดดำบนผิวของผลมะม่วงได้ เนื่องจากจุดดำของมะม่วงจะไม่ไรจุดที่เป็นเฉพาะสีดำเท่านั้น จึงนำค่าความสว่างของจุดมาตัดสินแทน ซึ่งถ้าค่าความสว่างต่ำกว่าค่าที่กำหนดโปรแกรมจะทำการนับไว้และถือว่าจุดนั้นเป็นจุดสีดำ

จากผลการวิเคราะห์ จะได้ว่า ค่า H มีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 0-240 ถ้าค่า H>40 แสดงว่าจุดนั้นเป็นสีเขียว ถ้าค่า H<40 แสดงว่าจุดนั้นเป็นสีเหลือง ส่วนค่า L ถ้าค่า L<10 แสดงว่าเป็นจุดดำบนผิวมะม่วง ส่วนค่า S (Sat) จะแสดงว่าความอิ่มตัวของสี โดยในโปรแกรมไม่ได้นำค่า S มาใช้ในการตัดสินทั้งความสุกและจุดดำของผลมะม่วง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการวิเคราะห์จะเห็นได้ว่าระบบสีที่เหมาะสมที่สุดคือระบบ HSL เนื่องจากใช้ในการวิเคราะห์ผลได้ชัดเจนและถูกต้องมากที่สุด และยังสามารถรองรับการสอบเทียบ (calibrate) ได้อีกด้วย

จากผลการหาความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ผิวและจำนวนพิกเซลในข้างต้นแล้วเราจะสามารถทราบค่าของพื้นที่ 1 ตารางเซนติเมตรว่ามีจำนวนพิกเซลเท่าใดจากนั้นจะนำมาคำนวณเป็นค่าจุดดำซึ่งเป็นค่าตามมาตรฐานมะม่วงส่งออกประเทศไทยได้ สามารถนำค่าดังกล่าวมาคำนวณหาปริมาณจุดดำบนผิวมะม่วงได้ผลดังต่อไปนี้

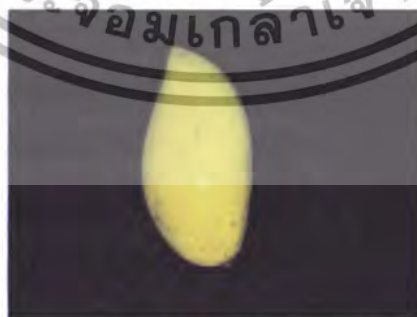
ตารางที่ 4.2 แสดงค่าจำนวนพิกเซลของจุดดำในเงื่อนไขต่าง ๆ

ปริมาณจุดดำ (ตารางเซนติเมตร)	จำนวนพิกเซล (พิกเซล)
1	$1 \times 158.52 = 158.52$
2	$2 \times 158.52 = 317.04$
3	$3 \times 158.52 = 475.56$
4	$4 \times 158.52 = 634.08$
5	$5 \times 158.52 = 792.60$
6	$6 \times 158.52 = 951.12$
7	$7 \times 158.52 = 1109.64$

4.2.3 ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่สีเหลืองต่อพื้นที่ทั้งหมดของผลมะม่วงสุก

สำหรับโปรแกรมเพื่อคัดคุณภาพมะม่วงนั้นจะอ้างอิงเกณฑ์การคัดจากมาตรฐานการส่งออกมะม่วงประเทศไทย โดยในเรื่องการคัดความสุกคือนั้นจะคัดเฉพาะมะม่วงสุกเท่านั้น ซึ่งหมายถึงมะม่วงที่ผลเป็นสีเหลืองทั้งผล เมื่อดูจากผลแปลว่า ส่วนมะม่วงที่เป็นสีเขียวนั้นจะคัดออกทันที

จากผลการทดลองหาสัดส่วนระหว่างพิกเซลที่อยู่ในช่วงสีเขียวและพิกเซลที่อยู่ในช่วงสีเหลืองได้ผลดังนี้



รูปที่ 4.8 ภาพมะม่วงที่มีสีเหลืองสุกทั้งผล

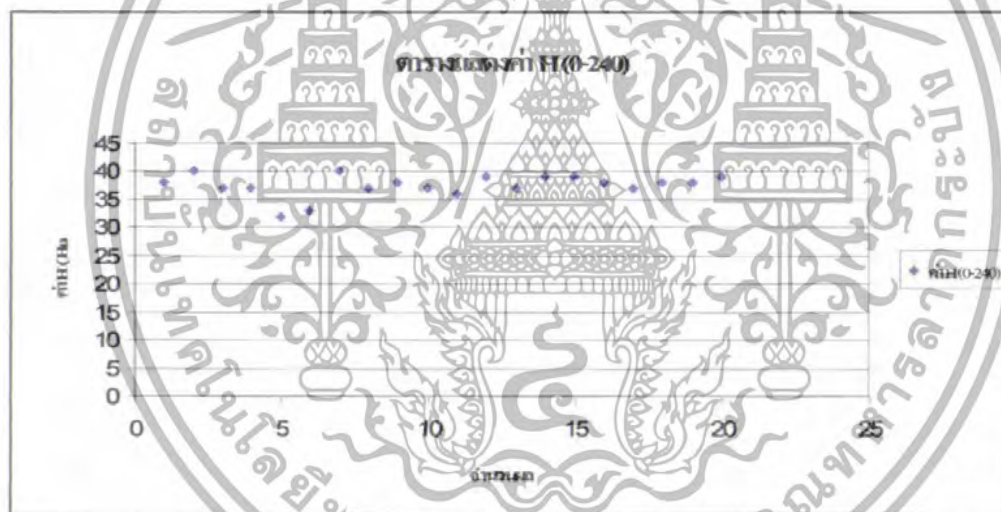
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นำผลที่ได้จากการทดลองมาสร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างผลมะม่วงสุกและ เปอร์เซ็นต์ พิกเซลสีเหลืองต่อจำนวนพิกเซลทั้งหมด

จากการศึกษา องพิกเซลสีเหลืองต่อพื้นที่ทั้งหมดในดังแสดงในภาคผนวก ค. จะเห็นว่า % พิกเซลสีเหลืองต่อพื้นที่ทั้งหมดอยู่ในช่วงระหว่าง 60-90% โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 81.91% แต่จากการวิเคราะห์ค่าที่ได้แล้วเพื่อเลือกค่าที่เหมาะสมในการนำไปใช้ในโปรแกรมคัดคุณภาพมะม่วง จึงควรเลือกค่าที่ครอบคลุมถึงความสุกของผลมะม่วงซึ่งจากการพิจารณาข้อมูลที่ได้จากการทดลองแล้ว ควรจะเลือกค่าที่อยู่ระหว่าง 60-70% เนื่องจากเป็นค่าเริ่มต้นที่เห็น ได้ชัดเจนด้วยตาเปล่าว่ามะม่วงสุกทั้งหมด

4.2.4 ผลการศึกษาค่าสีของพิกเซลของมะม่วงสุกโดยพิจารณาจากค่า H (Hue) ในระบบ HSL

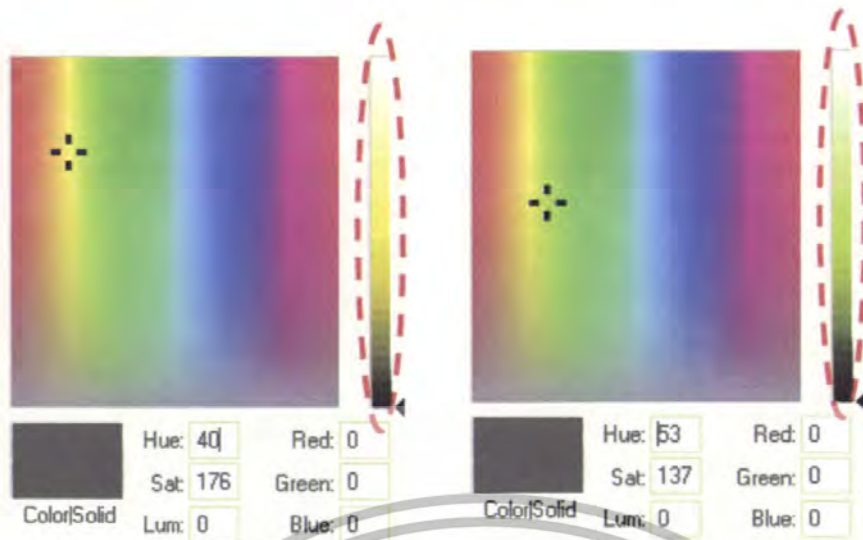
ในการวิเคราะห์ค่าความสุกของผลมะม่วง ใช้ค่า H (Hue) ในการตัดสินใจ เนื่องจากเป็นค่าที่มีการทดลองเบื้องต้นแล้วพบว่ามีความเหมาะสมมากที่สุดในการนำมาวิเคราะห์ค่าความสุกของมะม่วง นำค่าที่ได้มาสร้างกราฟแสดงค่า H (Hue) ของมะม่วงสุก จะได้กราฟดังรูปที่ 4.3 ต่อไปนี้



รูปที่ 4.9 กราฟแสดงค่า H (Hue) ของมะม่วงสุก

จากผลการทดลอง จะเห็นได้ว่าค่า H (Hue) ของมะม่วงสุกอยู่ระหว่าง 32-40 ซึ่งเป็นค่าของช่วงสีเหลืองในระบบ HSL และเมื่อนำค่าที่ได้ไปเทียบกับ ส่วนควบคุมสีมาตรฐานในโปรแกรมอื่น ๆ ดังภาพ (ภาพจากการใส่ค่าสีใน โปรแกรม Paint)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.10 ค่า H ที่ได้จากโปรแกรม Paint

จากภาพเมื่อสังเกตในแถบสีที่ปรากฏขึ้นจะเห็นได้ว่าค่า H (Hue) เป็นค่าที่บอกสีโดยตรงซึ่งเหมาะสมกับการนำมาวิเคราะห์มากที่สุด โดยเมื่อใช้ค่า H (Hue) ที่ประมาณ 40 แลบสีก็จะแสดงสีที่เป็นสีเหลือง แต่ถ้าใส่ค่าที่มากขึ้นกว่า 40 สีที่แสดงที่ผลบสีจะเป็นสีเขียว

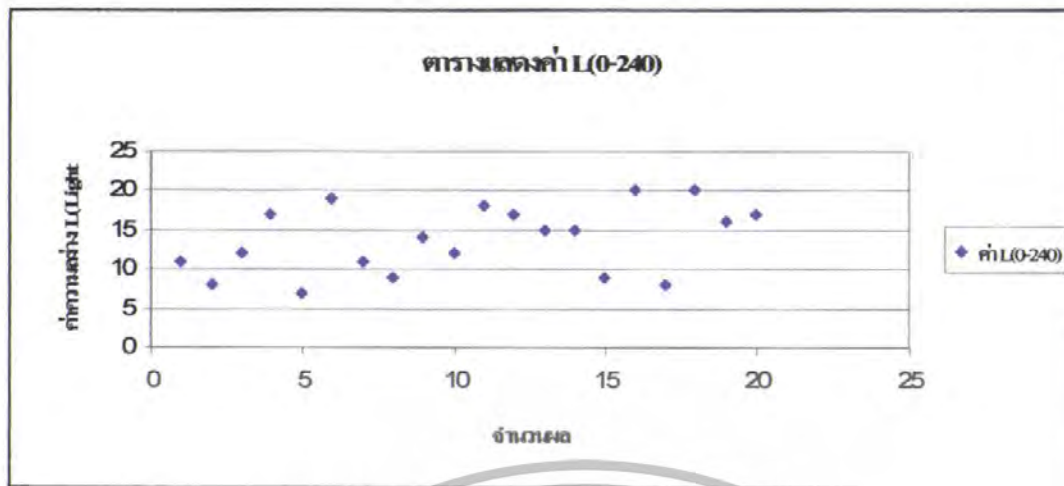
เพราะฉะนั้นสรุปได้ว่าพิกเซลที่มีสีเหลืองหรือมะม่วงทุกจะมีค่า H (Hue) น้อยกว่า 40 ส่วนพิกเซลที่มีสีเขียวหรือมะม่วงดิบจะมีค่า H (Hue) มากกว่า 40 นำค่าที่ได้ไปใช้เพื่อเป็นการแบ่งระหว่างพิกเซลที่เป็นสีเหลืองกับพิกเซลที่เป็นสีเขียว

4.2.5 ผลการศึกษาความสัมพันธ์ของพิกเซลของจุดดำบนผลมะม่วงโดยพิจารณาจากค่าความสว่าง L (Lightness)

ในระบบ HSL

การวิเคราะห์จุดดำของมะม่วงจะวิเคราะห์จากค่า L (Lightness) ในระบบ HSL เนื่องจากมีการทดลองเบื้องต้นแล้วพบว่ามีความเหมาะสมมากที่สุด ที่จะใช้ในการวิเคราะห์จุดดำ โดยค่าความสว่างที่นำมาคำนวณเป็นระบบที่มีค่าความสว่าง อยู่ในช่วง 0-240 มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

นำค่าที่ได้มาสร้างกราฟแสดงค่า ความสว่าง L (Lightness) ของจุดดำบนผิวมะม่วงได้กราฟดังนี้



รูปที่ 4.11 กราฟแสดงค่า ความสว่าง L (Lightness) ของจุดดำบนผิวมะม่วง

จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่าค่าความสว่าง L (Lightness) ของจุดดำบนผิวมะม่วงจะอยู่ในช่วงระหว่าง 7-20 แสดงว่าจุดดำบนผิวมะม่วงที่เห็นได้จากตาเปล่าว่าเป็นจุดดำที่มีสีอ่อนที่สุดจากผลมะม่วงที่นำมาทดลองจะมีค่าความสว่าง L (Lightness) เท่ากับ 20 และจุดดำบนผิวมะม่วงที่เข้มที่สุดจากตัวอย่างที่นำมาทดลองจะมีค่าความสว่าง L (Lightness) เท่ากับ 7 ดังนั้นจึงเลือกค่าในการพิจารณาพิภพเซลล์ที่เป็นจุดดำจะต้องมีค่าความสว่าง L (Lightness) มีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 20

4.3 ผลการออกแบบโปรแกรมเพื่อคัดคุณภาพมะม่วง

หลังจากที่ได้ทำการศึกษาเงื่อนไขในการคัดคุณภาพของมะม่วงตามมาตรฐานของประเทศไทยแล้วจึงได้เขียน โปรแกรมเพื่อคัดคุณภาพมะม่วงมีรายละเอียดของโปรแกรมและส่วนประกอบดังต่อไปนี้

4.3.1 การทำงาน รายละเอียดและการแสดงผลของโปรแกรมเพื่อคัดคุณภาพมะม่วง



มาตรฐานมะม่วง → 1.1

เข้าสู่โปรแกรม → 1.2

ออก → 1.3

พัฒนาโดย
นางสาวพัชรินทร์ หาษาธา
นางสาวศศิญา หลพงษ์
นางสาววิภาดา เงินฐาภิคนธ์
หน้าปก

รูปที่ 4.12 หน้าหลักของโปรแกรมเพื่อคัดคุณภาพมะม่วง

หน้าหลักของโปรแกรมมีการแสดงหน้าที่การทำงานดังนี้
ปุ่มต่าง ๆ บนหน้าจอจะแสดงการทำงานจากการเลือกปุ่ม

หมายเลข 1.1 “มาตรฐานมะม่วง” โปรแกรมจะเรียกเอกสารแสดงรายละเอียดของมาตรฐานมะม่วงซึ่งจะแสดงในรูปแบบของเอกสาร PDF (สามารถดูได้ในภาคผนวก) รายละเอียดของเอกสารจะกล่าวถึง หัวข้อดังต่อไปนี้ นิยามของผลิตภัณฑ์ ข้อกำหนดเรื่องคุณภาพ ข้อกำหนดเรื่องขนาด ข้อกำหนดเรื่องเกณฑ์ความคลาดเคลื่อน ข้อกำหนดเรื่องการผลิตและการจัดเรียงเสนอ การแสดงเครื่องหมายหรือฉลาก สารปนเปื้อน สารพิษตกค้าง สุขลักษณะ วัสดุภาชนะบรรจุและซักตัวอย่าง และตารางแสดงรายละเอียดเกี่ยวกับการคัดคุณภาพมะม่วงของโปรแกรม

หมายเลข 1.2 “เข้าสู่หน้าโปรแกรม” จะนำไปสู่หน้าโปรแกรมเพื่อให้ผู้ใช้เลือกเงื่อนไขการคัดมะม่วงซึ่งจะแบ่งออกเป็นการคัดแบบ 1 ด้าน การคัดแบบ 2 ด้าน และการคัดโดยผู้ใช้กำหนดค่าเอง

หมายเลข 1.3 “ออก” จากโปรแกรมหรือสิ้นสุดการทำงานของโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.13 กำหนดค่า

ภาพข้างต้นแสดงถึงรูปแบบต่างๆของการคัดมะม่วง โดยจะแบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ

- การคัดด้วยเงื่อนไขการคัดแบบกึ่งมาตรฐาน (ส่วนที่ 1)

ผู้ใช้งานสามารถทราบรายละเอียดการคัดได้จากตารางคุณภาพมะม่วง โดยการคัดแบบมาตรฐานจะแบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ การคัดมะม่วงแบบ 1 ค้านและการคัดมะม่วงแบบ 2 ค้าน ซึ่งจะขึ้นอยู่กับความต้องการของผู้ใช้และข้อจำกัดของเครื่องมือในการคัด

- การคัดโดยผู้ใช้งานกำหนดค่าเอง (ส่วนที่ 2)

ผู้ใช้งานสามารถกำหนดค่าต่างๆ ในการคัดมะม่วงซึ่งประกอบไปด้วย ขนาด, ความสุก และปริมาณจุดดำ

หมายเลข 2.1 ที่หน้าต่างเปิดหน้าต่างหลักของโปรแกรม หรือนำผู้ใช้กลับไปสู่นำหน้าหลัก

หมายเลข 2.2 ออกจากโปรแกรมหรือสิ้นสุดโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



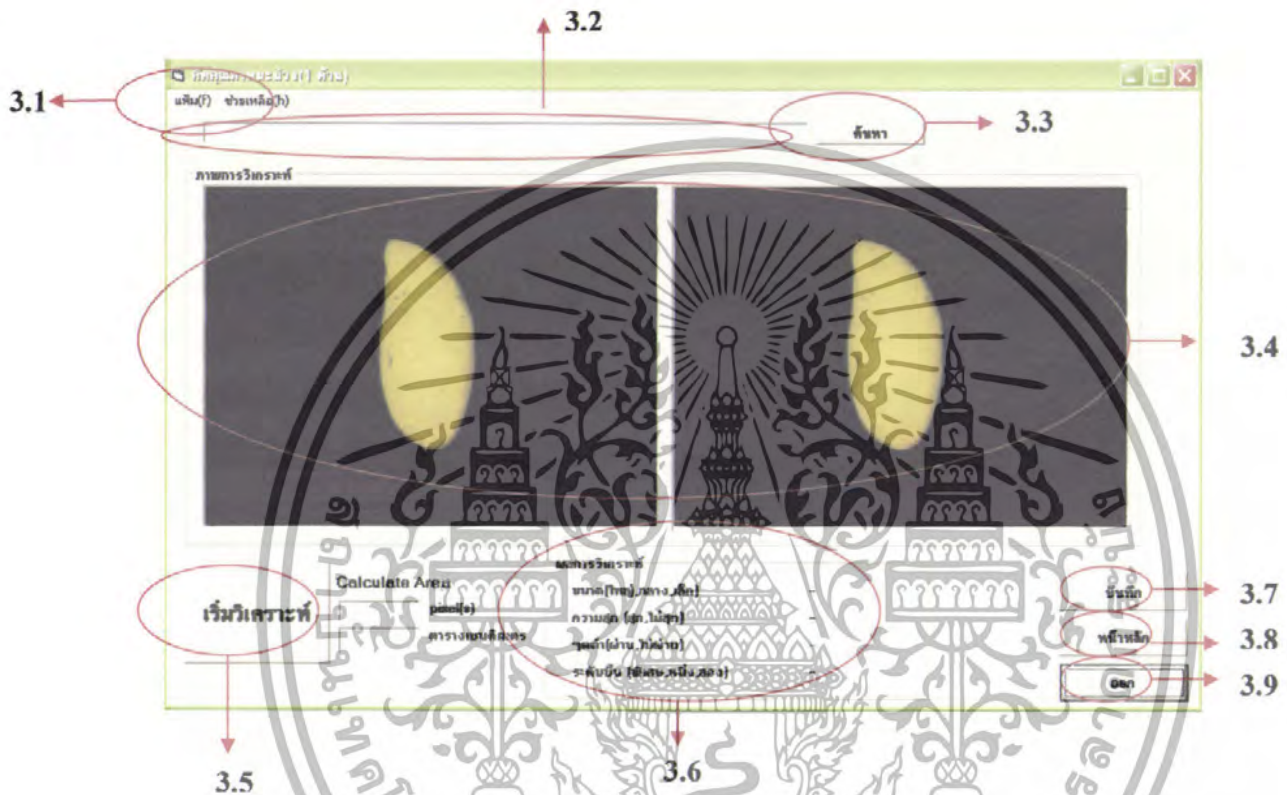
(ข)

รูปที่ 4.14 หน้าต่างเลือกเงื่อนไขการคัดของโปรแกรมการคัดคุณภาพมะม่วง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนที่ 1 เมื่อต้องการเข้าสู่หน้าการคัดแบบมาตรฐานในส่วนที่ 1 จะใช้การเลือกแบบ คำสั่งเลือกอย่างใดอย่างหนึ่งเท่านั้น (option button) ก็จะมีการกำหนดให้เลือกเพียงอย่างใดอย่างหนึ่งเท่านั้น แล้วจะเข้าสู่หน้าโปรแกรมการคัดด้วยการกดปุ่ม ตกลง

ส่วนที่ 2 เมื่อต้องการเข้าสู่หน้าการคัดแบบผู้กำหนดเอง สามารถเข้าโปรแกรมโดยการกดปุ่ม ตกลง



รูปที่ 4.15 โปรแกรมคัดลอกภาพมะม่วงแบบ 1 ด้าน

รายละเอียดของโปรแกรม

หมายเลข 3.1 แสดงแถบเครื่องมือของโปรแกรม ซึ่งประกอบไปด้วยแฟ้ม (File) และ ช่วยเหลือ (Help) โดยจะได้อธิบายรายละเอียดของแถบโปรแกรมในส่วนต่อ ๆ ไป

