



รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

การจำแนกพันธุ์ข้าวหอมมะลิจากพันธุ์ปลอมปนโดยวิธีไม่ทำลาย
ด้วยเทคนิคการประมวลผลภาพ

Identification of Jasmine Rice Variety from Adulterating Rice Varieties by
Nondestructive Method using Image Processing Technique

นางสาว ปานมนัส ศิริสมบูรณ์

RCH
ป547ก
2556

เลขหมู่ 138258
เลขทะเบียน
วันเดือนปี 5 11 2558

12709773

ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากเงินงบประมาณเงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ 2556

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

การจำแนกพันธุ์ข้าวหอมมะลิจากพันธุ์ปลอมปนโดยวิธีไม่ทำลาย
ด้วยเทคนิคการประมวลผลภาพ

**Identification of Jasmine Rice Variety from Adulterating Rice Varieties by
Nondestructive Method using Image Processing Technique**

นางสาว ปานมนัส ศิริสมบูรณ์

ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากเงินงบประมาณเงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ 2556

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงการ (ภาษาไทย) การจำแนกพันธุ์ข้าวหอมมะลิจากพันธุ์ปลอมนปนโดยวิธีไม่ทำลายด้วยเทคนิค
การประมวลผลภาพ

แหล่งเงิน งบประมาณเงินรายได้

ประจำปีงบประมาณ 2556 จำนวนเงินที่ได้รับการสนับสนุน 80,000 บาท

ระยะเวลาทำการวิจัย 1 ปี ตั้งแต่ วันที่ 1 เดือน ตุลาคม พ.ศ. 2555 ถึงวันที่ 30 เดือน กันยายน พ.ศ. 2556

ชื่อ-สกุล หัวหน้าโครงการ และผู้ร่วมโครงการวิจัย พร้อมระบุ หน่วยงานต้นสังกัด

หัวหน้าโครงการ น.ส. ปานมนัส ศิริสมบูรณ์ สาขาวิชา วิศวกรรมเครื่องกล คณะ วิศวกรรมศาสตร์

ผู้ร่วมโครงการวิจัย -

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาแบบจำลองของสมบัติทางกายภาพของเมล็ดข้าว เพื่อจำแนกพันธุ์ข้าวในประเทศไทยเฉพาะพันธุ์ที่มีการปลอมนปน โดยวิธีไม่ทำลาย โดยการสร้างแบบจำลองของพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105 ทั้งข้าวใหม่และข้าวเก่า เพื่อสามารถตรวจสอบการปลอมนปนของพันธุ์ข้าว ชัยนาท 1 สุพรรณบุรี 1 และ ปทุมธานี 1 ออกจากพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105 ซึ่งเป็นการพัฒนาโดยดูจากลักษณะทางกายภาพ เช่น คุณสมบัติเชิงมิติ (Morphology) และ สี (Color)

ผลการศึกษาพบว่า การสร้างแบบจำลองโดยใช้ Morphology ร่วมกับ Color ได้ผลดีกว่าแยกทำอย่างใดอย่างหนึ่ง แบบจำลองพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105 เก่า สามารถคัดตัวเองได้ถูกสูงสุดถึง 90.00 % สามารถจำแนกข้าวพันธุ์อื่นว่าไม่ใช่ข้าวขาวดอกมะลิ 105 ได้ 100% โดยตัวแปรที่มีผลต่อการจำแนกคือ Integrated Density และ ค่าสีแดง แบบจำลองพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105 ใหม่ สามารถคัดตัวเองได้ถูกสูงสุดถึง 83.46 % สามารถจำแนกข้าวพันธุ์อื่นว่าไม่ใช่ข้าวขาวดอกมะลิ 105 ได้ 100% โดยตัวแปรที่มีผลต่อการจำแนก Integrated Density และ ค่าสีเขียว

คำสำคัญ : การจำแนกพันธุ์ข้าว ข้าวหอมมะลิ การปลอมนปน วิธีไม่ทำลาย เทคนิคการประมวลผลภาพ

Research Title: Identification of Jasmine rice variety from adulterating rice varieties by nondestructive method using image processing technique

Researcher: Panmanas Sirisomboon

Faculty: Engineering **Department:** Mechanical Engineering

ABSTRACT

This research was to study the model of physical properties of paddy grain for identification of Jasmine rice variety from adulterating rice varieties by nondestructive method using image processing technique. The model of Khao Dawk Mali 105 both of old (more than 6 month age) and fresh (less than 6 month age) rice were developed for identify the adulteration of Chainat1, Supanburi1 and Pathumthani1 by the determination of physical properties including morphology and color. The result showed that the model developed by morphology combined with color gave a better model than only one of the properties was used. The model of old Khao Dawk Mali 105 could identify itself with 90.00% correctness and could identify other variety with 100% correctness where the effective variables were integrated density and red color. The model of fresh Khao Dawk Mali 105 could identify itself with 83.46% correctness and could identify other variety with 100% correctness where the effective variables were integrated density and green color.

Keywords : Rice variety classification, Jasmine rice, adulteration, non-destructive, image processing

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัย (รศ. ดร. ปานมนัส ศิริสมบุรณ์ หัวหน้าโครงการ) และคณะผู้ช่วยวิจัย (นางสาวพจนา หุตเวช นางสาวพัชรี คล้ายมณี และ นายวีระพล สอนใจ) ขอขอบคุณที่การวิจัยครั้งนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จากแหล่งทุน งบประมาณเงินรายได้ คณะวิศวกรรมศาสตร์ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2556



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....	iii
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	iv
กิตติกรรมประกาศ.....	v
สารบัญ.....	vi
สารบัญตาราง.....	viii
สารบัญภาพ.....	ix
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	2
1.3 ขอบเขตของการวิจัย.....	3
1.4 วิธีดำเนินการวิจัย.....	3
1.5 สมมุติฐานงานวิจัย.....	3
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	4
2.1 พันธุ์ข้าวในประเทศไทย.....	4
2.2 การจัดการหลังการเก็บเกี่ยว.....	6
2.3 การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ข้าว.....	7
2.4 สมบัติทางกายภาพของเมล็ดข้าวเปลือก.....	7
2.5 พื้นฐานเกี่ยวกับ Digital Image.....	9
2.6 การวัดขนาด.....	15
2.7 Image processing.....	15
2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	15
บทที่ 3 วัสดุและอุปกรณ์.....	16
3.1 อุปกรณ์เชิงทัศนศาสตร์.....	16
3.2 วัสดุ.....	19
3.3 Image processing.....	20
3.4 การวิเคราะห์ความแตกต่างของเมล็ดข้าว.....	20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 วิธีดำเนินการวิจัย	22
4.1 การเตรียมการก่อนการถ่ายรูป	22
4.2 เตรียมอุปกรณ์ก่อนการถ่ายรูป	24
4.3 ทำการส่วมเมล็ดข้าวเพื่อทำการถ่ายภาพ	26
4.4 ทำการวัดMorphology	26
4.5 วิธีทำการวัดค่าสี โดยใช้โปรแกรม Vision Builder	37
4.6 การวิเคราะห์ความแตกต่างของเมล็ดข้าว	42
4.7 วิธีการสร้างแบบจำลอง	42
4.8 การทำนาย	47
บทที่ 5 ผลการวิจัย	53
บทที่ 6 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	57
6.1 สรุปผลการวิจัย	57
6.2 ข้อเสนอแนะ	57
เอกสารอ้างอิง	58
ภาคผนวก	60
ภาคผนวก ก.1	61
ภาคผนวก ก.2	62
ภาคผนวก ก.3	63
ประวัตินักวิจัย	64

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 คุณสมบัติของข้าวพันธุ์ต่างๆ.....	2
1.2 วิธีดำเนินการวิจัยที่ระยะเวลาตลอดปี.....	3
5.1 การคัดแยกพันธุ์ข้าวโดยใช้แบบจำลอง morphology ของพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ105 เก่า (ข้าวขาวมะลิ 105เก่า val, ชัยนาท1เก่า, สุพรรณบุรี1เก่า, ปทุมธานี1เก่า).....	53
5.2 การคัดแยกพันธุ์ข้าวโดยใช้แบบจำลอง morphology ของพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ105ใหม่ (ข้าวขาว มะลิ105ใหม่ val, ชัยนาทใหม่, สุพรรณบุรีใหม่, ปทุมธานีใหม่).....	53
5.3 การคัดแยกพันธุ์ข้าวโดยใช้แบบจำลอง colorของพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ105เก่า (ข้าวขาวดอกมะลิ 105เก่า val, ชัยนาทเก่า, สุพรรณบุรีเก่า, ปทุมธานีเก่า).....	54
5.4 การคัดแยกพันธุ์ข้าวโดยใช้แบบจำลองcolorของพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ105 ใหม่ (ข้าวขาวดอกมะลิ 105 ใหม่ val, ชัยนาทใหม่, สุพรรณบุรีใหม่, ปทุมธานีใหม่).....	54
5.5 การคัดแยกพันธุ์ข้าวโดยใช้แบบจำลอง morphologyกับcolorของพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ105เก่า (ข้าว ขาวดอกมะลิ 105เก่า, ชัยนาท1เก่า, สุพรรณบุรี1เก่า, ปทุมธานี1เก่า).....	55
5.6 การคัดแยกพันธุ์ข้าวโดยใช้แบบจำลองmorphologyกับcolorของพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ105ใหม่ (ขาว ดอกมะลิ 105ใหม่, ชัยนาท1ใหม่, สุพรรณบุรี1ใหม่, ปทุมธานี1ใหม่).....	56

สารบัญภาพ

รูปที่	หน้า
2.1 (ก)แสดงภาพแบบต่อเนื่อง(Continuous)และ (ข)ภาพเชิงตัวเลขจากวิธีการ Digitization.....	10
2.2 อธิบายภาพที่มีความเข้มเท่ากับ 256 ระดับ หรือ 2^8	10
2.3 ภาพที่ถูกแบ่งเป็นพื้นที่สี่เหลี่ยมเล็กๆ ที่เรียกว่า Pixels.....	12
2.4 ตัวอย่างการแสดงค่า Pixels Matrix.....	13
2.5 โมเดลสี.....	14
3.1 อุปกรณ์การถ่ายภาพ.....	16
3.2 กล้องถ่ายภาพ.....	17
3.3 แท่นถ่ายภาพ.....	17
3.4 เครื่องปรับแรงดันไฟฟ้า (Voltage regulator).....	18
3.5 มัลติมิเตอร์.....	19
3.6 ฟังก์ชันหลักต่างๆของ Vinson Builder.....	20
3.7 ตัวอย่างการวิเคราะห์ภาพด้วย Principal Component Analysis (PCA) เป็นการสร้างแบบจำลองของ ข้าวขาวดอกมะลิ105 ทั้งเก่าและใหม่.....	21
4.1 การเข้าไปในหน้าต่างที่ปรับค่ากล้อง.....	22
4.2 ข้อมูลของกล้องที่ใช้ (Camera Information).....	22
4.3 การปรับค่ากล้องในขั้นต้น (Acquisition Attributes).....	23
4.4 การปรับค่ากล้องที่ละเอียดขึ้น (Camera Attributes).....	23-24
4.5 การปรับค่าสี (Bayer Color).....	24
4.6 การถ่ายรูป.....	24
4.7 การถ่ายรูปแผ่นมาตรฐานสีขาว.....	25
4.8 การถ่ายรูปตารางหมากรุก.....	25
4.9 การถ่ายรูปข้าวที่ละเมียด.....	26
4.10 ทำการOpen Image โดยใช้ฟังก์ชัน Inspection Steps: Simulate.....	26-27
4.11 การเข้าไปหน้าต่างที่ทำการ threshold โดยใช้ฟังก์ชัน Vision assistant.....	27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญญภาพ (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.12 การเปลี่ยนภาพเมล็ดข้าวให้เป็น Grayscale โดยใช้ฟังก์ชัน Extract color planes.....	28
4.13 การทำ threshold โดยใช้ฟังก์ชัน threshold.....	29
4.14 ทำการปรับแต่งภาพโดยใช้ฟังก์ชัน Processing function: Adv. Morphology.....	30
4.15 การกำจัดวัตถุเล็กๆ โดยใช้ Remove small objects.....	30
4.16 การเติมสีภายในวัตถุให้เต็มโดยใช้ฟังก์ชัน Fill holes.....	31
4.17 ภาพที่ทำการ Threshold เรียบร้อยแล้ว.....	31
4.18 การบันทึกภาพ ทั้งแฟ้ม โดยใช้ฟังก์ชัน Image logging.....	32
4.19 การเก็บข้อมูลทั้งหมดไว้ในแฟ้มที่ต้องการ.....	32
4.20 ทำการรัน โดยคลิกที่ Run State in Loop.....	33
4.21 การ Calibrate โดยใช้ฟังก์ชัน Calibrate Spatial Measurements.....	33
4.22 การกำหนดระยะ โดยใช้รูปที่รู้ขนาดแน่นอน.....	34
4.23 การกำหนดหน่วยของระยะ.....	34
4.24 การหาวัตถุโดยใช้ฟังก์ชัน Find Object.....	35
4.25 การทำ Threshold เพื่อหาวัตถุ เลือกเป็นแบบ Manual.....	35
4.26 การทำ Threshold เพื่อหาวัตถุ.....	36
4.27 การทำ Threshold เสร็จสิ้น.....	36
4.28 การทำวิเคราะห์วัตถุโดยใช้ฟังก์ชัน Analyze.....	37
4.29 การทำวิเคราะห์วัตถุเสร็จสิ้น โปรแกรมจะบันทึกผลไว้ใน Results.....	37
4.30 ภาพที่ทำการเปลี่ยนภาพเมล็ดข้าวให้เป็น Grayscale เรียบร้อยแล้ว ของ Red Plane, Green Plane และ Blue Plane.....	38
4.31 การเลือกพื้นที่ ROI (Region of Interest) โดยใช้ฟังก์ชัน Match Pattern.....	38
4.32 การวัดค่า Intensity ของแผ่นขาวมาตรฐาน โดยใช้ฟังก์ชัน Measure Intensity.....	39
4.33 การบันทึกภาพ ทั้งแฟ้ม โดยใช้ฟังก์ชัน Data logging.....	- 39
4.34 การเลือกค่า Average Intensity ใน Measurements Logged.....	40
4.35 การเลือกแฟ้มและตั้งชื่อที่ต้องการบันทึกภาพแผ่นมาตรฐานสีขาวใน Destination.....	40
4.36 การวัดค่าสีของเมล็ดข้าว โดยใช้ฟังก์ชัน Measure Colors.....	41

สารบัญญภาพ (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.37 การเลือกค่า Red Average, Green Average และ Blue Average ใน Measurements Logged.....	41
4.38 ตัวอย่างข้อมูลทางรูปร่างเมล็ดข้าว.....	42
4.39 กำหนดขนาดของตาราง.....	43
4.40 copy ข้อมูลของพันธุ์ข้าวจาก Microsoft excel ไปที่โปรแกรม Unscrambler.....	43
4.41 การ save ข้อมูล.....	44
4.42 การกำหนดจำนวนเมล็ด (Sample) ที่จะทำการวิเคราะห์.....	44
4.43 การกำหนดตัวแปร (Variable).....	45
4.44 โปรแกรมจะสร้างแบบจำลองโดยอัตโนมัติ.....	45
4.45 กราฟการประเมินพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ105.....	46
4.46 การMarkลำดับของเมล็ดที่มีแนวโน้มที่จะทำให้การสร้างแบบจำลองผิดพลาด.....	46
4.47 ยืนยันลำดับของเมล็ดที่มีแนวโน้มที่จะทำให้การสร้างแบบจำลองผิดพลาด.....	47
4.48 กราฟประเมินพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ105หลังจากตัด outlier.....	47
4.49 การกำหนดจำนวนเมล็ด (Sample) ที่จะทำการทำนาย.....	48
4.50 การกำหนดตัวแปร (X-variables).....	48
4.51 การกำหนดแบบจำลองที่ใช้ในการทำนาย.....	49
4.52 ผลการทำนาย.....	50
4.53 ค่าตัวเลขในการทำนาย.....	50
4.54 ผลการคำนวณข้าวขาวมะลิ105.....	51
4.55 ผลการคำนวณข้าวชัยนาท.....	52

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ข้าวเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญในประเทศไทย โดยส่งออกข้าวเป็นอันดับ 1 ของโลก ในปี 2553/2554 มีปริมาณการส่งออก เป็น 10 ล้านตันข้าวสาร [1] ตั้งแต่อดีตการจำแนกพันธุ์ข้าวต้องอาศัยประสบการณ์ของบุคลากรที่มีความเชี่ยวชาญในการคัดจำแนกพันธุ์ ซึ่งดูจากสีและลักษณะรูปร่างของข้าวเปลือก ก็สามารถแยกพันธุ์ข้าวได้โดยง่าย แต่ในปัจจุบันได้มีการพัฒนาพันธุ์ข้าวไทยเพิ่มมากขึ้น โดยวิธีผสมพันธุ์จากการใช้เชื้อพันธุ์ข้าวพันธุ์พื้นเมืองไทยที่มีคุณภาพเพื่อให้ผลผลิตสูง มีคุณภาพของเมล็ดเป็นที่ยอมรับของเกษตรกร ผู้บริโภคและผู้ประกอบการส่งออก การใช้ผู้ที่มีความเชี่ยวชาญในการคัดจำแนกพันธุ์นั้นไม่เพียงพอเพราะการพัฒนาพันธุ์ข้าวที่เพิ่มขึ้นทำให้ข้าวเปลือกของแต่ละพันธุ์เกิดมีลักษณะที่คล้ายกันขึ้น การคัดแยกพันธุ์ข้าวมีโอกาสผิดพลาดสูง ได้มีการทูลุกรักกันเกิดขึ้น โดยผู้ขายจะนำพันธุ์ข้าวที่คุณภาพต่ำมาปนกับพันธุ์ข้าวที่คุณภาพดีมาขายในราคาสูง โดยเฉพาะพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ105 เป็นพันธุ์ข้าวที่มีราคาแพงและเป็นที่ยอมรับในท้องตลาดภายในประเทศและต่างประเทศ จึงทำให้มีการนำพันธุ์ข้าวชนิดอื่นมาปนกับพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ105 โดยพันธุ์ข้าวที่นิยมนำมาปน คือ พันธุ์ข้าวเจ้า ปทุมธานี1 ชัยนาท1 และสุพรรณบุรี1 ซึ่งพันธุ์ข้าวที่นิยมนำมาปนนี้ จะมีลักษณะคล้ายกับพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ105 มาก จึงเป็นเรื่องยากที่จะสามารถจำแนกพันธุ์ข้าวได้ด้วยตาเปล่า

การปลอมปนพันธุ์ข้าวนั้นอาจเกิดขึ้นได้จากหลายขั้นตอนในการผลิตข้าว ตั้งแต่ การปลอมปนพันธุ์ข้าวก่อนปลูก, การปลอมปนเมล็ดข้าวเปลือกในขณะที่เก็บเกี่ยวหรือในขณะที่เข้าโรงสี รวมทั้งการปลอมปนโดยเจตนา [2]

ประเทศไทยนั้นได้มีการจัดตั้งศูนย์วิจัยพันธุ์ข้าวเพื่อปรับปรุงพันธุ์ข้าวและจำแนกพันธุ์ข้าวเป็นจำนวนมากประจำจุดต่างๆ ในประเทศไทย ในการจำแนกพันธุ์ข้าวของศูนย์วิจัยนั้นเป็นการจำแนกแบบทำลายโดยใช้สารองค์ประกอบต่างๆ ในข้าวเป็นตัวจำแนก[3] ซึ่งยุ่งยากและใช้เวลานาน

การตรวจสอบการตรวจสอบการปลอมปนโดยใช้ลักษณะทางกายภาพเป็นเกณฑ์เช่น ความยาว ความกว้าง ความใสของเมล็ดข้าวนั้นอาจทำให้การพิจารณาผิดพลาดได้เนื่องจากลักษณะต่างๆของเมล็ดข้าวพันธุ์ต่างๆ อาจใกล้เคียงกันมากจนไม่สามารถแยกออกจากกันได้อย่างชัดเจน ส่วนการตรวจสอบโดยใช้ความแตกต่างของคุณสมบัติทางเคมีเช่นเปอร์เซ็นต์ของแป้งอะไมโลส (amylose) ความคงตัวและอุณหภูมิของแป้งสุกของข้าวแต่ละชนิด สามารถระบุพันธุ์ข้าวได้ แต่ต้องใช้หลายคุณสมบัติมาประกอบในการพิจารณา และพบว่าพันธุ์ข้าวหลายสายพันธุ์ที่มีปริมาณของเปอร์เซ็นต์แป้งอะไมโลสที่ใกล้เคียงกัน[2, 4] ดังแสดงในตารางที่ 1 [5] นอกจากนี้ได้มีการนำเครื่องหมายดีเอ็นเอ มาใช้ในการตรวจสอบพันธุ์ข้าวและตรวจสอบการปลอมปนของข้าว ซึ่งเป็นวิธีที่มีความจำเพาะ แม่นยำ สามารถตรวจสอบการปลอมปนได้อย่างแน่นอน [2] การตรวจสอบโดยวิธีนี้สามารถทำได้โดยใช้เครื่องมือที่มีราคาสูงและใช้เวลานาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1.1 คุณสมบัติของข้าวพันธุ์ต่างๆ [5]

พันธุ์ข้าว	เมล็ดยาว (มม.)	อะมีลอส (%)	อุณหภูมิแป้งสุก	ความคงตัวแป้งสุก
ข้าวสุกนุ่ม และเหนียว				
ขาวดอกมะลิ 105*	7.2-7.6	13-18	ต่ำ	อ่อน
กข15*	7.5	14-17	ต่ำ	อ่อน
กข21	7.3	17-19	ต่ำ	อ่อน
ปทุมธานี*	7.3-7.8	14-18	ต่ำ	อ่อน
ข้าวสุกอ่อน (ขาวตาแห้ง)				
ขาวปากหม้อ	7.7	24-26	ปานกลาง	อ่อน
ขาวตาแห้ง 17	7.5	24-28	ต่ำ-ปานกลาง	อ่อน
กข7	7.2	24-28	ปานกลาง	อ่อน
กข23	7.3	22-26	ปานกลาง	อ่อน
สุวรรณบุรี 60	7.5	20-26	ต่ำ	ปานกลาง
ข้าวสุกร่วนแข็ง (เส้าให้หรือข้าวเคี้ยว)				
เหลืองใหญ่ 148	7.3	30-31	ต่ำ	อ่อน-ปานกลาง
น้ำสะอูย 19	7.6	30-31	ต่ำ	อ่อน-ปานกลาง
เหลืองประทิว 123	7.4	28-32	ต่ำ-ปานกลาง	อ่อน-แข็ง
เล็บมือนาง 111	7.6	29-32	ต่ำ-ปานกลาง	แข็ง-อ่อน
ปิ่นแก้ว 56	7.5	29-31	ต่ำ-ปานกลาง	แข็ง
กข11	7.6	29-32	ต่ำ	แข็ง
กข13	6.9	30-33	ต่ำ-ปานกลาง	อ่อน
ปทุมธานี 60*	7.5	27-32	ต่ำ	แข็ง
ชัยนาท 1	7.4	27-30	ต่ำ-ปานกลาง	แข็ง
สุวรรณบุรี 90	7.4	27-30	ต่ำ-ปานกลาง	แข็ง
สุวรรณบุรี 1	7.3	29	ปานกลาง	อ่อน