หมายเลข 3.2 แสดงที่มาของภาพ (file of Path)

หมายเลข 3.3 ทำหน้าที่ในการค้นหาภาพจากเพิ่มข้อมูลต่าง ๆ

หมายเลข 3.4 แสดงภาพมะม่วงที่ต้องการคัดและขั้นตอนการประมวลผลภาพด้วยโปรแกรม โดยจะมีการเปรียบเทียบระหว่างภาพที่ประมวลและภาพเดิมที่ไม่ได้มีการประมวล

หมายเลข 3.5 ทำหน้าที่ในการเริ่มคำสั่งการวิเคราะห์ภาพ

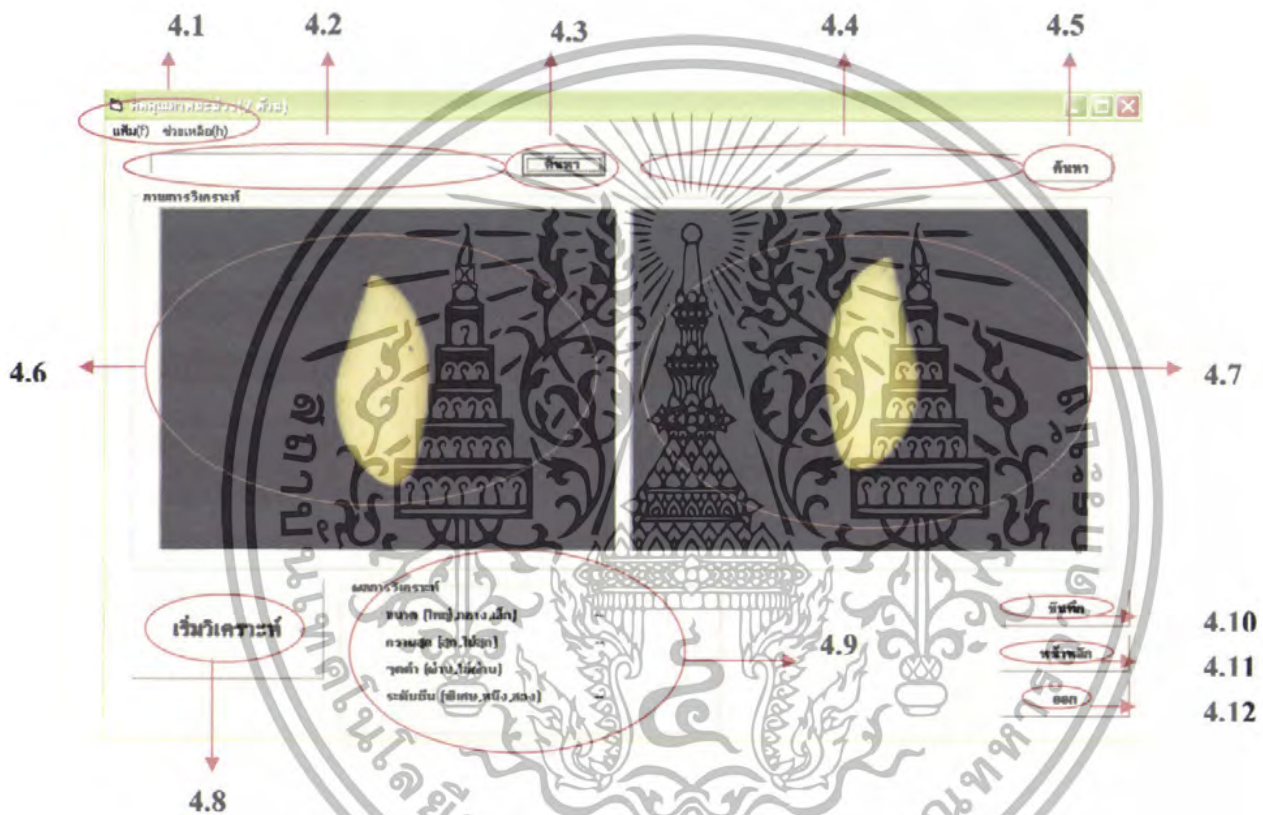
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายเลข 3.6 แสดงถึงผลการวิเคราะห์ภาพมะม่วง ซึ่งประกอบไปด้วย ขนาด, ความสุก, จุดดำ, และระดับชั้น

หมายเลข 3.7 ทำหน้าที่ในการบันทึกข้อมูลของการวิเคราะห์มะม่วงโดยจะมีการบันทึกในตาราง Excel

หมายเลข 3.8 ทำหน้าที่เปิดหน้าต่างของโปรแกรม หรือนำผู้ใช้กลับไปสู่หน้าต่างหลัก

หมายเลข 3.9 ออกจากโปรแกรมหรือสิ้นสุดโปรแกรม



รูปที่ 4.16 หน้าต่างโปรแกรมการคัดคุณภาพมะม่วงแบบคัด 2 ด้าน

รายละเอียดของโปรแกรม

หมายเลข 4.1 แสดงแถบเครื่องมือของโปรแกรม ซึ่งประกอบไปด้วยเพิ่ม (File) และ ช่วยเหลือ (Help) โดยจะได้อธิบายรายละเอียดของแถบโปรแกรมในส่วนต่อ ๆ ไป

หมายเลข 4.2/4.4 แสดงที่มาของภาพของภาพแต่ละด้านของมะม่วงซึ่งภาพที่แสดงจะเป็นภาพที่แตกต่างกันเนื่องจากเป็นภาพในแต่ละด้านของผลมะม่วง

หมายเลข 4.3/4.5 ทำหน้าที่ในการค้นหาภาพจากเพิ่มข้อมูลต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายเลข 4.6/4.7 แสดงภาพมะม่วงที่ต้องการคัดและขั้นตอนการประมวลผลภาพด้วยโปรแกรม โดยจะเป็นการประมวลผลทั้งสองด้านของมะม่วง

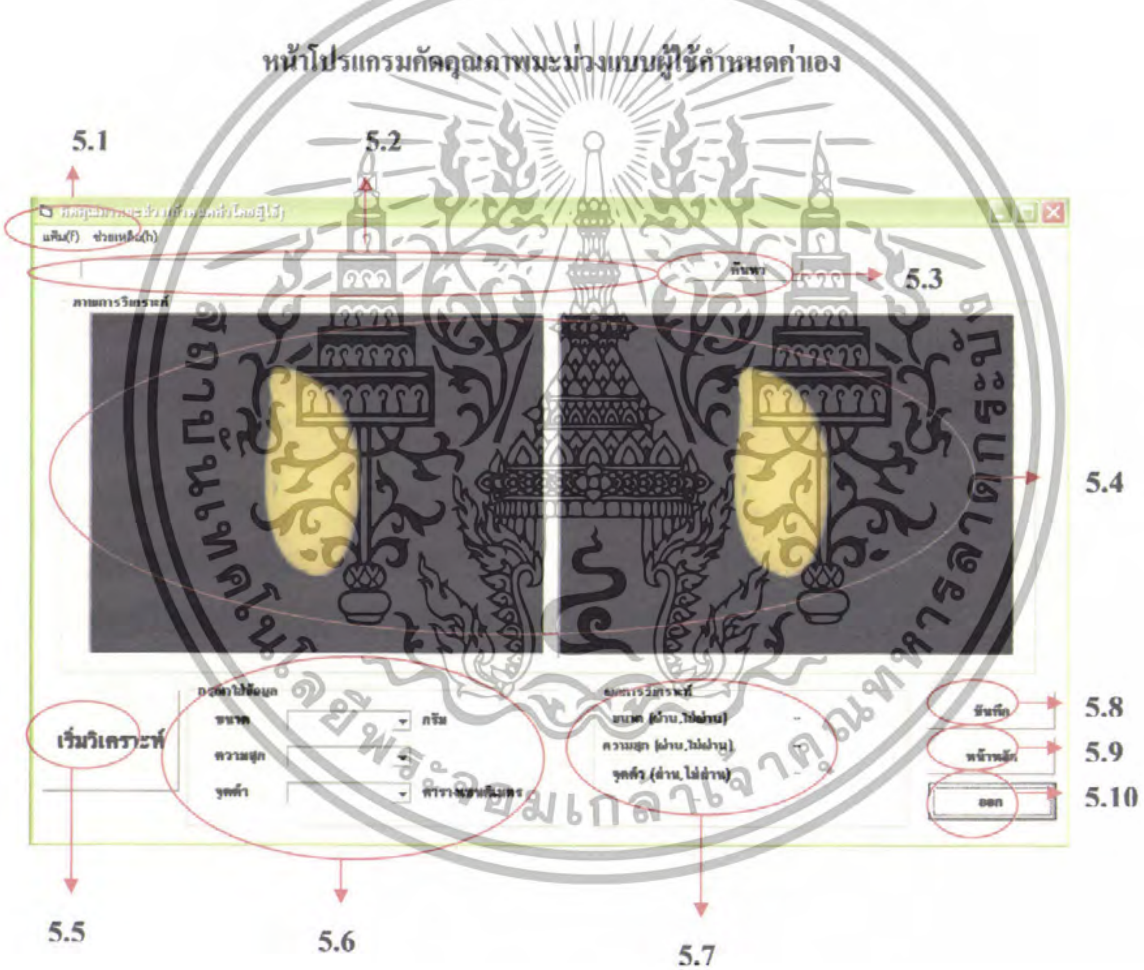
หมายเลข 4.8 ทำหน้าที่ในการเริ่มคำสั่งการวิเคราะห์ภาพ

หมายเลข 4.9 แสดงถึงผลการวิเคราะห์ภาพมะม่วง ซึ่งประกอบไปด้วย ขนาด, ความสุก, จุดดำ, และระดับชั้น

หมายเลข 4.10 ทำหน้าที่ในการบันทึกข้อมูลของการวิเคราะห์มะม่วงโดยจะมีการบันทึกในตาราง Excel

หมายเลข 4.11 ทำหน้าที่เปิดหน้าต่างหลักของโปรแกรม หรือนำผู้ใช้กลับไปสู่หน้าต่างหลัก

หมายเลข 4.12 ออกจากโปรแกรมหรือสิ้นสุดโปรแกรม



รูปที่ 4.17 หน้าต่าง โปรแกรมการคัดคุณภาพมะม่วงแบบผู้ใช้งานกำหนดค่าเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายละเอียดของโปรแกรม

หมายเลข 5.1 แสดงแถบเครื่องมือของโปรแกรม ซึ่งประกอบไปด้วยแฟ้ม (File) และ ช่วยเหลือ (Help) โดยจะได้อธิบายรายละเอียดของแถบโปรแกรมในส่วนต่อ ๆ ไป

หมายเลข 5.2 แสดงที่มาของภาพ

หมายเลข 5.3 ทำหน้าที่ในการค้นหาภาพจากแฟ้มข้อมูลต่าง ๆ

หมายเลข 5.4 แสดงภาพมะม่วงที่ต้องการคัดและขั้นตอนการประมวลผลด้วยโปรแกรม โดยจะมีการเปรียบเทียบระหว่างภาพที่ประมวลและภาพเดิมที่ไม่ได้มีการประมวล

หมายเลข 5.5 ทำหน้าที่ในการเริ่มคำสั่งการวิเคราะห์ภาพ

หมายเลข 5.6 ส่วนสำหรับการใส่ค่า เงื่อนไขการกำหนดค่า ขนาด, ความสูง และจุดค่า ซึ่งจะอธิบายรายละเอียดต่อไป

หมายเลข 5.7 แสดงถึงผลการวิเคราะห์ภาพมะม่วง ซึ่งจะแสดงค่าออกมาว่า ผ่านหรือไม่ผ่านเท่านั้น

หมายเลข 5.8 ทำหน้าที่ในการบันทึกข้อมูลของการวิเคราะห์มะม่วง โดยจะมีการบันทึกในตาราง Excel

หมายเลข 5.9 ทำหน้าที่เปิดหน้าต่างของโปรแกรม หรือนำผู้ใช้กลับไปสู่หน้าต่างหลัก

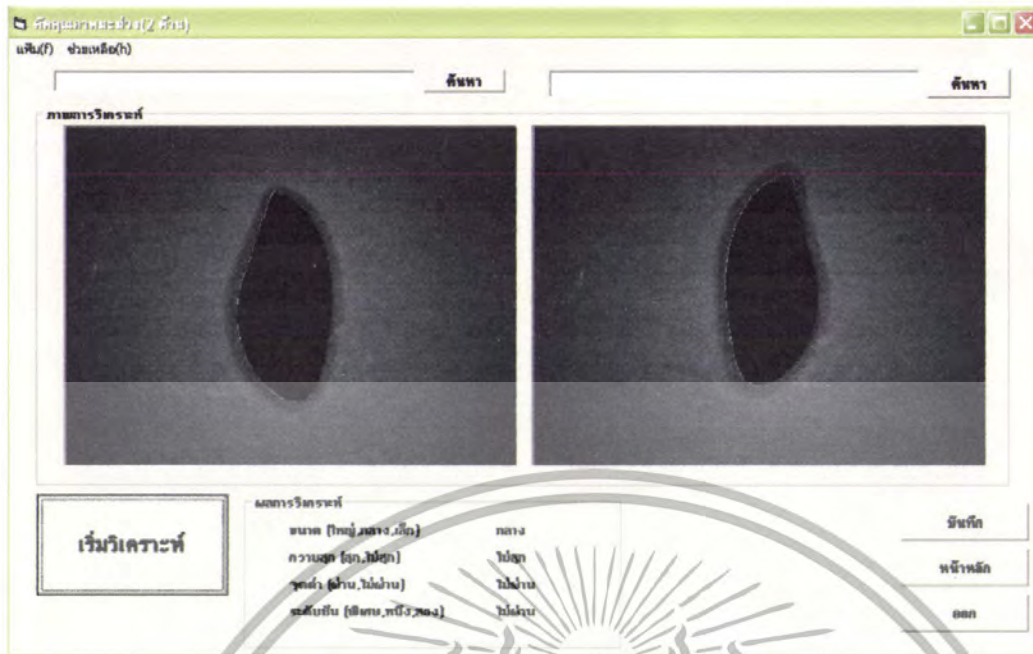
หมายเลข 5.10 ออกจากโปรแกรมหรือสิ้นสุดโปรแกรม



รูปที่ 4.18 แสดงการเลือกขนาดมะม่วง

ส่วนสำหรับการใส่ค่าขนาดของมะม่วงซึ่งจะแบ่งออกเป็น 3 ช่วง ประกอบไปด้วย ขนาดใหญ่ (น้ำหนักมากกว่า 351 กรัม) ขนาดกลาง (น้ำหนักอยู่ระหว่าง 330-350 กรัม) และขนาดเล็ก (น้ำหนักอยู่ระหว่าง 260-329 กรัม)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

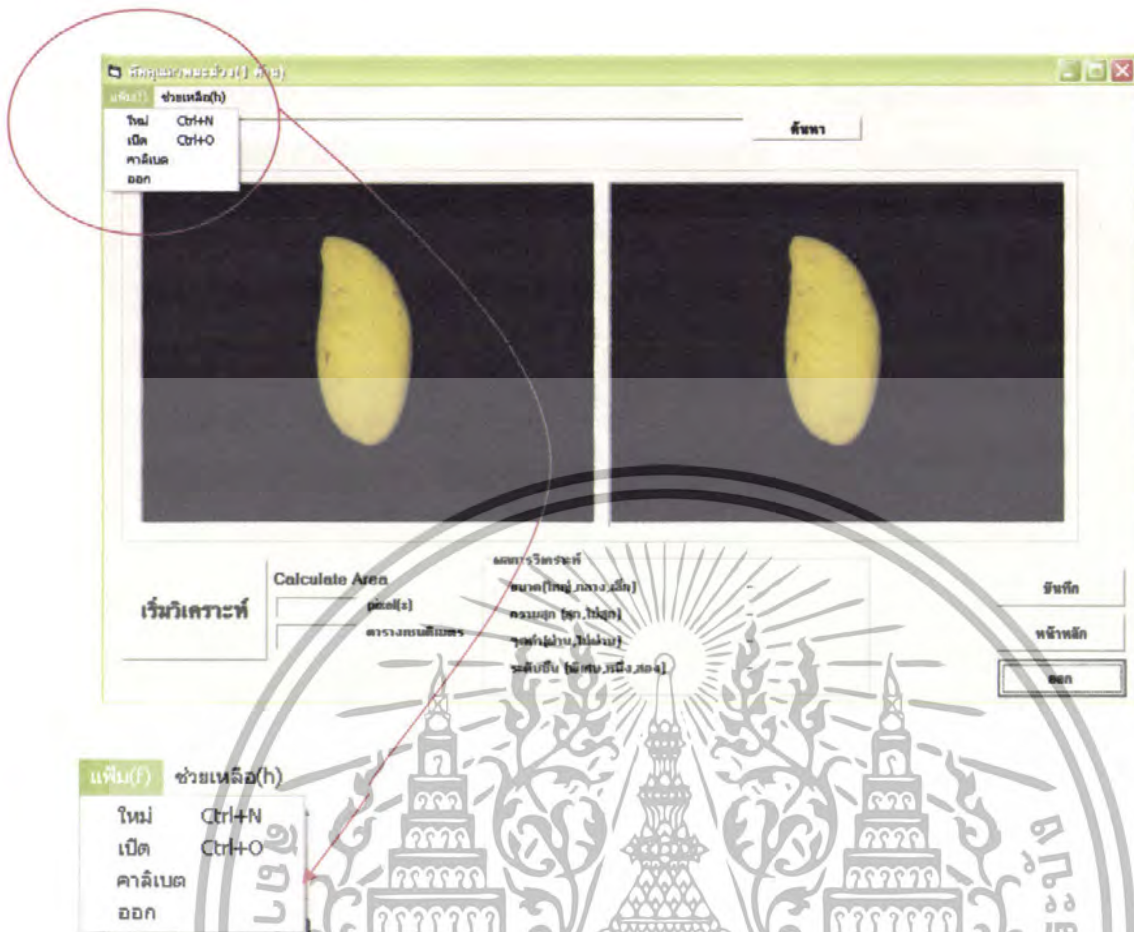


รูปที่ 4.22 การประมวลผลมะม่วงด้วยเงื่อนไขการค้มะม่วง 2 ด้าน



รูปที่ 4.23 ภาพการประมวลผลมะม่วงด้วยเงื่อนไขการค้มะม่วงโดยผู้ใช้งานค้เอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.24 แถบเครื่องมือของโปรแกรม

แถบเครื่องมือประกอบไปด้วย แฟ้ม (File) และ ช่วยเหลือ (Help) ในส่วนของแฟ้ม (File) ประกอบไปด้วย

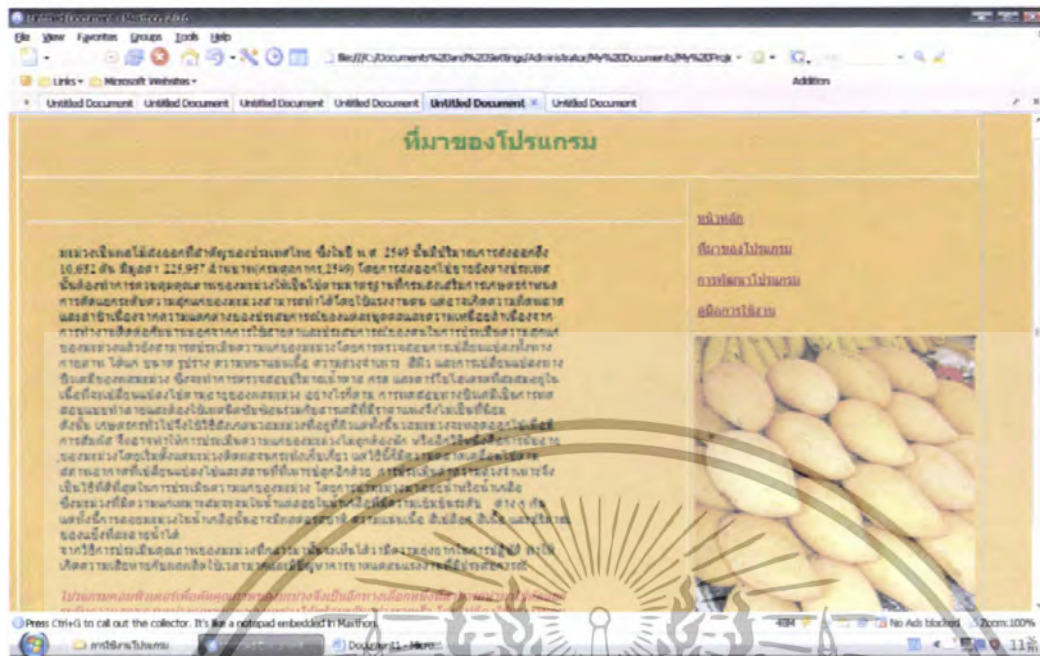
- ใหม่ (New) ทำหน้าที่ในการเรียกหน้าโปรแกรมที่กำลังทำงานอยู่ในขณะนั้นให้แสดงออกมาใหม่เป็นหน้าโปรแกรมเปล่า โดยโปรแกรมจะทำการล้างค่าทั้งหมดยกเว้นค่าของการคาลิเบตสีขาว
- เปิด (Open) ทำหน้าที่ในการเปิดไฟล์ภาพมะม่วงที่ต้องการนำมาวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม ทำหน้าที่เช่นเดียวกับปุ่ม ค้นหา บนหน้าจอ
- การสอบเทียบ (Calibrate) ทำหน้าที่ในการเก็บค่า RGB ของแผ่น paperboard สีขาวเมื่อนำมาที่คลิกลงบนภาพแผ่นคาลิเบตสีขาว เพื่อความถูกต้องของโปรแกรมและความแม่นยำ เมื่อมีการเปลี่ยนสถานะการถ่ายภาพ และการเปลี่ยนชุดไฟในการถ่ายภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.2.2 หน้าต่างอธิบายที่มาของโปรแกรม