* มีกลิ่นหอม

วิธีที่กล่าวมาเป็นการวิเคราะห์ที่ละเอียด ตัวแปรและเป็นวิธีสุ่มตัวอย่าง การตรวจสอบทุกเมล็ดในระดับอุตสาหกรรมเป็นไปได้ ผู้วิจัยจึงคิดที่จะนำเทคนิคการประมวลผลภาพ ซึ่งเป็นเทคนิคไม่ทำลายที่มีใช้อยู่แล้วในอุตสาหกรรมการผลิตข้าวเพื่อตรวจสอบความผิดปกติของเมล็ดข้าวที่ละเมล็ด โดยจะสร้างแบบจำลองที่ใช้เทคนิคตัวแปรพหุ (Multivariate) โดยหาตัวแปรที่มีนัยสำคัญต่อการจำแนกพันธุ์ข้าวหอมมะลิจากพันธุ์อื่น มากกว่า 1 ตัวแปรมาสร้างแบบจำลองในการจำแนก

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อสร้างแบบจำลองในการจำแนกข้าวเปลือกพันธุ์ข้าวหอมมะลิจากพันธุ์ปลอมปน โดยวิธีไม่ทำลายด้วยเทคนิคการประมวลผลภาพร่วมกับเทคนิคตัวแปรพหุ (Multivariate)
2. เพื่อสร้างสิทธิบัตรวิธีการการจำแนกข้าวเปลือกพันธุ์ข้าวหอมมะลิจากพันธุ์ปลอมปน โดยวิธีไม่ทำลายด้วยเทคนิคการประมวลผลภาพร่วมกับเทคนิคตัวแปรพหุ (Multivariate)
3. เพื่อเป็นต้นแบบในการศึกษาการจำแนกพันธุ์ข้าวในประเทศไทยต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์และใช้เฉพาะในการศึกษาวิจัยของหน่วยงาน ไม่สามารถให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา 2 ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1. จำแนกข้าวเปลือกพันธุ์พื้นเมืองและพันธุ์ข้าวที่มีการปรับปรุงพันธุ์ภายในประเทศไทยจำนวน 4 พันธุ์ คือ พันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ105 ข้าวเจ้าปทุมธานี1 ข้าวเจ้าชัยนาท1 และ ข้าวเจ้าสุพรรณบุรี1
2. จำแนกโดยดูจากลักษณะทางกายภาพ เช่น คุณสมบัติเชิงมิติ (Morphology) สี (Color) ของเมล็ดข้าว โดยใช้ Image processing ร่วมกับ โปรแกรม Measurement & Automation, Vision Builder และ Image tool

1.4 วิธีดำเนินการวิจัย

ตารางที่ 1.2 แสดงวิธีดำเนินการวิจัยที่ระยะเวลาตลอดปี

ตารางที่ 1.2 วิธีดำเนินการวิจัยที่ระยะเวลาตลอดปี

วิธีดำเนินการวิจัย	ระยะเวลา												
	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	
1. การเตรียมเมล็ดข้าวเปลือก4พันธุ์	*	*	*										
2. การถ่ายภาพจำนวนทั้งหมด 6400 เมล็ด				*	*	*							
3. การประมวลผลภาพ							*	*	*				
4. การวิเคราะห์ความแตกต่างของเมล็ดข้าว										*	*		
5. การทำนาย											*		
6. สรุปผลและเขียนรายงาน											*	*	

1.5 สมมุติฐานงานวิจัย

ลักษณะทางกายภาพ เช่น คุณสมบัติเชิงมิติ (Morphology) สี (Color) ของเมล็ดข้าวเปลือก 4 พันธุ์ คือพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ105 และพันธุ์ที่นิยมนำมาปลูกปน ได้แก่ ข้าวเจ้าปทุมธานี1 ข้าวเจ้าชัยนาท1 และ ข้าวเจ้าสุพรรณบุรี 1 มีความแตกต่างกันและสามารถใช้ จำแนกข้าวเปลือกพันธุ์ข้าวหอมมะลิจากพันธุ์ปลูกปน โดยวิธีไม่ทำลายด้วยเทคนิคการประมวลผลภาพร่วมกับเทคนิคตัวแปรพหุ (Multivariate) จำแนกได้

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้สิทธิบัตรวิธีการการจำแนกข้าวเปลือกพันธุ์ข้าวหอมมะลิจากพันธุ์ปลูกปน โดยวิธีไม่ทำลายด้วยเทคนิคการประมวลผลภาพร่วมกับเทคนิคตัวแปรพหุ (Multivariate)
2. ตลาดการค้าข้าวเปลือกของประเทศไทยดีขึ้นไม่มีการทุจริต เช่น ผู้ขายจะไม่นำพันธุ์ข้าวที่คุณภาพต่ำมาปนกับพันธุ์ข้าวที่คุณภาพดี เพราะ สามารถตรวจสอบการปลูกปนของข้าวเปลือกได้ โรงสีข้าวสามารถทำการตรวจสอบการปนของข้าวได้ เกษตรกรสามารถขายข้าวได้ในราคาตามความเป็นจริง ทำให้มาตรฐานการส่งออกข้าวมีคุณภาพดีขึ้น

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 พันธุ์ข้าวในประเทศไทย [6]

ตั้งแต่ปี 2502 จนถึงปัจจุบัน สถาบันวิจัยข้าวมีพันธุ์รับรองและแนะนำเป็นจำนวน 74 พันธุ์ ทั้งที่เป็นข้าวที่คัดเลือกจากพันธุ์พื้นเมืองและพันธุ์ข้าวที่มาจากการปรับปรุงพันธุ์ โดยวิธีผสมพันธุ์จากการใช้เชื้อพันธุ์ข้าวพันธุ์พื้นเมืองไทยที่มีคุณภาพเมล็ดดีกับพันธุ์ข้าวจากสถาบันวิจัยข้าวนานาชาติ (IRRI) ที่เป็นพันธุ์ที่มีศักยภาพในการให้ผลผลิตสูง ต้านทานต่อโรคและแมลงศัตรูข้าว เช่น ข้าวเจ้า กข1 กข3 กข23 กข25 กข27 เป็นต้น พันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูง ต้านทานต่อโรคและคุณภาพเมล็ดเป็นที่ยอมรับ เช่น ข้าวเจ้า สุพรรณบุรี60 สุพรรณบุรี90 ชัยนาท1 สุพรรณบุรี1 และสุพรรณบุรี2 เป็นต้น นอกจากนี้ในพื้นที่นาชลประทานภาคกลางยังได้แนะนำ ส่งเสริมพันธุ์ข้าวหอมปรัง เช่น ข้าวเจ้าหอมคลองหลวง1 หอมสุพรรณและปทุมธานี1 เพื่อให้เกษตรกรเลือกปลูกเสริมการผลิต ข้าวขาวดอกมะลิ105

2.1.1 พันธุ์ข้าวที่นำมาทำแบบจำลองในการจำแนกพันธุ์ข้าว จำนวน 4 พันธุ์

(1) ข้าวขาวดอกมะลิ105 (Khao Dawk Mali 105)

ลักษณะประจำพันธุ์ คือ เป็นข้าวเจ้า ต้นสูงประมาณ 140 เซนติเมตร ไรต่อช่วงแสง ลำต้นสีเขียวจาง ใบสีเขียวยาวค่อนข้างแคบ ฟางอ่อน ใบธงทำมุมกับคอรวง เมล็ดข้าวรูปร่างเรียวยาว ข้าวเปลือกสีฟาง อายุเก็บเกี่ยวประมาณ 25 พฤศจิกายน เมล็ดข้าวกล้อง กว้างxยาวxหนา = 2.1 x 7.5 x 1.8 มิลลิเมตร ปริมาณอมิโลส 12-17 % คุณภาพข้าวสุก นุ่ม มีกลิ่นหอม

ผลผลิต ประมาณ 363 กิโลกรัมต่อไร่

ลักษณะเด่น ทนแล้งได้ดีพอสมควร เมล็ดข้าวสารใส แกร่ง คุณภาพการสีดี คุณภาพการหุงต้มดี อ่อนนุ่ม มีกลิ่นหอม ทนต่อสภาพดินเปรี้ยว และดินเค็ม

(2) ข้าวเจ้าปทุมธานี1 (Pathum Thani 1)

ลักษณะประจำพันธุ์ คือ เป็นข้าวเจ้า ต้นสูงประมาณ 104-133 เซนติเมตร ไม่ไวต่อช่วงแสง อายุเก็บเกี่ยวประมาณ 104-126 วัน ทรงกอตั้ง ใบสีเขียวมีขน กาบใบและปล้องสีเขียว ใบธงยาว ทำมุม 45° กับคอรวง รวงอยู่ใต้ใบธง ระยะพักตัวของเมล็ดประมาณ 3-4 สัปดาห์ เมล็ดข้าวเปลือกสีฟาง มีขน มีหางเล็กน้อย เมล็ดข้าวกล้อง กว้างxยาวxหนา = 2.1 x 7.6 x 1.7 มิลลิเมตร ปริมาณอมิโลส 15-19 % คุณภาพข้าวสุก นุ่มเหนียว มีกลิ่นหอมอ่อน

ผลผลิต ประมาณ 650-774 กิโลกรัมต่อไร่

ลักษณะเด่น ผลผลิตสูง คุณภาพเมล็ดคล้ายพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 ต้านทานเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล และเพลี้ยกระโดดหลังขาว ต้านทานโรคไหม้ และโรคขอบใบแห้ง

(3) ข้าวเจ้าชัยนาท1(Chai Nat 1)

ลักษณะประจำพันธุ์ คือ เป็นข้าวเจ้า ต้นสูงประมาณ 113 เซนติเมตร ไม่ไวต่อช่วงแสง อายุเก็บเกี่ยวประมาณ 121-130 วัน ทรงกอตั้ง ใบสีเขียว ใบธงค่อนข้างยาวตั้งตรง คอรวงสั้น รวงยาวและแน่น การแฉ่

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่อนข้างดี ฟางแข็ง เมล็ดข้าวเปลือกสีฟาง ระยะพักตัวของเมล็ดประมาณ 8 สัปดาห์ เมล็ดข้าวกล้อง กว้างxยาวxหนา = 2.1x7.7x1.7 มิลลิเมตร ปริมาณอมิโลส 26-27 % คุณภาพข้าวสุก ร่วน แข็ง

ผลผลิต ประมาณ 740 กิโลกรัมต่อไร่

ลักษณะเด่น ผลผลิตสูง ตอบสนองต่อการใช้ปุ๋ยในโตรเจนดี ด้านทานโรคใบหงิก และโรคไหม้ ด้านทานเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล และเพลี้ยกระโดดหลังขาว มีท้องไข่น้อย

(4) ข้าวเจ้าสุพรรณบุรี1 (Suphan Buri 1)

ลักษณะประจำพันธุ์ คือ เป็นข้าวเจ้านาสวน ต้นสูงประมาณ 125 เซนติเมตร ไม่ไวต่อช่วงแสง อายุเก็บเกี่ยว ประมาณ 120 วัน ทรงกอตั้ง ต้นแข็งไม่ล้ม ใบสีเขียวเข้ม มีขน กาบใบและปล้องสีเขียว ใบธงยาวค่อนข้างตั้งตรง คอรวงยาว รวงค่อนข้างแน่น เมล็ดข้าวเปลือกสีฟาง ระยะพักตัวของเมล็ดประมาณ 22 วัน เมล็ดข้าวกล้อง กว้างxยาวxหนา = 2.2x7.3x1.8 มิลลิเมตร ปริมาณอมิโลส 29 % คุณภาพข้าวสุก ร่วน แข็ง

ผลผลิต ประมาณ 806 กิโลกรัมต่อไร่

ลักษณะเด่น ผลผลิตสูง ตอบสนองต่อการใช้ปุ๋ย ด้านทานโรคไหม้ โรคขอบใบแห้ง และด้านทานโรคใบหงิก และโรคใบสีส้ม ในสภาพธรรมชาติ ด้านทานเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล และเพลี้ยกระโดดหลังขาว

2.1.2 ประวัติความเป็นมาของข้าว [7]

(1) ข้าวขาวดอกมะลิ105

ข้าวขาวดอกมะลิ มีรายงานการพบครั้งแรกในนาเกษตรกร ชื่อนายจรูญ ต้นทงภูมิ ที่ตำบลแหลมประคู้ อำเภอบางบาล จังหวัดลพบุรี ตั้งแต่ปี 2488 ต่อมาได้แบ่งเมล็ดไปปลูกที่ ท่าทองกลาง อ.บางคล้า จ. ฉะเชิงเทรา จนกระทั่งในระหว่างปี 2493-2510 กรมการข้าวในสมัยนั้น ได้มีการรวบรวมพันธุ์ข้าวพื้นเมือง เพื่อปลูกคัดเลือกพันธุ์บริสุทธิ์และประเมินผลผลิต นายสุนทร สีหะเนิน พนักงานข้าวอำเภอบางบาลในขณะนั้น ได้รวบรวมรวงข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิจากอำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา จำนวน 199 รวง ไปปลูกคัดเลือกพันธุ์บริสุทธิ์ที่สถานีทดลองข้าวโคกสำโรง เมื่อปี พ.ศ. 2498 หลังจากนั้นในปี 2500 นำไปปลูกเปรียบเทียบผลผลิตทั้งที่สถานีทดลองข้าวโคกสำโรง และนาเกษตรกรภาคเหนือ ภาคกลางและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พบว่า พันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 4-2-105 (ตัวเลข 4 หมายถึง ท้องถิ่นที่เก็บรวบรวม คืออำเภอบางคล้า 2 หมายถึงหมายเลขประจำพันธุ์คือ พันธุ์ข้าวพันธุ์ที่ 2 และ 105 หมายถึงรวงที่ 105) ให้ผลผลิตสูงเมล็ดข้าวสุกนุ่มมีกลิ่นหอม สามารถปรับตัวในสภาพพื้นที่ต่างๆ ได้ดี คณะกรรมการพิจารณาได้มีมติให้เป็นพันธุ์ส่งเสริมออกขยายพันธุ์ได้ ชื่อ พันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105 เมื่อวันที่ 25 พฤษภาคม 2502

(2) ข้าวเจ้าปทุมธานี 1

ได้จากการผสมพันธุ์ระหว่างสายพันธุ์ข้าว BKNA6-18-3-2 (พันธุ์แม่) กับสายพันธุ์ PTT8506-86-3-2-1 ที่ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานีเมื่อฤดูนาปรัง ปี พ.ศ. 2533 พ.ศ.2533-2536 ปลูกคัดเลือกข้าวพันธุ์ผสมชั่วที่ 1-2 และคัดเลือกข้าวแบบสืบตระกูลชั่วที่ 3-6 จนได้ สายพันธุ์ PTT90071-93-8-1-1 พ.ศ. 2537-2540 เปรียบเทียบผลผลิตภายในสถานีและระหว่างสถานี พ.ศ. 2539-2541 เปรียบเทียบผลผลิตในนาราชบุรี ทดสอบเสถียรภาพให้การผลผลิต พ.ศ. 2541-2542 ขยายพันธุ์เป็นพันธุ์หลัก กรมวิชาการเกษตรพิจารณาให้เป็นพันธุ์รับรองโดยใช้ชื่อ พันธุ์ปทุมธานี 1 เมื่อวันที่ 30 พฤษภาคม 2543

เอกสารนี้เป็น (3) ข้าวเจ้าชัยนาท1 ทรัพยากรใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และ 5 ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ได้จากการผสมหลายทางระหว่างข้าวพันธุ์ผสมชั่วอายุที่ 1 ของ IR13146-158-1 และ IR15314-43-2-3-3 จากสถาบันวิจัยข้าวนานาชาติ (IRRI) เป็นพันธุ์แม่กับสายพันธุ์ข้าว BKN6995-16-1-1-2 ของไทยเป็นพันธุ์พ่อ (IR13146-158-1/IR15314-43-2-3-3/BKN6995-16-1-1-2) โดยเริ่มผสมพันธุ์ข้าวในปี พ.ศ. 2524 ที่สถานีทดลองข้าวชัชนาทและดำเนินการคัดเลือกที่สถานีทดลองข้าวดังกล่าว ได้สายพันธุ์ข้าว CNTBR82075-43-2-1 นำไปทดสอบผลผลิตในศูนย์วิจัยข้าวและสถานีทดลองข้าวภาคเหนือตอนล่าง กรมวิชาการเกษตร มีมติรับรองพันธุ์ข้าวนี้ เป็นพันธุ์ข้าวรับรอง เมื่อวันที่ 9 กันยายน พ.ศ. 2536 ให้ชื่อว่าข้าวเจ้าชัชนาท1

(4) ข้าวเจ้าสุพรรณบุรี1

ได้จากการผสมหลายทางระหว่างข้าวพันธุ์ผสมชั่วอายุที่ 1 ของ IR25393-57-2-3/กข 23//IR27316-96-3-2-2 เป็นพันธุ์แม่ กับข้าวพันธุ์ผสมชั่วอายุที่ 1 ของ SPRLR77205-3-2-1-1/ SPRLR79134-51-2-2 เป็นพันธุ์พ่อ (IR25393-57-2-3/กข23//IR27316-96-3-2-2//SPRLR77205-3-2-1-1/ SPRLR79134-51-2-2) ในปี พ.ศ. 2528 และคัดเลือกข้าวพันธุ์ผสมแบบสืบตระกูล ที่สถานีทดลองข้าวสุพรรณบุรี คัดเลือกได้สายพันธุ์ข้าว SP85163-5-1-1-2 ปลูกทดสอบผลผลิตที่ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี สถานีทดลองข้าวสุพรรณบุรี สถานีทดลองข้าวคลองหลวง สถานีทดลองข้าวราชบุรี สถานีทดลองข้าวบางเขน ศูนย์วิจัยข้าวพิษณุโลก สถานีทดลองข้าวชัชนาท และสถานีทดลองข้าวโคกสำโรง รวมทั้งนาเกษตรกรภาคกลาง กรมวิชาการเกษตร มีมติรับรองพันธุ์ข้าวนี้เป็นพันธุ์ข้าวรับรอง เมื่อวันที่ 28 ตุลาคม พ.ศ. 2537 ให้ชื่อว่าข้าวเจ้าสุพรรณบุรี1

2.2 การจัดการหลังการเก็บเกี่ยว[8]

2.2.1 การนวดข้าว (Threshing) ในการนวดข้าวจะทำการนวดข้าวในวันถัดไปหลังจากที่เกี่ยวข้าวมาแล้ว แล้วจึงลดความชื้นข้าวภายหลัง ข้าวจะมีคุณภาพดี การตากข้าวไว้ในนานานทำให้ข้าวเสื่อมคุณภาพมากยิ่งขึ้นดังนั้นการใส่เครื่องเกี่ยวนวด จึงเป็นวิธีการเก็บเกี่ยวที่ดีแต่เกษตรกรจะต้องระมัดระวังทำความสะอาดเครื่องก่อนการใช้งานเพื่อป้องกันการปนของข้าวพันธุ์อื่น

2.2.2 การลดความชื้นเมล็ดข้าว มี 2 วิธี คือ

(1) วิธีธรรมชาติ (Natural drying or sun drying) ได้แก่ การตากโดยใช้แสงอาทิตย์เป็นแหล่งของความร้อน โดยมีการเคลื่อนที่ของอากาศเป็นตัวช่วยพาความชื้นออกจากเมล็ด ทำให้ความชื้นของเมล็ดลดลงเป็นวิธีที่นิยมใช้กันมากที่สุด เพราะประหยัด ไม่ยุ่งยาก และได้ผลดี แต่มีข้อเสียคือ บางสถานการณ์ เช่น ฤดูฝนไม่สามารถใช้วิธีนี้ได้ ต้องใช้แรงงานและพื้นที่ตากมาก รวมทั้งไม่สามารถควบคุมคุณภาพของข้าวที่ต้องการลดความชื้นได้ โดยเฉพาะเมื่อตากข้าวไว้ในแปลงนาและยังมีการสูญเสียเกิดขึ้นในขณะที่ตากสูงจากการทำลายของ นก หนู แมลง

(2) การใช้เครื่องอบ (Artificial drying) เช่น การใช้เครื่องอบ ตู้อบ ฯลฯ วิธีนี้มีข้อดีคือ สามารถปฏิบัติได้ทุกสภาวะอากาศไม่ว่าฝนจะตกหรือมีแสงแดดน้อย ไม่ต้องเปลืองลานตาก สามารถควบคุมการลดความชื้น ให้อยู่ในระดับที่ต้องการได้อย่างถูกต้อง ใช้ระยะเวลาลดความชื้นไม่มากและยังสามารถควบคุมป้องกันความเสียหายต่อคุณภาพข้าว (คุณภาพการสี) ได้ดีกว่าวิธีธรรมชาติแต่มีข้อเสีย คือ เสียค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูง และมีข้อปฏิบัติยุ่งยากกว่าวิธีธรรมชาติ

(3) การทำความสะอาดข้าว การทำความสะอาดข้าว คือ ขั้นตอนการแยกสิ่งปะปนหรือสิ่งเจือปนต่างๆ ออกจากข้าว เช่น เมล็ดพืชอื่นๆ เมล็ดวัชพืช เมล็ดข้าวที่เสียหาย (แตกหัก ป่น ร้าว ฯลฯ) ชั้นส่วนต่างๆ ของข้าว เช่น ส่วนของใบ ลำต้น กระจัง วัสดุอื่นๆ เช่น กรวด หิน ดิน ทราย เศษโลหะต่างๆ ตลอดจนเมล็ดข้าวลีบ เมล็ด

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้าวที่ไม่สมบูรณ์ เป็นต้น ซึ่งสิ่งปะปนเหล่านี้ ส่วนใหญ่จะมาจากแปลงนาแต่มีบางอย่างอาจจะปะปนมากับเครื่องมือเครื่องใช้รวมทั้งวัสดุอุปกรณ์ต่างๆ ที่นำมาใช้ในขั้นตอนการเก็บเกี่ยว และขั้นตอนการนวดข้าว

สิ่งเจือปนเหล่านี้ต้องกำจัดออกไปให้หมดโดยการนำไปทำความสะอาด คัดแยกสิ่งเหล่านี้ออกจากเมล็ดข้าว เพราะถ้าปล่อยให้สิ่งเหล่านี้ปะปนจะทำให้เกิดความเสียหายกับข้าวได้ง่ายในขณะที่เก็บรักษาและยังสิ้นเปลืองเวลาแรงงาน และสถานที่เก็บเพิ่มขึ้น หรือเมื่อนำข้าวไปแปรสภาพหรือใช้ประโยชน์สิ่งปะปนบางอย่างเช่น เศษโลหะ ก้อนหิน อาจทำความเสียหายกับเครื่องสีหรืออุปกรณ์อื่นๆ ได้ จึงต้องกำจัดสิ่งเจือปนต่างๆ ออกไปจากข้าวให้หมด

2.3 การเก็บรักษามล็ดพันธุ์ข้าว[8]

2.3.1 ทำให้เมล็ดพันธุ์ข้าวแห้งอยู่เสมอ

2.3.2 เก็บเมล็ดพันธุ์ข้าวไว้ในที่มีอากาศเย็น มีการระบายอากาศดี

2.3.3 อย่าวางเมล็ดพันธุ์ข้าวไว้ใกล้ปุ๋ยหรือสารเคมี

2.3.4 อย่าวางเมล็ดพันธุ์ข้าวบนพื้นดิน หรือพื้นซีเมนต์ ควรมีแคร่ หรือวัสดุรองรับภาชนะ บรรจุเมล็ดพันธุ์ข้าว