รูปที่ 4.27 ส่วนช่วยเหลือของโปรแกรมในหัวข้อที่มาของโปรแกรม

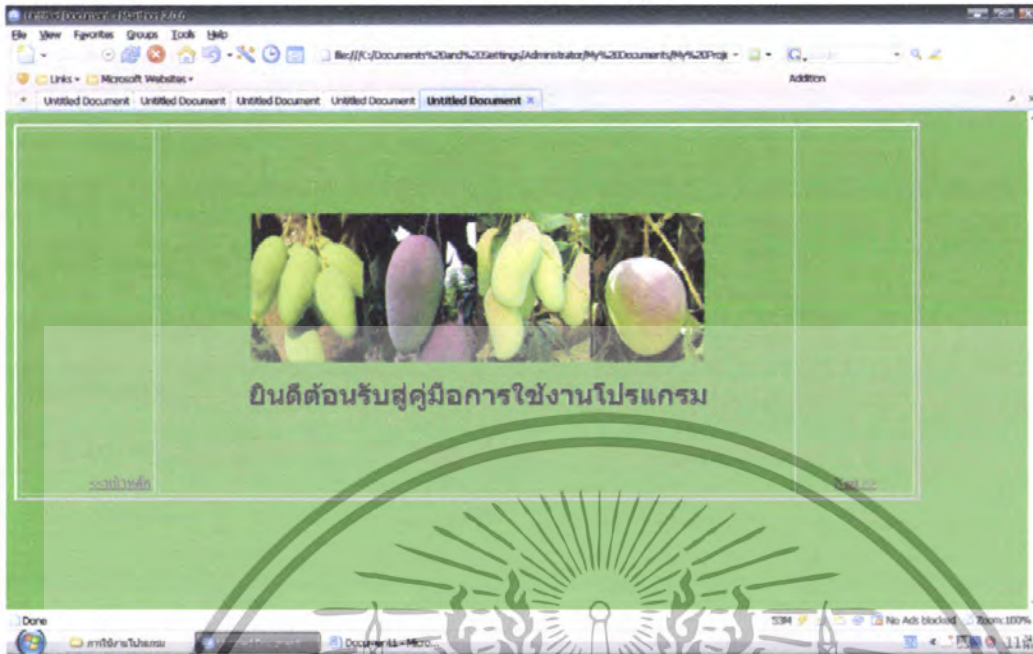
4.3.2.3 หน้าต่างอธิบายการพัฒนาโปรแกรม



รูปที่ 4.28 ส่วนช่วยเหลือของโปรแกรมในส่วนการพัฒนาโปรแกรม

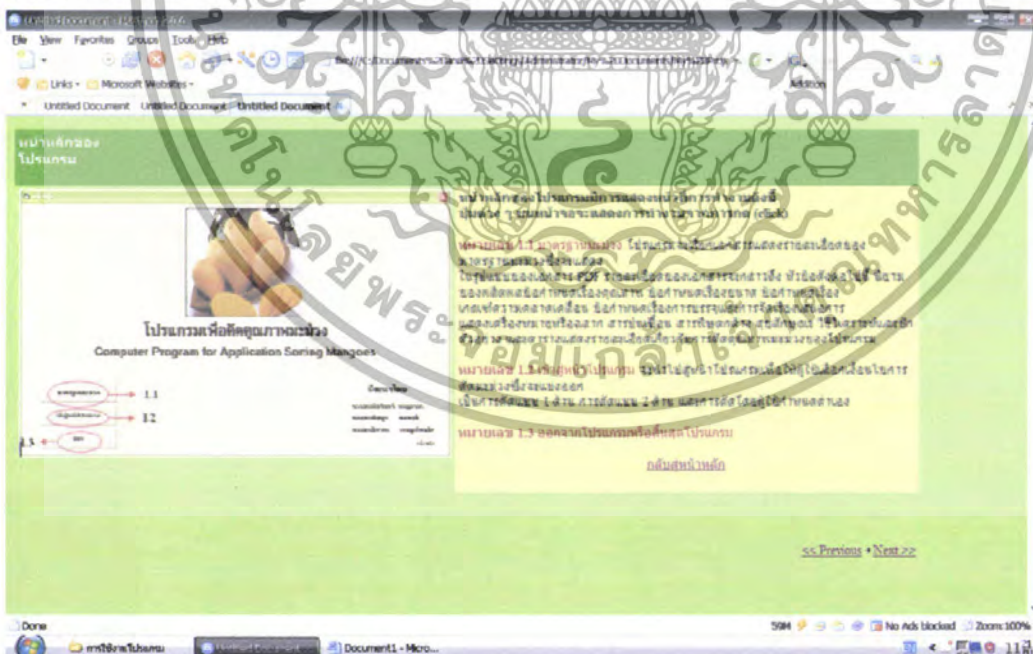
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.2.4 คู่มือการใช้งาน โปรแกรม สามารถคลิกที่ Next เพื่อคู่มือการใช้งาน



รูปที่ 4.29 ส่วนช่วยเหลือของ โปรแกรม (คู่มือการใช้โปรแกรม)

4.3.2.4.1 หน้าตาแสดงหน้าหลักของโปรแกรม ในหน้านี้จะอธิบายการใช้งานต่างๆ เพื่อกำหนดการใช้งานโปรแกรม

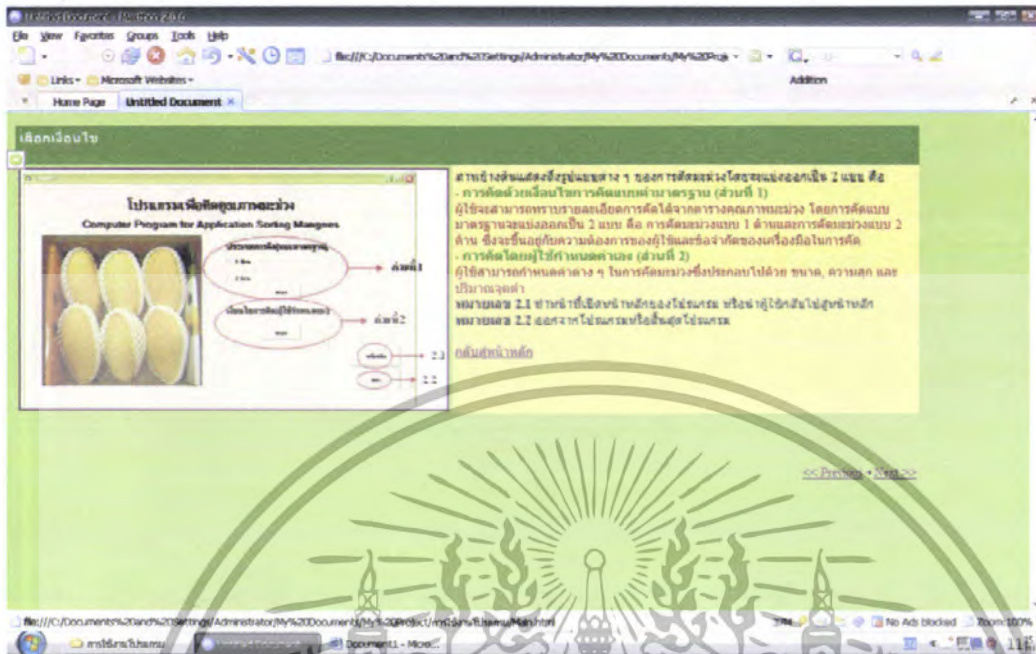


รูปที่ 4.30 คู่มือการใช้โปรแกรมในส่วนของหน้าหลักโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.2.4.2 หน้าต่างแสดงวิธีการเลือกใช้เงื่อนไขในโปรแกรม โดยแบ่งออกเป็นแบบมาตรฐาน

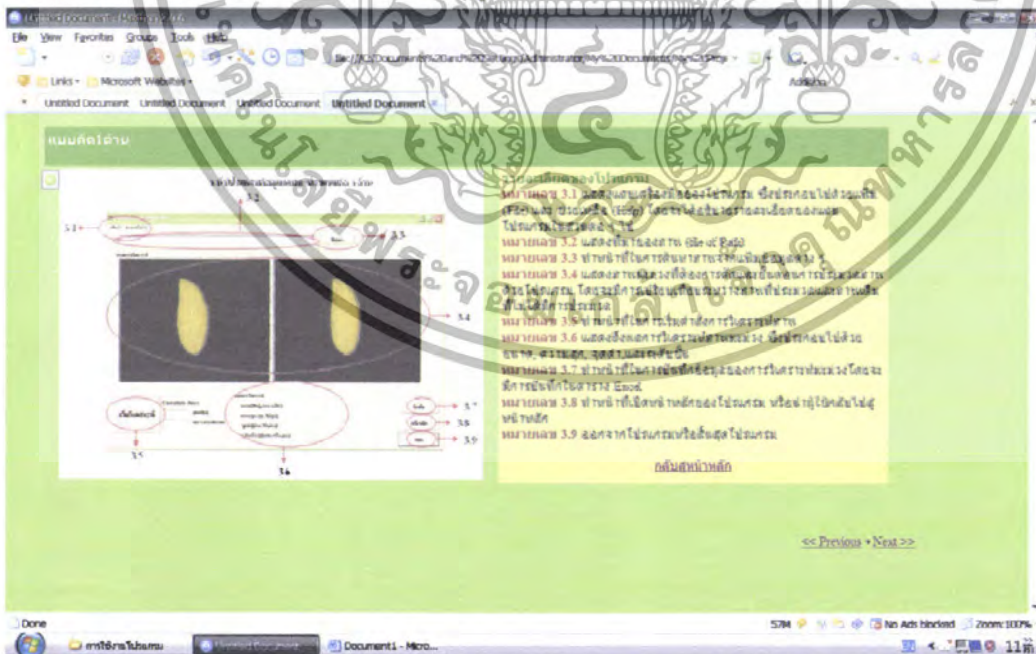
และผู้ใช้กำหนดเอง



รูปที่ 4.31 คู่มือการใช้โปรแกรมในส่วนการเลือกเงื่อนไขในการกักคุณภาพมะม่วง

4.3.2.4.3 หน้าต่างแสดงโปรแกรมกักคุณภาพมะม่วงแบบกัก 1 ด้าน จะแสดงคำสั่งและปุ่ม

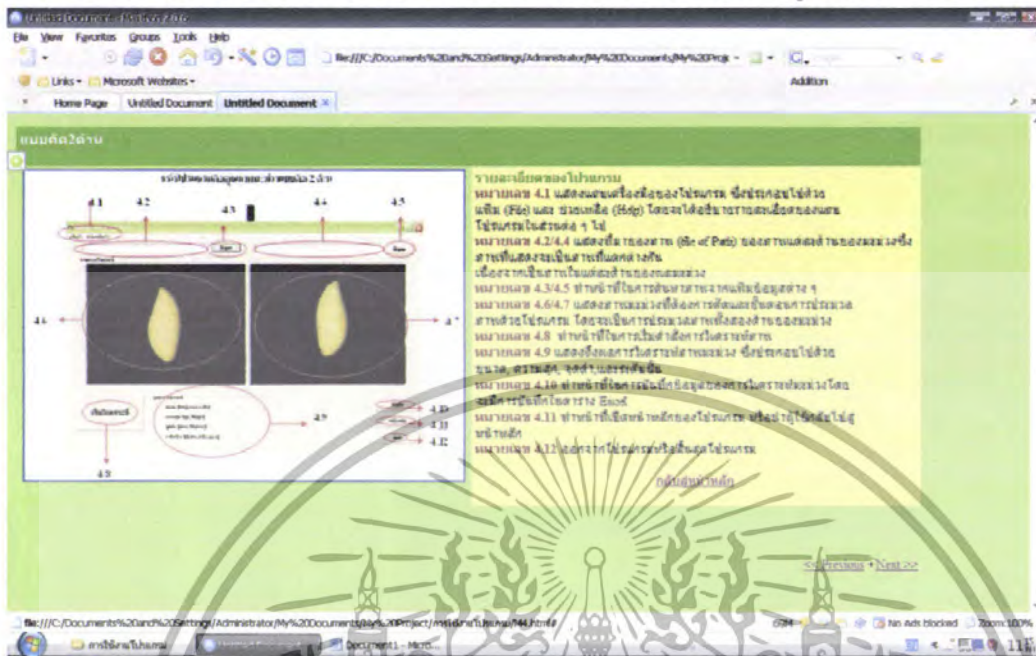
ต่างๆ บนโปรแกรมเพื่ออธิบายการใช้งานให้ผู้ใช้ใช้งานได้ง่ายขึ้น



รูปที่ 4.32 คู่มือการใช้โปรแกรมส่วนการกักมะม่วงแบบ 1 ด้าน

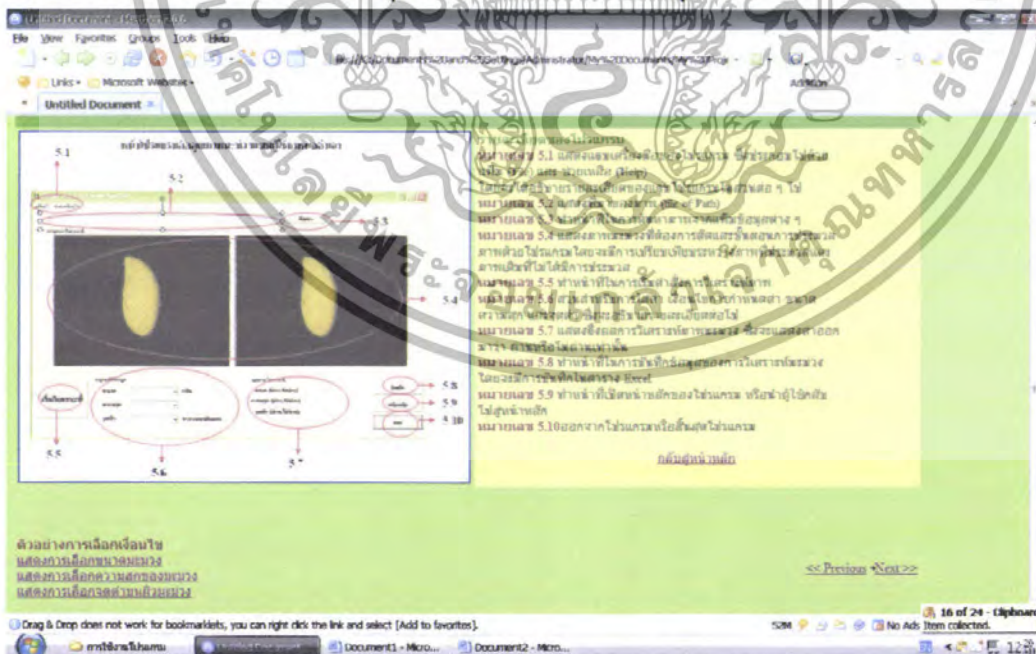
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.2.4.4 หน้าต่างแสดงโปรแกรมคัดคุณภาพมะม่วงแบบคัด 2 ด้าน ในหน้านี้จะอธิบายการใช้งานโปรแกรมแบบคัด 2 ด้านโดยแสดงส่วนประกอบในโปรแกรมเพื่อให้ผู้ใช้เข้าใจโปรแกรม



รูปที่ 4.33 คู่มือการใช้โปรแกรมในส่วนการคัดแบบ 2 ด้าน

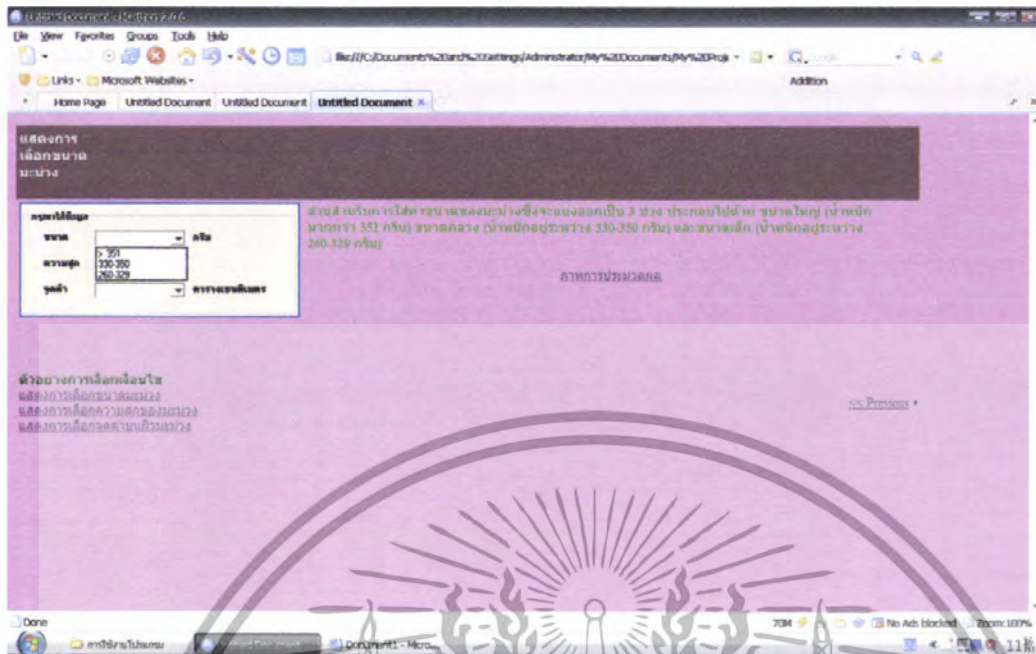
4.3.2.4.5 หน้าต่างแสดงโปรแกรมคัดคุณภาพมะม่วงแบบผู้ใช้งานกำหนดเอง จะแสดงการเลือกเงื่อนไข ได้แก่ ขนาดมะม่วง ความสุกของมะม่วง และปริมาณจุดดำ



รูปที่ 4.34 คู่มือการใช้โปรแกรมในส่วนการคัด โดยผู้ใช้งานกำหนดค่าเอง

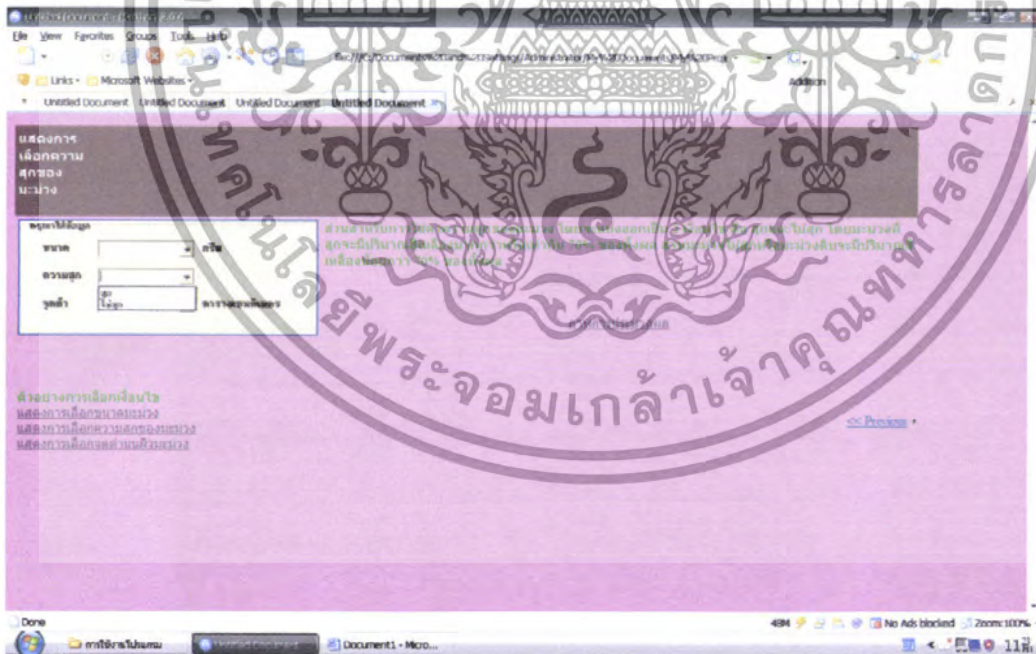
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.2.4.5.1 เลือกขนาดมะม่วง จะแสดงตำแหน่งที่ใช้ใส่ค่าตัวแปรเพื่อประมวลผล



รูปที่ 4.35 การเลือกขนาดในส่วนการคัด โดยผู้ใช้กำหนดค่าเอง

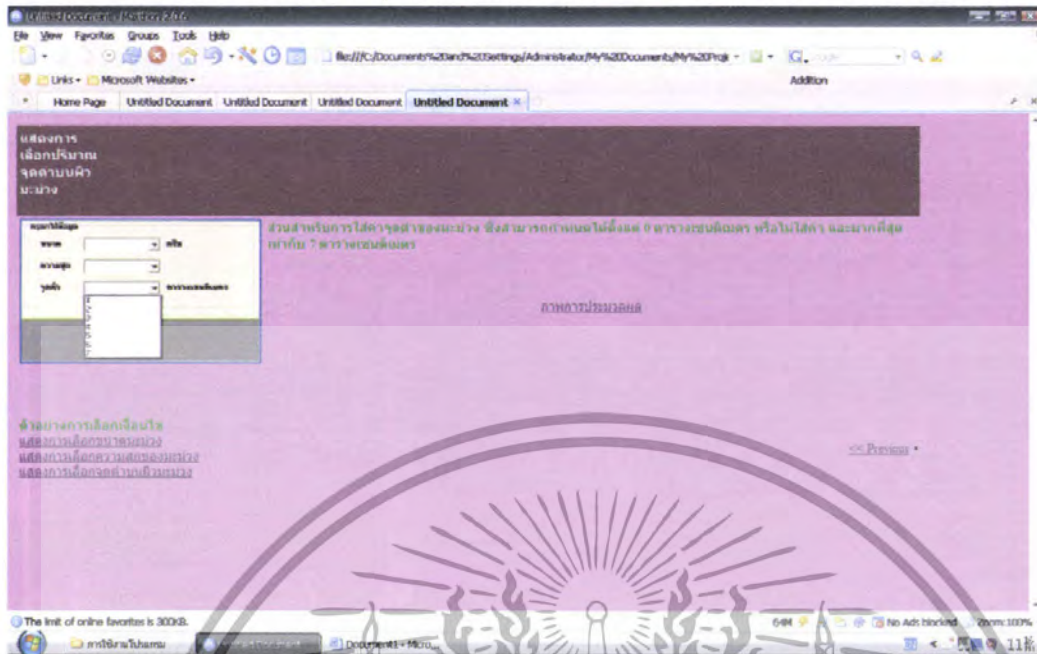
4.3.2.4.5.2 เลือกความสูงมะม่วง จะแสดงตำแหน่งที่ใช้ใส่ค่าตัวแปรเพื่อประมวลผล