2.3.5 อย่าเก็บเมล็ดพันธุ์ข้าวไว้ใกล้แหล่งน้ำ

2.3.6 อย่าเก็บเมล็ดพันธุ์ความชื้นสูงไว้ในภาชนะปิด

2.3.7 หมั่นตรวจสอบ ดูแล ป้องกัน กำจัดศัตรูของเมล็ดพันธุ์ข้าว

2.3.8 ป้องกันไม่ให้เมล็ดพันธุ์ข้าวได้รับความกระทบกระเทือน

2.4 สมบัติทางกายภาพของเมล็ดข้าวเปลือก [9]

รูปร่างและขนาดของเมล็ดในแต่ละสายพันธุ์ ได้แก่

- ขนาดของเมล็ดข้าวเปลือกโดยใช้ระยะที่ยาวที่สุดและกว้างที่สุด

- แฟกเตอร์รูปร่าง (shape factor) เป็นการบ่งชี้รูปร่างของวัสดุ เช่น ความยาวหารด้วยความกว้าง ได้มีผู้คิดค้นการจำแนกพันธุ์ข้าว โดยศึกษาการคัดแยกพันธุ์ของเมล็ดข้าวพันธุ์อิตาลีด้วยวิธี counterpropagation artificial neural network โดยใช้ variable ต่างๆ เช่น average length of the grains, average width of the grains, average length to width ratio of the grains, Coefficient of variation of the length, Coefficient of variation of the width, Coefficient of variation of the length to width ratio, Total milling yield, Whole-grain milling yield เป็นต้น[10]

2.4.1 คุณสมบัติเชิงมิติ[11]

- Area (พื้นที่) หมายถึงพื้นที่ของวัตถุซึ่งจัดเป็นจำนวน Pixel ซึ่งค่าจะสามารถปรับเป็นหน่วยที่ต้องการได้จากการ calibrated

- Perimeter (เส้นรอบรูป) เป็นความยาวของเส้นขอบของวัตถุ

- Roundness (ค่าความกลม) คำนวณได้จาก $\frac{4 \times \pi \times \text{area}}{\text{perimeter}^2}$ ซึ่งค่าจะอยู่ระหว่าง 0-1 เมื่อมีค่าสูงวัตถุจะกลมมากขึ้น ถ้าเท่ากับ 1 วัตถุจะเป็นรูปวงกลม ถ้ามีค่าน้อยกว่า 1 จะมีความเป็นวงกลมน้อย

ข้อสังเกต เนื่องจากเส้นรอบรูปและพื้นที่ไม่ถูกคำนวณอย่างแม่นยำจะทำให้ยากที่จะได้ความกลมเท่ากับ 1 และพื้นที่มากกว่า 1 ค่าความกลมนี้มีประโยชน์ ซึ่งไม่ใช่ค่าสัมบูรณ์แต่เป็นค่าสัมพัทธ์

-Elongation (อัตราส่วนความยาว) เท่ากับอัตราส่วนระหว่างความยาวแกนหลักกับความยาวแกนรองซึ่งอยู่ระหว่าง 0 กับ 1 ถ้าเท่ากับ 1 วัตถุจะเป็นความกลมหรือสี่เหลี่ยมจัตุรัส ถ้าอัตราส่วนน้อยกว่า 1 วัตถุจะมีลักษณะยาว

- Ferret Diameter (เส้นผ่าศูนย์กลาง) เป็นเส้นผ่าศูนย์กลางของวงกลมที่มีพื้นที่เท่ากับวัตถุ

$$\sqrt{\frac{4 \times \text{area}}{\pi}}$$

- Compactness (ความกะทัดรัด) คำนวณจาก $\frac{\sqrt{\frac{4 \times \text{area}}{\pi}}}{\text{Major Axis Length}}$ ค่านี้จะให้ค่าความเป็น

วงกลมของวัตถุ โดยพื้นฐานแล้วอัตราส่วนระหว่าง Ferret Diameter กับความยาวของวัตถุจะอยู่ในช่วงระหว่าง 0-1 ถ้าเท่ากับ 1 วัตถุจะเป็นวงกลม ถ้าน้อยกว่า 1 วัตถุจะกลมน้อย

- Major Axis Length (ความยาวแกนหลัก) คือความยาวของเส้นที่ยาวที่สุดที่ลากผ่านวัตถุ

- Major Axis Angle (มุมของแกนหลัก) คือมุมระหว่างแกนในแนวราบกับแกนหลัก หน่วยเป็นองศา

-Minor Axis Length (ความยาวแกนรอง) คือความยาวของเส้นที่ยาวที่สุดที่ลากตั้งฉากกับความยาว

แกนหลัก

- Minor Axis Angle (มุมของแกนรอง) คือมุมระหว่างแกนในแนวราบและแกนรอง หน่วยเป็น

องศา

- Centroid (จุด Centroid) เป็นจุดศูนย์กลางของภาพ คำนวณเป็นค่าเฉลี่ยของจุด โคออดิเนต x y

บอก Pixel ทั้งหมดของวัตถุ

- Gray Centroid (จุดศูนย์กลางสีเทา) ซึ่งเรียกว่าจุดศูนย์กลางระดับความสว่าง (brightness-weighted center of mass) จุดนี้เป็นจุดที่วัตถุมีระดับความสว่าง เท่ากัน ทั้งด้านบน ด้านล่าง และด้านข้าง ซึ่งคำนวณเป็นค่าเฉลี่ยระดับน้ำหนักของจุด โคออดิเนต x y และความสว่างของทุกทุก Pixel ในวัตถุ ถ้าวัตถุมีการ calibrated ความหนาแน่นแล้ว ความสว่างของ Pixel จะใช้หน่วยที่ calibrate

- Integrated Density (ความหนาแน่นเชิงรวม) คำนวณจากผลคูณของระดับสีเทาคู่กับจำนวน Pixel ของวัตถุถ้าวัตถุมีการเปรียบเทียบ Density แล้ว ระดับ calibrated ก็จะใช้หน่วยนั้น

- Min/Mean/Median/Mode/Max Gray Level, Std. Dev (ค่าต่ำสุด/ค่าเฉลี่ย/ค่ากลาง/ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน/ค่าระดับสีเทาสูงสุด) ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็นค่าทางสถิติของ Pixel ในวัตถุจะใช้การเปรียบเทียบความหนาแน่น

- Measurement Precision (ความแม่นยำในการวัด) เป็นจำนวนของจุดทศนิยมที่ใช้ในผลการวัดว่ากี่ตำแหน่ง (สองตำแหน่ง)

2.4.2 คุณสมบัติเชิงสี [6]

ค่าของ สีแดง สีเขียว สีน้ำเงิน (RGB) จะนำมาใช้คำนวณหา เคนสี (Hue, H) ความอิ่มตัวของสี (saturation, S) และความเข้มของสี (intensity, I) หากค่าได้จาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$I = \frac{(R + G + B)}{3}$$

$$S = 1 - \frac{\text{Min}(R, G, B)}{I}$$

$$H = \cos^{-1} \left\{ \frac{\frac{1}{2} [(R - G) + (R - B)]}{[(R - G)^2 + (R - B)(G - B)]^{\frac{1}{2}}} \right\}$$

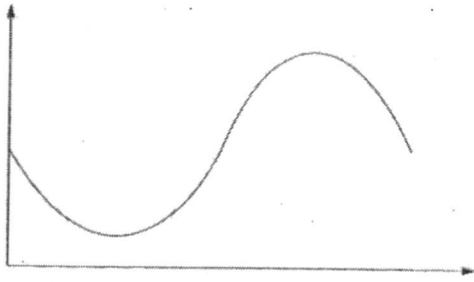
สีในระบบ Hue-saturation-intensity (HSI) กำหนดเพื่อเทียบกับ normalized R,G,และB (เป็นค่าที่ได้จากกล้อง) ถูกหารด้วยค่าคงที่ $\frac{(R+G+B)}{3}$ ทำให้ได้ค่า normalized R,G,และB ค่าคงที่ normalized constant เท่ากับ 250 เพราะวาระบบถูกปรับเทียบด้วยสีขาวที่มีค่าเท่ากับ 250 โดยทั่วไประบบที่ปรับเทียบด้วยสีขาวจะมีค่าเท่ากับ 255 เพราะว่า 255 เป็นค่าของสีขาวใน spectrum ของสี ถ้าระบบที่ปรับเทียบถึง 255 และค่าที่เกินช่วง 255 จะไม่สามารถแยกแยะออกได้ ถ้าระบบถูกปรับเทียบจนถึง 250 ค่าที่เกิน 250 ก็จะสามารถแยกแยะออกได้ ถ้า H, S และ I ที่ได้มีค่าอยู่ในช่วง [0,1] ให้ค่า H อยู่ในช่วง $0^\circ < H < 180^\circ$ ถ้า $(B/I) > (G/I)$ แล้ว H จะมากกว่า 180° ดังนั้น H จะสามารถคำนวณได้ $(360^\circ - H)$ Hue ถูกหารด้วย 180° เพื่อให้ค่าที่ได้อยู่ในช่วง [0,1] เมื่อ $R=G=B$ แล้ว $S=0$ ทำให้ไม่มีความหมายที่จะกำหนดมุม H ในกรณีนี้สมมติ $H=0$ เมื่อ R, G, B เป็น 0 เมื่อค่า $I=0$ ทั้ง S และ H จะไม่มีความหมายที่จะคำนวณ ทำให้ S และ H เท่ากับ 0 ค่า R, G และ B และค่า H, S และ I นำมาหาค่าเฉลี่ย ค่าความแปรปรวน และค่าช่วง จะถูกคำนวณของข้าวพันธุ์นั้นๆ

2.5 พื้นฐานเกี่ยวกับ Digital Image [12]

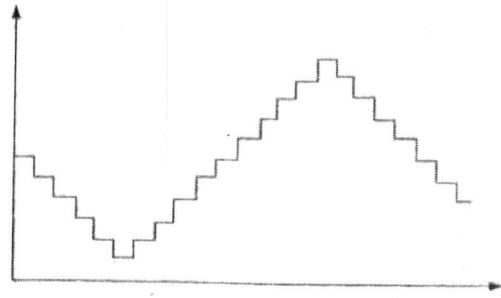
Digital Image ก็คือภาพที่เก็บอยู่ในรูปแบบดิจิทัลนั่นเอง ภาพที่เรามองเห็นด้วยสายตาทั่วไปนั้นเป็นภาพในลักษณะ 3 มิติ คือมีมิติของความกว้าง ความยาว ความสูงหรือความลึก ส่วนภาพถ่ายที่เห็นกันอยู่ในทีวีหรือรูปภาพที่อยู่ในคอมพิวเตอร์นั้น เป็นการแปลงภาพจาก 3 มิติ มาเป็น 2 มิติเรียบร้อยแล้ว โดยการแปลงสัญญาณไฟฟ้าในรูปแบบ Analog ยก ตัวอย่างเช่น ในกล้องวิดีโอ เซนเซอร์ที่อยู่ในกล้องจะทำการแสกนหรือวัดผลรวมความเข้มแสงที่จุดต่างต่าง ไปตามแนวแสกนที่เรียกว่า Raster Scan การแสกนแบบนี้จะมีทิศทางจากบนลงล่างจากซ้ายไปขวาภาพที่ได้จากการ แสกนนั้นจะเป็นภาพแบบต่อเนื่อง (Continuous) ด้วยความเร็วภาพทั่วไปที่ 24 ภาพต่อวินาทีเช่นเดียวกันนี้ในเครื่องรับภาพวิดีโอก็จะรับภาพที่ได้มาจากเครื่องถ่ายภาพวิดีโอ และแสดงผลโดยเริ่มจากบนลงล่างและจากซ้ายไปขวาเช่นเดียวกัน

แต่ภาพที่ได้มาจากระบบ Analog นั้นยังเป็นภาพแบบต่อเนื่อง ที่ยังไม่สามารถนำมาใช้ในการประมวลผลได้ ต้องมาทำการแปลงให้เป็นภาพเชิงตัวเลขเสียก่อนด้วยวิธีการ Digitization ซึ่งเป็นการแปลงฟังก์ชันต่อเนื่อง $f(x,y)$ ให้เป็นฟังก์ชันที่ไม่ต่อเนื่อง $g(x,y)$ เพื่อนำมาประมวลผลด้วยคอมพิวเตอร์ได้ ดังรูปที่ 2.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา ๑๑ ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



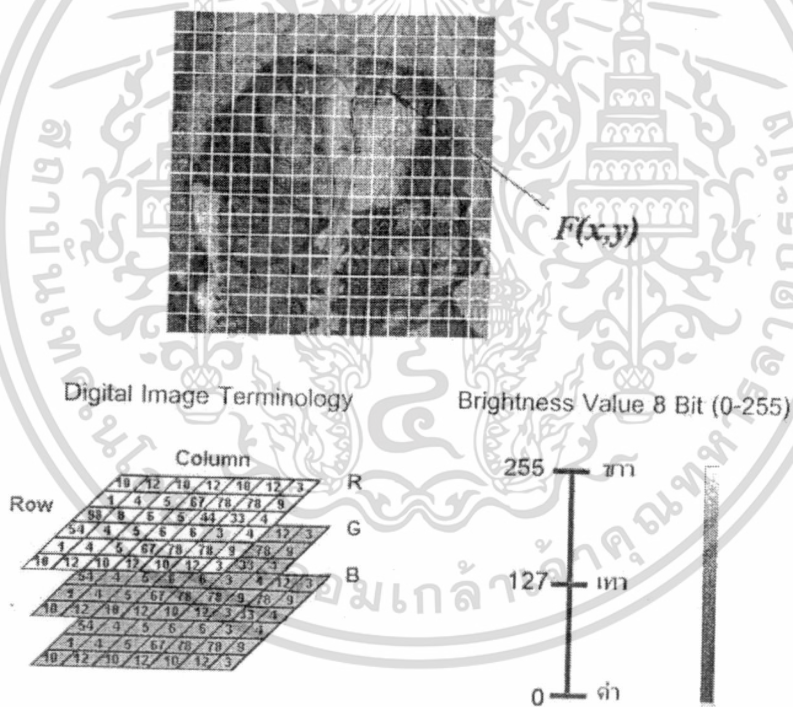
(ข)



(ก)

รูปที่ 2.1(ก)แสดงภาพแบบต่อเนื่อง(Continuous)และ (ข)ภาพเชิงตัวเลขจากวิธีการ Digitization[12]

ถ้าพูดกันง่าย ๆ การทำภาพแบบต่อเนื่อง มาเป็นภาพเชิงตัวเลขนั้นก็เหมือนกับวงจรแปลงสัญญาณ โดยที่เราคุ้นเคยกันดีคือ Analog to Digital Converter หรือ A/D โดยการแบ่งฟังก์ชันต่อเนื่องออกเป็นช่วงๆ (Quantized) ซึ่งค่าที่ได้นั้นจะเป็นจำนวนเต็มบวก โดยในแต่ละจุดของภาพจะเป็นสมาชิกของ Matrix ที่มีขนาด M แถว N หลัก ($M \times N$) ดังนั้น $f(x,y)$ จะมีค่าอยู่ในช่วง $0 \leq X \leq M \leq Y \leq N$ ระดับของสีในภาพ 8 Bit จะมีค่าความเข้มเท่ากับ 2^8 หรือ 256 (0-255) โดยใช้ 8 บิตสำหรับเก็บข้อมูล



รูปที่ 2.2 อธิบายภาพที่มีความเข้มเท่ากับ 256 ระดับ หรือ 2^8 [12]

จากรูปที่ 2.2 สามารถอธิบายได้ง่ายๆ ว่า ถ้าภาพมีระดับความเข้มเท่ากับ 256 ระดับภาพที่มีความเข้มเท่ากับ 0 จะได้ภาพสีดำ ถ้าหากภาพมีระดับความเข้มเท่ากับ 255 ภาพที่ได้ก็จะเป็นสีขาว (0-255) ส่วนภาพที่มีความเข้มอยู่ระหว่าง 0 กับ 255 ก็จะเป็นสีเทา (ภาพที่มีความเข้มเท่ากับ 127)

ภาพในแต่ละจุด หากต้องการให้ภาพที่ได้มีความละเอียดสูงๆ L จะต้องมีย่านบิตในการเก็บข้อมูลมากขึ้น เช่น 16, 24, 32 บิต แสดงว่าภาพจะมีความเข้มเท่ากับ 2^{16} , 2^{24} , 2^{32} ตามลำดับ หรือที่เราเซตขนาดหน้าจอของวินโดวส์ว่าเป็น 24บิต หรือ 32บิต เป็นต้น

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา โดยต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.1 ความหมายของการประมวลผลภาพดิจิทัล

การประมวลผลภาพเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า Image Processing หมายถึง การเรียกใช้ขั้นตอนหรือกรรมวิธีใดๆ มากระทำกับภาพ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงคุณภาพของภาพ ให้ได้ภาพใหม่ที่มีคุณสมบัติตามต้องการ เช่น ความคมชัด หรือการประหยัดพื้นที่ในการเก็บข้อมูล หรือใช้สำหรับการประมวลผลระดับสูง เช่นการจดจำรูปร่างลักษณะให้ได้อย่างแม่นยำ โดยทั่วไปแล้ววัตถุประสงค์ของ Image Processing ก็คือ

Image Processing : Image in \longrightarrow Image out

วิธีนี้จะใช้กระบวนการทาง Digital Image Processing เพื่อทำให้ได้ภาพออกมา เช่น การตกแต่งภาพด้วย โปรแกรม Photoshop เป็นต้น

Image Analysis : Image in \longrightarrow Measurements out

วิธีนี้จะใช้กระบวนการทาง Digital Image Processing เพื่อทำให้ได้ภาพออกมา เช่น การวัดขนาดในงานอุตสาหกรรม เป็นต้น

Image Understanding : Image in \longrightarrow High-level Description out

วิธีนี้จะใช้กระบวนการทาง Digital Image Processing เพื่อทำให้ได้เพื่อให้ผลลัพธ์ออกมาเป็นความหมาย ตัวอย่างของ High-level Description out เช่น การจดจำตัวอักษร (Optical Recognition: OCR) เป็นต้น

ในส่วนของการประยุกต์ใช้งาน Digital Image Processing กับงานด้านอุตสาหกรรมนั้น นับได้ว่ามีความจำเป็นและมีความสำคัญอย่างมาก เนื่องจากในวงการอุตสาหกรรม โดยเฉพาะในสายการผลิต จะมีอัตราการผลิตที่สูงมาก เร็ว และต้องการความละเอียดแม่นยำสูง ตัวอย่างเช่น สายการผลิต Chip หรือ Integrated Circuit (IC) ในบ้านเรานั้น สามารถผลิตได้วันละไม่ต่ำกว่า 20 ล้านตัว และ IC และแต่ละตัวก็มีขนาดเล็กมาก เรียกว่าต้องใช้กล้อง Electron Microscope กันเลยทีเดียว และแน่นอนว่าที่ความเล็กขนาดนี้ คงไม่สามารถใช้สายตาของคนมาตรวจสอบคุณภาพและขั้นการผลิตได้ ในกรณีนี้จึงใช้กล้องดิจิทัล (Digital Camera) เข้ามาช่วยในการตรวจจับภาพ และนำภาพที่ได้มาทำการประมวล จากนั้นนำภาพที่ได้มาทำการวิเคราะห์ต่อไป โดยหลักๆก็จะสรุปได้ว่า งานที่ใช้ Digital Image Processing เข้ามาใช้ได้แก่ งานที่มีจำนวนมาก งานที่มีขนาดเล็ก และอื่นๆ (แล้วแต่การประยุกต์ใช้งานของแต่ละองค์กร)

การประมวลผลภาพด้วยคอมพิวเตอร์ สามารถทำได้โดยนำภาพที่ได้มาจากกล้องหรือ Image Source ต่างๆ ซึ่งเป็นสัญญาณ Analog แล้วนำมาแปลงเป็นสัญญาณดิจิทัลที่มีลักษณะรหัสเชิงตัวเลข 0, 1 ที่สามารถใช้ในรูปแบบเชิงคณิตศาสตร์ได้เข้ามาช่วยในการคำนวณและการประมวลผลข้อมูลภาพด้วยคอมพิวเตอร์ได้ต่อไป

การประมวลผลภาพแบ่งออกเป็น 2 ระดับ คือ

- 1 การประมวลผลภาพระดับต่ำ (Low Level Image Processing)
- 2 การประมวลผลภาพระดับสูง (High Level Image Processing)

การประมวลผลภาพระดับต่ำ (Low Level Image Processing)

เป็นการประมวลผลขั้นแรกสุดก่อนที่จะนำไปสู่การประมวลผลระดับสูงต่อไป นั่นคือหลังจากที่เราได้ภาพมา ภาพที่ได้ก็จะประกอบไปด้วยองค์ประกอบต่างๆมากมาย รวมถึงสิ่งที่ไม่ต้องการด้วย ในที่นี้เราจะเรียกว่า Noise ซึ่งทำให้ภาพที่ได้มีคุณภาพไม่ดี ยังไม่สามารถที่นำไปใช้ในการประมวลผลได้ ดังนั้นการประมวลผลภาพระดับต่ำจึงประกอบไปด้วยการกำจัดสัญญาณรบกวน การทำภาพให้ชัด (High Pass Filter) การหาขอบภาพ (Edge

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา 11 ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Detection) การแปลง Binary Image การแบ่งแยกรูปร่างวัตถุ (Image Segmentation) เป็นต้น เพื่อหาค่าตัวแปรต่างๆ มาอธิบายข้อมูลภาพ และมีวัตถุประสงค์ที่จะนำตัวแปรเหล่านี้มาใช้ในการประมวลผลภาพระดับสูงต่อไป

การประมวลผลภาพระดับสูง (High Level Image Processing)

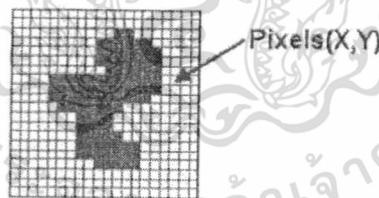
เป็นการทำให้คอมพิวเตอร์รู้จักและเข้าใจภาพนั้นได้ เช่น การจดจำใบหน้าคน หรืออาจจะเป็นการจดจำตัวอักษร เป็นต้น ความแตกต่างของการประมวลผลภาพระดับต่ำและระดับสูง คือข้อมูลที่นำมาใช้ในการประมวลผลโดยการประมวลระดับต่ำจะใช้ค่าความสว่างหรือความเข้มของแสงโดยตรง

ส่วนการประมวลผลภาพระดับสูงนั้น ข้อมูลที่นำมาใช้ในการประมวลผลจะถูกแสดงในรูปแบบของสัญลักษณ์โดยสัญลักษณ์จะแสดงถึงสิ่งต่างๆ ที่อยู่ในภาพ และการใช้ตัวแปรที่ได้จากการประมวลผลภาพระดับต่ำมาอธิบายถึงสัญลักษณ์เหล่านี้ การประมวลผลภาพระดับสูงนั้นส่วนใหญ่จะใช้ทฤษฎีต่างๆ

อย่างที่กล่าวไปแล้วว่าการประมวลผลภาพระดับสูงจำเป็นต้องใช้ข้อมูลที่ได้มาจากการประมวลผลภาพระดับต่ำ ดังนั้นจะเห็นได้ว่าการประมวลผลภาพระดับต่ำมีความสำคัญมากสำหรับการทำให้คอมพิวเตอร์รู้จักและเข้าใจภาพได้