รูปที่ 4.36 การเลือกความสูงในส่วนการคัด โดยผู้กำหนดค่าเอง

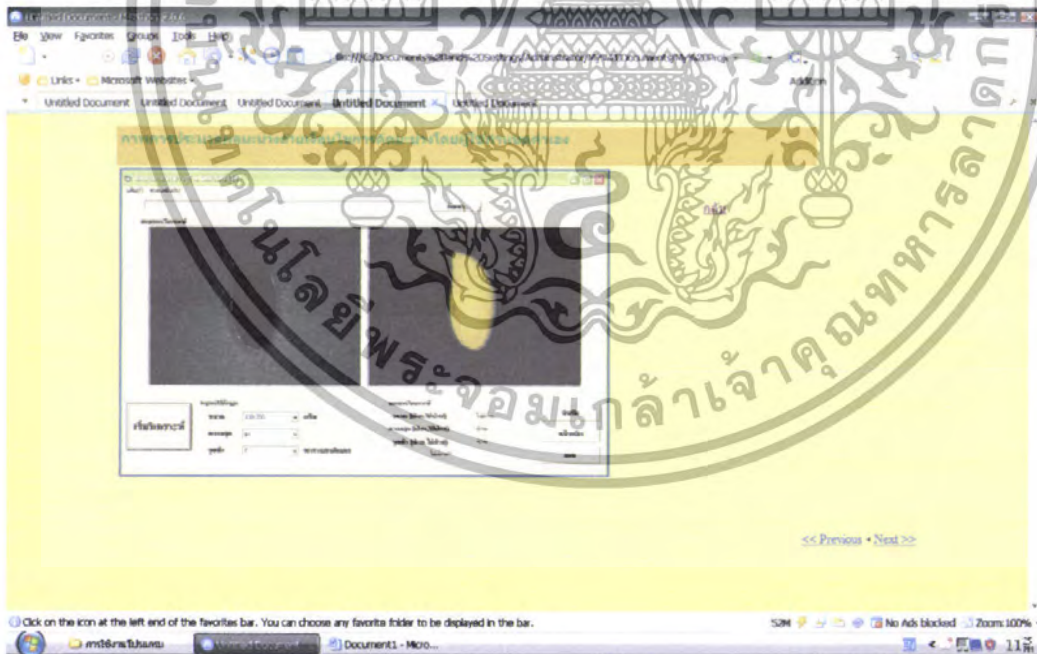
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.2.4.5.3 เลือกปริมาณจุดคำ จะแสดงตำแหน่งที่ใช้ใส่คำตัวแปรเพื่อประมวลผล



รูปที่ 4.37 การเลือกปริมาณจุดคำในส่วนการคิดโดยผู้ใช้กำหนดค่าเอง

4.3.2.4.5.4 ภาพการประมวลผล ในแต่ละเงื่อนไขจะแสดงภาพของการประมวลผล ดังตัวอย่าง

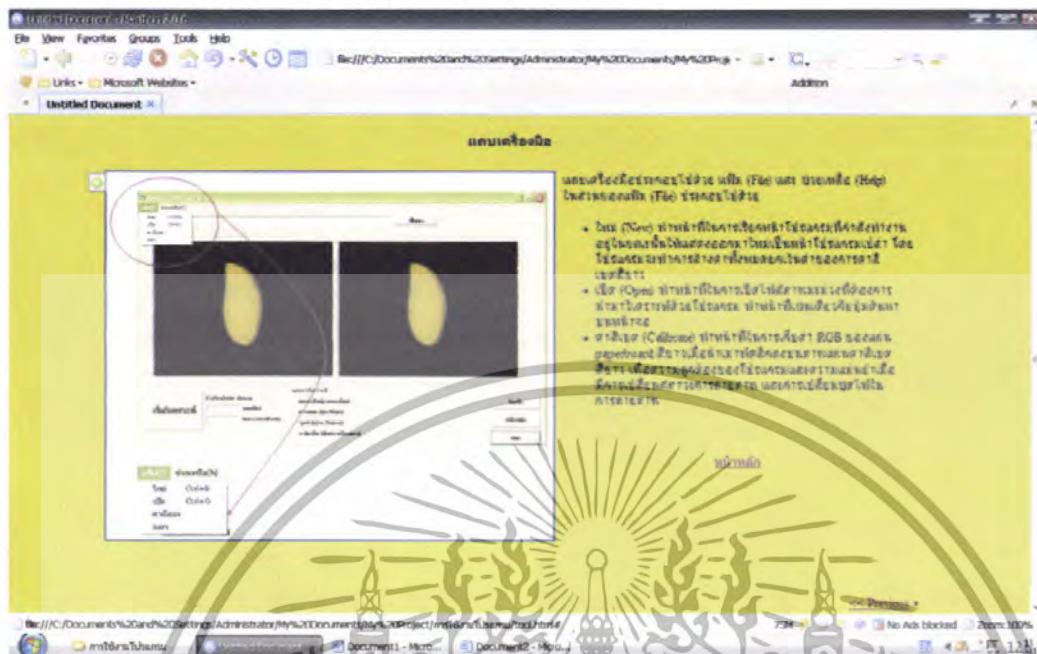


รูปที่ 4.38 ส่วนช่วยเหลือของโปรแกรม (ภาพการประมวลผลการคัดมะม่วงแบบ 1 ค้าน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.2.5 ส่วนแสดงตำแหน่งของแถบเครื่องมือ

อธิบายถึงการ ใช้คำสั่งต่าง ๆ บนหน้าโปรแกรม



รูปที่ 4.39 ส่วนช่วยเหลือของ โปรแกรม (คำสั่งต่าง ๆ บนหน้าโปรแกรม)

4.4 ผลการทดสอบของโปรแกรมเพื่อคัดคุณภาพมะม่วง

4.4.1 ผลการศึกษาความถูกต้องของโปรแกรม

หลังจากที่ได้ทำการทดสอบเบื้องต้นและแก้ไขข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นแล้วจึงทำการทดสอบการทำงานของโปรแกรมกับมะม่วงจริง โดยจะประเมินความสามารถของโปรแกรมออกมาเป็นเปอร์เซ็นต์ความถูกต้อง โดยทำการประเมินแยกเป็น ส่วน ๆ เนื่องจากโปรแกรมจะมีการวิเคราะห์ทุกส่วนอย่าง ต่อเนื่องทั้งส่วนของกรวิเคราะห์หีขนาด, ความสุก, และปริมาณจุดดำหรือตำหนิ

จากการประเมินความสามารถในการคัดคุณภาพมะม่วงของโปรแกรมเพื่อคัดคุณภาพมะม่วง จะทำการวิเคราะห์ภาพมะม่วง 30 ผล ด้วยโปรแกรมและมีการจับเวลาการวิเคราะห์ของโปรแกรมเทียบกับเวลาในการคัดคุณภาพของมะม่วงด้วยมือ ได้ผลดังตารางในภาคผนวก

จากผลการทดสอบจะเห็นได้ว่าโปรแกรมสามารถจำแนกมะม่วงในปัจจัยต่าง ๆ ได้แตกต่างกัน โดยจะมีการวิเคราะห์ในเรื่องความสุกได้แม่นยำมากที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ และจะมีการวิเคราะห์เรื่องขนาดได้ผิดพลาดมากที่สุด ส่วนในเรื่องการวิเคราะห์ด้านจุดดำนั้นก็วิเคราะห์ได้ค่อนข้างแม่นยำเช่นกัน

ผลการทดลองความถูกต้องของโปรแกรมในเรื่องความสุกจะมีความถูกต้องคิดเป็น 100 เปอร์เซ็นต์ แสดงว่าโปรแกรมมีความแม่นยำเรื่องการวิเคราะห์สีมาก และมีการเลือกระบบสีที่นำมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิเคราะห์ด้านความสุกได้เหมาะสม จึงให้ความถูกต้องในด้านนี้มาก ในด้านการวิเคราะห์เรื่องจุดค่ามีความถูกต้องคิดเป็น 96.67 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งถือว่าค่อนข้างแม่นยำ เนื่องมาจากการวิเคราะห์จุดค่าใช้เทคนิคการวิเคราะห์ที่เหมือนกับการวิเคราะห์ความสุกทั้งด้านการวัดค่าสี และการนับจำนวนฟักเซลของจุดสีนั้น ๆ ส่วนการวัดขนาดมีความถูกต้องโปรแกรม 80 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งน้อยที่สุดจากทั้ง 3 ปัจจัยเนื่องมาจากความสัมพันธ์ระหว่างขนาดหรือน้ำหนัก กับฟักเซลที่ภาพถ่ายของผลม้วนนั้น มีความแปรผันมากกว่าปัจจัยอื่น ๆ เช่นผลมะม่วงบางผลมีน้ำหนักมาก แต่มีพื้นที่ภาพถ่ายน้อย เนื่องจากรูปร่างที่ไม่สมบูรณ์ของผลมะม่วง

ส่วนผลของการทดสอบความถูกต้องของการคัดมะม่วงแบบ 2 ด้านและผู้ใช้กำหนดเองเป็นดังนี้

การคัดมะม่วงแบบ 2 ด้าน มีการทดสอบความถูกต้องของโปรแกรมเช่นเดียวกับการทดสอบแบบ 1 ด้าน ซึ่งให้ผลดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4.3 แสดงค่าความถูกต้องของโปรแกรมเพื่อคัดคุณภาพมะม่วงแบบคัด 2 ด้าน

ปัจจัยการคัด	% ความถูกต้อง
ขนาด	96.67%
ความสุก	100%
จุดค่า	100%

จากผลในตารางที่ 4.3 แสดงให้เห็นว่า แนวโน้มความถูกต้องของโปรแกรมในปัจจัยต่าง ๆ เป็นเช่นเดียวกับการคัดมะม่วงแบบ 1 ด้าน แต่มีความถูกต้องน้อยกว่า คือ การคัดมะม่วงด้านความสุกมีความถูกต้อง 100 เปอร์เซ็นต์ การคัดมะม่วงด้านจุดค่ามีความถูกต้อง 100 เปอร์เซ็นต์ และการคัดมะม่วงด้านขนาดมีความถูกต้องน้อยที่สุดคือ 96.67 เปอร์เซ็นต์

ส่วนการคัดมะม่วง โดยผู้ใช้กำหนดค่าเอง จะวัดค่าความถูกต้องโดยรวมซึ่งมีค่าความถูกต้องคิดเป็น 86.67%

4.4.2 ผลการศึกษาความเข้าใจโปรแกรมของผู้ใช้

การศึกษาความเข้าใจโปรแกรมของผู้ใช้เป็นอีกส่วนที่ต้องคำนึงถึง เนื่องจากถ้าผู้ใช้ไม่สามารถใช้งานโปรแกรมด้วยความเข้าใจแล้ว ประสิทธิภาพของโปรแกรมก็จะน้อยลงด้วย ทำให้ไม่เกิดประโยชน์อย่างสูงสุด

ผลการศึกษาความเข้าใจโปรแกรมของผู้ใช้ ทำโดยการให้ผู้ใช้จำนวน 30 คน ทดลองใช้โปรแกรมแล้วประเมินผล ซึ่งได้ผลดังในตารางในภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากผลการทดลองทดสอบความเข้าใจของผู้ใช้โปรแกรม แสดงให้เห็นว่า ผู้ใช้คิดว่าโปรแกรมสามารถใช้ได้ยากมาก 6.67 เปอร์เซ็นต์ ใช้ได้ยาก 33.3 เปอร์เซ็นต์ และใช้ได้ง่าย 56.67 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งถือว่าผู้ใช้คิดว่าโปรแกรมใช้งานได้ง่าย ส่วนมากผู้จะไม่เข้าใจในเรื่องการเลือกเงื่อนไขในส่วนของการคัดมะม่วงด้วยผู้กำหนดค่าเอง เนื่องจากผู้ใช้ไม่ได้มีความรู้ในเรื่องนี้โดยเฉพาะ โดยสามารถแก้ไขได้โดยการอ่านส่วนของช่วยเหลือ หรือส่วนของแนะนำโปรแกรมก่อนการใช้

4.4.3 ผลการทดสอบระยะเวลาในการวิเคราะห์ของโปรแกรม

ผลการทดลองวัดความเร็วในการคัดคุณภาพมะม่วง แสดงให้เห็นว่าในการวิเคราะห์คุณภาพมะม่วงแบบคัด 1 ด้าน และการคัดแบบผู้กำหนดเองของมะม่วง 1 ผล ตั้งแต่เริ่มโหลดภาพจนกระทั่งวิเคราะห์ผลเสร็จจะใช้เวลาในการวิเคราะห์ 5 วินาที โดยทำการจับเวลาโดยการใช้ Timer ของโปรแกรมโดยตรง ซึ่งจะมีการทำงานเมื่อมีการโหลดภาพและมีการหยุด Timer เมื่อมีการวิเคราะห์เสร็จสมบูรณ์ ส่วนการวิเคราะห์ผลของการคัดแบบ 2 ด้านจะใช้เวลา 9 วินาทีในการวิเคราะห์เนื่องจากการวิเคราะห์มะม่วงทั้ง 2 ภาพ ซึ่งถือว่าเป็นเวลาที่น้อยมากเมื่อเทียบกับการคัดด้วยมือ

4.4.4 การสอบเทียบกระดาศีขาวมาตรฐาน

ในการเปลี่ยนชุดไฟ โดยในการสอบเทียบ (calibrate) จะให้ผู้ใช้ วัดค่าแผ่นสีขาวมาตรฐานที่มีค่าสีขาวคงที่ ก่อนเริ่มทำการวิเคราะห์ โปรแกรมจะทำการเก็บค่า RGB ของสีขาว ที่ได้จากแผ่นสีขาวมาตรฐานแล้วนำมาเปรียบเทียบกับค่า RGB ของระบบไฟชุดที่ใช้ในการทดลองที่ใช้ในการเขียนโปรแกรม ค่าที่ได้จะออกมาเป็นความต่างของสีแดง ความต่างของสีเขียวและความต่างของสีน้ำเงิน แล้วนำค่าดังกล่าวมาปรับแต่งในส่วนของการคำนวณสี ผลของการวิเคราะห์ที่ได้จะถูกต้องและแม่นยำมากยิ่งขึ้นถึงแม้จะมีการเปลี่ยนชุดไฟก็ตาม อย่างไรก็ตามในการเปลี่ยนชุดไฟหรือใช้ระบบไฟชุดอื่นในการถ่ายภาพนั้น ก็ยังต้องคำนึงถึงองค์ประกอบอื่น ๆ อื่น ๆ อีก เช่น กล้องจำลองสภาวะ (chamber) และพื้นหลังที่ใช้ ต้องมีการควบคุมสภาวะอื่น ๆ ไม่ให้แสงจากภายนอกเข้าไปได้ พื้นหลังต้องเป็นสีดำเท่านั้น และต้องมีการควบคุมความสม่ำเสมอของทั้งสีพื้นหลังและไฟที่ใช้ด้วย เนื่องจากถ้าภาพที่ได้มีแสงที่ไม่สม่ำเสมอแล้วโปรแกรมจะทำการวิเคราะห์ได้ผิดพลาดเนื่องจากจะไม่สามารถหาค่าแห่งของผลมะม่วงได้

การสอบเทียบ จะทำในขั้นตอนแรกก่อนการวิเคราะห์ภาพและค่านี้จะถูกลบหรือกำหนดให้เป็นศูนย์เมื่อมีการวิเคราะห์โปรแกรมครั้งใหม่ หรือเมื่อผู้ใช้มีการเปลี่ยนสภาวะการทดลอง จะเห็นได้ว่าส่วนของการสอบเทียบจะเป็นส่วนที่แตกต่างจากโปรแกรมอื่น ๆ ทั้งนี้เนื่องจากเพื่อเพิ่มความถูกต้องให้กับโปรแกรม ซึ่งจะสะดวกสำหรับผู้ใช้ และเป็นการประหยัดค่าใช้จ่ายในเรื่องชุดหลอดไฟ และกล้องจำลองสภาวะ (chamber) ให้กับผู้ใช้ด้วย โดยผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องซื้อชุดแม่ชีนวิชั่นที่มีขายอยู่ในปัจจุบัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งมีราคาสูง แต่จะสามารถสร้างชุดทดลองและชุดไปเองได้ตามความต้องการของผู้ใช้และความเหมาะสมของพื้นที่ด้วย



รูปที่ 4.40 ภาพการเปรียบเทียบระหว่างการใช้ไฟสีขาวและไฟสีส้มในการถ่ายภาพเพื่อใช้ในการเทียบสี



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปและวิจารณ์ผล

มะม่วงเป็นผลไม้ที่ได้รับความนิยมทั้งในและต่างประเทศ โดยเฉพาะการส่งขายในต่างประเทศนั้นจำเป็นต้องควบคุมให้มะม่วงเหล่านั้นมีคุณภาพตามที่มาตรฐานกำหนด การคัดคุณภาพสามารถทำได้โดยใช้แรงงานคนที่มีความชำนาญแต่อาจเกิดความผิดพลาดและล่าช้าเนื่องจากความแตกต่างของประสบการณ์และความเหนื่อยล้าในการทำงาน งานวิจัยนี้ได้ศึกษาวิธีการในการคัดคุณภาพมะม่วงทั้ง ขนาด ความสุก และจุดดำ แล้วจัดสร้าง โปรแกรมเพื่อคัดคุณภาพมะม่วงส่งออกตามมาตรฐานมะม่วงส่งออกประเทศไทยโดยโปรแกรม Microsoft Visual Basic 6 ที่เหมาะกับการทำงานในโรงงาน โดยโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นนี้สามารถวิเคราะห์ภาพได้โดยไม่ต้องอาศัยโปรแกรมวิเคราะห์ภาพสำเร็จรูปเป็นตัวช่วย เนื่องจากกระบวนการส่วนใหญ่ใช้โปรแกรมที่ต้องใช้ลิขสิทธิ์มีราคาค่อนข้างสูงจึงไม่เหมาะกับ โรงงาน จากผลการศึกษาและวิจัยสามารถสรุปได้ดังนี้

5.1 สรุปผลการศึกษาและทดสอบ

5.1.1 การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะภาพถ่ายและปัจจัยคุณภาพของมะม่วง

5.1.1.1 จากการศึกษาวิธีในการประเมินคุณภาพมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ พบว่า จำนวนพิกเซลของภาพถ่ายมีความสัมพันธ์กับน้ำหนักมาก ดังนั้นจึงสมควรใช้พื้นที่ภาพถ่ายในการคัดขนาดของผลมะม่วง ถึงแม้ว่าจะมีข้อผิดพลาดในการคัด แต่อยู่ในระดับที่ยอมรับได้ โดยการคัดขนาดของมะม่วงมีเปอร์เซ็นต์ความถูกต้อง 80 เปอร์เซ็นต์ การวิเคราะห์จุดดำมีเปอร์เซ็นต์ความถูกต้อง 96.67 เปอร์เซ็นต์ และการวิเคราะห์ความสุกมีเปอร์เซ็นต์ความถูกต้อง 100 เปอร์เซ็นต์ สำหรับการคัดมะม่วง 1 ด้าน ส่วนการคัดมะม่วง 2 ด้าน นั้นการคัดขนาดมีเปอร์เซ็นต์ความถูกต้อง 73.33 เปอร์เซ็นต์ การวิเคราะห์จุดดำมีเปอร์เซ็นต์ความถูกต้อง 83.33 เปอร์เซ็นต์ และการวิเคราะห์ความสุกมีเปอร์เซ็นต์ความถูกต้อง 96.67 เปอร์เซ็นต์ และการวิเคราะห์การคัดคุณภาพด้วยผู้ใช้กำหนดเอง ในการคัดมีเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องเป็น 86.67 เปอร์เซ็นต์

5.1.1.2 จากการทดลองเพื่อหาวิธีการประเมินด้านนิบนิมของผลมะม่วง โดยกำหนดให้โปรแกรมเพื่อคัดคุณภาพมะม่วงนับจำนวนพิกเซลที่มีค่า L ต่ำกว่า 20 ว่าเป็นพิกเซลที่ถือว่าเป็นจุดดำบนผิวมะม่วง โดยค่า L จะบ่งบอกถึงความสว่างของพิกเซลบนผิวมะม่วงไม่ว่าจะเป็นสีใดก็ตาม แล้วนำมาวิเคราะห์ตามเงื่อนไข พบว่าการประเมินด้านนิบนิมของผลมะม่วงโดยใช้ภาพถ่ายเพียงด้าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เดียวให้ผลแตกต่าง กับการใช้จากผลมะม่วงทั้ง 2 ด้าน แต่เพื่อเพิ่มทางเลือกให้กับผู้ใช้ จึงได้เพิ่ม หน้าโปรแกรมการคัดมะม่วงแบบ 2 ด้าน และการคัดมะม่วงด้วยการให้ผู้ใช้กำหนดค่าเองได้

5.1.1.3 จากการศึกษาความถูกต้องของโปรแกรม จะเห็นได้ว่า ปัจจัยด้านความสูงจะมี ความถูกต้องมากที่สุด เนื่องจากระบบสีที่เลือกใช้มีความเหมาะสมคือระบบ HSL ส่วนระบบ CIELAB นั้นจะสามารถนำค่ามาวิเคราะห์ในเรื่องของความสูงและจุดค่าได้ยากกว่าระบบ HSL โดย ระบบ HSL ที่ค่า H จะเป็นตัวตัดสินใจในด้านความสูงได้ชัดเจน ทำให้ได้ผลการคัดที่มีเปอร์เซ็นต์ ความถูกต้องมากที่สุด

5.1.1.3 ในด้านการวัดปริมาณจุดค่า ซึ่งมีการใช้ระบบสีระบบเดียวกันกับการคัดด้านความ สูงของมะม่วง โดยใช้ค่า L มาตัดสินใจในการนับจำนวนพิกเซลที่เป็นจุดค่า จะเห็นได้จาก เปอร์เซนต์ความถูกต้องที่อยู่ในระดับค่อนข้างสูง เช่นเดียวกับการวัดความสูง แต่ถ้าเกิดเงาบนผิว มะม่วงมาก อาจทำให้เกิดความผิดพลาดมากขึ้น เพราะฉะนั้นจึงควรถ่ายภาพให้อยู่ในสภาวะการ ถ่ายภาพที่เหมาะสมมากที่สุด เช่น ถ้ามีการเปลี่ยนชุด ไฟควรรักษาแสงไฟกระจายอย่างสม่ำเสมอทั่วทั้ง ภาพ และมีการสอบเทียบสีของ แผ่นสีขาวมาตรฐาน ก่อนที่จะเริ่มการวิเคราะห์โปรแกรม เพื่อ ความถูกต้องของโปรแกรมมากยิ่งขึ้น