2.5.2 การแทนภาพด้วยข้อมูลแบบดิจิทัล (Digital Image)

จากที่ได้กล่าวไปแล้วในตอนต้น ข้อมูลภาพดิจิทัลที่เป็นภาพที่ถูกคัดแปลงมาจากภาพแบบต่อเนื่อง หรือ Analog Image ให้อยู่ในรูปตัวเลข หรือ Digital Image ด้วยวิธีการ Digitization โดยภาพ Analog Image จะถูกแบ่งเป็นพื้นที่สี่เหลี่ยมเล็กๆ ที่เรียกว่า Pixels โดยในแต่ละ Pixel จะใช้ (x,y) ในการระบุตำแหน่ง การแสดงข้อมูลภาพดิจิทัลสามารถอธิบายได้ด้วย Matrix $(M*N)$ และให้จุดต่างๆที่อยู่ใน Matrix เป็นจุดที่พิกัด (x,y) ใดๆเป็นส่วนประกอบของภาพ เมื่อเราเปรียบเทียบระหว่างภาพ และ Pixels Matrix ดังรูปที่ 2.3 จะเห็นว่าจุดกำเนิดของภาพอยู่ที่มุมล่างซ้าย แต่จุดกำเนิดของ Pixels จะอยู่ที่มุมบนซ้าย ซึ่งจะมีลักษณะการประมวลผลภาพในกราฟิกของคอมพิวเตอร์

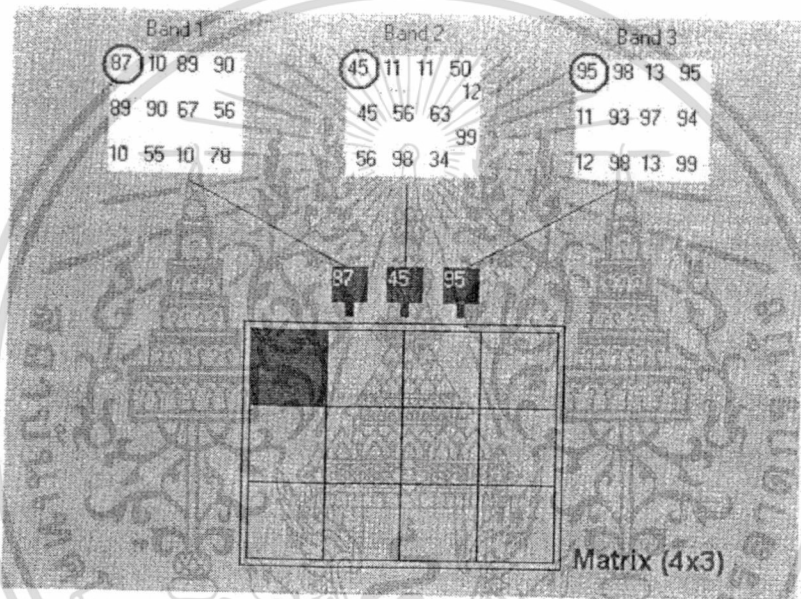


รูปที่ 2.3 ภาพที่ถูกแบ่งเป็นพื้นที่สี่เหลี่ยมเล็กๆ ที่เรียกว่า Pixels[12]

ค่าของ Pixels หรือฟังก์ชัน (x,y) ณ จุดใด ๆ จะแสดงได้ด้วยค่าความเข้มของแสง ซึ่งแบ่งได้หลายระดับ ถ้ามี 2 ระดับก็จะเป็นแค่ 0 กับ 1 จากรูป จุดต่าง ๆ ที่แสดงอยู่ในพิกัดนี้ก็คือ Pixels หรือ Picture Element ซึ่งก็คือ ความสว่างหรือค่า Luminance (L) ของภาพ ถ้าภาพนั้นเป็นภาพขาวดำ ขนาด 8 บิต จะมีค่า L เท่ากับ 2^8 หรือเท่ากับ 256 คือตั้งแต่ระดับ 0 จนถึง 255 บางครั้งค่าความสว่าง (L) อาจหมายถึงค่าความละเอียดของภาพ (Image Resolution) ถ้า Pixels เป็นภาพขาวดำ จะอ่านค่าดิจิทัลในรูปแบบ Matrix 2 มิติ ขนาด $(M*N)$ ได้ดังนี้

$$f(x,y) = \begin{bmatrix} f(0,0) & f(0,1) & \dots & f(0,n-1) \\ f(1,0) & f(1,1) & \dots & f(1,n-1) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ f(m-0) & f(m-1,1) & \dots & f(m-1,n-1) \end{bmatrix}_{(m \times n)}$$

โดยที่ค่า $f(x,y)$ จะอยู่ในช่วง 0 ถึง 255 สมมุติว่าอ่านค่า Pixels จากภาพหนึ่งได้ $f(x,y)$ เท่ากับ 10 แสดงว่า จุด Pixels นั้นมีความสว่างน้อยมากหรือค่อนข้างจะดำ ถ้าอ่านได้ 255 แสดงว่าจุด Pixels มีค่าความสว่างมากหรือเป็นสีขาว



รูปที่ 2.4 ตัวอย่างการแสดงค่า Pixels Matrix[12]

จากรูปที่ 2.4 จะช่วยทำให้เข้าใจการแสดงค่า Pixels ใน Matrix มากขึ้น เริ่มต้นด้วยพิกัด $f(x,y) = f(0,0)$ ค่าของ Pixels ที่ได้ก็จะเป็นการผสมสีกันระหว่างค่าของแม่สีทั้งสามสี ซึ่งได้แก่ แดง เขียว และน้ำเงิน ซึ่งในที่นี้ก็จะมียค่าเท่ากับ (87, 45, 95)

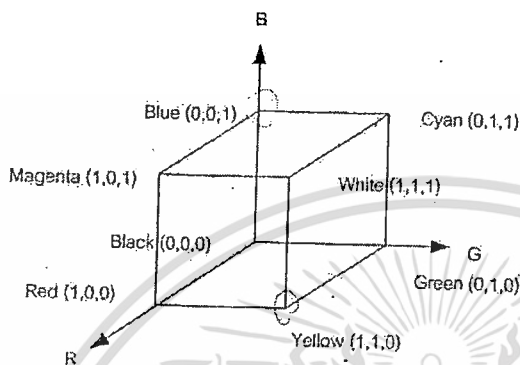
2.5.3 มาตรฐานของสี

มาตรฐานของสีที่ใช้อยู่ในปัจจุบันมีอยู่หลายระดับด้วยกัน แต่โดยทั่วไปแล้วทุกมาตรฐานจะมีแนวคิดเดียวกันคือ การแทนจุดสีด้วยจุดที่อยู่ภายในสเปซ 3 มิติ โดยจะมีแกนสีคือ แกนสีแดง เขียว และน้ำเงิน ในระบบ HIS จะมีแกนเป็น ค่าสี (Hue) ความสว่าง (Lightness) และความบริสุทธิ์ของสี (Saturation) แต่เนื่องจากในหนังสือเล่มนี้จะใช้แค่ระบบสี RGB ดังนั้นจึงไม่ขอกล่าวรายละเอียดของระบบสีอื่นๆ

ระบบสี RGB เป็นระบบสีที่เกิดจากการรวมกันของสีแดง เขียว และน้ำเงิน โดยปกติจะนำไปใช้ในจอภาพแบบ CRT และเนื่องจากระบบสี RGB เป็นระบบสีของแสง จึงทำให้ภาพที่ได้ออกมานั้นมีความสมจริงและยังดูสวยงาม

2.5.4 โมเดลสี (Color Model)

โมเดลสีหรือ Color Space ประกอบด้วย 3 แม่สีหลัก ได้แก่ สีแดง สีเขียว และสีน้ำเงิน ถ้านำแต่ละแม่สีมาพล็อตกราฟในระบบพิกัด Color Space โดยแต่ละสีมีค่า 0 ถึง 1 (0 แสดงถึงค่าความมืด และ 1 แสดงถึงความสว่าง) จะได้ภาพการผสมทางแสงหรือการบวกแม่สีเข้าด้วยกัน (Additive Primary Color) ดังรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 โมเดลสี [12]

แต่ถ้าแม่สีแต่ละสีมีขนาด 8 บิต รวมทั้งหมดเท่ากับ 24 บิต ซึ่งสามารถสร้างสีใหม่ได้ถึง $256 \times 256 \times 256$ เท่ากับ 16,777,216 สี ซึ่งในที่นี้จะใช้ Pixels ภาพที่มีแต่ละแม่สีเท่ากับ 8 บิต หรือเรียกว่ามีความลึกเท่ากับ 24 บิตเป็นหลัก ถ้า Pixels เป็นขนาด 24 บิต จะอ่านค่าภาพดิจิทัลในรูปแบบ Matrix 2 มิติ ขนาด $M \times N$ เหมือนกับในสมการข้างต้นที่ได้กล่าวไปแล้ว

2.5.5 สีของคอมพิวเตอร์

ภาพ 1 บิต / 2 สี แต่ละไบต์จะเก็บข้อมูลได้ 8 Pixels ความหมายของแต่ละบิตคือ ถ้าเป็น 0 จะหมายถึงใช้สีแรก ถ้าเป็น 1 จะหมายถึงสีที่สอง บางโปรแกรมจะไม่สนใจตารางสี โดยจะใช้ 0 แทนด้วยสีดำ และ 1 แทนด้วยสีขาว หรือจะเรียกว่าเป็น Binary Image ก็ได้

ภาพ 4 บิต / 16 สี แต่ละไบต์เก็บข้อมูลได้ 2 Pixels โดย 4 บิตบน แทน Pixels แรก และ 4 บิตล่างแทน Pixels ถัดไป โดยค่าที่ได้จะเป็นตำแหน่งของสีในตาราง มีตารางสีสูงสุด 16 สี

ภาพ 8 บิต / 256 สี แต่ละไบต์จะเก็บข้อมูลได้ 1 Pixels มีตารางสีสูงสุด 256 สี ถ้ามีตารางสีไม่ถึง 256 สี จะใช้ Iof Color Used เป็นตัวบอกว่ามีตารางสีกี่ค่า

ภาพ 16 บิต / 65,536 สี ใช้ 2 ไบต์สำหรับเก็บข้อมูล 1 Pixels ถูกนำมาใช้กับ Video for Windows ไม่มีตารางสี การเก็บจะเก็บแบบ Bit Fields ไม่ว่าจะค่า Compression จะเป็น BI_RGB หรือ BI_BITFIELDS ก็ตาม

ภาพ 24 บิต / 16 M สี ใช้ 3 ไบต์สำหรับเก็บข้อมูล 1 Pixels โดยไบต์แรกเก็บค่าสีแดง ไบต์ที่สองเก็บค่าสีเขียว ไบต์ที่สามเก็บค่าสีน้ำเงิน

ภาพ 32 บิต / 16M สีใช้ 4 ไบต์สำหรับเก็บข้อมูล 1 Pixels โดยไบต์แรกเก็บค่าสีแดง ไบต์ที่สองเก็บค่าสีเขียว ไบต์ที่สามเก็บค่าสีน้ำเงิน ส่วนไบต์สุดท้ายจะใช้แทนความโปร่งใสของภาพโดยมีค่าระหว่าง 0 คือโปร่งใสจนมองไม่เห็นภาพ แต่จะเห็นพื้นที่ที่หลังแทน จนถึง 255 แทนความทึบสูงสุด

2.6 การวัดขนาด

การวัดขนาดโดยใช้เครื่องมือวัดขนาด เช่น เวอร์เนียคาลิเปอร์ นั้นยุ่งยาก เสียเวลามาก และไม่แน่นอน การใช้วิธีทาง Image processing สามารถวัดได้อย่างรวดเร็วและแน่นอน การใช้ขนาดเป็นพารามิเตอร์ในการตัดสินใจที่จะยอมรับผลิตภัณฑ์หรือไม่

2.7 Image processing

โดยใช้โปรแกรม Measurement & Automation, Vision Builder และ Image tool เป็นโปรแกรมที่ใช้เพื่อสร้างโปรแกรมสำหรับการเก็บข้อมูล, การเชื่อมต่อกับอุปกรณ์หรือเครื่องมือวัดต่างๆ และการควบคุมระบบต่าง ๆ ได้นำวิธี Image processing มาใช้หามิติของเมล็ดข้าวสารแต่ใช้โปรแกรม Image tool [13]

2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

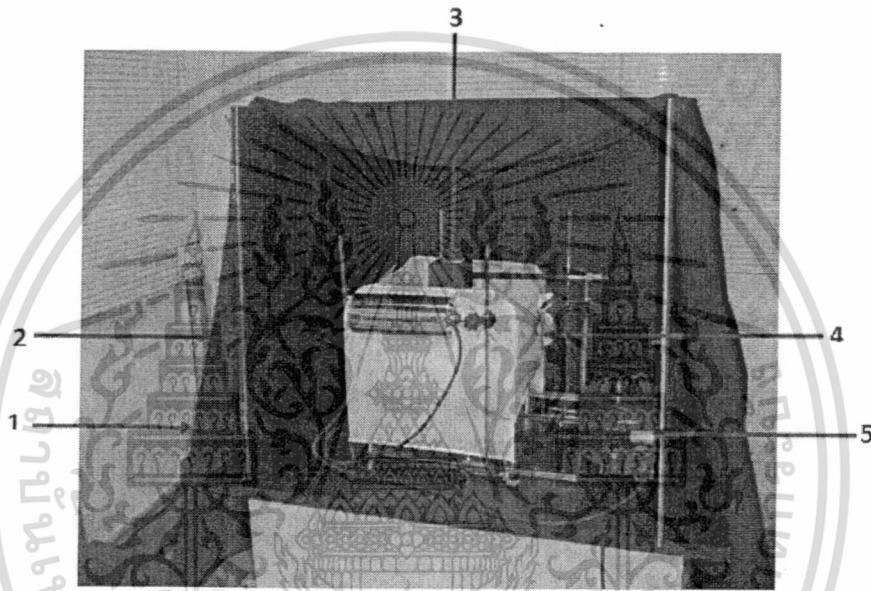
เทคนิคการประมวลผลภาพ (image processing) เคยมีนักวิจัยได้นำมาใช้เพื่อการจำแนกพันธุ์ข้าวบ้างแล้ว บ้างแล้ว เช่น Sakai et al. [14] โดยใช้กับข้าวกล้องและข้าวสาร Majumdar and Jayas [15, 16, 17, 18] ได้ใช้สมบัติด้านสัณฐานวิทยา (Morphology) สี ลักษณะผิวสัมผัส (Texture) และสมบัติเหล่านี้ประกอบกัน โดยใช้ร่วมกับเทคนิค Discriminant Analysis จำแนก ข้าวสารจากแหล่งปลูกต่างกัน ข้าวบาร์เลย์ ข้าวโอ๊ตและข้าวไรย์ ออกจากกัน ซึ่งได้ผลเป็นที่น่าพอใจ และ Yadav และ Jindal [13] ได้นำวิธี Image processing มาใช้หามิติของเมล็ดข้าวสารโดยใช้โปรแกรม Image tool ร่วมกับโปรแกรม Unscrambler (Camo AS, Trondheim, Norway) และ Jha et al., 2007[19] สร้างแบบจำลองแบบตัวแปรพหุใช้หาความสัมพันธ์ระหว่างค่าสี (Hunter L a b) กับความสุกแก่ของมะม่วง วิธีเหล่านี้เป็นวิธีที่สะดวก รวดเร็ว ง่ายต่อการใช้ ไม่แพง และไม่ต้องใช้ผู้ที่มีความเชี่ยวชาญ อีกทั้งยังเป็นการจำแนกโดยวิธีไม่ทำลายอีกด้วย

บทที่ 3

วัสดุและอุปกรณ์

3.1 อุปกรณ์เชิงทัศนศาสตร์

3.1.1 อุปกรณ์การถ่ายภาพ ดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 อุปกรณ์การถ่ายภาพ

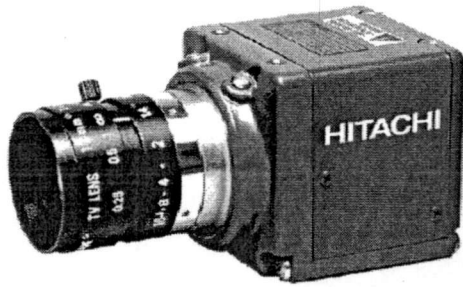
1. ผ้าสีดำขนาด 240 x 300 cm จำนวน 2 ผืนไว้สำหรับคลุมกล่องไม้ เพื่อป้องกันแสงจากภายนอกที่มีผลต่อการถ่ายภาพ

2. กล่องไม้อัดปิดสามด้าน

กล่องไม้อัดปิดสามด้านขนาด 70 x 80 cm ภายในทาสีดำที่บิมีความหนา 0.6 cm ไว้สำหรับครอบชุดแทนถ่ายภาพ

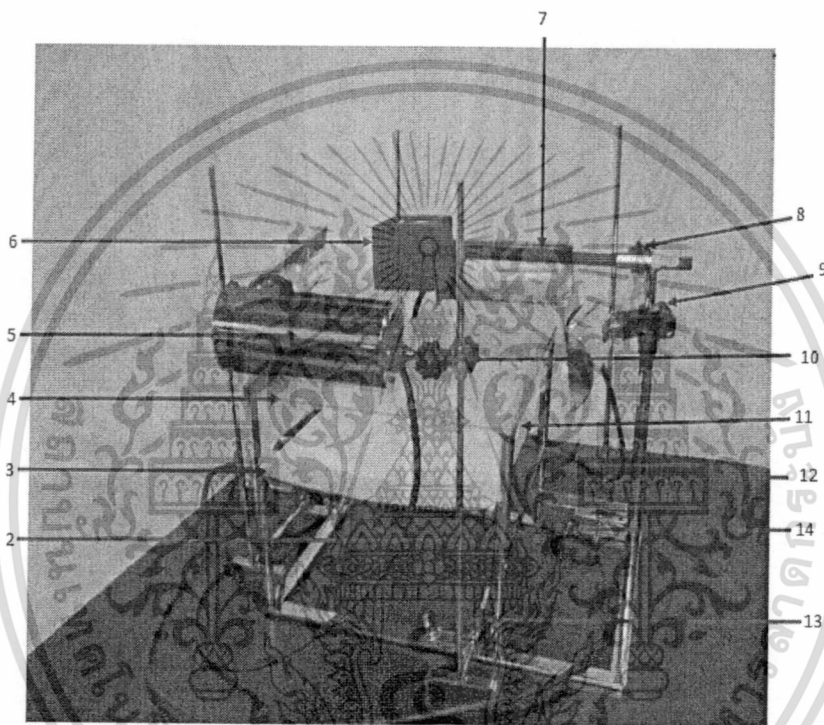
3. กล้องถ่ายภาพ รูปที่ 3.2 เป็นกล้อง 1-CCD (Charge coupled device) color camera ใช้สำหรับบันทึกภาพ ความเร็วกล้องปรับค่าได้ถึง 60 เฟรมต่อวินาที มีเลนส์ซูม 1:1.2/6 มิลลิเมตร(สามารถเปิดรูรับแสง 1.2 F-Stop ที่ความยาว 6 มม.) DF6HA-1B (FUJINON) DF6HA-1B กล้องติดตั้งอยู่ในชุดอุปกรณ์การถ่ายภาพพื้นฐานที่ระบบกล้อง ความคุมการทำงาน การส่งผ่านข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลด้วย โปรแกรม Measurement & Automation

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา 16 ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2 กล้องถ่ายภาพ

4. แท่นถ่ายภาพพินชาติ รุ่น PRO5 ดังรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 แท่นถ่ายภาพ

ส่วนประกอบของแท่นถ่ายภาพ

1. ครอบฟ้าร่มสีขาว (Reflex) ขนาด 35x35x37 cm
2. ขาตั้งชุดโคมไฟพร้อมหลอดไฟอยู่ห่างกับแท่นถ่ายภาพ ด้านละ 4 cm
3. ฉากรองรับทำด้วยกระดาษสีขาว ด้านล่างสูงจากพื้น 18 cm และห่างจากแผ่นกระจกอยู่ 7 cm มีขนาด 30x30 cm
4. แผ่นกระจกตัดแสงขนาด 30x30 cm อยู่สูงจากพื้น 25 cm
5. โคมไฟพร้อมหลอดไฟ 4 ดวง ทั้ง 4 ด้าน เป็นหลอด Cool Daylight 14W ทำงานได้ดีที่แรงดันไฟฟ้า 220 – 240 โวลต์ สายไฟพร้อมท่อที่มีสวิตช์เปิด/ปิด ตั้งสูงจากพื้นด้านละ 30 cm และอยู่ห่างกระจกด้านละ 7 cm
6. กล้องใส่กล้องถ่ายภาพมีขนาด 7.5 x 7.5 x 6 cm หนา 1 cm ภายนอกทาสีดำทึบสนิท ตั้งอยู่สูงจากพื้นกระจก 8 cm นี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา 17 ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. จุดจับก้านอยู่สูงจากพื้น 36 cm และระยะจากกล่องใส่ก้านไปจนถึงขาตั้งกล่อง มีขนาด 25 cm
 8. จุดปรับระยะจุดจับก้านในแนวนอน
 9. จุดปรับความสูงของขาตั้งก้านในแนวตั้ง
 10. จุดปรับตำแหน่งและทิศทางของโคมไฟ
 11. แท่นรับกระจกตัดแสงสูง 25 cm เป็นรูปฉากสามารถเลื่อนกระจกซ้ายขวาได้ วัสดุทำด้วย สเตนเลส
- โครงสร้างรับน้ำหนักขนาด 30 x 45 cm
12. ขาตั้งก้านอยู่ห่างจากแท่นรองรับกระจก 13 cm และสามารถเลื่อนขึ้นได้สูงจากพื้น 55 cm
 13. จุดปรับระยะขาตั้งชุด โคมไฟในแนวนอน
 14. ปลั๊กเสียบ

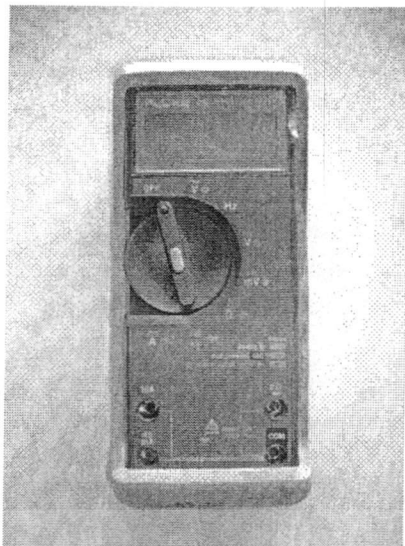
5. เครื่องปรับแรงดันไฟฟ้า (Voltage regulator) ดังรูปที่ 3.4

เครื่องปรับแรงดันไฟฟ้า (Voltage regulator) ในการทดลองจะใช้สำหรับปรับแรงดันไฟฟ้าจาก 220 โวลต์มาเป็น 200 โวลต์ โดยเครื่องปรับแรงดันไฟฟ้าเครื่องนี้สามารถ ปรับแรงดันขาออกได้ตั้งแต่ 0 – 260 โวลต์



รูปที่ 3.4 เครื่องปรับแรงดันไฟฟ้า (Voltage regulator)

6. มัลติมิเตอร์ (FLUKE 79) ดังรูปที่ 3.5 ใช้สำหรับวัดความความดันไฟฟ้าให้ได้ค่าที่ต้องการ ซึ่งในการทดลองนี้จะใช้ความดันไฟฟ้าที่ 200 โวลต์



รูปที่ 3.5 มัลติมิเตอร์

7. ตัวหนีบ ใช้สำหรับหนีบผ้าที่คลุมคำในเวลาถ่ายภาพ

3.2 วัสดุ

เมล็ดข้าว 4 พันธุ์ คือ

1. ข้าวขาวดอกมะลิ 105
2. ข้าวเจ้าปทุมธานี 1
3. ข้าวเจ้าชัยนาท 1
4. ข้าวเจ้าสุพรรณบุรี 1

จำนวนทั้งหมด 6400 เมล็ด ใช้ 800 เมล็ดต่อ 1 พันธุ์ ต่อ 1 อายุ ในการทดลอง 1 ครั้ง

ซึ่งนำมาจากศูนย์วิจัยพันธุ์ข้าวปทุมธานี ข้าวที่นำมาใช้นั้นเอาไว้ทำพันธุ์ให้เกษตรกรนำไปปลูก ซึ่งข้าวแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

1. ข้าวเก่า

- (1) ข้าวขาวดอกมะลิ 105 เก็บเกี่ยวตั้งแต่วันที่ 7 ธันวาคม พ.ศ. 2549
- (2) ข้าวเจ้าปทุมธานี 1 เก็บเกี่ยวตั้งแต่วันที่ 2-9 มกราคม พ.ศ. 2550
- (3) ข้าวเจ้าชัยนาท 1 เก็บเกี่ยวตั้งแต่วันที่ 5 มกราคม พ.ศ. 2550
- (4) ข้าวเจ้าสุพรรณบุรี 1 เก็บเกี่ยวตั้งแต่วันที่ 27 พฤศจิกายน พ.ศ. 2549

2. ข้าวใหม่

- (1) ข้าวขาวดอกมะลิ 105 เก็บเกี่ยวตั้งแต่วันที่ 27 พฤศจิกายน พ.ศ. 2550
- (2) ข้าวเจ้าปทุมธานี 1 เก็บเกี่ยวตั้งแต่วันที่ 25 มิถุนายน พ.ศ. 2550
- (3) ข้าวเจ้าชัยนาท 1 เก็บเกี่ยวตั้งแต่วันที่ 5-7 มิถุนายน พ.ศ. 2550
- (4) ข้าวเจ้าสุพรรณบุรี 1 เก็บเกี่ยวตั้งแต่วันที่ 12 มิถุนายน พ.ศ. 2550

บรรจุในถุงพลาสติกไนลอน (Nylon) อยู่ในสภาพสุญญากาศ เก็บในห้องปฏิบัติการ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข่าว1เมล็ดจะถูกเก็บภาพ 1ภาพ

3.3 Image processing

ระบบรับภาพหรือระบบแสงจะถูกเปิดทิ้งไว้เพื่อความเสถียรเป็นเวลา 30 นาที ก่อนถ่ายภาพแล้วปรับเทียบระดับสีขาว (white balance) ของบริเวณถ่ายภาพ (ที่วางตัวอย่าง) โดยใช้แผ่นสีขาวมาตรฐาน เมล็ดข้าวจะถูกสุ่มมาวางที่ละเมล็ดบนแผ่นกระจกสีขาวขุ่นในชุดอุปกรณ์ของการถ่ายภาพ และจะนำภาพไปประมวลผล ลักษณะทางกายภาพจะถูกประมวลผลโดย โปรแกรม Measurement & Automation, Vision Builder และ Image tool

โปรแกรม Measurement & Automation เป็นโปรแกรมที่ใช้เชื่อมต่อกับอุปกรณ์ถ่ายภาพเพื่อทำการถ่ายภาพและบันทึกผลเก็บข้อมูล มีฟังก์ชันที่ใช้ปรับค่ากล้องเพื่อให้ได้ภาพตามต้องการ

โปรแกรม Vision Builder เป็นโปรแกรมที่ใช้เพื่อสร้างโปรแกรมสำหรับการเก็บข้อมูล, การเชื่อมต่อกับอุปกรณ์หรือเครื่องมือวัดต่าง ๆ และการควบคุมระบบต่าง ๆ โปรแกรม Vision Builder มีฟังก์ชัน (Functions) และเครื่องมือ (Tools) ดังรูปที่3.6 เพื่อช่วยให้ผู้ใช้สามารถนำมาสร้างโปรแกรมสำหรับงานประยุกต์ต่าง ๆ เช่น Acquire Images, Enhance Images, Locate Features, Measure Features, Check for Presence, Identify Parts, Communicate, Use Additional เป็นต้น



รูปที่3.6 ฟังก์ชันหลักต่างๆของ Vision Builder

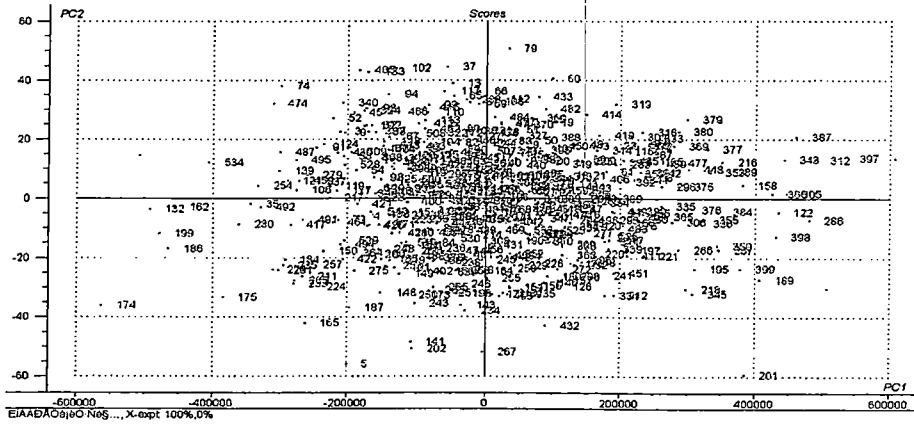
โปรแกรม Image tool เป็นโปรแกรมที่สามารถ รับข้อมูล แสดงผล แก้ไข วิเคราะห์ข้อมูล ทำงาน ย่อ บันทึก และพิมพ์ สามารถวิเคราะห์ฟังก์ชันที่ประกอบด้วยมิติต่างๆ (เส้นรอบรูป พื้นที่) และการวัด gray scale (histogram ของจุด เส้น พื้นที่ กับค่าทางสถิติ)

3.4 การวิเคราะห์ความแตกต่างของเมล็ดข้าว

ใช้โปรแกรมUnscamler ในการวิเคราะห์จะใช้แบบจำลอง Principal Component Analysis ในการแยกกลุ่มพันธุ์ข้าวและอายุการเก็บรักษา

Principal Component Analysis (PCA)

ใช้สำหรับลดตัวแปรให้เป็นชุด Principal Component ซึ่งข้อมูลและตัวแปรมีมาก เพื่อให้มองง่าย ในข้อมูลจากตัวแปรเดิมจำนวนมากจะถูกถ่ายทอดไปเป็นตัวแปรใหม่ซึ่งจะมีจำนวนน้อยลง Principal Component ตัวแรกจะครอบคลุมความแปรปรวนให้มากที่สุดที่จะทำได้ Principal Component ตัวที่สองจะตั้งฉากกับ Principal Component ตัวแรกจะครอบคลุมความแปรปรวนที่เหลืออยู่ ตัวอย่างของกราฟที่คัดแยกโดยวิธีPCA ดังรูป3.7



รูปที่ 3.7 ตัวอย่างการวิเคราะห์ภาพด้วย Principal Component Analysis (PCA) เป็นการสร้างแบบจำลองของข้าวขาวดอกมะลิ 105 ทั้งเก่าและใหม่



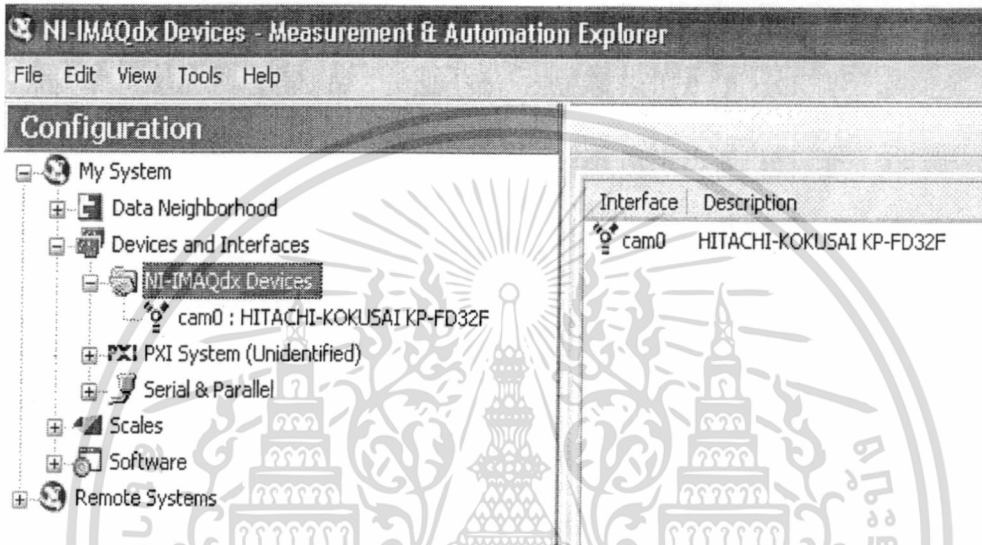
บทที่ 4

วิธีดำเนินการวิจัย

4.1 การเตรียมการก่อนการถ่ายรูป

4.1.1 ทำการปรับค่ากล้องโดยเข้าไปในโปรแกรม Measurement & Automation

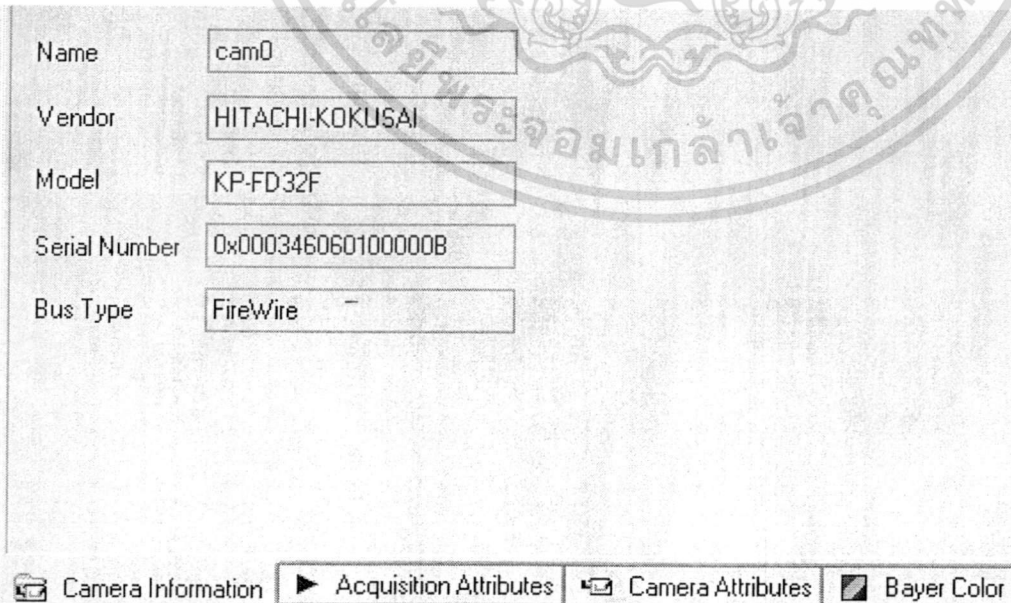
โดยเข้าไปที่ Devices and Interfaces>NI-IMAQdx Devices > cam0:HITACHI-KOKUSAI KP-FD32F ดังรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 การเข้าไปในหน้าต่างที่ปรับค่ากล้อง

4.1.2 เมื่อเข้าไปใน cam0: HITACHI-KOKUSAI KP-FD32F แล้ว จะมีข้อมูลของกล้องที่ต่อเข้ากับอุปกรณ์

คอมพิวเตอร์ ดังรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 ข้อมูลของกล้องที่ใช้ (Camera Information)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา ๒๒ ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.3 ทำการปรับค่ากล้องให้ได้ตามที่ต้องการ (ซึ่งในการถ่ายภาพของขั้วนั้นเราใช้ค่าที่กำหนดไว้ดังรูปที่ 4.3 รูปที่ 4.4 และ รูปที่ 4.5

Video Mode: 640 x 480 RGB 8 Packed 60.00 fps Timeout: 5000 ms

Pixel Format: RGB 8 Pack Speed: 800 Mbps Packet Size: 7680 bytes

Region of Interest

Left: 0 Width: 640

Top: 0 Height: 480

16 bit Pixel Representation

Actual Bit Depth: Use hardware value

Bit Alignment: LSB

Byte Order: Big Endian

Camera Information Acquisition Attributes Camera Attributes Bayer Color

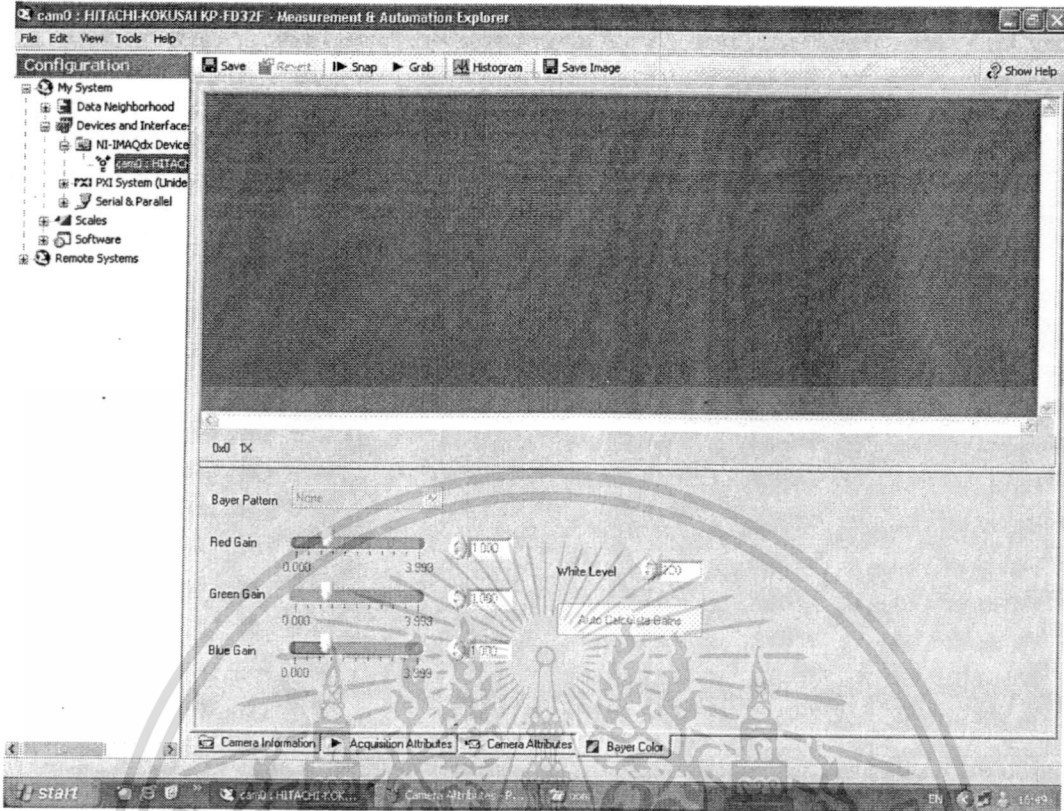
รูปที่ 4.3 การปรับค่ากล้องในขั้นต้น (Acquisition Attributes)

Parameter	Mode	Value
AutoExposure	Mode	Relative
	Value	128
Brightness	Mode	Relative
	Value	128
Gain	Mode	Relative
	Value	128
Gamma	Mode	Relative
	Value	128
Sharpness	Mode	Relative
	Value	255
Shutter	Mode	Relative
	Value	780
Trigger	TriggerActivation	Level Low
	TriggerMode	Off
	TriggerParameter	0
	TriggerSource	Source 0
TriggerDelay	Mode	Relative
	Value	0
WhiteBalance	Mode	Off
	UB	128
	VR	128

Camera Information Acquisition Attributes Camera Attributes Bayer Color

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา 23 ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.4 การปรับค่ากล้องที่ละเอียดขึ้น (Camera Attributes)



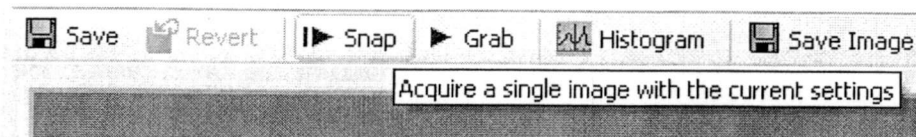
รูปที่ 4.5 การปรับค่าสี (Bayer Color)

4.1.4 เมื่อได้ค่าตามที่ต้องการแล้วก็ทำการบันทึกค่าที่ตั้งไว้โดยคลิกที่ SAVE

4.2 เตรียมอุปกรณ์ก่อนการถ่ายรูป

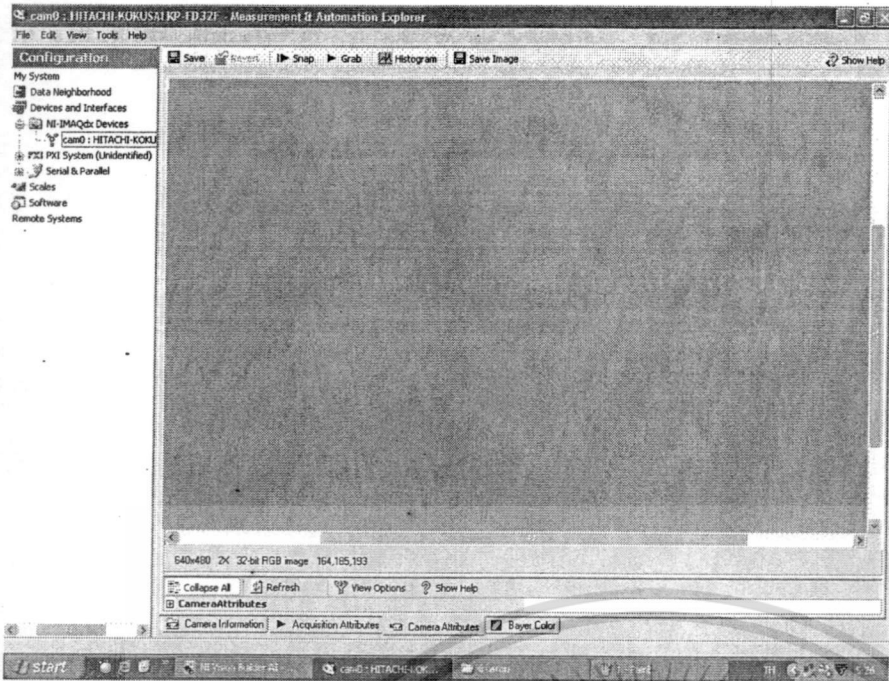
4.2.1 ใช้มัลติมิเตอร์ตรวจวัดกระแสไฟฟ้าที่เข้าสู่ Voltage regulator ตรวจบันทึกค่า และปรับค่าที่ Voltage regulator ให้ได้ 200 V ทำการวัดทุกๆ 30 นาที

4.2.2 ทำการ เปิดไฟให้เสถียรเป็นเวลา 30 นาที และทำ White balance โดยถ่ายรูปแผ่นมาตรฐานสีขาว การถ่ายรูปและบันทึกภาพนั้น ดังรูปที่ 4.6 และ รูปที่ 4.7



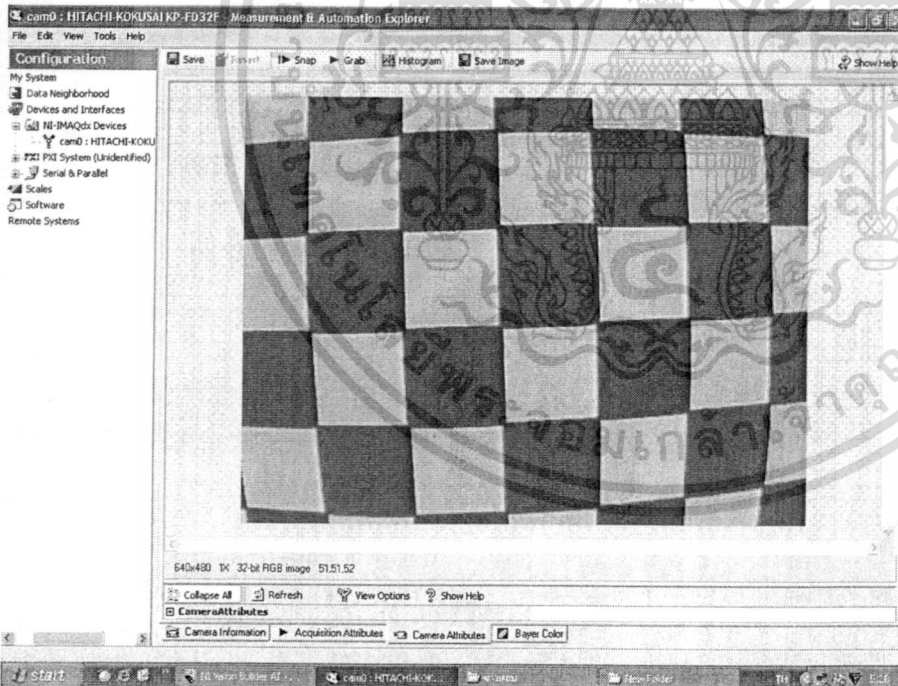
รูปที่ 4.6 การถ่ายรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.7 การถ่ายรูปแผ่นมาตรฐานสีขาว

4.2.3 ถ่ายรูปตารางหมากรุกขนาด 25x25 เซนติเมตร ขนาดของสี่เหลี่ยมเล็กๆ ขนาด 5x5 มิลลิเมตร เพื่อนำไปใช้ในการ Calibrate Dimensions ดังรูปที่ 4.8

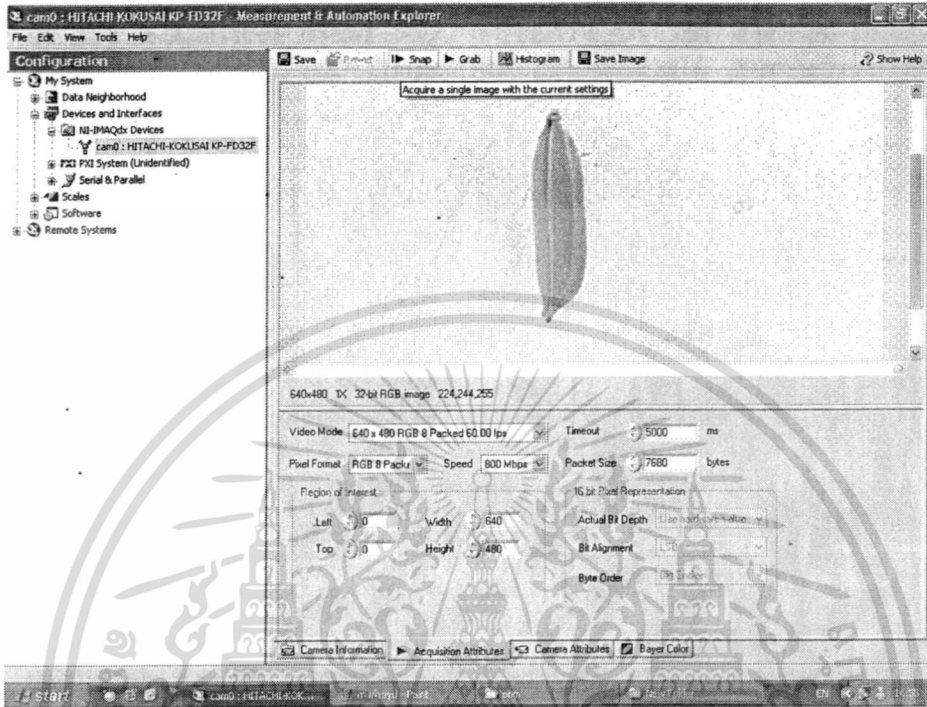


รูปที่ 4.8 การถ่ายรูปตารางหมากรุก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา 25 ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ทำการสุ่มเมล็ดข้าวเพื่อทำการถ่ายภาพ