5.1.1.4 ในการทดลองหาค่า H ค่าที่ใช้ในการบ่งบอกความสูง แสดงถึงสีส้มของพิกเซล และค่า L เพื่อนำมาใช้ในการวิเคราะห์การคัดคุณภาพมะม่วงของ โปรแกรม จะต่างจากการทดลอง อื่น ๆ เนื่องจาก ในการทดลองอื่น ๆ จะหาค่าเฉลี่ยจากผลที่ได้แล้วนำค่าเฉลี่ยนั้นมาใช้ แต่ในการ กำหนดค่า H และ L นั้น แตกต่างจากการทดลองทั่วไป เนื่องจากค่า H ที่บ่งบอกถึงสีเหลืองของ มะม่วงสุกนั้น ต้องหาค่าที่มากที่สุดก่อนที่จะมีการเปลี่ยนเป็นสีเขียวของมะม่วงดิบ แล้วจึงนำค่า นั้น มาใช้ เช่นเดียวกับค่า L ต้องหาค่า L ของจุดค่าที่มากที่สุดที่แสดงว่าจุดนั้นเป็นจุดค่าบนผิวมะม่วง ซึ่งถ้านำค่า H และ ค่า L ที่เป็นค่าเฉลี่ยมาใช้ในการวิเคราะห์แล้ว จะให้ผลที่ผิดพลาดมาก

5.1.2 การออกแบบและพัฒนาโปรแกรมเพื่อคัดคุณภาพมะม่วง

5.1.2.1 การคัดคุณภาพมะม่วงที่ออกแบบและพัฒนาขึ้นทำงานภายใต้การควบคุมของ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ โปรแกรมจะทำการรับภาพแล้วประมวลผลข้อมูลเปรียบเทียบกับเงื่อนไขที่ เป็นไปตามมาตรฐานมะม่วงส่งออกประเทศไทย และผู้ใช้กำหนดค่าเอง จากการทดสอบพบว่า โปรแกรมสามารถประมวลผลได้อย่างถูกต้องตามเงื่อนไขที่กำหนด

5.1.2.2 โปรแกรม Visual Basic 6.0 มีความเหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการสร้างโปรแกรม สำหรับโรงงานหรือบริษัทมากกว่าการใช้โปรแกรมอื่นๆ เนื่องจากโปรแกรมดังกล่าวสามารถสร้าง โปรแกรมเฉพาะที่ออกมาในรูปแบบของโปรแกรมที่สามารถนำไปติดตั้งได้ เมื่อเปรียบเทียบกับ โปรแกรมอื่น ๆ ที่มีความแม่นยำด้านการประมวลผลภาพ ซึ่งไม่เหมาะกับการนำไปใช้ในโรงงานหรือ บริษัท เนื่องจากมีค่าใช้จ่ายด้านลิขสิทธิ์ค่อนข้างสูงกว่า เมื่อเทียบกับมูลค่าสินค้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1.2.3 ในการออกแบบโปรแกรมเพื่อการคัดคุณภาพมะม่วงนั้น ได้แบ่งเงื่อนไขออกเป็น 3 แบบ คือ การคัดมะม่วงแบบ 1 ด้าน 2 ด้าน และการคัดโดยผู้ใช้กำหนดค่าเอง ซึ่งแต่ละวิธีจะมีข้อดีข้อเสียแตกต่างกันออกไป โดยในการคัดมะม่วง 1 ด้านนั้น จะรวดเร็ว กว่าวิธีอื่น ๆ

5.1.3 การทดสอบความสามารถในการทำงานของโปรแกรมเพื่อคัดคุณภาพมะม่วง

เมื่อทดสอบการทำงานของโปรแกรมเพื่อคัดคุณภาพมะม่วงกับมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ โดยกำหนดเงื่อนไขในการคัดแยกเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานการคัดมะม่วงส่งออกประเทศไทย และโดยผู้ใช้กำหนดค่าเอง

5.1.3.1 การทดสอบความถูกต้องจะมีข้อผิดพลาดเนื่องจากขนาดของมะม่วงเป็นส่วนใหญ่ เนื่องจากผลมะม่วงมีความแปรผันระหว่างน้ำหนักกับพื้นที่ภาพถ่ายมากกว่าปัจจัยด้านอื่น ๆ

5.1.3.2 จากการทดสอบความถูกต้องของโปรแกรมเพื่อคัดคุณภาพมะม่วงจะเห็นได้ว่า การคัดมะม่วงแบบ 1 ด้านมีเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องในปัจจัยด้านต่าง ๆ มากกว่าการคัดแบบ 2 ด้านและการคัดแบบกำหนดค่าเอง ทั้งที่การคัดแบบ 2 ด้านควรมีเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องมากที่สุด แต่เนื่องจากความแปรผันในเรื่องขนาดทำให้เมื่อคัด 2 ด้าน ก็จะทำให้ผิดพลาดมาก ส่วนเรื่องสีและจุดดำของการคัดแบบ 2 ด้านจะมีการนำค่าของแต่ละด้านมาทำการหาค่าเฉลี่ย จึงมีค่าที่ล้นข้างถูกต้องหรือมีค่าที่ถูกต้องอยู่ในระดับที่เหมาะสม

5.1.3.3 ส่วนของการสอบเทียบเป็นส่วนที่ช่วยเพื่อให้โปรแกรมมีความถูกต้องแม่นยำมากยิ่งขึ้น การสอบเทียบสีขาเป็นส่วนที่ถูกสร้างขึ้นมาเพื่อรองรับการเปลี่ยนชุดไฟและชุดทดลอง และเป็นส่วนที่แตกต่างจากชุดแมชชีนวิชั่นทั่วไปอีกด้วย ทำให้สะดวกกับผู้ใช้งาน โดยไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายสำหรับซื้อโปรแกรมควบคุมกับชุดที่ใช้ในการถ่ายภาพ แต่สามารถสร้างชุดถ่ายภาพได้เอง ทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายในด้านนี้ด้วย

5.2 ปัญหาที่พบ

5.2.1 ภาพมะม่วงที่มีเงาบริเวณขอบ จะทำให้การประมวลผลผิดพลาด เนื่องจากโปรแกรมจะทำการนับจำนวนพิกเซลที่เป็นเงาเหล่านั้นว่าเป็นจุดดำบนผิวมะม่วงด้วย

5.2.2 ผลมะม่วงที่มียาง จะทำให้ผิวเกิดความมันวาว ส่งผลให้การประมวลผลของโปรแกรมผิดพลาดได้

5.3 ข้อเสนอแนะ

จากการออกแบบและทดสอบการทำงานจริงของระบบคัดคุณภาพมีข้อเสนอแนะ 4 ประเด็น คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3.1 การนำผลการทดสอบไปใช้และการพัฒนาโปรแกรม

จากผลการทดสอบจะเห็นได้ว่าโปรแกรมเพื่อการคัดคุณภาพมะม่วง ตามขนาด ความสูง และปริมาณจุดดำนั้นสามารถเพิ่มการทดสอบในอีกหัวข้อคือ รูปร่าง ซึ่งจำเป็นต้องมีอุปกรณ์ที่เหมาะสมและเพียงพอกับการทดสอบในเรื่องนี้ได้ แต่ก็ถือว่า รูปร่างก็เป็นส่วนที่สำคัญในการพิจารณาเพื่อการส่งออก เช่นเดียวกับปัจจัยทางด้านอื่น ๆ

5.3.2 ระเบียบวิธีวิจัย

ปริมาณและพันธุ์ของมะม่วงที่นำมาทดสอบ โดยอาจเพิ่มการทดสอบกับมะม่วงพันธุ์อื่น ๆ เพื่อให้โปรแกรมสามารถคัดแยกมะม่วงได้มีความหลากหลายมากยิ่งขึ้น และอาจพัฒนาโปรแกรมให้สามารถคัดผลไม้อื่น ๆ ได้ เช่น ถั่ว เป็นต้น

5.3.3 ประเด็นวิจัยใหม่

5.3.3.2 ศึกษาด้านรูปร่างของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ เพื่อสร้างโปรแกรมเพื่อการคัดมะม่วงด้านรูปร่างเพื่อส่งออก

5.3.4 การประเมินค่าใช้จ่าย

จากการประเมินค่าใช้จ่ายของการสร้างโปรแกรม ชุดทดลองเพื่อการถ่ายภาพและชุดไฟที่ใช้ในการถ่ายภาพแล้ว เมื่อทำการเปรียบเทียบกับกรทำงานด้วยชุดแมชชีนวิชั่นที่นำพร้อมชุดวิเคราะห์ภาพแล้วจะเห็นได้ว่าค่าใช้จ่ายของระบบแมชชีนวิชั่นที่มีขายอยู่ตามท้องตลาดในปัจจุบันจะสูงกว่ามาก โดยค่าใช้จ่ายของแมชชีนวิชั่นจะมีค่าประมาณ 2 แสนบาทซึ่งจะประกอบด้วยส่วนของกล้อง ชุดทดลอง โปรแกรมที่ต้องใช้เป็นชุดเดียวกันเท่านั้น ส่วนค่าใช้จ่ายจากโปรแกรมที่สร้างขึ้นเมื่อรวมอุปกรณ์อื่น ๆ แล้วจะมีค่าประมาณ 1 หมื่นบาทเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

กิตติ ภักดีวิวัฒนะกุล และจำลอง ทรูอดสาหะ, 2544, **Visual Basic 6 ฉบับโปรแกรมเมอร์**, พิมพ์ครั้งที่ 9, ดวงกมลสมัย, กทม.

โปรดเกล้า เทศลงทอง พัทรี คำหอม และเพ็ญธิดา กุหาเสน่ห์, 2549, **เครื่องกัดขนาดและสีถั่วระ**
ญี่ปุ่นเพื่อการส่งออกโดยวิธีการประมวลผลภาพ, ปรินูญานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร
ลาดกระบัง.

พูนพัฒน์ พูนน้อย, 2545, **การออกแบบและพัฒนาเครื่องกัดคุณภาพระบบแมชชีนวิชัน**, วิทยานิพนธ์
วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอาหาร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัย
เทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

สมเกียรติ อุดมธรรมชากุล, 2551, **การประมวลภาพเบื้องต้น**, พิมพ์ครั้งที่ 1, แผนกค้ำรา คณะ
วิศวกรรมศาสตร์ สลวบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กทม.

สายชล เกตุษา, 2528, **สีรีวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้**, ศูนย์ส่งเสริมและ
ฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครปฐม.

สำนักงานมาตรฐานและตรวจสอบสินค้าเกษตร, 2544, **มาตรฐานมะม่วงของประเทศไทย**,
กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กทม.

สุราภรณ์ สะอาดสุด, 2551, **การผลิตมะม่วงเพื่อการส่งออก**, [Online]. Available:
www.phtnet.org/postech/web/mango/pages/harvest/harvest.htm

Encyclopaedia Britannica, Inc, 2551. **Munsell Color Solid**, [Online]. Available:
www.britannica.com

Mac Adam, 2551. **CIE Chromaticity Diagram**, [Online]. Available:
www.ecse.rpi.edu/.../chap17/chap17.htm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางแสดงผลการทดลอง

ตารางที่ 1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความสุกของมะม่วงและจำนวนฟิกเซลสีเหลือง

ผลที่	ลักษณะภายนอก	ฟิกเซลสีเขียว (ฟิกเซล)	ฟิกเซลสีเหลือง (ฟิกเซล)	% ของฟิกเซลสี เหลืองต่อพื้นที่ ทั้งหมด
1	เป็นสีเหลืองทั้งผล	1561	8006	83.68
2	เป็นสีเหลืองทั้งผล	3425	7200	67.76
3	เป็นสีเหลืองทั้งผล	1237	6701	84.42
4	เป็นสีเหลืองทั้งผล	1800	9234	83.69
5	เป็นสีเหลืองทั้งผล	1249	9678	88.57
6	เป็นสีเหลืองทั้งผล	2112	9257	81.42
7	เป็นสีเหลืองทั้งผล	1211	10383	89.55
8	เป็นสีเหลืองทั้งผล	3405	8976	72.50
9	เป็นสีเหลืองทั้งผล	2218	12001	84.40
10	เป็นสีเหลืองทั้งผล	1230	8769	87.70
11	เป็นสีเหลืองทั้งผล	1891	9879	83.93
12	เป็นสีเหลืองทั้งผล	5670	9004	61.36
13	เป็นสีเหลืองทั้งผล	1981	10980	84.72
14	เป็นสีเหลืองทั้งผล	7891	11890	60.41
15	เป็นสีเหลืองทั้งผล	1266	8996	87.66
16	เป็นสีเหลืองทั้งผล	1186	9984	89.38
17	เป็นสีเหลืองทั้งผล	1170	10119	89.64
18	เป็นสีเหลืองทั้งผล	1072	9056	89.42
19	เป็นสีเหลืองทั้งผล	1561	9980	86.47
20	เป็นสีเหลืองทั้งผล	2179	9768	81.76

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 แสดงค่า H (Hue) ของมะม่วงสุก

ผลที่	ลักษณะสีภายนอก	ค่า H (0-240)
1	เป็นสีเหลืองทั้งผล	38
2	เป็นสีเหลืองทั้งผล	40
3	เป็นสีเหลืองทั้งผล	37
4	เป็นสีเหลืองทั้งผล	37
5	เป็นสีเหลืองทั้งผล	32
6	เป็นสีเหลืองทั้งผล	33
7	เป็นสีเหลืองทั้งผล	40
8	เป็นสีเหลืองทั้งผล	37
9	เป็นสีเหลืองทั้งผล	38
10	เป็นสีเหลืองทั้งผล	37
11	เป็นสีเหลืองทั้งผล	36
12	เป็นสีเหลืองทั้งผล	39
13	เป็นสีเหลืองทั้งผล	37
14	เป็นสีเหลืองทั้งผล	39
15	เป็นสีเหลืองทั้งผล	39
16	เป็นสีเหลืองทั้งผล	38
17	เป็นสีเหลืองทั้งผล	37
18	เป็นสีเหลืองทั้งผล	38
19	เป็นสีเหลืองทั้งผล	38
20	เป็นสีเหลืองทั้งผล	39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3 แสดงการวัดค่าความสว่าง (Lightness) ของจุดดำ

ผลที่	ค่า L(0-240)
1	11
2	8
3	12
4	17
5	7
6	19
7	11
8	9
9	14
10	12
11	18
12	17
13	15
14	15
15	9
16	20
17	8
18	20
19	16
20	17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4 แสดงผลการทดสอบความสามารถในการคัดคุณภาพมะม่วงแบบ 1 ด้าน

ลำดับที่	ขนาด	ความสุก	จุดดำ
1	✓	✓	✓
2	-	✓	✓
3	✓	✓	✓
4	✓	✓	✓
5	✓	✓	✓
6	✓	✓	✓
7	-	✓	✓
8	✓	✓	✓
9	✓	✓	✓
10	✓	✓	✓
11	✓	✓	✓
12	✓	✓	✓
13	-	✓	✓
14	✓	✓	✓
15	✓	✓	✓
16	✓	✓	✓
17	✓	✓	✓
18	✓	✓	✓
19	✓	✓	✓
20	✓	✓	✓
21	-	✓	✓
22	✓	✓	✓
23	-	✓	✓
24	-	✓	✓
25	✓	✓	✓
26	✓	✓	✓
27	✓	✓	✓
28	✓	✓	✓
29	✓	✓	✓

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับที่	ขนาด	ความสูง	จุดคำ
30	✓	✓	✓

ตารางที่ 5 แสดงผลการทดสอบความเข้าใจของผู้ใช้

ผู้ทดสอบ	ผลการทดสอบความเข้าใจ		
	น้อย	ปานกลาง	มาก
1		✓	
2		✓	
3			✓
4			✓
5			✓
6		✓	
7			✓
8	✓		
9			✓
10			✓
11			✓
12		✓	
13			
14		✓	
15	✓		
16		✓	
17		✓	
18		✓	
19		✓	
20			✓
21			✓
22			✓
23			✓

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผู้ทดสอบ	ผลการทดสอบความเข้าใจ		
	น้อย	ปานกลาง	มาก
25			✓
26	✓		
27		✓	
28			✓
29			✓
30			✓



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมเพื่อการคัดคุณภาพมะม่วง

การคัดมะม่วง 1 ด้าน

Dim count_b As Long

Dim ypix As Long

Dim gpix As Long

Dim light As Long

Dim num As Long

Dim tum As Long

Dim cali_r, cali_g, cali_b As Integer

Dim myExcelApplication As Excel.Application

Dim myExcelWorkbook As Excel.Workbook

Dim myExcelWorksheet As Excel.Worksheet

Dim myExcelChart As Excel.Chart

Private Sub pic_update_mousedown(Button As Integer, Shift As Integer, X As Single, Y As Single)

Dim cali_pic As Long

cali_pic = pic_update.Point(X, Y)

cali_r = (cali_pic And &HFF&)

cali_g = (cali_pic And &HFF00&) / &H100

cali_b = (cali_pic And &HFF0000) / &H10000

End Sub

Private Sub b_browse_Click()

'CommonDialog1.Flags = cd10FNHideReadOnly

CommonDialog1.Filter = "Image Files(*.jpg; *.jpeg; *.gif; *.bmp)|*.jpg; *.jpeg; *.gif; *.bmp"

CommonDialog1.FilterIndex = 2

CommonDialog1.ShowOpen

show_picture_path.Text = CommonDialog1.FileName

'If InStr(LCase(show_picture_path.Text), cProjectPaht) = 1 Then

' show_picture_path.Text = Mid(LCase(show_picture_path.Text), Len(cProjectPaht) + 1)

'End If

pic_update.Picture = LoadPicture(show_picture_path.Text)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

pic_org.Picture = LoadPicture(show_picture_path.Text)
'Redim
count_b = 0
ypix = 0
gpix = 0
light = 0
num = 0
tum = 0
End Sub
Private Sub Command1_Click()
Dim counter As Integer
Dim i, j, reds, greens, blues, gs As Integer
Dim ia As Long
Dim ja As Long
Dim ie As Long
Dim je As Long
Dim K As Long
Dim red, green, blue As Integer
Dim sum_r, sum_g, sum_b As Long
Dim avg_r, avg_g, avg_b As Long
Dim pixel As Long
Dim max, min, L, S, H, light As Long
Dim sum_H, sum_S, sum_L As Long
Dim avg_H, avg_S, avg_L As Long
pic_org.Picture = pic_update.Picture
pic_update.ScaleMode = vbPixels
For i = 0 To pic_update.ScaleHeight - 1
For j = 0 To pic_update.ScaleWidth - 1
pixel = pic_update.Point(j, i)
reds = pixel Mod 256
greens = ((pixel And &HFF00) / 256&) Mod 256&
blues = (pixel And &HFF0000) / 65536

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

    gs = ((reds * 1) + (greens * 1) + (blues * 1))
    pic_update.PSet (j, i), RGB(gs, gs, gs)
Next
Next
pic_update.ScaleMode = vbTwips
count_b = 0
pic_update.ScaleMode = 3
For ia = 0 To pic_update.ScaleWidth - 1
    For ja = 0 To pic_update.ScaleHeight - 1
        If Val(pic_update.Point(ia, ja)) >= &HAAAAAA Then count_b = count_b + 1
        DoEvents
    Next
    DoEvents
Next
show_area.Text = count_b
Text1.Text = count_b / 158,52
'assume
If count_b >= 11600 Then
    num = 1
End If
If count_b >= 9000 And count_b < 11600 Then
    num = 2
End If
If count_b >= 8500 And count_b < 9000 Then
    num = 3
End If
If count_b < 8500 Then
    Beep
    num = 4
End If
If num = 1 Then
    Label4.Caption = "ãĒ-è"

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

End If
If num = 2 Then
    Label4.Caption = "iÀÒ§"
End If
If num = 3 Then
    Label4.Caption = "aÀçi"
End If
If num = 4 Then
    Label4.Caption = "ãÀè¼èÒ"
End If
pic_update.ScaleMode = 3
For ie = 0 To (pic_update.ScaleHeight - 1)
    For je = 0 To (pic_update.ScaleWidth - 1)
        If pic_update.Point(ie, je) >= &HAAAAAA Then
            pic_update.PSet (ie, je), vbBlack
        End If
    Next
Next
count_b = 0
red = 0
green = 0
blue = 0
sum_r = 0
sum_g = 0
sum_b = 0
sum_H = 0
sum_S = 0
sum_L = 0
pic_update.ScaleMode = 3
For i = 0 To (pic_update.ScaleHeight - 1)
    For j = 0 To (pic_update.ScaleWidth - 1)
        If Hex(pic_update.Point(i, j)) = 0 Then

```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

count_b = count_b + 1
    pixel = pic_org.Point(i, j)
    red = (pixel And &HFF&) - (cali_r - 235)
    green = (pixel And &HFF00&) / &H100 - (cali_g - 247)
    blue = (pixel And &HFF0000) / &H10000 - (cali_b - 247)

```

'RGBtoHSL

```

'If R = max(R, G, B) Then G - B / (max(R, G, B) - min(R, G, B))
'If G = max(R, G, B) Then B - R / (max(R, G, B) - min(R, G, B)) + 2
'If B = max(R, G, B) Then R - G / (max(R, G, B) - min(R, G, B)) + 4
If red > green Then
    If red > blue Then
        max = red
    Else
        max = blue
    End If
ElseIf green > blue Then
    max = green
Else
    max = blue
End If
If red < green Then
    If red < blue Then
        min = red
    Else
        min = blue
    End If
ElseIf green < blue Then
    min = green
Else
    min = blue
End If

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

L = (max + min) / 2
If max = min Then
    S = 0
    H = 0
Else
    If L < 0.5 Then
        S = (max - min) / (max + min)
    Else
        S = (max - min) / (2 + max - min)
    End If
    Select Case max
    Case red
        H = (green - blue) / (max - min)
    Case green
        H = 2 + (blue - red) / (max - min)
    Case blue
        H = 4 + (red - green) / (max - min)
    End Select
End If
H = H * 239 / 6
If H < 0 Then H = H + 240
H = CInt(H)
S = CInt(S * 239)
'L = CInt(L * 239)

If H < 40 Then
    ypix = ypix + 1
End If

If H > 40 Then
    gpix = gpix + 1
End If

'assume blackdot please correction