ถ่ายครั้งละ 1 เมล็ด ทำการถ่ายครั้งละ 200 เมล็ด ดังรูปที่ 4.9 และทุกครั้งที่ทำกรถ่ายต้องมีกรทำในข้อ 4.2 ทั้งก่อนและหลังการถ่ายรูปข้าวในแต่ละครั้ง

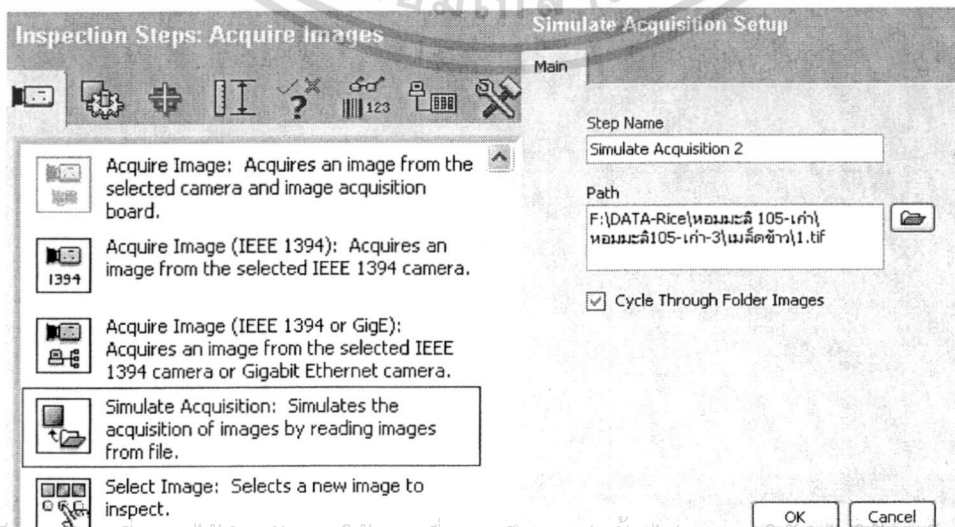


รูปที่ 4.9 การถ่ายรูปข้าวทีละเมล็ด

4.4 ทำการวัด Morphology

4.4.1 ทำการ threshold ทั้ง 200 เมล็ด โดยใช้โปรแกรม Vision Builder ดังต่อไปนี้

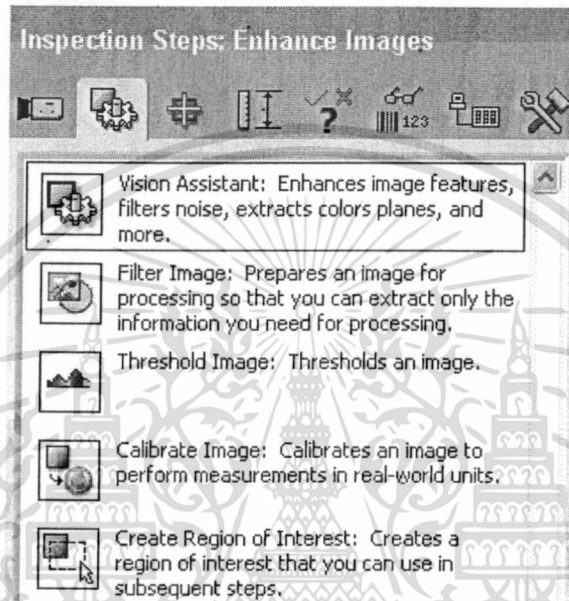
(1) ต้องทำการ Open Image โดยใช้ฟังก์ชัน Inspection Steps: Simulate Acquisition เข้าไปเลือกโฟลเดอร์ที่ทำกรเก็บรูปเมล็ดข้าวไว้และเลือก Cycle Through Folder Image เพื่อทำการเปิดภาพเมล็ดข้าวทั้งหมดในโฟลเดอร์นั้น ดังรูปที่ 4.10



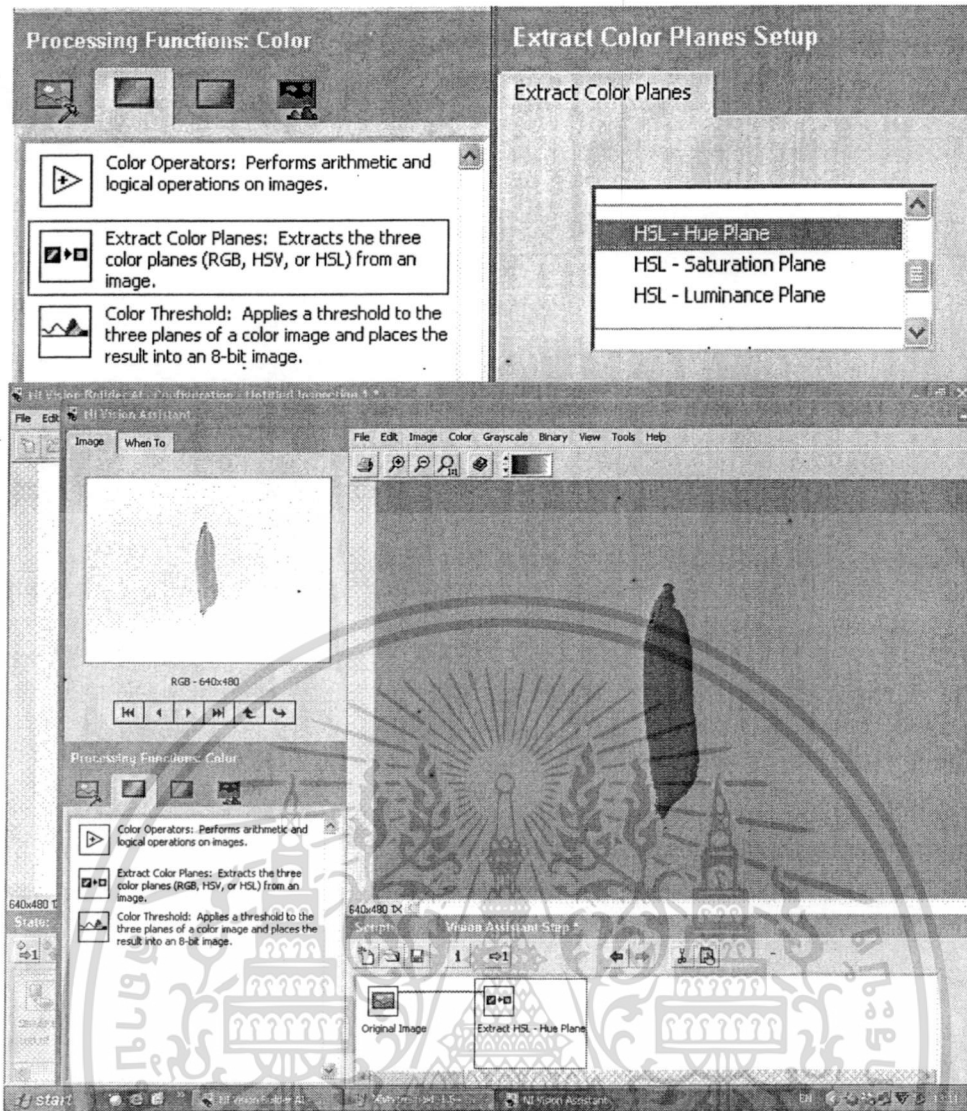
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่ภายนอก
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่4.10 ทำการOpen Image โดยใช้ฟังก์ชัน Inspection Steps: Simulate Acquisition

(2) ทำการ threshold โดยใช้ฟังก์ชัน Inspection Steps: Threshold Image ดังรูปที่4.11 ซึ่งต้องเข้าไปที่ฟังก์ชัน Vision assistant และเข้าไปใน Extract color planes เพื่อเปลี่ยนภาพเมสิดขาวให้เป็น Grayscale ดังรูปที่4.12 ก่อนโดยจะใช้เป็น Hue Plane เลือก threshold เป็น Manual Threshold>Dark Objects กำหนดค่าเท่ากับ 120 ดังรูปที่ 4.13

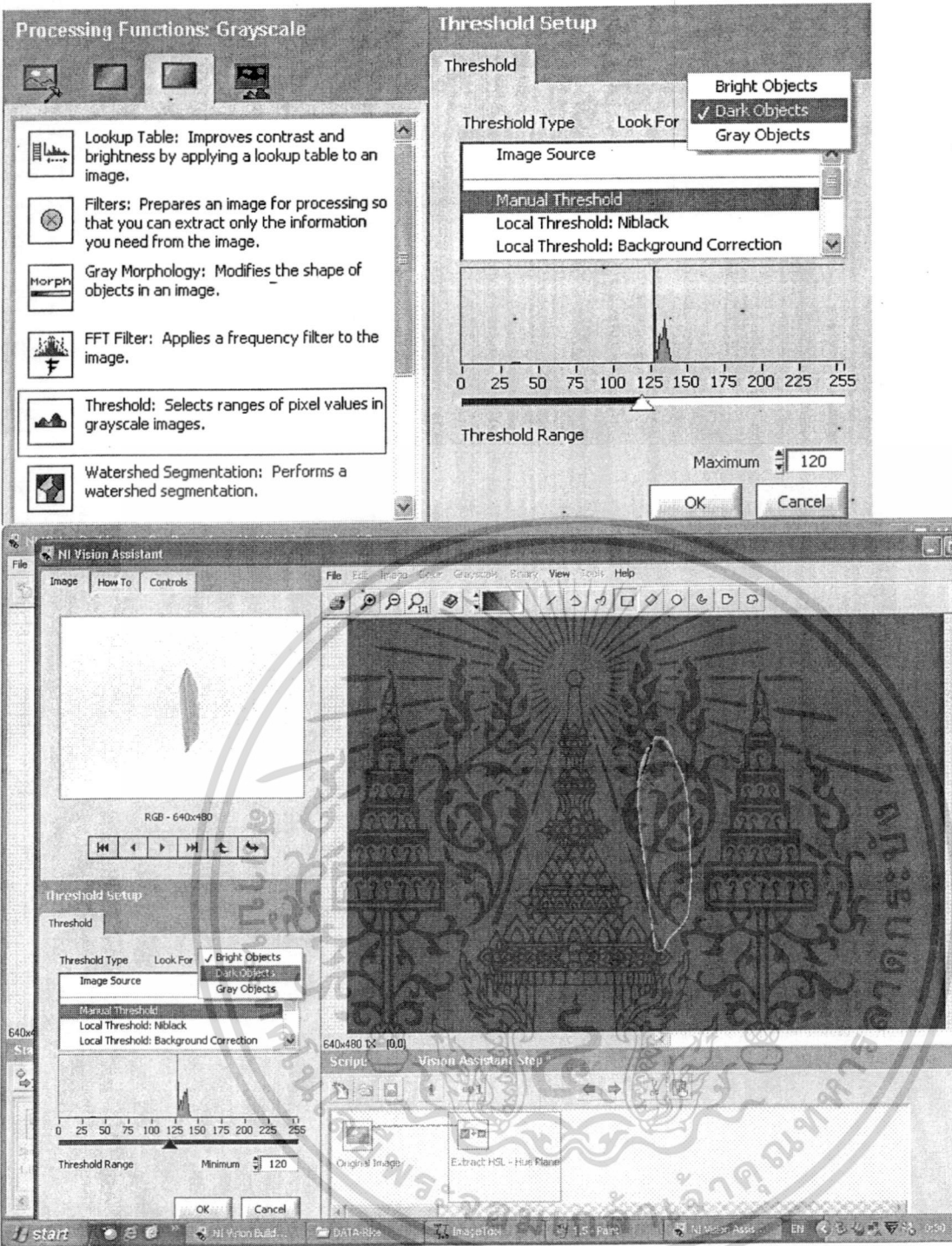


รูปที่4.11 การเข้าไปหน้าต่างที่ทำการ threshold โดยใช้ฟังก์ชัน Vision assistant



รูปที่ 4.12 การเปลี่ยนภาพเมล็ดข้าวให้เป็น Grayscale โดยใช้ฟังก์ชัน Extract color planes

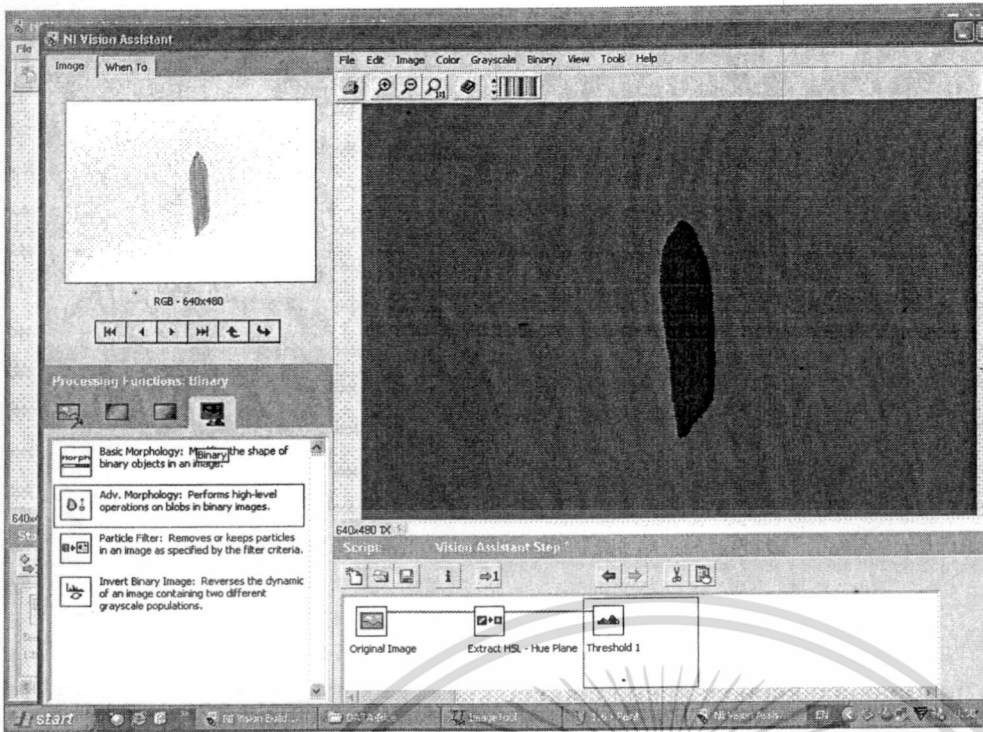
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



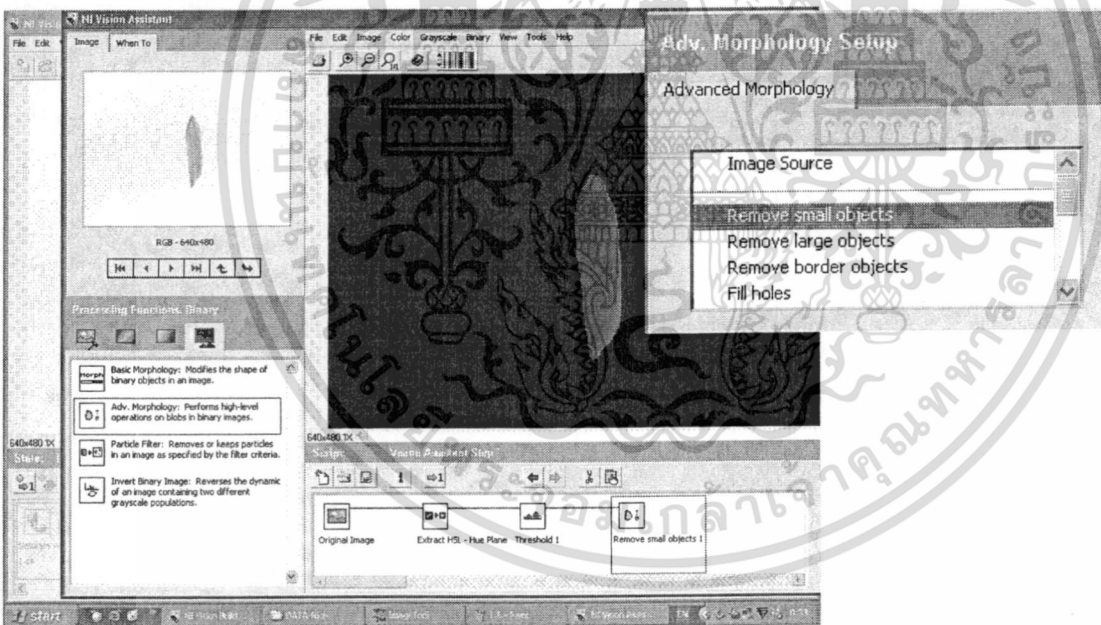
รูปที่ 4.13 การทำ threshold โดยใช้ฟังก์ชัน threshold

(3) ทำการปรับแต่งภาพโดยใช้ฟังก์ชัน Processing function : Adv. Morphology ดังรูปที่ 4.14 เลือก Remove small objects เพื่อกำจัดวัตถุเล็กๆ เช่น ฝุ่นละอองออกไป ดังรูปที่ 4.15 และเลือก Fill holes เพื่อเติมสีภายในวัตถุให้เต็ม ดังรูปที่ 4.16 รูปที่ 4.17 เป็นภาพที่ทำการ Threshold เรียบร้อยแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

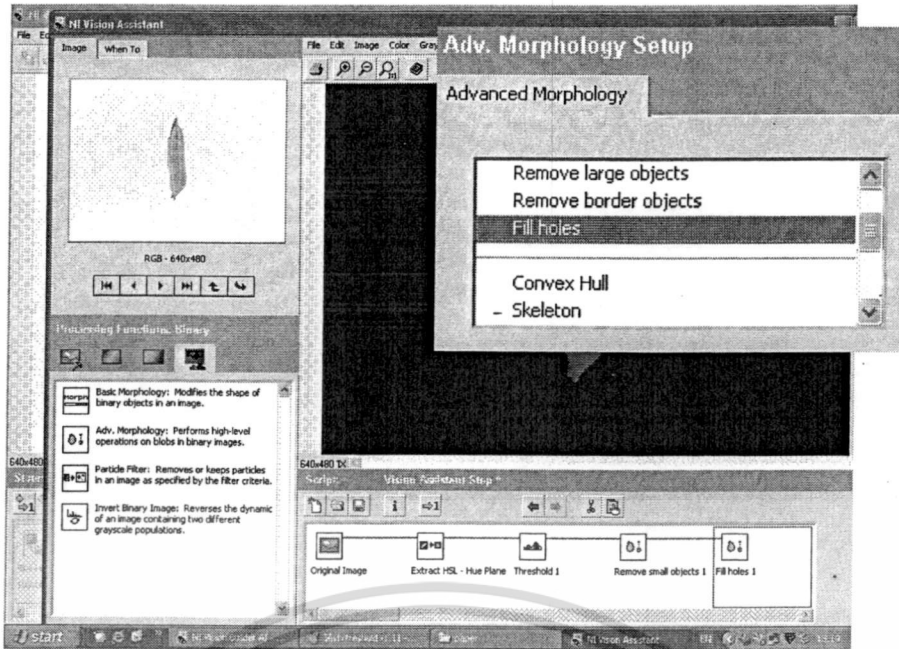


รูปที่ 4.14 ทำการปรับแต่งภาพโดยใช้ฟังก์ชัน Processing function: Adv. Morphology



รูปที่ 4.15 การกำจัดวัตถุเล็กๆ โดยใช้ Remove small objects

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา 30 ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



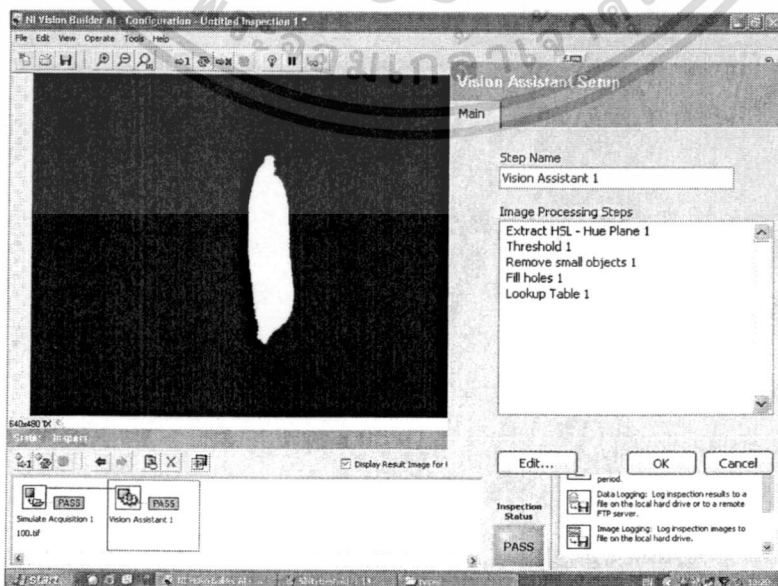
รูปที่ 4.16 การเติมสีภายในวัตถุให้เต็ม โดยใช้ฟังก์ชัน Fill holes

รูปที่ 4.1 การเข้าไปในหน้าต่างที่ปรับค่ากล้องรูปที่ 4.2 ข้อมูลของกล้องที่ใช้ (Camera Information)รูปที่ 4.3

การปรับค่ากล้องในขั้นต้น (Acquisition Attributes)รูปที่ 4.4 การปรับค่ากล้องที่ละเอียดขึ้น (Camera Attributes)รูปที่ 4.5 การปรับค่าสี (Bayer Color)รูปที่ 4.6 การถ่ายรูปรูปที่ 4.7 การถ่ายรูปแผ่นมาตรฐานสีขาวรูปที่ 4.8 การถ่ายรูปตารางหมากรุกรูปที่ 4.9 การถ่ายรูปข้าวที่ละเม็ดรูปที่ 4.10 ทำการ Open Image โดยใช้ฟังก์ชัน Inspection Steps: Simulateรูปที่ 4.11 การเข้าไปหน้าต่างที่ทำกร threshold โดยใช้ฟังก์ชัน

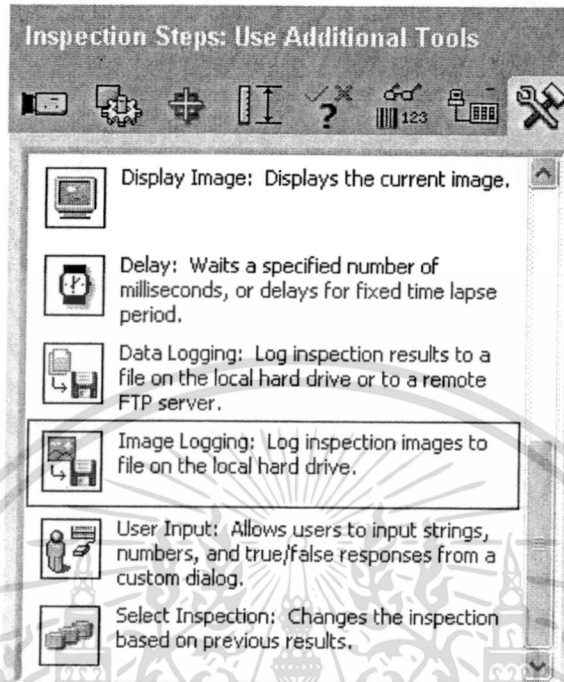
Vision assistant

รูปที่ 4.12 การเปลี่ยนภาพเมล็ดข้าวให้เป็น Grayscale โดยใช้ฟังก์ชัน Extract color planesรูปที่ 4.13 การทำ threshold โดยใช้ฟังก์ชัน thresholdรูปที่ 4.14 ทำการปรับแต่งภาพโดยใช้ฟังก์ชัน Processing function: Adv. Morphologyรูปที่ 4.15 การกำจัดวัตถุเล็กๆ โดยใช้ Remove small objectsรูปที่ 4.16 การเติมสีภายในวัตถุให้เต็มโดยใช้ฟังก์ชัน Fill holes

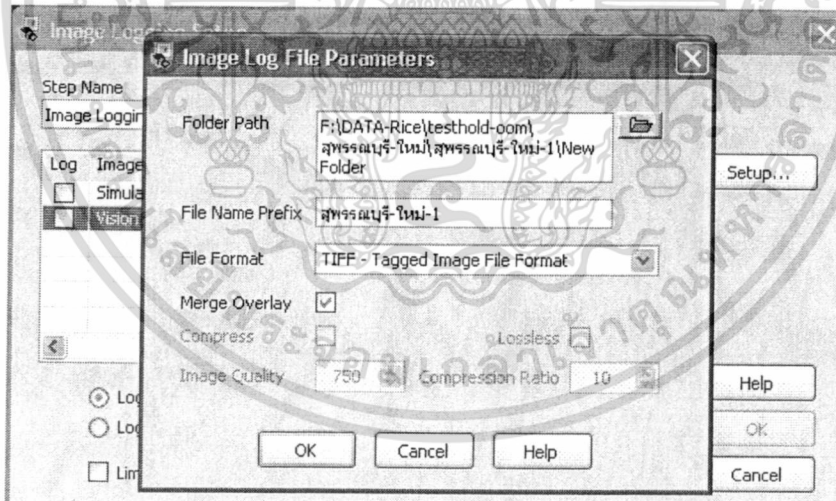


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์การใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ขอแนะนำให้ใช้ประโยชน์ด้านการค้า
รูปที่ 4.17 ภาพที่ทำกร Threshold เรียบร้อยแล้ว
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(4) บันทึกภาพ ทั้งเพิ่มโดยใช้ฟังก์ชัน Image logging ดังรูปที่ 4.18 และ 4.19



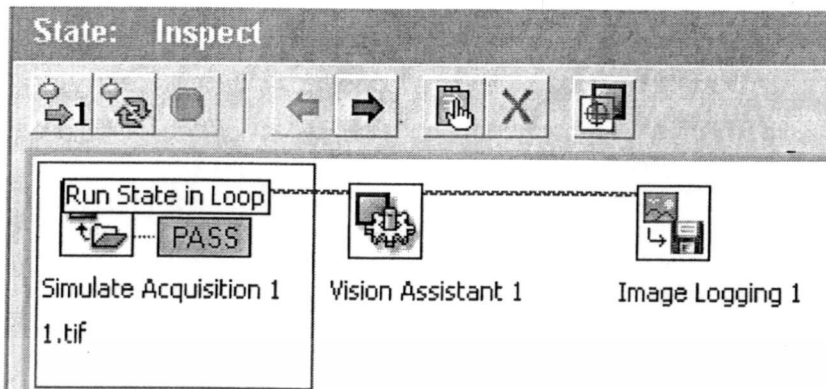
รูปที่ 4.18 การบันทึกภาพ ทั้งเพิ่มโดยใช้ฟังก์ชัน Image logging



รูปที่ 4.19 การเก็บข้อมูลทั้งหมดไว้ในแฟ้มที่ต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา 32 ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

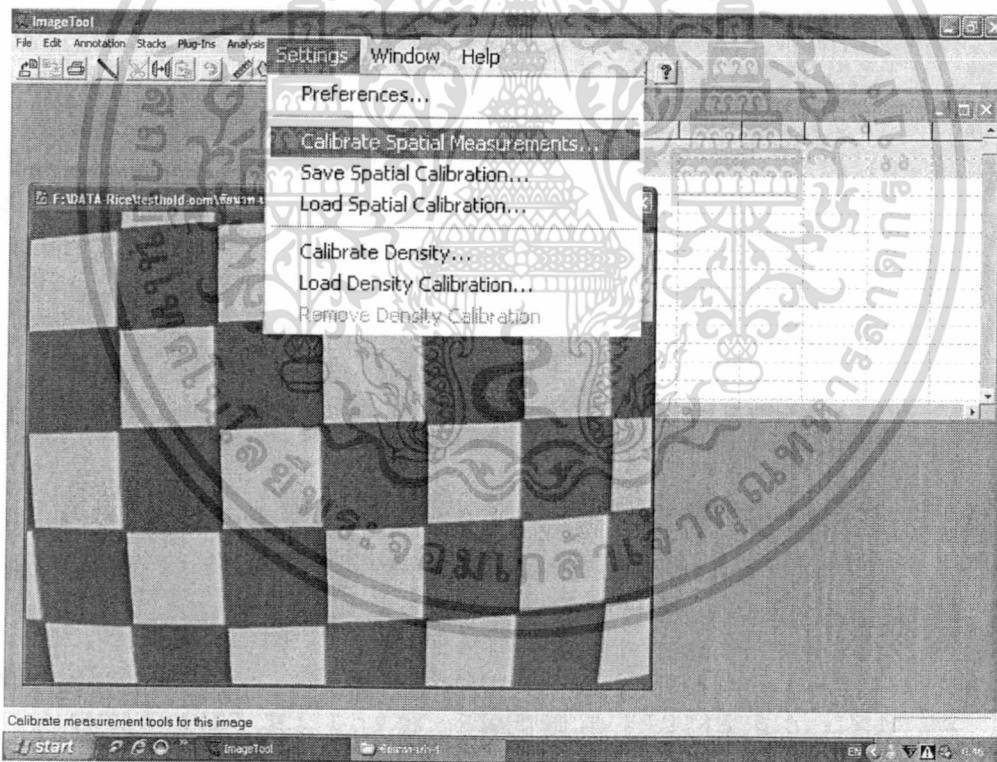
(5) ทำการรัน โดยคลิกที่ Run State in Loop ดังรูปที่ 4.20



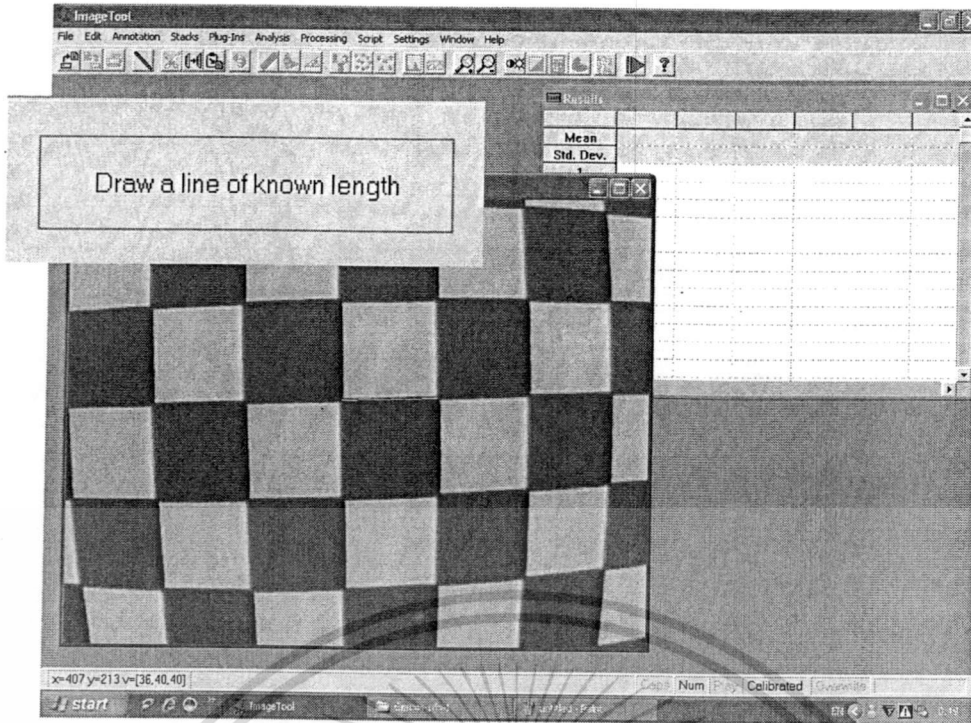
รูปที่4.20 ทำการรัน โดยคลิกที่ Run State in Loop

4.4.2 การวัดค่าลักษณะรูปร่าง โดยใช้โปรแกรม Image tool อธิบายการใช้โปรแกรมดังรูปต่อไปนี้

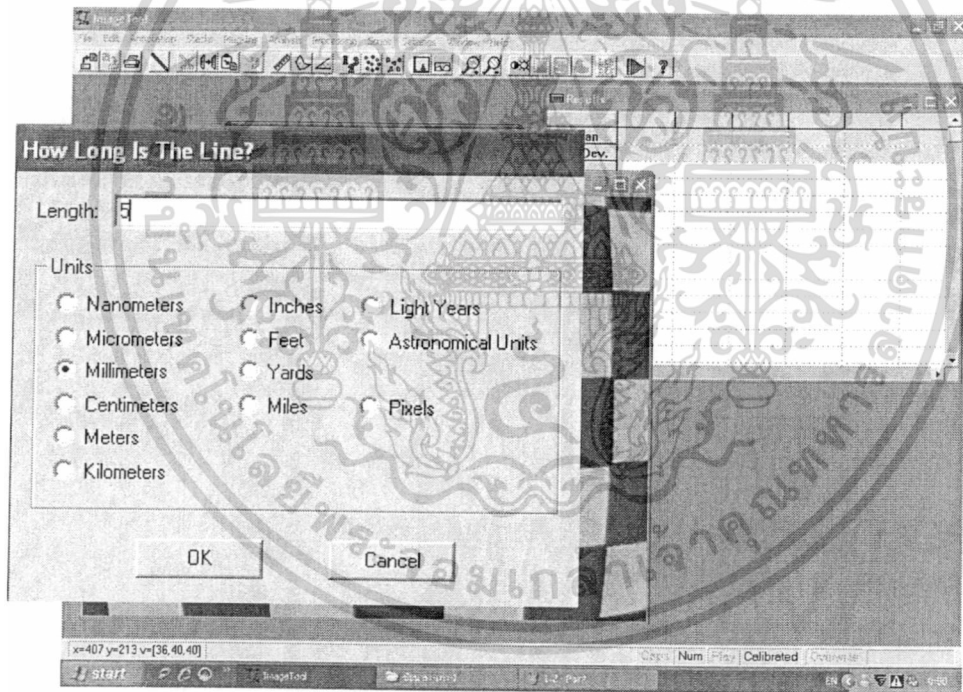
(1) ทำการ Calibrate ระยะจากภาพที่รู้ขนาดจริงดังรูปที่ 4.21, 4.22 และ 4.23



รูปที่4.21 การ Calibrate โดยใช้ฟังก์ชัน Calibrate Spatial Measurements



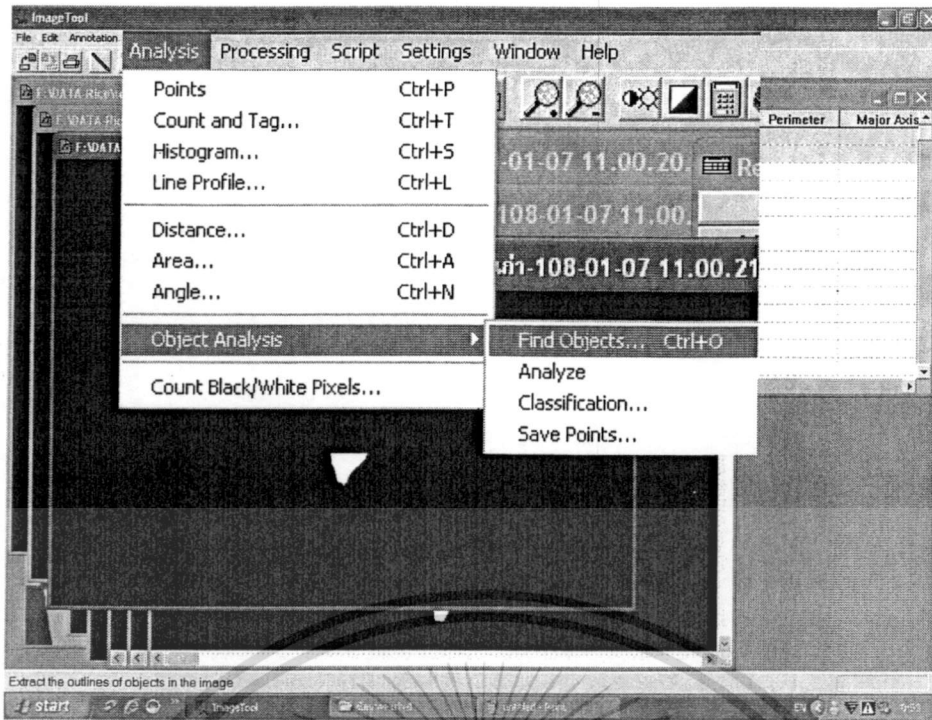
รูปที่4.22 การกำหนดระยะโดยใช้รูปที่รู้ขนาดแน่นอน



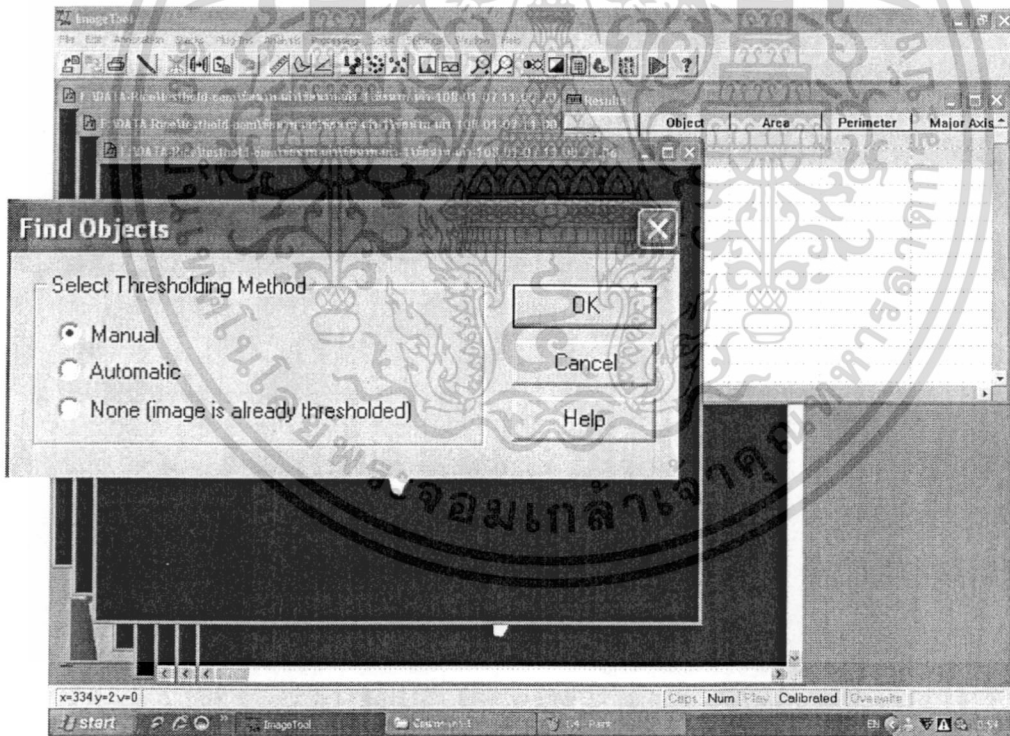
รูปที่4.23 การกำหนดหน่วยของระยะ

(2) ทำการหาวัตถุโดยใช้ฟังก์ชัน Find Object ดังรูปที่ 4.24 และการทำ Threshold ดังรูปที่4.25, 4.26 และ 4.27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา 34 ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

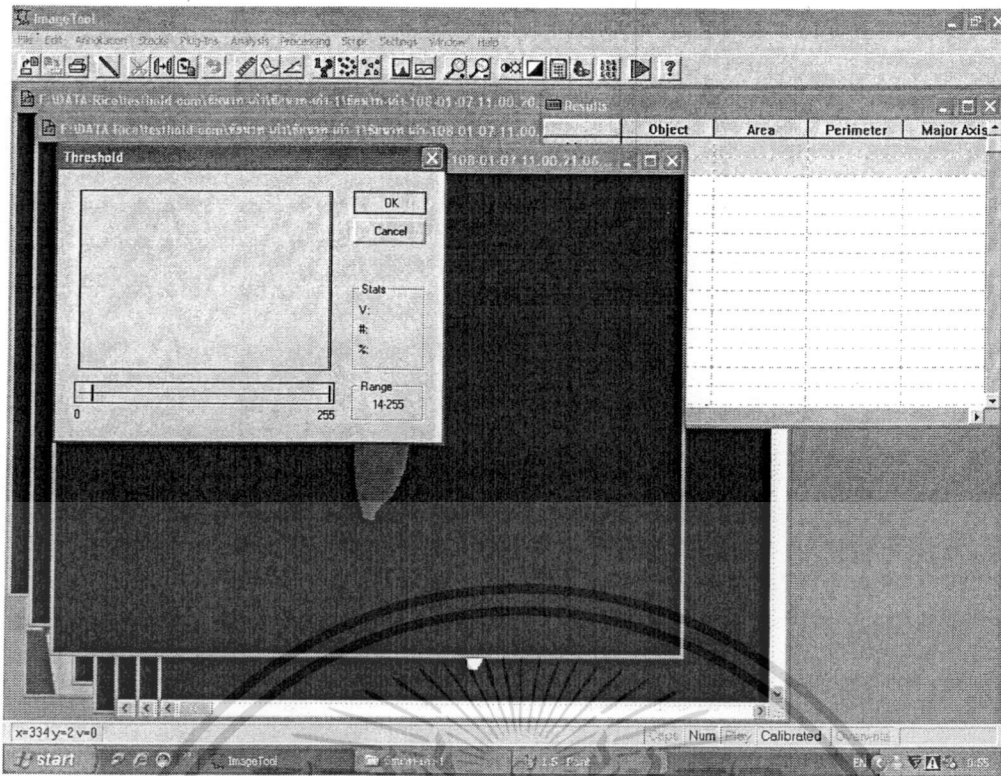


รูปที่4.24 การหาวัตถุโดยใช้ฟังก์ชัน Find Object

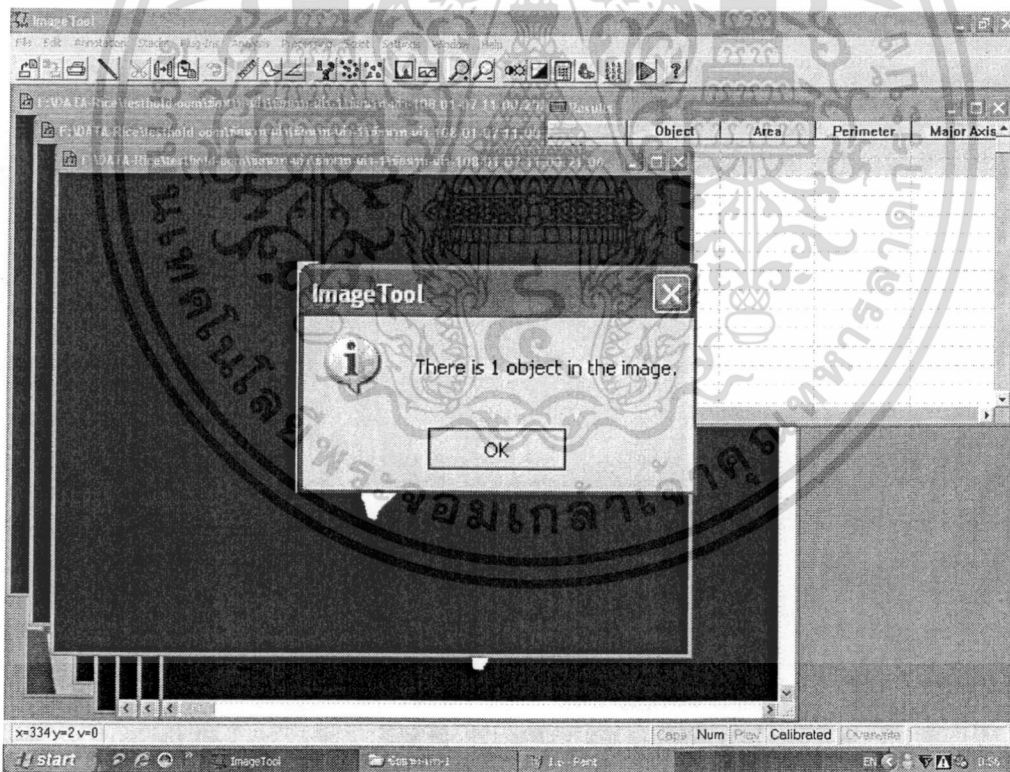


รูปที่4.25 การทำ Threshold เพื่อหาวัตถุ เลือกเป็นแบบ Manual

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา 35 ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่4.26 การทำ Threshold เพื่อหาวัตถุ



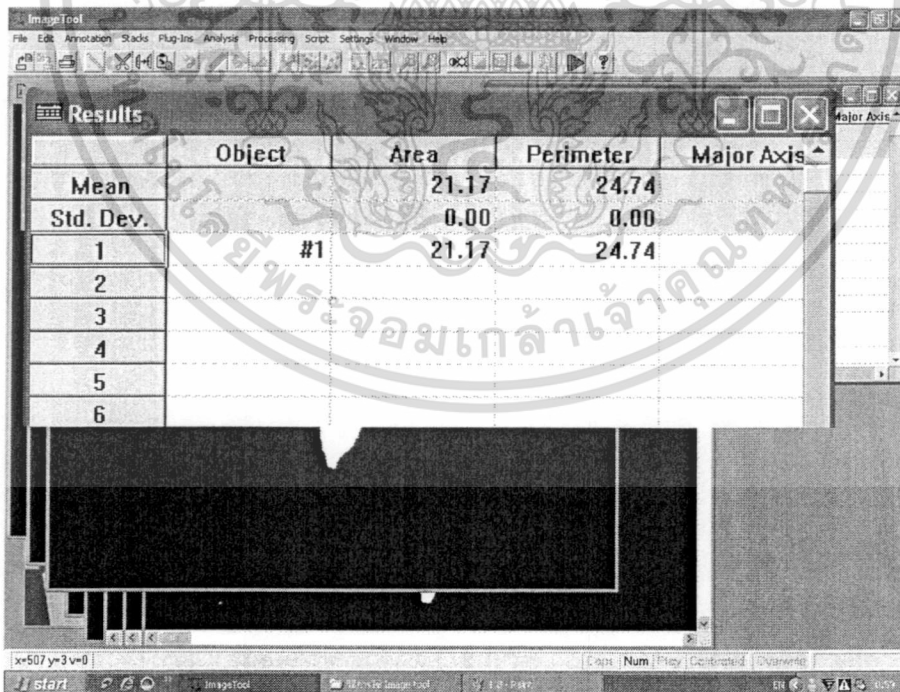
รูปที่4.27 การทำ Threshold เสร็จสิ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(3) ทำการวิเคราะห์วัตถุ ดังรูปที่ 4.28 และ 4.29