```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

If L < 10 Then
light = light + 1
End If
sum_H = sum_H + H
sum_S = sum_S + S
sum_L = sum_L + L
    sum_r = sum_r + red
    sum_g = sum_g + green
    sum_b = sum_b + blue
End If
Next
Next
avg_r = sum_r / count_b
avg_g = sum_g / count_b
avg_b = sum_b / count_b
avg_H = sum_H / count_b
avg_S = sum_S / count_b
avg_L = sum_L / count_b
'Shape1.BackColor = RGB(avg_r, avg_g, avg_b)
'show_avg_red.Text = CInt(avg_r)
'show_avg_green.Text = CInt(avg_g)
'show_avg_blue.Text = CInt(avg_b)
'LbH.Caption = CInt(avg_H)
'LbS.Caption = CInt(avg_S)
'.Caption = CInt(avg_L)
'.Caption = ypix
'Label2.Caption = gpix
'Label3.Caption = light
If ypix > (0.7 * count_b) Then
tum = 1
Else
tum = 0

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

End If
If tum = 1 Then
Label5.Caption = "ÉÏ;"
End If
If tum = 0 Then
Label5.Caption = "äÀèËÏ;"
End If
If light <= 396.3 Then
'good
If num = 1 And light < 237.78 Then
Label15.Caption = "Ñé¹¼ÒàÈÉ"
Label6.Caption = "%èÒ"
End If
If num = 2 And light < 158.52 Then
Label15.Caption = "Ñé¹¼ÒàÈÉ"
Label6.Caption = "%èÒ"
End If
If num = 3 And light < 79.26 Then
Label15.Caption = "Ñé¹¼ÒàÈÉ"
Label6.Caption = "%èÒ"
End If
'first
If num = 1 And light < 396.3 Then
Label15.Caption = "Ñé'É'Öè§"
Label6.Caption = "%èÒ"
End If
If num = 2 And light < 317.04 Then
Label15.Caption = "Ñé'É'Öè§"
Label6.Caption = "%èÒ"
End If
If num = 3 And light < 237.78 Then
Label15.Caption = "Ñé'É'Öè§"

```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

Label6.Caption = "%e0'"
End If

'second
If num = 1 And light < 554.82 Then
Label15.Caption = "Ñ'Éí§"
Label6.Caption = "%e0'"
End If

If num = 2 And light < 475.56 Then
Label15.Caption = "Ñ'Éí§"
Label6.Caption = "%e0'"
End If

If num = 3 And light < 396.3 Then
Label15.Caption = "Ñ'Éí§"
Label6.Caption = "%e0'"
End If
Else
Label15.Caption = "Á'e0'"
Label6.Caption = "áÁ'e0'"
End If
End Sub

```

```
Private Sub Command2_Click()
```

```
Unload Me
```

```
Form1.Show
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Command3_Click()
```

```
End
```

```
End Sub
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้


```

If a = "μείξ;ÒÃ" Then
    Save = True
ElseIf a = "ãÁèμείξ;ÒÃ" Then
    Save = False
End If

If sav = True Then
    a = InputBox(";ÃØ³ÒãËè×èíã;Ãi")
    a = App.Path & "\" & a
    myExcelWorkbook.SaveAs a
Else
    myExcelWorkbook.Close
End If
myExcelApplication.Quit
End Sub

Private Sub menu_calibrate_Click()
    Dim cali_im As Long
    Dim respond As Variant
    Dim X, Y As Integer

    respond = MsgBox("ÒÁÒ²μËÓçÓÇã'Á;ÓÁÒÁÓ; Óè'ÁÓ%á%è'ÒÁÓ²μ", vbOKOnly,
    "ÒÁ'Ð'Ó")
    'CommonDialog1.Flags = cdlOFNHideReadOnly
    CommonDialog1.Filter = "Image Files(*.jpg; *.jpeg; *.gif; *.bmp)*.jpg; *.jpeg; *.gif; *.bmp"
    CommonDialog1.FilterIndex = 2
    CommonDialog1.ShowOpen
    show_picture_path.Text = CommonDialog1.FileName

    'If InStr(LCase(show_picture_path.Text), cProjectPaht) = 1 Then
    '    show_picture_path.Text = Mid(LCase(show_picture_path.Text), Len(cProjectPaht) + 1)
    'End If

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
pic_update.Picture = LoadPicture(show_picture_path.Text)
```

```
pic_org.Picture = LoadPicture(show_picture_path.Text)
```

```
cali_im = pic_org.Point(X, Y)
```

```
cali_r = (cali_im And &HFF&)
```

```
cali_g = (cali_im And &HFF00&) / &H100
```

```
cali_b = (cali_im And &HFF0000) / &H10000
```

```
End Sub
```

```
Private Sub menu_exit_Click()
```

```
End
```

```
End Sub
```

```
Private Sub menu_GrayScale_Click()
```

```
Dim i, j, red, green, blue, gs As Integer
```

```
Dim pixel As Long
```

```
pic_org.Picture = pic_update.Picture
```

```
pic_update.ScaleMode = vbPixels
```

```
For i = 0 To pic_update.ScaleHeight - 1
```

```
For j = 0 To pic_update.ScaleWidth - 1
```

```
pixel = pic_update.Point(j, i)
```

```
red = pixel Mod 256
```

```
green = ((pixel And &HFF00) / 256&) Mod 256&
```

```
blue = (pixel And &HFF0000) / 65536
```

```
gs = ((red * 1) + (green * 1) + (blue * 1))
```

```
pic_update.PSet (j, i), RGB(gs, gs, gs)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

Next
Next

pic_update.ScaleMode = vbTwips
End Sub

Private Sub menu_CalArea_Click()
    Dim i As Long
    Dim j As Long

    count_b = 0

    pic_update.ScaleMode = 3
    For i = 0 To pic_update.ScaleWidth - 1
        For j = 0 To pic_update.ScaleHeight - 1
            If Val(pic_update.Point(i, j)) >= &HAAAAAA Then count_b = count_b + 1
            DoEvents
        Next
        DoEvents
    Next

    show_area.Text = count_b
    Text1.Text = count_b / 158.52
    'assume size
    If count_b > 44000 Then
        num = 1
    End If

    If count_b > 40000 And count_b < 43999 Then
        num = 2
    End If

```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

End If

If count_b < 39999 And count_b > 35000 Then

num = 3

End If

If count_b < 34999 Then

Label14.Caption = "out of size"

Beep

End If

Label4.Caption = num

End Sub

Private Sub menu_GreyScale_Click()

Dim i, j, red, green, blue, gs As Integer

Dim pixel As Long

pic_org.Picture = pic_update.Picture

pic_update.ScaleMode = vbPixels

For i = 0 To pic_update.ScaleHeight - 1

For j = 0 To pic_update.ScaleWidth - 1

pixel = pic_update.Point(j, i)

red = pixel Mod 256

green = ((pixel And &HFF00) / 256&) Mod 256&

blue = (pixel And &HFF0000) / 65536

gs = ((red * 1) + (green * 1) + (blue * 1))

pic_update.PSet (j, i), RGB(gs, gs, gs)

Next

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Next

```
pic_update.ScaleMode = vbTwips
```

```
End Sub
```

```
Private Sub menu_line_Click()
```

```
CommonDialog1.Filter = "Text File(*.txt)|*.txt"
```

```
CommonDialog1.ShowSave
```

```
MsgBox CommonDialog1.FileName
```

```
End Sub
```

```
Private Sub menu_new_Click()
```

```
Unload Me
```

```
Form2.Show
```

```
'redim
```

```
count_b = 0
```

```
ypix = 0
```

```
gpix = 0
```

```
light = 0
```

```
num = 0
```

```
tum = 0
```

```
cali_r = 0
```

```
cali_g = 0
```

```
cali_b = 0
```

```
End Sub
```

```
Private Sub menu_open_Click()
```

```
'CommonDialog1.Flags = cdiOFNHideReadOnly
```

```
CommonDialog1.Filter = "Image Files(*.jpg; *.jpeg; *.gif; *.bmp)|*.jpg; *.jpeg; *.gif; *.bmp"
```

```
CommonDialog1.FilterIndex = 2
```

```
CommonDialog1.ShowOpen
```

```
show_picture_path.Text = CommonDialog1.FileName
```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
'If InStr(LCase(show_picture_path.Text), cProjectPaht) = 1 Then
' show_picture_path.Text = Mid(LCase(show_picture_path.Text), Len(cProjectPaht) + 1)
'End If
```

```
pic_update.Picture = LoadPicture(show_picture_path.Text)
pic_org.Picture = LoadPicture(show_picture_path.Text)
```

End Sub

Private Sub menu_render_Click()

```
Dim i As Long
```

```
Dim j As Long
```

```
Dim K As Long
```

```
pic_update.ScaleMode = 3
```

```
For i = 0 To (pic_update.ScaleHeight - 1)
```

```
For j = 0 To (pic_update.ScaleWidth - 1)
```

```
If pic_update.Point(i, j) >= &HAAAAAA Then
```

```
pic_update.PSet (i, j), vbBlack
```

```
End If
```

```
Next
```

```
Next
```

End Sub

Private Sub menu_AvgRGB_Click()

```
Dim i, j As Integer
```

```
Dim red, green, blue As Integer
```

```
Dim sum_r, sum_g, sum_b As Long
```

```
Dim avg_r, avg_g, avg_b As Long
```

```
Dim pixel As Long
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Dim max, min, L, S, H, light As Long

Dim sum_H, sum_S, sum_L As Long

Dim avg_H, avg_S, avg_L As Long

count_b = 0

red = 0

green = 0

blue = 0

sum_r = 0

sum_g = 0

sum_b = 0

sum_H = 0

sum_S = 0

sum_L = 0

pic_update.ScaleMode = 3

For i = 0 To (pic_update.ScaleHeight - 1)

For j = 0 To (pic_update.ScaleWidth - 1)

If Hex(pic_update.Point(i, j)) = 0 Then

count_b = count_b + 1

pixel = pic_org.Point(i, j)

red = (pixel And &HFF&)

green = (pixel And &HFF00&) / &H100

blue = (pixel And &HFF0000) / &H10000



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

'RGBtoHSL
'If R = max(R, G, B) Then G - B / (max(R, G, B) - min(R, G, B))
'If G = max(R, G, B) Then B - R / (max(R, G, B) - min(R, G, B)) + 2
'If B = max(R, G, B) Then R - G / (max(R, G, B) - min(R, G, B)) + 4
If red > green Then
  If red > blue Then
    max = red
  Else
    max = blue
  End If
ElseIf green > blue Then
  max = green
Else
  max = blue
End If
If red < green Then
  If red < blue Then
    min = red
  Else
    min = blue
  End If
ElseIf green < blue Then
  min = green
Else
  min = blue
End If
L = (max + min) / 2
If max = min Then
  S = 0
  H = 0
Else

```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

If L < 0.5 Then
    S = (max - min) / (max + min)
Else
    S = (max - min) / (2 - max - min)
End If

Select Case max
Case red
    H = (green - blue) / (max - min)
Case green
    H = 2 + (blue - red) / (max - min)
Case blue
    H = 4 + (red - green) / (max - min)
End Select

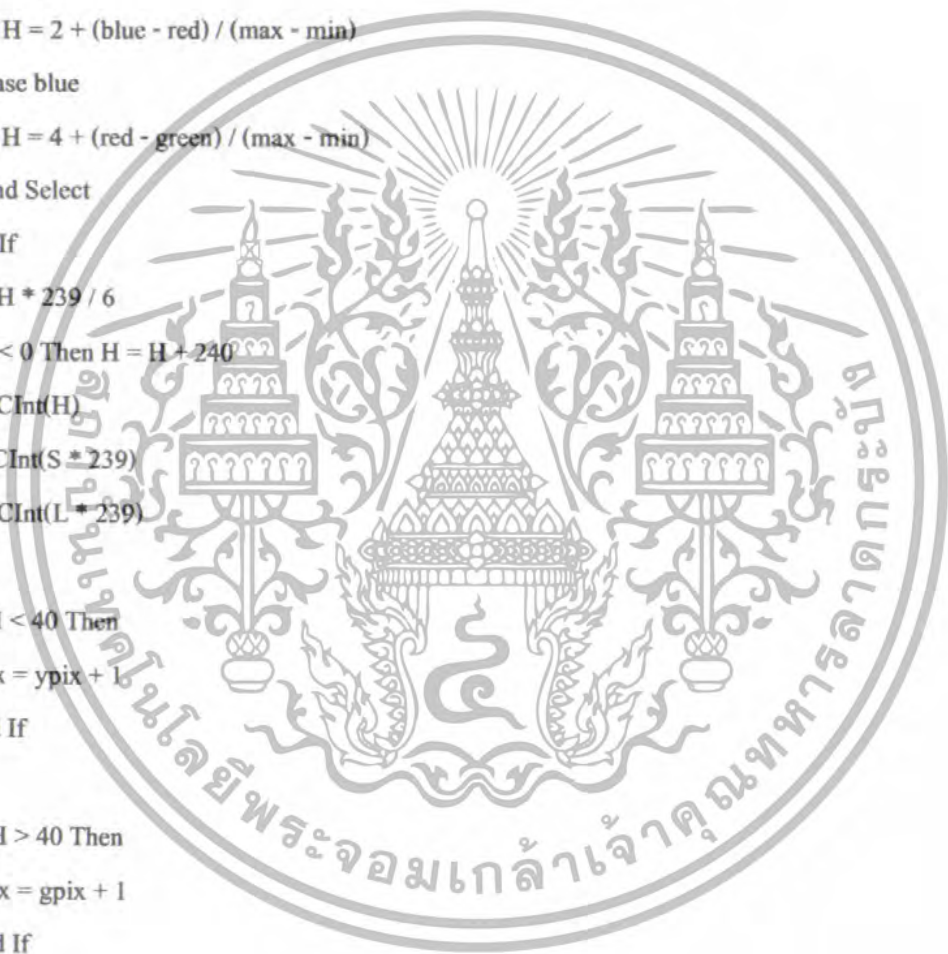
End If
H = H * 239 / 6
If H < 0 Then H = H + 240
H = CInt(H)
S = CInt(S * 239)
'L = CInt(L * 239)

If H < 40 Then
    ypix = ypix + 1
End If

If H > 40 Then
    gpix = gpix + 1
End If

If L < 20 Then
    light = light + 1
End If

```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
sum_H = sum_H + H
```

```
sum_S = sum_S + S
```

```
sum_L = sum_L + L
```

```
sum_r = sum_r + red
```

```
sum_g = sum_g + green
```

```
sum_b = sum_b + blue
```

```
End If
```

```
Next
```

```
Next
```

```
avg_r = sum_r / count_b
```

```
avg_g = sum_g / count_b
```

```
avg_b = sum_b / count_b
```

```
avg_H = sum_H / count_b
```

```
avg_S = sum_S / count_b
```

```
avg_L = sum_L / count_b
```

```
Shape1.BackColor = RGB(avg_r, avg_g, avg_b)
```

```
show_avg_red.Text = CInt(avg_r)
```

```
show_avg_green.Text = CInt(avg_g)
```

```
show_avg_blue.Text = CInt(avg_b)
```

```
LbH.Caption = CInt(avg_H)
```

```
LbS.Caption = CInt(avg_S)
```

```
LbL.Caption = CInt(avg_L)
```

```
Label1.Caption = ypix
```

```
Label2.Caption = gpix
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Label3.Caption = light
```

```
If ypix > (0.7 * count_b) Then
```

```
tum = 1
```

```
Else
```

```
tum = 0
```

```
End If
```

```
Label5.Caption = tum
```

```
End Sub
```

การคัดมะม่วง 2 คำ

```
Dim count_b, count_b_sec, count_b_sum As Long
```

```
Dim ypix, ypix_sec, ypix_sum As Long
```

```
Dim gpix, gpix_sec, gpix_sum As Long
```

```
Dim light, light_sec, light_sum As Long
```

```
Dim num As Long
```

```
Dim tum As Long
```

```
Dim cali_r, cali_g, cali_b, cali_r_sec, cali_g_sec, cali_b_sec As Integer
```

```
Private Sub Command4_Click()
```

```
If btnEarly Then
```

```
Set myExcelApplication = New Excel.Application
```

```
Else
```

```
Set myExcelApplication = CreateObject("excel.application")
```

```
End If
```

```
numwrksht = 1
```

```
myExcelApplication.SheetsInNewWorkbook = numwrksht
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Set myExcelWorkbook = myExcelApplication.Workbooks.Add
```

```
Set myExcelWorksheet = myExcelWorkbook.ActiveSheet
```

```
If invisible = False Then myExcelApplication.Visible = True
```

```
Dim i As Integer
```

```
myExcelWorksheet.Cells(1, 1) = "ÁÓ'Ñ¼Ä·Öè"
```

```
myExcelWorksheet.Cells(1, 2) = "ç'Ò'"
```

```
myExcelWorksheet.Cells(1, 3) = "□ÇÒÁÊØ;"
```

```
myExcelWorksheet.Cells(1, 4) = ""Ø""Ó"
```

```
myExcelWorksheet.Cells(1, 5) = "ÄÐ'Ñ¼Ñé"
```

```
For i = 2 To 10
```

```
myExcelWorksheet.Cells(i, 1) = i - 1
```

```
myExcelWorksheet.Cells(i, 2) = num
```

```
myExcelWorksheet.Cells(i, 3) = num
```

```
myExcelWorksheet.Cells(i, 4) = Label6.Caption
```

```
myExcelWorksheet.Cells(i, 5) = Label15.Caption
```

```
Next
```

```
Dim a As String
```

```
a = InputBox("□Ø³µéí§;ÒÃ'Ñ¼·Ò;EÄ×íäÆø?µéí§;ÒÃ.äÄµéí§;ÒÃ")
```

```
If a = "µéí§;ÒÃ" Then
```

```
Save = True
```

```
ElseIf a = "äÄµéí§;ÒÃ" Then
```

```
Save = False
```

```
End If
```

```
If sav = True Then
```

```
a = InputBox("íÄØ³ÒãÊè×èíäÆÄi")
```

```
a = App.Path & "\" & a
```

```
myExcelWorkbook.SaveAs a
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

Else
    myExcelWorkbook.Close
End If
myExcelApplication.Quit
End Sub

Private Sub pic_update_mousedown(Button As Integer, Shift As Integer, X As Single, Y As
Single)
Dim cali_pic As Long
cali_pic = pic_update.Point(X, Y)

    cali_r = (cali_pic And &HFF&)
    cali_g = (cali_pic And &HFF00&) / &H100
    cali_b = (cali_pic And &HFF0000) / &H10000
End Sub

Private Sub b_browse_Click()
'CommonDialog1.Flags = cd10FNHideReadOnly
CommonDialog1.Filter = "Image Files(*.jpg; *.jpeg; *.gif; *.bmp)|*.jpg; *.jpeg; *.gif; *.bmp"
CommonDialog1.FilterIndex = 2
CommonDialog1.ShowOpen
show_picture_path.Text = CommonDialog1.FileName

'If InStr(LCase(show_picture_path.Text), cProjectPaht) = 1 Then
' show_picture_path.Text = Mid(LCase(show_picture_path.Text), Len(cProjectPaht) + 1)
'End If

pic_update.Picture = LoadPicture(show_picture_path.Text)
pic_org.Picture = LoadPicture(show_picture_path.Text)
End Sub

Private Sub Command1_Click()
Dim counter As Integer

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Dim i, j, reds, greens, blues, gs, i_sec, j_sec, red_sec, green_sec, blue_sec, gs_sec As Integer

Dim ia, ia_sec As Long

Dim ja, ja_sec As Long

Dim ie, ie_sec As Long

Dim je, je_sec As Long

Dim K, K_sec As Long

Dim red, green, blue As Integer

Dim reds_sec, greens_sec, blues_sec As Integer

Dim sum_r, sum_g, sum_b, sum_r_sec, sum_g_sec, sum_b_sec As Long

Dim avg_r, avg_g, avg_b, avg_r_sec, avg_g_sec, avg_b_sec As Long

Dim pixel, pixel_sec As Long

Dim max, min, L, S, H, light, max_sec, min_sec, L_sec, S_sec, H_sec, light_sec As Long

Dim sum_H, sum_S, sum_L, sum_H_sec, sum_S_sec, sum_L_sec As Long

Dim avg_H, avg_S, avg_L, avg_H_sec, avg_S_sec, avg_L_sec As Long

pic_org.Picture = pic_update.Picture

Pic2_org.Picture = Pic2_update.Picture

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
pic_update.ScaleMode = vbPixels
Pic2_update.ScaleMode = vbPixels
```

```
'ÀÒ¼·Õè1
```

```
For i = 0 To pic_update.ScaleHeight - 1
```

```
For j = 0 To pic_update.ScaleWidth - 1
```

```
pixel = pic_update.Point(j, i)
```

```
reds = pixel Mod 256
```

```
greens = ((pixel And &HFF00) / 256&) Mod 256&
```

```
blues = (pixel And &HFF0000) / 65536
```

```
gs = ((reds * 1) + (greens * 1) + (blues * 1))
```

```
pic_update.PSet(j, i), RGB(gs, gs, gs)
```

```
Next
```

```
Next
```

```
'ÀÒ¼·Õè2
```

```
For i_sec = 0 To Pic2_update.ScaleHeight - 1
```

```
For j_sec = 0 To Pic2_update.ScaleWidth - 1
```

```
pixel_sec = Pic2_update.Point(j_sec, i_sec)
```

```
reds_sec = pixel_sec Mod 256
```

```
greens_sec = ((pixel_sec And &HFF00) / 256&) Mod 256&
```

```
blues_sec = (pixel_sec And &HFF0000) / 65536
```

```
gs_sec = ((reds_sec * 1) + (greens_sec * 1) + (blues_sec * 1))
```

```
Pic2_update.PSet(j_sec, i_sec), RGB(gs_sec, gs_sec, gs_sec)
```

```
Next
```

```
Next
```

```
pic_update.ScaleMode = vbTwips
```

```
Pic2_update.ScaleMode = vbTwips
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

count_b = 0
count_b_sec = 0

'ÀÒ¼·Õè1
pic_update.ScaleMode = 3
  For ia = 0 To pic_update.ScaleWidth - 1
    For ja = 0 To pic_update.ScaleHeight - 1
      If Val(pic_update.Point(ia, ja)) >= &HAAAAAA Then count_b = count_b + 1
      DoEvents
    Next
  DoEvents
Next

'ÀÒ¼·Õè2
Pic2_update.ScaleMode = 3
  For ia_sec = 0 To Pic2_update.ScaleWidth - 1
    For ja_sec = 0 To Pic2_update.ScaleHeight - 1
      If Val(Pic2_update.Point(ia_sec, ja_sec)) >= &HAAAAAA Then count_b_sec =
count_b_sec + 1
      DoEvents
    Next
  DoEvents
Next

'show_area.Text = count_b
'Text1.Text = count_b / 158.52

count_b_sum = (count_b + count_b_sec) / 2

''
If count_b_sum >= 11600 Then

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
num = 1
```

```
End If
```

```
If count_b_sum >= 9000 And count_b_sum < 11600 Then
```

```
num = 2
```

```
End If
```

```
If count_b_sum >= 8500 And count_b_sum < 9000 Then
```

```
num = 3
```

```
End If
```

```
If count_b_sum < 8500 Then
```

```
Beep
```

```
num = 4
```

```
End If
```

```
If num = 1 Then
```

```
Label4.Caption = "aE-e"
```

```
End If
```

```
If num = 2 Then
```

```
Label4.Caption = "jAO$"
```

```
End If
```

```
If num = 3 Then
```

```
Label4.Caption = "aAçj"
```

```
End If
```

```
If num = 4 Then
```

```
Label4.Caption = "äÄè¼èÒ"
```

```
End If
```

```
'Ä¼¼1
```

```
pic_update.ScaleMode = 3
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

For ie = 0 To (pic_update.ScaleHeight - 1)
  For je = 0 To (pic_update.ScaleWidth - 1)
    If pic_update.Point(ie, je) >= &HAAAAAA Then
      pic_update.PSet (ie, je), vbBlack
    End If
  Next
Next

```

```

'ÀÒ¼2

```

```

Pic2_update.ScaleMode = 3

```

```

For ie_sec = 0 To (Pic2_update.ScaleHeight - 1)
  For je_sec = 0 To (Pic2_update.ScaleWidth - 1)
    If Pic2_update.Point(ie_sec, je_sec) >= &HAAAAAA Then
      Pic2_update.PSet (ie_sec, je_sec), vbBlack
    End If
  Next
Next

```

```

'ÀÒ¼·Òè1
count_b = 0

```

```

red = 0

```

```

green = 0

```

```

blue = 0

```

```

sum_r = 0

```

```

sum_g = 0

```

```

sum_b = 0

```

```

sum_H = 0

```

```

sum_S = 0

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
sum_L = 0
```

```
pic_update.ScaleMode = 3
```

```
For i = 0 To (pic_update.ScaleHeight - 1)
```

```
  For j = 0 To (pic_update.ScaleWidth - 1)
```

```
    If Hex(pic_update.Point(i, j)) = 0 Then
```

```
      count_b = count_b + 1
```

```
      pixel = pic_org.Point(i, j)
```

```
      red = (pixel And &HFF&) - (cali_r - 235)
```

```
      green = (pixel And &HFF00&) / &H100 - (cali_g - 247)
```

```
      blue = (pixel And &HFF0000) / &H10000 - (cali_b - 247)
```

```
      RGBtoHSL
```

```
      'If R = max(R, G, B) Then G - B / (max(R, G, B) - min(R, G, B))
```

```
      'If G = max(R, G, B) Then B - R / (max(R, G, B) - min(R, G, B)) + 2
```

```
      'If B = max(R, G, B) Then R - G / (max(R, G, B) - min(R, G, B)) + 4
```

```
      If red > green Then
```

```
        If red > blue Then
```

```
          max = red
```

```
        Else
```

```
          max = blue
```

```
        End If
```

```
      ElseIf green > blue Then
```

```
        max = green
```

```
      Else
```

```
        max = blue
```

```
      End If
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

If red < green Then
  If red < blue Then
    min = red
  Else
    min = blue
  End If
ElseIf green < blue Then
  min = green
Else
  min = blue
End If
L = (max + min) / 2
If max = min Then
  S = 0
  H = 0
Else
  If L < 0.5 Then
    S = (max - min) / (max + min)
  Else
    S = (max - min) / (2 + max - min)
  End If
  Select Case max
  Case red
    H = (green - blue) / (max - min)
  Case green
    H = 2 + (blue - red) / (max - min)
  Case blue
    H = 4 + (red - green) / (max - min)
  End Select
End If
H = H * 239 / 6
If H < 0 Then H = H + 240

```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
H = CInt(H)
S = CInt(S * 239)
'L = CInt(L * 239)
```

```
If H < 40 Then
ypix = ypix + 1
End If
```

```
If H > 40 Then
gpix = gpix + 1
End If
```

```
'assume blackdot please correction
```

```
If L < 10 Then
light = light + 1
End If
```

```
sum_H = sum_H + H
sum_S = sum_S + S
sum_L = sum_L + L
```

```
sum_r = sum_r + red
sum_g = sum_g + green
sum_b = sum_b + blue
```

```
End If
```

```
Next
```

```
Next
```

```
avg_r = sum_r / count_b
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
avg_g = sum_g / count_b
avg_b = sum_b / count_b
avg_H = sum_H / count_b
avg_S = sum_S / count_b
avg_L = sum_L / count_b
```

```
'Shape1.BackColor = RGB(avg_r, avg_g, avg_b)
```

```
'show_avg_red.Text = CInt(avg_r)
```

```
'show_avg_green.Text = CInt(avg_g)
```

```
'show_avg_blue.Text = CInt(avg_b)
```

```
'LbH.Caption = CInt(avg_H)
```

```
'LbS.Caption = CInt(avg_S)
```

```
'.Caption = CInt(avg_L)
```

```
'.Caption = ypix
```

```
'Label2.Caption = gpix
```

```
'Label3.Caption = light
```

```
'\0¼·0è2
```

```
count_b_sec = 0
```

```
red_sec = 0
```

```
green_sec = 0
```

```
blue_sec = 0
```

```
sum_r_sec = 0
```

```
sum_g_sec = 0
```

```
sum_b_sec = 0
```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
sum_H_sec = 0
```

```
sum_S_sec = 0
```

```
sum_L_sec = 0
```

```
Pic2_update.ScaleMode = 3
```

```
For i_sec = 0 To (Pic2_update.ScaleHeight - 1)
```

```
  For j_sec = 0 To (Pic2_update.ScaleWidth - 1)
```

```
    If Hex(Pic2_update.Point(i_sec, j_sec)) = 0 Then
```

```
      count_b_sec = count_b_sec + 1
```

```
      pixel_sec = Pic2_org.Point(i_sec, j_sec)
```

```
      red_sec = (pixel_sec And &HFF&) - (cali_r - 235)
```

```
      green_sec = (pixel_sec And &HFF00&) / &H100 - (cali_g - 247)
```

```
      blue_sec = (pixel_sec And &HFF0000&) / &H10000 - (cali_b - 247)
```

```
      'RGBtoHSL
```

```
      'If R = max(R, G, B) Then G - B / (max(R, G, B) - min(R, G, B))
```

```
      'If G = max(R, G, B) Then B - R / (max(R, G, B) - min(R, G, B)) + 2
```

```
      'If B = max(R, G, B) Then R - G / (max(R, G, B) - min(R, G, B)) + 4
```

```
    If red_sec > green_sec Then
```

```
      If red_sec > blue_sec Then
```

```
        max_sec = red_sec
```

```
      Else
```

```
        max_sec = blue_sec
```

```
      End If
```

```
    ElseIf green_sec > blue_sec Then
```

```
      max_sec = green_sec
```

```
    Else
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

max_sec = blue_sec
End If
If red_sec < green_sec Then
  If red_sec < blue_sec Then
    min_sec = red_sec
  Else
    min_sec = blue_sec
  End If
Elseif green_sec < blue_sec Then
  min_sec = green_sec
Else
  min_sec = blue_sec
End If
L_sec = (max_sec + min_sec) / 2
If max_sec = min_sec Then
  S_sec = 0
  H_sec = 0
Else
  If L_sec < 0.5 Then
    S_sec = (max_sec - min_sec) / (max_sec + min_sec)
  Else
    S_sec = (max_sec - min_sec) / (2 + max_sec - min_sec)
  End If
  Select Case max_sec
  Case red_sec
    H_sec = (green_sec - blue_sec) / (max_sec - min_sec)
  Case green_sec
    H_sec = 2 + (blue_sec - red_sec) / (max_sec - min_sec)
  Case blue_sec
    H_sec = 4 + (red_sec - green_sec) / (max_sec - min_sec)
  End Select
End If

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

H_sec = H_sec * 239 / 6
If H_sec < 0 Then H_sec = H_sec + 240
H_sec = CInt(H_sec)
S_sec = CInt(S_sec * 239)
'L = CInt(L * 239)

```

```

If H_sec < 40 Then
ypix_sec = ypix_sec + 1
End If

```

```

If H_sec > 40 Then
gpix_sec = gpix_sec + 1
End If

```

```

'assume blackdot please correction
If L_sec < 10 Then
light_sec = light_sec + 1
End If

```

```

sum_H_sec = sum_H_sec + H_sec
sum_S_sec = sum_S_sec + S_sec
sum_L_sec = sum_L_sec + L_sec

```

```

sum_r_sec = sum_r_sec + red_sec
sum_g_sec = sum_g_sec + green_sec
sum_b_sec = sum_b_sec + blue_sec

```

```

End If
Next
Next

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

avg_r_sec = sum_r_sec / count_b_sec
avg_g_sec = sum_g_sec / count_b_sec
avg_b_sec = sum_b_sec / count_b_sec
avg_H_sec = sum_H_sec / count_b_sec
avg_S_sec = sum_S_sec / count_b_sec
avg_L_sec = sum_L_sec / count_b_sec

```

```
'EÀ»
```

```
ypix_sum = (ypix + ypix_sec) / 2
```

```
gpix_sum = (gpix + gpix_sec) / 2
```

```
light_sum = (light + light_sec) / 2
```

```
If ypix_sum > (0.7 * count_b_sum) Then
```

```
tum = 1
```

```
Else
```

```
tum = 0
```

```
End If
```

```
If tum = 1 Then
```

```
Label5.Caption = "E0;"
```

```
End If
```

```
If tum = 0 Then
```

```
Label5.Caption = "äÀE0;"
```

```
End If
```

```
If tum = 1 Then
```

```
If light_sum <= 396.3 Then
```

```
'good
```

```
If num = 1 And light_sum < 237.78 Then
```

```
Label15.Caption = "Ñé¼ÒàÉÉ"
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Label6.Caption = "%èÒ'"

End If

If num = 2 And light_sum < 158.52 Then

Label15.Caption = "Ñé¼ÒàÈÉ"

Label6.Caption = "%èÒ'"

End If

If num = 3 And light_sum < 79.26 Then

Label15.Caption = "Ñé¼ÒàÈÉ"

Label6.Caption = "%èÒ'"

End If

'first

If num = 1 And light_sum < 396.3 Then

Label15.Caption = "Ñé'È'Òè§"

Label6.Caption = "%èÒ'"

End If

If num = 2 And light_sum < 317.04 Then

Label15.Caption = "Ñé'È'Òè§"

Label6.Caption = "%èÒ'"

End If

If num = 3 And light_sum < 237.78 Then

Label15.Caption = "Ñé'È'Òè§"

Label6.Caption = "%èÒ'"

End If

'second

If num = 1 And light_sum < 554.82 Then

Label15.Caption = "Ñé'É'Í§"



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

Label6.Caption = "%e0"
End If

If num = 2 And light_sum < 475.56 Then
Label15.Caption = "Ñé'ÉÍ§"
Label6.Caption = "%e0"
End If

If num = 3 And light_sum < 396.3 Then
Label15.Caption = "Ñé'ÉÍ§"
Label6.Caption = "%e0"
End If
Else
Label15.Caption = "Áe'è"
Label6.Caption = "Áe'è"
End If
Else
Label15.Caption = "Áe'è"
Label6.Caption = "Áe'è"
End If
End Sub

Private Sub Command2_Click()
Unload Me
Form4.Hide
Form1.Show
End Sub

Private Sub Command3_Click()
End
End Sub

```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Private Sub Command5_Click()
```

```
'CommonDialog1.Flags = cd10FNHideReadOnly
```

```
CommonDialog1.Filter = "Image Files(*.jpg; *.jpeg; *.gif; *.bmp)|*.jpg; *.jpeg; *.gif; *.bmp"
```

```
CommonDialog1.FilterIndex = 2
```

```
CommonDialog1.ShowOpen
```

```
Text1.Text = CommonDialog1.FileName
```

```
'If InStr(LCase(show_picture_path.Text), cProjectPaht) = 1 Then
```

```
' show_picture_path.Text = Mid(LCase(show_picture_path.Text), Len(cProjectPaht) + 1)
```

```
'End If
```

```
Pic2_update.Picture = LoadPicture(Text1.Text)
```

```
Pic2_org.Picture = LoadPicture(Text1.Text)
```

```
End Sub
```

```
Private Sub menu_calibrate_Click()
```

```
Dim cali_im As Long
```

```
Dim respond As Variant
```

```
Dim X, Y As Integer
```

```
respond = MsgBox("ต้องการปรับค่ากล้องหรือไม่", vbOKOnly, "แจ้งเตือน")
```

```
'CommonDialog1.Flags = cd10FNHideReadOnly
```

```
CommonDialog1.Filter = "Image Files(*.jpg; *.jpeg; *.gif; *.bmp)|*.jpg; *.jpeg; *.gif; *.bmp"
```

```
CommonDialog1.FilterIndex = 2
```

```
CommonDialog1.ShowOpen
```

```
show_picture_path.Text = CommonDialog1.FileName
```

```
'If InStr(LCase(show_picture_path.Text), cProjectPaht) = 1 Then
```

```
' show_picture_path.Text = Mid(LCase(show_picture_path.Text), Len(cProjectPaht) + 1)
```

```
'End If
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
pic_update.Picture = LoadPicture(show_picture_path.Text)
```

```
pic_org.Picture = LoadPicture(show_picture_path.Text)
```

```
cali_im = pic_org.Point(X, Y)
```

```
cali_r = (cali_im And &HFF&)
```

```
cali_g = (cali_im And &HFF00&) / &H100
```

```
cali_b = (cali_im And &HFF0000) / &H10000
```

```
End Sub
```

```
Private Sub menu_new_Click()
```

```
Unload Me
```

```
Form4.Show
```

```
'Redim
```

```
count_b = 0
```

```
ypix = 0
```

```
gpix = 0
```

```
light = 0
```

```
num = 0
```

```
tum = 0
```

```
cali_r = 0
```

```
cali_g = 0
```

```
cali_b = 0
```

```
End Sub
```

```
Private Sub menu_open_Click()
```

```
'CommonDialog1.Flags = cdlOFNHideReadOnly
```

```
CommonDialog1.Filter = "Image Files(*.jpg; *.jpeg; *.gif; *.bmp)|*.jpg; *.jpeg; *.gif; *.bmp"
```

```
CommonDialog1.FilterIndex = 2
```

```
CommonDialog1.ShowOpen
```

```
show_picture_path.Text = CommonDialog1.FileName
```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
'If InStr(LCase(show_picture_path.Text), cProjectPaht) = 1 Then
' show_picture_path.Text = Mid(LCase(show_picture_path.Text), Len(cProjectPaht) + 1)
'End If
```

```
pic_update.Picture = LoadPicture(show_picture_path.Text)
pic_org.Picture = LoadPicture(show_picture_path.Text)
End Sub
```

การคำนวณวงโดยผู้กำหนดค่าเอง

```
Dim count_b As Long
Dim ypix As Long
Dim gpix As Long
Dim light As Long
Dim num As Long
Dim tum As Long
Dim cali_r, cali_g, cali_b As Integer

Private Sub Command4_Click()

If blnEarly Then
Set myExcelApplication = New Excel.Application
Else
Set myExcelApplication = CreateObject("excel.application")
End If

numwrksht = 1
myExcelApplication.SheetsInNewWorkbook = numwrksht
Set myExcelWorkbook = myExcelApplication.Workbooks.Add
Set myExcelWorksheet = myExcelWorkbook.ActiveSheet

If invisible = False Then myExcelApplication.Visible = True
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Dim i As Integer

myExcelWorksheet.Cells(1, 1) = "AÓÑ¼Ä·Öè"

myExcelWorksheet.Cells(1, 2) = "ç'Ò'"

myExcelWorksheet.Cells(1, 3) = "□ÇÒÁÊØ;"

myExcelWorksheet.Cells(1, 4) = ""Ø''Ó"

myExcelWorksheet.Cells(1, 5) = "ÄĐ·Ñ™Ñé!"

For i = 2 To 10

myExcelWorksheet.Cells(i, 1) = i - 1

myExcelWorksheet.Cells(i, 2) = Label8.Caption

myExcelWorksheet.Cells(i, 3) = Label11.Caption

myExcelWorksheet.Cells(i, 4) = Label2.Caption

myExcelWorksheet.Cells(i, 5) = Label10.Caption

Next

Dim a As String

a = InputBox("□µé§;ÖÄ'N'·Ö;EÄ×läÄé?µé§;ÖÄ·äÄéµé§;ÖÄ")

If a = "µé§;ÖÄ" Then

Save = True

ElseIf a = "äÄéµé§;ÖÄ" Then

Save = False

End If

If sav = True Then

a = InputBox("ÄØ'ÖäÊé×élä;Ä")

a = App.Path & "\" & a

myExcelWorkbook.SaveAs a

Else

myExcelWorkbook.Close

End If

myExcelApplication.Quit

End Sub

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Private Sub pic_update_mousedown(Button As Integer, Shift As Integer, X As Single, Y As Single)
```

```
Dim cali_pic As Long
```

```
cali_pic = pic_update.Point(X, Y)
```

```
cali_r = (cali_pic And &HFF&)
```

```
cali_g = (cali_pic And &HFF00&) / &H100
```

```
cali_b = (cali_pic And &HFF0000) / &H10000
```

```
End Sub
```

```
Private Sub b_browse_Click()
```

```
'CommonDialog1.Flags = cdlOFNHideReadOnly
```

```
CommonDialog1.Filter = "Image Files (*.jpg; *.jpeg; *.gif; *.bmp)|*.jpg; *.jpeg; *.gif; *.bmp"
```

```
CommonDialog1.FilterIndex = 2
```

```
CommonDialog1.ShowOpen
```

```
show_picture_path.Text = CommonDialog1.FileName
```

```
'If InStr(LCase(show_picture_path.Text), cProjectPaht) = 1 Then
```

```
' show_picture_path.Text = Mid(LCase(show_picture_path.Text), Len(cProjectPaht) + 1)
```

```
'End If
```

```
pic_update.Picture = LoadPicture(show_picture_path.Text)
```

```
pic_org.Picture = LoadPicture(show_picture_path.Text)
```

```
'Redim
```

```
count_b = 0
```

```
ypix = 0
```

```
gpix = 0
```

```
light = 0
```

```
num = 0
```

```
tum = 0
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

End Sub

Private Sub Command1_Click()

Dim gram, bdot, grams As Integer

Dim counter As Integer

Dim i, j, reds, greens, blues, gs As Integer

Dim ia As Long

Dim ja As Long

Dim ie As Long

Dim je As Long

Dim K As Long

Dim red, green, blue As Integer

Dim sum_r, sum_g, sum_b As Long

Dim avg_r, avg_g, avg_b As Long

Dim pixel As Long

Dim max, min, L, S, H, light As Long

Dim sum_H, sum_S, sum_L As Long

Dim avg_H, avg_S, avg_L As Long

Dim respond As Variant

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

If Combo1.Text = "" Then
    respond = MsgBox("Please insert size of mango!", vbOKOnly, "Information")
End If
If Combo2.Text = "" Then
    respond = MsgBox("Please insert size!", vbOKOnly, "Information")
End If
If Combo3.Text = "" Then
    respond = MsgBox("Please insert size of blackdot!", vbOKOnly, "Information")
End If

```

```

If Combo1.Text = "" Or Combo2.Text = "" Or Combo3.Text = "" Then
    respond = MsgBox("Please insert setting!", vbOKOnly, "Information")
End
End If

```

```
pic_org.Picture = pic_update.Picture
```

```
pic_update.ScaleMode = vbPixels
```

```
For i = 0 To pic_update.ScaleHeight - 1
```

```
    For j = 0 To pic_update.ScaleWidth - 1
```

```
        pixel = pic_update.Point(j, i)
```

```
        reds = pixel Mod 256
```

```
        greens = ((pixel And &HFF00) / 256 &) Mod 256 &
```

```
        blues = (pixel And &HFF0000) / 65536
```

```
        gs = ((reds * 1) + (greens * 1) + (blues * 1))
```

```
        pic_update.PSet (j, i), RGB(gs, gs, gs)
```

```
    Next
```

```
Next
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

pic_update.ScaleMode = vbTwips

count_b = 0
pic_update.ScaleMode = 3

For ia = 0 To pic_update.ScaleWidth - 1
  For ja = 0 To pic_update.ScaleHeight - 1
    If Val(pic_update.Point(ia, ja)) >= &HAAAAAA Then count_b = count_b + 1
    DoEvents
  Next
  DoEvents
Next

pic_update.ScaleMode = 3
For ic = 0 To (pic_update.ScaleHeight - 1)
  For je = 0 To (pic_update.ScaleWidth - 1)
    If pic_update.Point(ic, je) >= &HAAAAAA Then
      pic_update.PSet (ic, je), vbBlack
    End If
  Next
Next
count_b = 0

red = 0
green = 0
blue = 0

sum_r = 0
sum_g = 0
sum_b = 0

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
sum_H = 0
```

```
sum_S = 0
```

```
sum_L = 0
```

```
pic_update.ScaleMode = 3
```

```
For i = 0 To (pic_update.ScaleHeight - 1)
```

```
  For j = 0 To (pic_update.ScaleWidth - 1)
```

```
    If Hex(pic_update.Point(i, j)) = 0 Then
```

```
      count_b = count_b + 1
```

```
      pixel = pic_org.Point(i, j)
```

```
      red = (pixel And &HFF&) / (cali_r - 235)
```

```
      green = (pixel And &HFF00&) / &H100 - (cali_g - 247)
```

```
      blue = (pixel And &HFF0000) / &H10000 - (cali_b - 247)
```

```
      'RGBtoHSL
```

```
      'If R = max(R, G, B) Then G - B / (max(R, G, B) - min(R, G, B))
```

```
      'If G = max(R, G, B) Then B - R / (max(R, G, B) - min(R, G, B)) + 2
```

```
      'If B = max(R, G, B) Then R - G / (max(R, G, B) - min(R, G, B)) + 4
```

```
      If red > green Then
```

```
        If red > blue Then
```

```
          max = red
```

```
        Else
```

```
          max = blue
```

```
        End If
```

```
      ElseIf green > blue Then
```

```
        max = green
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

Else
    max = blue
End If
If red < green Then
    If red < blue Then
        min = red
    Else
        min = blue
    End If
ElseIf green < blue Then
    min = green
Else
    min = blue
End If
L = (max + min) / 2
If max = min Then
    S = 0
    H = 0
Else
    If L < 0.5 Then
        S = (max - min) / (max + min)
    Else
        S = (max - min) / (2 + max - min)
    End If
    Select Case max
    Case red
        H = (green - blue) / (max - min)
    Case green
        H = 2 + (blue - red) / (max - min)
    Case blue
        H = 4 + (red - green) / (max - min)
    End Select

```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

End If
H = H * 239 / 6
If H < 0 Then H = H + 240
H = CInt(H)
S = CInt(S * 239)
'L = CInt(L * 239)

```

```

If H < 40 Then
  ypix = ypix + 1
End If

```

```

If H > 40 Then
  gpix = gpix + 1
End If

```

```

If L < 10 Then
  light = light + 1
End If
sum_H = sum_H + H
sum_S = sum_S + S
sum_L = sum_L + L

```

```

sum_r = sum_r + red
sum_g = sum_g + green
sum_b = sum_b + blue

```

```
End If
```

```
Next
```

```
Next
```

```
avg_r = sum_r / count_b
```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
avg_g = sum_g / count_b
avg_b = sum_b / count_b
avg_H = sum_H / count_b
avg_S = sum_S / count_b
avg_L = sum_L / count_b
```

```
If Combo3.Text = "1" Then
```

```
    bdot = 1 * 158.52
```

```
End If
```

```
If Combo3.Text = "2" Then
```

```
    bdot = 2 * 158.52
```

```
End If
```

```
If Combo3.Text = "3" Then
```

```
    bdot = 3 * 158.52
```

```
End If
```

```
If Combo3.Text = "4" Then
```

```
    bdot = 4 * 158.52
```

```
End If
```

```
If Combo3.Text = "5" Then
```

```
    bdot = 5 * 158.52
```

```
End If
```

```
If Combo3.Text = "6" Then
```

```
    bdot = 6 * 158.52
```

```
End If
```

```
If Combo3.Text = "7" Then
```

```
    bdot = 7 * 158.52
```

```
End If
```

```
If light <= bdot Then
```

```
    Label2.Caption = "%e0"
```

```
Else
```

```
    Label2.Caption = "ãÁ%e0"
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

End If

If count_b < 8500 Then

Label8.Caption = "ãÄè¼èÒ"

End If

If Combo1.Text = "> 351" And count_b >= 11600 Then

Label8.Caption = "¼èÒ"

Else

Label8.Caption = "ãÄè¼èÒ"

End If

If Combo1.Text = "330-350" And count_b >= 9000 And count_b <= 11599 Then

Label8.Caption = "¼èÒ"

Else

Label8.Caption = "ãÄè¼èÒ"

End If

If Combo1.Text = "260-329" And count_b >= 8500 And count_b <= 8999 Then

Label8.Caption = "¼èÒ"

Else

Label8.Caption = "ãÄè¼èÒ"

End If

If Combo2.Text = "ãÄèËØ_j" And gpix >= (0.7 * count_b) Then

Label11.Caption = "¼èÒ"

Else

Label11.Caption = "ãÄè¼èÒ"

End If

If Combo2.Text = "ËØ_j" And ypix >= (0.7 * count_b) Then

Label11.Caption = "¼èÒ"

Else

Label11.Caption = "ãÄè¼èÒ"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้


```

CommonDialog1.Filter = "Image Files(*.jpg; *.jpeg; *.gif; *.bmp)|*.jpg; *.jpeg; *.gif; *.bmp"
CommonDialog1.FilterIndex = 2
CommonDialog1.ShowOpen
show_picture_path.Text = CommonDialog1.FileName

'If InStr(LCase(show_picture_path.Text), cProjectPaht) = 1 Then
' show_picture_path.Text = Mid(LCase(show_picture_path.Text), Len(cProjectPaht) + 1)
'End If

pic_update.Picture = LoadPicture(show_picture_path.Text)
pic_org.Picture = LoadPicture(show_picture_path.Text)

cali_im = pic_org.Point(X, Y)
cali_r = (cali_im And &HFF&)
cali_g = (cali_im And &HFF00&) / &H100
cali_b = (cali_im And &HFF0000&) / &H10000

End Sub

Private Sub menu_exit_Click()
End
End Sub

Private Sub menu_new_Click()
Unload Me
Form5.Show
'Redim
count_b = 0
ypix = 0
gpix = 0
light = 0
num = 0

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
tum = 0
cali_r = 0
cali_g = 0
cali_b = 0
End Sub
```

```
Private Sub menu_open_Click()
```

```
'CommonDialog1.Flags = cdlOFNHideReadOnly
```

```
CommonDialog1.Filter = "Image Files(*.jpg; *.jpeg; *.gif; *.bmp)|*.jpg; *.jpeg; *.gif; *.bmp"
```

```
CommonDialog1.FilterIndex = 2
```

```
CommonDialog1.ShowOpen
```

```
show_picture_path.Text = CommonDialog1.FileName
```

```
'If InStr(LCase(show_picture_path.Text), cProjectPaht) = 1 Then
```

```
' show_picture_path.Text = Mid(LCase(show_picture_path.Text), Len(cProjectPaht) + 1)
```

```
'End If
```

```
pic_update.Picture = LoadPicture(show_picture_path.Text)
```

```
pic_org.Picture = LoadPicture(show_picture_path.Text)
```

```
End Sub
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ

มะม่วง

1 นิยามของผลิตภัณฑ์

มาตรฐานนี้ใช้กับ “มะม่วง” (Mango) พันธุ์ที่ผลิตเป็นการค้าซึ่งมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า “*Mangifera indica* L.” และอยู่ในวงศ์ Anacardiaceae สำหรับบริโภคสด

2 ข้อกำหนดเรื่องคุณภาพ

2.1 คุณภาพขั้นต่ำ

- 2.1.1 เป็นมะม่วงทุกชั้นมาตรฐาน ต้องมีคุณภาพดังนี้ เว้นแต่จะมีข้อกำหนดเฉพาะของแต่ละชั้น และเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ตามที่ระบุไว้
 - 2.1.1.1 เป็นมะม่วงทั้งผล สำหรับมะม่วงที่บรรจุในหีบหรือเพื่อการส่งออกถ้ามีข้าวผลติดอยู่ต้องมีความยาวไม่เกิน 1 เซนติเมตร
 - 2.1.1.2 ลักษณะและคุณสมบัติตรงตามพันธุ์
 - 2.1.1.3 ผลมีความสด ตามสภาพสุกและผลดิบ
 - 2.1.1.4 ไม่มีรอยชำ และไม่น่าเสียที่จะทำให้ไม่เหมาะสมกับการบริโภค
 - 2.1.1.5 สะอาดและปราศจากสิ่งแปลกปลอมที่มองเห็นได้
 - 2.1.1.6 ไม่มีตำหนิที่เห็นเด่นชัด หรือตำหนิที่มีผลกระทบต่อคุณภาพของเนื้อภายในผล
 - 2.1.1.7 ไม่มีศัตรูพืชที่มีผลกระทบต่อรูปลักษณะทั่วไปของผลิตภัณฑ์
 - 2.1.1.8 ไม่มีความเสี่ยงหายของผลิตภัณฑ์เนื่องจากศัตรูพืช
 - 2.1.1.9 ปลอดภัยจากความชื้นที่ผิดปกติจากภายนอก ทั้งนี้ไม่รวมถึงหยดน้ำที่เกิดหลังการนำออกจากห้องเย็น
 - 2.1.1.10 ปลอดภัยจากความเสียหายเนื่องจากอุณหภูมิต่ำ หรืออุณหภูมิสูง
 - 2.1.1.11 ปลอดภัยจากกลิ่นและรสชาติแปลกปลอม หรืออย่างใดอย่างหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2 ผลมะม่วงมีความแก่ได้ที่ คือผลที่สามารถพัฒนาเป็นผลสุกได้ภายหลังเก็บเกี่ยวจากต้น
ทั้งนี้

เหมาะสมกับพันธุ์และแหล่งปลูก คุณภาพการรับประทานเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค และผลอยู่ใน
สภาพที่ยอมรับได้เมื่อถึงปลายทาง

2.2 การแบ่งชั้นคุณภาพ

มะม่วงตามมาตรฐานนี้ แบ่งเป็น 3 ชั้น คุณภาพ ดังนี้

2.2.1 ชั้นพิเศษ (“Extra” Class)

มะม่วงในชั้นนี้มีคุณภาพดีที่สุด มีลักษณะรูปทรง ดีและรสชาติตรงตามพันธุ์ ผลปลอดจากตำหนิ
ชกเว้นตำหนิเล็กน้อยที่ไม่สามารถมองเห็นได้ชัด และไม่มีผลต่อรูปลักษณะทั่วไปของผล ต่อคุณภาพ
คุณภาพระหว่างการเก็บรักษา และการจัดเรียงเสนอในภาชนะบรรจุ

2.2.2 ชั้นหนึ่ง (Class I)

มะม่วงในชั้นนี้มีคุณภาพดี มีลักษณะรูปทรง ดี และรสชาติตรงตามพันธุ์ ผลมีตำหนิได้เล็กน้อย
ด้านรูปทรง ดีและผิว ซึ่งเกิดจากการเสียดสี หรือได้รับแดดจัด และรอยด่างที่เกิดจากยาง โดยไม่มี
ผลต่อรูปลักษณะทั่วไปของผล ต่อคุณภาพระหว่างการเก็บรักษา รวมทั้งการจัดเรียงเสนอใน
ภาชนะบรรจุ ตำหนิที่ผิวโดยรวมต่อผลต้องมีพื้นที่ไม่เกิน 5 ตารางเซนติเมตร 3 ตารางเซนติเมตร
และ 2 ตารางเซนติเมตรสำหรับผลมะม่วงขนาด 1 ขนาด 2 ขนาด 3 และขนาด 4 ตามลำดับ จุด
สนิมประปรายและหรือสีเหลืองที่ผิวเนื่องจากได้รับแดดจัดมีได้ไม่เกินร้อยละ 30 ของพื้นที่ผิว
ทั้งหมดของแต่ละผล แต่ต้องไม่มีรอยไหม้

2.2.3 ชั้นสอง (Class II)

ชั้นนี้รวมมะม่วงที่ไม่เข้าขั้นชั้นที่สูงกว่า แต่มีคุณภาพขั้นต่ำดังข้อ 2.1 มีตำหนิได้เล็กน้อยด้าน
รูปทรง ดี และผิว ซึ่งเกิดจากการเสียดสี หรือได้รับแดดจัด และรอยด่างที่เกิดจากยาง โดยไม่มีผล
ต่อรูปลักษณะทั่วไปของผลต่อคุณภาพ และคุณภาพระหว่างการเก็บรักษา รวมทั้งการจัดเรียงเสนอ
ในภาชนะบรรจุ ตำหนิที่ผิวโดยรวมต่อผล ต้องมีพื้นที่ไม่เกิน 7 ตารางเซนติเมตร 6 ตาราง
เซนติเมตร 5 ตารางเซนติเมตร และ 4 ตารางเซนติเมตร สำหรับผลมะม่วงขนาด 1 ขนาด 2 ขนาด
3 และขนาด 4 ตามลำดับ จุดสนิมประปราย และหรือสีเหลืองที่ผิวเนื่องจากได้รับแดดจัดมีได้ไม่
เกินร้อยละ 40 ของพื้นที่ผิวทั้งหมดของแต่ละผล แต่ต้องไม่มีรอยไหม้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3 ข้อกำหนดเรื่องขนาด

ขนาดของผลจะพิจารณาจากน้ำหนัก ตามตารางที่ 1 ดังนี้

ตารางที่ 1 ข้อกำหนดเรื่องขนาด

รหัสขนาด	น้ำหนัก (กรัม)	ความแตกต่างของขนาดผลสูงสุดในแต่ละ
		ภาชนะบรรจุ (กรัม)
1	>450	100
2	350-450	50
3	251-350	50
4	150-250	50

4 ข้อกำหนดเรื่องเกณฑ์ความคลาดเคลื่อน

เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนเรื่องคุณภาพและขนาดที่ยอมรับได้ ในแต่ละภาชนะบรรจุ สำหรับผลผลิตที่ไม่เข้าขั้นที่ระบุไว้ดังนี้

4.1 เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนเรื่องคุณภาพ

4.1.1 ชั้นพิเศษ (“Extra” Class)

ไม่เกินร้อยละ 5 โดยจำนวนหรือน้ำหนักของผลมะม่วงที่มีคุณภาพไม่เป็นไปตามข้อกำหนดของชั้นพิเศษ แต่เป็นไปตามคุณภาพชั้นหนึ่ง หรือคุณภาพยังอยู่ในเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของคุณภาพชั้นหนึ่ง แต่ผลที่มีร่องรอยของผิวลาดอันเนื่องมาจากศัตรูพืชปนมาไม่ได้

4.1.2 ชั้นหนึ่ง (Class I)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไม่เกินร้อยละ 10 โดยจำนวนหรือน้ำหนักของผลมะม่วงที่คุณภาพไม่เป็นไปตามข้อกำหนดของชั้นหนึ่ง แต่เป็นไปตามคุณภาพของชั้นสอง หรือคุณภาพยังอยู่ในเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของคุณภาพชั้นสอง

4.1.3 ชั้นสอง (Class II)

ไม่เกินร้อยละ 10 โดยจำนวนหรือน้ำหนักของผลมะม่วงที่คุณภาพไม่เป็นไปตามข้อกำหนดของชั้นสองหรือไม่ได้คุณภาพชั้นต่ำ แต่ต้องไม่มีผลเน่าเสีย

4.2 เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนเรื่องขนาด

มะม่วงทุกชั้นมีผลมะม่วงขนาดที่ใหญ่หรือเล็กกว่าในชั้นถัดไปหนึ่งชั้นปนมาได้ไม่เกินร้อยละ 10 โดยจำนวนหรือน้ำหนัก แต่ความแตกต่างของขนาดในแต่ละภาชนะบรรจุต้องไม่มากกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ตามตารางที่ 2 ดังนี้

ตารางที่ 2 ข้อกำหนดเรื่องเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนเรื่องขนาด

รหัส ขนาด	เกณฑ์ปกติ (กรัม)	ขนาดที่เล็กหรือใหญ่กว่า เกณฑ์ปกติ (กรัม)	เกณฑ์ความแตกต่างของ ขนาดผลในแต่ละภาชนะ บรรจุ (กรัม)
1	>450	350->550	150
2	351-450	301-500	75
3	251-350	150-400	75
4	150-250	125-300	75

5 ข้อกำหนดเรื่องการบรรจุและการจัดเรียงเสนอ

5.1 ความสม่ำเสมอ

มะม่วงที่บรรจุในแต่ละภาชนะบรรจุ ต้องมาจากแหล่งเดียวกัน มีความสม่ำเสมอทั้งในเรื่องของพันธุ์คุณภาพ ขนาด และสีใกล้เคียงกัน ส่วนของผลในภาชนะบรรจุที่มองเห็นได้ต้องเป็นตัวแทนของผลิตผลทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 การบรรจุหีบห่อ

บรรจุมะม่วงในลักษณะที่สามารถเก็บรักษามะม่วงได้เป็นอย่างดี วัสดุที่ใช้ภายในภาชนะบรรจุต้องใหม่ สะอาด และมีคุณภาพเพื่อป้องกันความเสียหายอันจะมีผลต่อมะม่วง การใช้วัสดุโดยเฉพาะกระดาษหรือตราประทับที่มีข้อกำหนดทางการค้าสามารถทำได้หากมีการพิมพ์หรือมีการแสดงฉลากโดยใช้หมึกพิมพ์หรือกาวที่ไม่เป็นพิษ

5.3 รายละเอียดของบรรจุภัณฑ์

บรรจุภัณฑ์ต้องมีคุณภาพ ถูกสุขลักษณะ และมีคุณภาพทนทานต่อการขนส่ง และการรักษามะม่วงได้ บรรจุภัณฑ์ต้องปราศจากกลิ่นและสิ่งแปลกปลอม

6 การแสดงเครื่องหมายหรือฉลาก

6.1 บรรจุภัณฑ์สำหรับผู้บริโภค

ต้องมีข้อความแสดงรายละเอียดให้เห็นได้ง่าย ชัดเจน ไม่เป็นเท็จหรือหลอกลวง ดังต่อไปนี้

6.1.1 ประเภทของผลิตภัณฑ์

ข้อความว่า “มะม่วง” และหรือ “ชื่อพันธุ์มะม่วง” ถ้าไม่สามารถมองเห็นผลผลิตจากภายนอกของภาชนะบรรจุได้

6.1.2 น้ำหนักสุทธิเป็นระบบเมตริก

6.1.3 ข้อมูลผู้จำหน่าย

ชื่อและที่ตั้งของผู้จำหน่าย หรือผู้บรรจุ หรือแสดงเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียน

6.1.4 ประเทศผู้ผลิต หากการไม่ระบุประเทศจะทำให้เกิดความเข้าใจผิด หรือเป็นการหลอกลวงผู้บริโภค

6.2 บรรจุภัณฑ์สำหรับขายส่ง

แต่ละหีบห่อต้องประกอบด้วยข้อความ ซึ่งจะระบุในเอกสารกำกับสินค้า หรือฉลาก หรือแสดงไว้ที่ภาชนะบรรจุก็ได้ ข้อความต้องอ่านได้ชัดเจน ไม่หลอกลวง โดยมีรายละเอียดดังนี้

6.2.1 ข้อมูลผู้ขายส่ง

ชื่อและที่ตั้งของผู้ขายส่ง ผู้บรรจุ และหมายเลขรหัสสินค้า (ถ้ามี)

6.2.2 ประเภทของผลิตภัณฑ์

ชื่อพันธุ์ข้อความว่า “มะม่วง” และหรือ “ชื่อพันธุ์มะม่วง”

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.2.3 ข้อมูลแหล่งผลิต

ประเทศที่ผลิต และหรือจังหวัดที่ผลิต ถ้าการไม่ระบุประเทศ และหรือจังหวัดจะทำให้เกิดความเข้าใจผิดหรือเป็นการหลอกลวงผู้บริโภค

6.2.4 ข้อมูลเชิงพาณิชย์

6.2.4.1 ชั้นคุณภาพ

6.2.4.2 ขนาด

6.2.4.3 จำนวนต่อหน่วยบรรจุภัณฑ์ หรือน้ำหนักสุทธิเป็นระบบเมตริก

6.3 ภาษา

ฉลากของมะม่วงต้องมีข้อความภาษาไทย กรณีฉลากมะม่วงที่ผลิตเพื่อส่งออกจะแสดงข้อความ เป็นภาษาใดก็ได้

6.4 รายงานผลการตรวจใบรับรองผลการตรวจ หรือเครื่องหมายรับรอง

ให้เป็นไปตามหลักเกณฑ์และเงื่อนไขของหน่วยตรวจหรือหน่วยรับรองที่ได้รับการยอมรับจาก กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

7 สารปนเปื้อน

ให้เป็นไปตามข้อกำหนดในกฎหมายที่เกี่ยวข้อง และข้อกำหนดของมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ เรื่องสารปนเปื้อน

8 สารพิษตกค้าง

ให้เป็นไปตามข้อกำหนดในกฎหมายที่เกี่ยวข้อง และข้อกำหนดของมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ เรื่องสารพิษตกค้าง

9 สุขลักษณะ

การเก็บเกี่ยว การปฏิบัติต่อผลมะม่วงในขั้นตอนต่างๆ รวมถึงการเก็บรักษา และการขนส่งมะม่วง ต้องปฏิบัติอย่างถูกสุขลักษณะ เพื่อป้องกันการปนเปื้อนที่จะก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้บริโภค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10 วิถีวิเคราะห์และชักตัวอย่าง

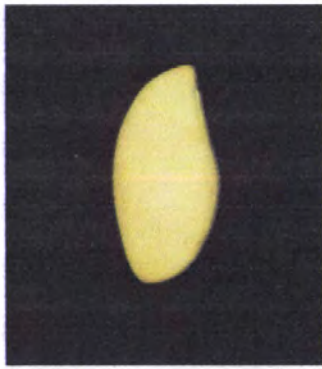
ให้เป็นไปตามข้อกำหนดในกฎหมายที่เกี่ยวข้อง และข้อกำหนดของมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ เรื่องวิถีวิเคราะห์และชักตัวอย่าง



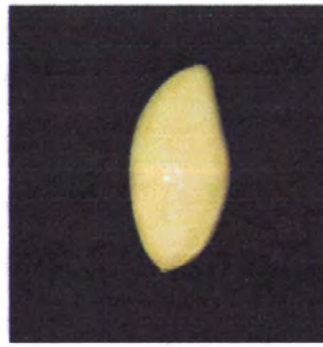
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ชั้นพิเศษขนาดใหญ่



ชั้นพิเศษขนาดกลาง



ชั้นพิเศษขนาดเล็ก



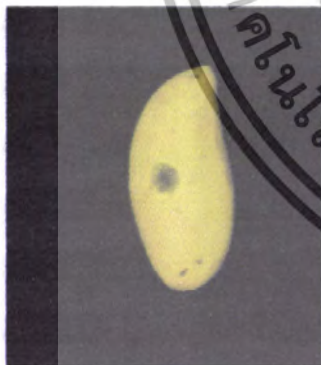
ชั้นหนึ่งขนาดใหญ่



ชั้นหนึ่งขนาดกลาง



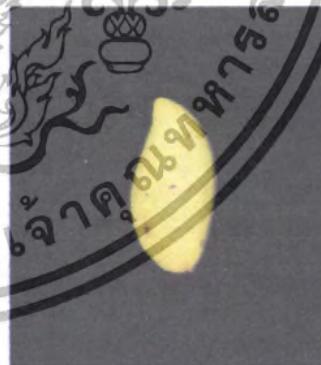
ชั้นหนึ่งขนาดเล็ก



ชั้นสองขนาดใหญ่



ชั้นสองขนาดกลาง



ชั้นสองขนาดเล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้