รูปที่ 4.28 การทำวิเคราะห์วัตถุโดยใช้ฟังก์ชัน Analyze



รูปที่ 4.29 การทำวิเคราะห์วัตถุเสร็จสิ้น โปรแกรมจะบันทึกผลไว้ใน Results

4.5 วิธีทำการวัดค่าสี โดยใช้โปรแกรม Vision Builder

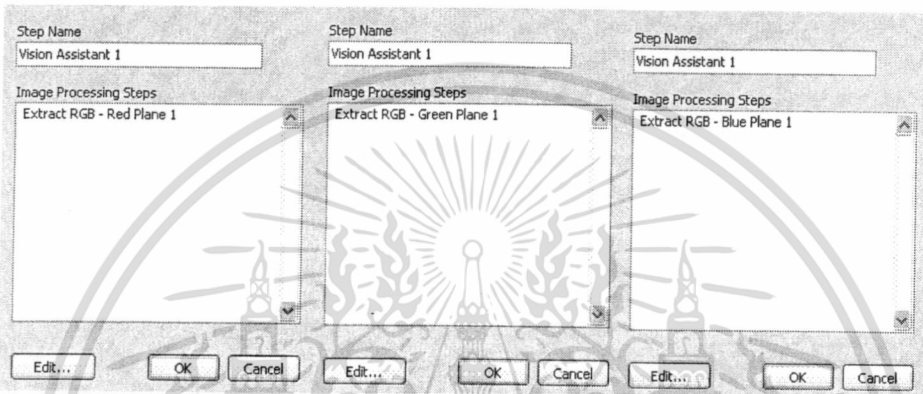
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา ๓7 ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5.1 วิธีการทำ White balance

(1) หาค่า Intensity ของแผ่นขาวมาตรฐาน โดยใช้โปรแกรม Vision Builder ดังต่อไปนี้

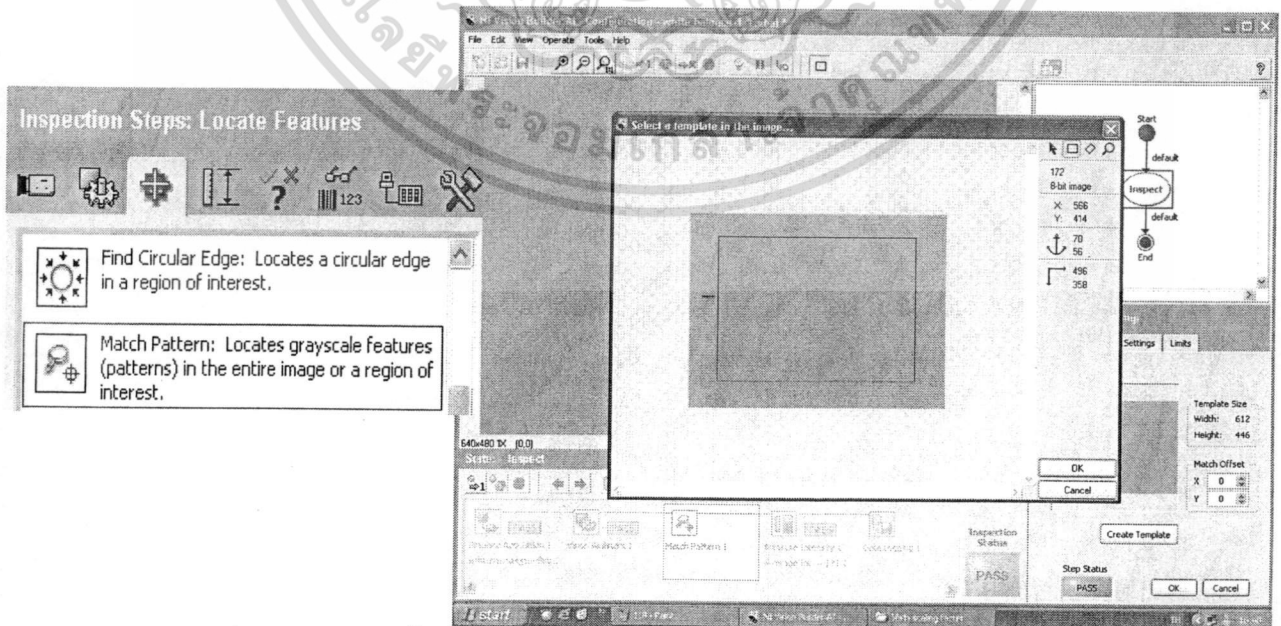
- ทำการ Open Image โดยใช้ฟังก์ชัน Inspection Steps: Simulate Acquisition เข้าไปเลือก โพลเดอร์ที่ทำการเก็บรูปภาพไว้และเลือก Cycle Through Folder Image เพื่อทำการเปิดภาพแผ่นสีขาวมาตรฐาน ทั้งหมดในโพลเดอร์นั้น ดังรูปที่ 4.10

- ทำการเปลี่ยนภาพเมล็ดข้าวให้เป็น Grayscale ซึ่งต้องเข้าไปที่ฟังก์ชัน Vision assistant และเข้าไปใน Extract color planes เลือก Red Plane ก่อน ดังรูปที่ 4.11, 4.12 และ 4.13 ภาพที่ทำการเปลี่ยนภาพเมล็ดข้าวให้เป็น Grayscale เรียบร้อยแล้ว ของ Red Plane, Green Plane และ Blue Plane ดังรูปที่ 4.30



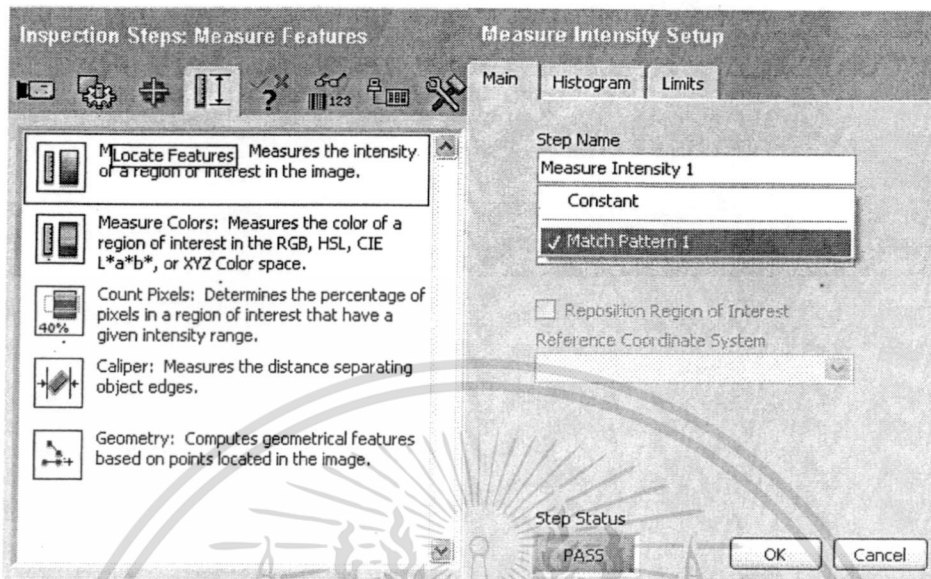
รูปที่ 4.30 ภาพที่ทำการเปลี่ยนภาพเมล็ดข้าวให้เป็น Grayscale เรียบร้อยแล้ว ของ Red Plane, Green Plane และ Blue Plane

- ทำการเลือกพื้นที่ ROI (Region of Interest) เลือกพื้นที่เหมือนกันทุก Color Plane โดยใช้ฟังก์ชัน Match Pattern ดังรูปที่ 4.31



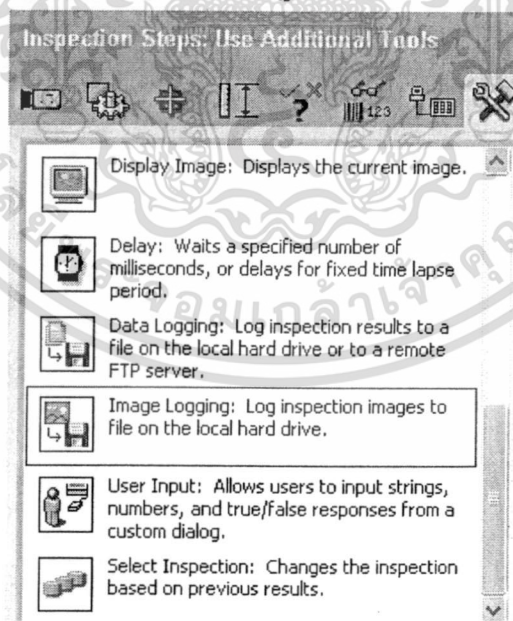
รูปที่ 4.31 การเลือกพื้นที่ ROI (Region of Interest) โดยใช้ฟังก์ชัน Match Pattern เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่โดยไม่ขออนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- วัดค่า Intensity ของแผ่นขาวมาตรฐานโดยใช้ฟังก์ชัน Measure Intensity และเลือก Match Pattern 1 ที่กำหนดพื้นที่ ROI ไว้แล้ว ดังรูปที่ 4.32

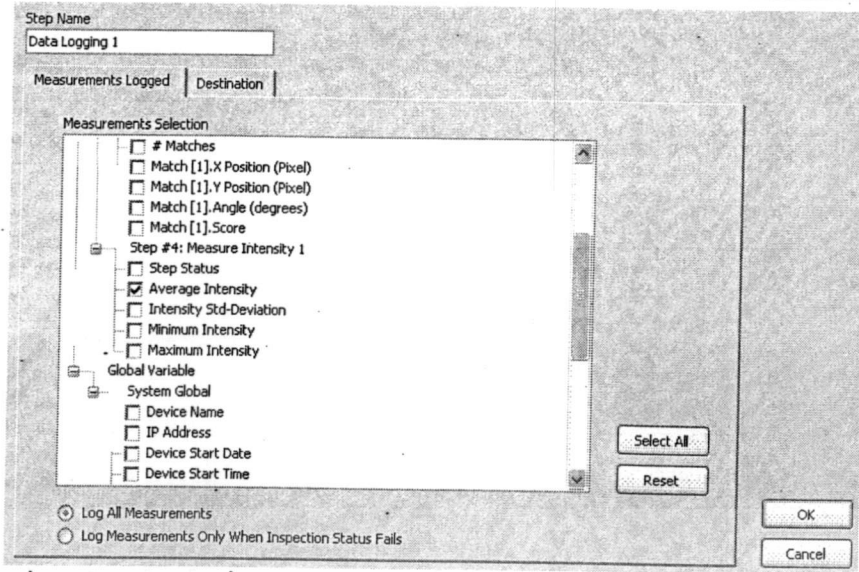


รูปที่ 4.32 การวัดค่า Intensity ของแผ่นขาวมาตรฐานโดยใช้ฟังก์ชัน Measure Intensity

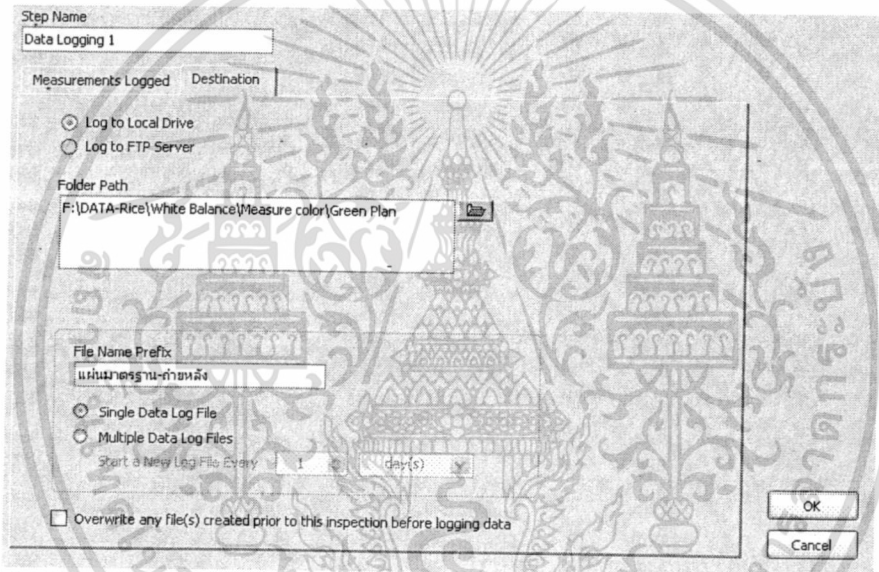
- บันทึกค่าที่ทำการวัดได้ทั้งหมด โดยใช้ฟังก์ชัน Data Logging ดังรูปที่ 4.33 ซึ่งต้องเข้าไปที่ Measurements Logged เพื่อเลือกค่า Average Intensity และ Log All Measurement ดังรูปที่ 4.34 ทำการเลือกเพิ่มและตั้งชื่อที่ต้องการ บันทึกค่า Average Intensity แผ่นมาตรฐานสีขาวใน Destination ดังรูปที่ 4.35



รูปที่ 4.33 การบันทึกภาพ ทั้งเพิ่มโดยใช้ฟังก์ชัน Data logging



รูปที่4.34 การเลือกค่า Average Intensity ใน Measurements Logged



รูปที่4.35 การเลือกเพิ่มและตั้งชื่อที่ต้องการบันทึกภาพแผ่นมาตรฐานสีขาวใน Destination

- ทำการรันโดยคลิกที่ Run State in Loop ดังรูปที่4.20 และทำการรันLoopใหม่ โดยเปลี่ยน Plane เป็น Green Plane และBlue Plane ตามลำดับ

(2) เมื่อได้ค่า Intensity ของแผ่นขาวมาตรฐานของแต่ละ Plane แล้ว ซึ่งจะได้ค่ามาเป็น R, G และB แล้วเลือกค่าที่มากที่สุด กำหนดให้เป็น M นำค่านั้นมาหาร R, G และB จะได้ค่า M/R, M/G และM/B ซึ่งก็คือ Scaling Factor สำหรับ Red Plan , Green Plane และBlue Plane ตามลำดับ

(3) เมื่อได้ค่า R, G และB ของเมล็ดข้าว นำค่านั้นมาคูณกับ Scaling Factor ก็จะได้เป็น R, G และB จริงออกมา

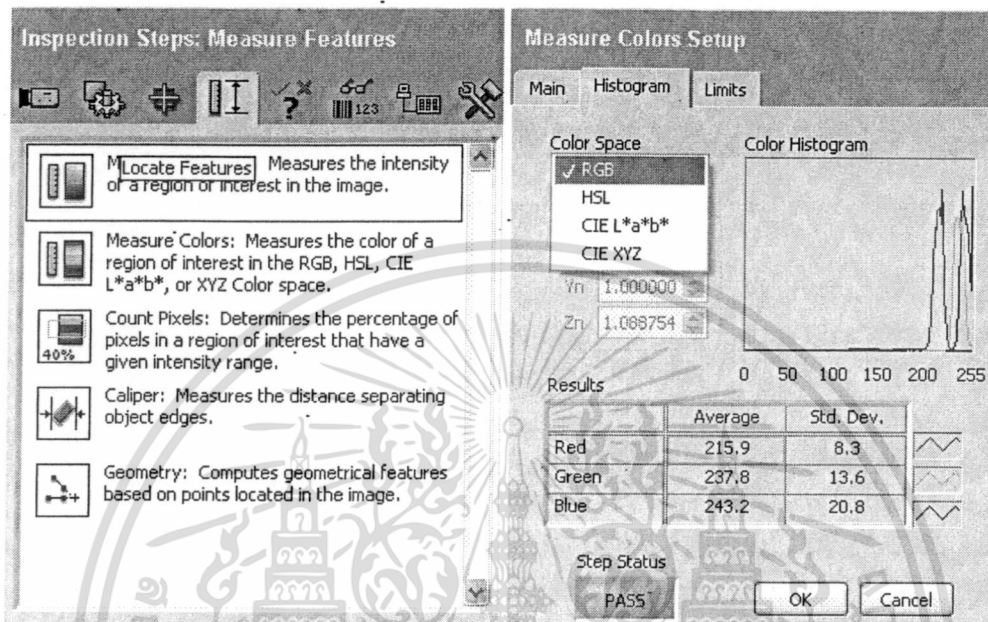
4.5.2 การวัดค่าสี โดยใช้โปรแกรม Vision Builder

(1) หาค่า R, G และB ของเมล็ดข้าว โดยใช้โปรแกรม Vision Builder ดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา 40 ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

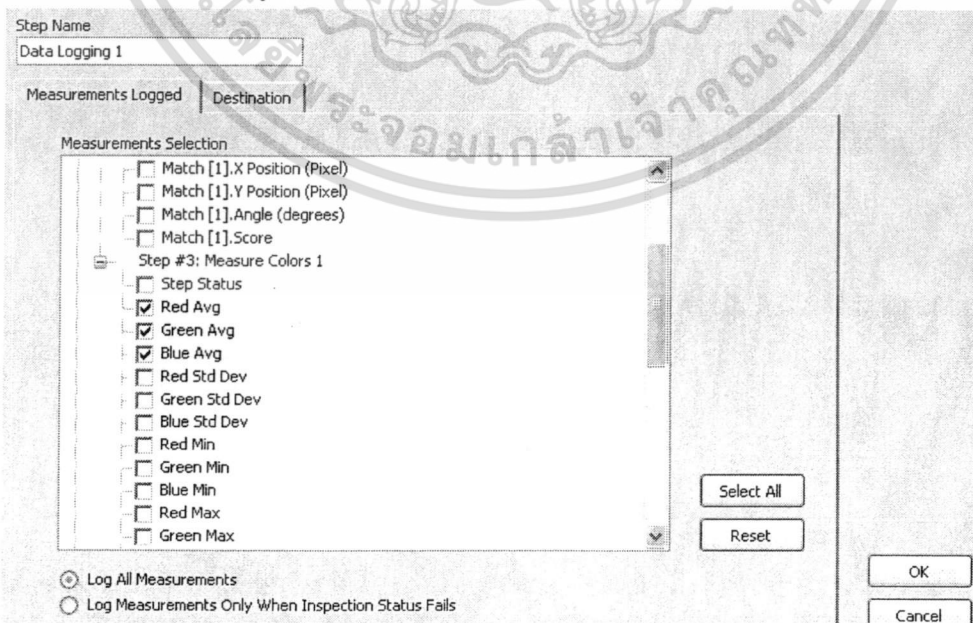
- ทำการ Open Image โดยใช้ฟังก์ชัน Inspection Steps: Simulate Acquisition เข้าไปเลือกโฟลเดอร์
ที่ทำการเก็บรูปภาพไว้และเลือก Cycle Through Folder Images เพื่อทำการเปิดภาพเมล็ดข้าวทั้งหมดในโฟลเดอร์นั้น
ดังรูปที่ 4.10

- ทำการวัดค่าสีของเมล็ดข้าว โดยใช้ฟังก์ชัน Measure Colors และเลือก Constant เพื่อกำหนด
ตำแหน่งที่ต้องการวัด เลือกการวัดค่าสีเป็นค่า R, G และ B ดังรูปที่ 4.36



รูปที่ 4.36 การวัดค่าสีของเมล็ดข้าว โดยใช้ฟังก์ชัน Measure Colors

- บันทึกค่าที่ทำการวัดได้ทั้งหมด โดยใช้ฟังก์ชัน Data Logging ซึ่งต้องเข้าไปที่ Measurements
Logged เพื่อเลือกค่าเลือกค่า Red Average, Green Average และ Blue Average ทำการเลือกแฟ้มและตั้งชื่อที่
ต้องการบันทึกค่าใน Destination ดังรูปที่ 4.37



รูปที่ 4.37 การเลือกค่า Red Average, Green Average และ Blue Average ใน Measurements Logged
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นับญาติเห็นไปเซบระยะขนดานการค้ำ
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.37 การเลือกค่า Red Average, Green Average และ Blue Average ใน Measurements Logged

- ทำการรัน โดยคลิกที่ Run State in Loop ให้ครบทุกภาพ ดังรูปที่ 4.20

(2) เมื่อได้ค่า R, G และ B ของเมล็ดข้าวนำมาคูณกับ Scaling Factor ก็จะได้เป็น R, G และ B จริง และนำไปคำนวณหาค่า H, S และ I

4.6 การวิเคราะห์ความแตกต่างของเมล็ดข้าว

ใช้โปรแกรม Unscambler ในการวิเคราะห์จะใช้แบบจำลอง Principal Component Analysis ในการแยกกลุ่มพันธุ์ข้าว 4 พันธุ์ที่อายุการเก็บรักษา 2 กลุ่ม คือ กลุ่มข้าวเก่า และกลุ่มข้าวใหม่

ใช้สำหรับลดตัวแปรให้เป็นชุด Principal Component ซึ่งข้อมูลและตัวแปรมีมาก เพื่อให้มองง่าย ในข้อมูลจากตัวแปรเดิมจำนวนมากจะถูกถ่ายทอดไปเป็นตัวแปรใหม่ซึ่งจะมีจำนวนน้อยลง Principal Component ตัวแรกจะครอบคลุมความแปรปรวนให้มากที่สุดที่จะทำได้ Principal Component ตัวที่สองจะตั้งฉากกับ Principal Component ตัวแรกจะครอบคลุมความแปรปรวนที่เหลืออยู่

4.6.1 การเตรียมข้อมูลก่อนทำการทำนาย นำข้อมูลพันธุ์ข้าวหอมมะลิจำนวน 800 เมล็ดมาสร้างแบบจำลอง โดยแบ่งข้าวหอมมะลิจำนวน 800 เมล็ดเป็น 2 ชุด คือชุด calibration set จำนวน 540 เมล็ด กับ ชุด Validation set จำนวน 260 เมล็ด โดยเลือกจากชุดข้อมูลที่ละ 40 เมล็ดเป็นชุด calibration set สลับกับที่ละ 20 เมล็ดชุด Validation set ดังรูปที่ 4.38

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	
1	Object	Area	Perimeter	Major Axis	Minor Axis	Elongation	Roundness	Feret	Dian	Compactn	Int. Dens.
2	1.1.1	19.49	23.88	9.86	2.43	4.06	0.43	4.98	0.51	2450805	
3	1.1.2	19.8	23.93	10.32	2.48	4.16	0.43	5.02	0.49	2490585	
4	1.1.3	20.33	24.27	10.06	2.53	3.98	0.43	5.09	0.51	2557140	
5	1.1.4	19.78	23.34	10.09	2.57	3.93	0.46	5.02	0.5	2487525	
6	1.1.5	19.8	23.65	9.98	2.44	4.09	0.45	5.02	0.5	2490330	
7	1.1.6	22.23	24.9	10.27	2.66	3.87	0.45	5.32	0.52	2795565	
8	1.1.7	19.23	25.03	10.47	2.3	4.55	0.39	4.95	0.47	2417910	
9	1.1.8	18.43	23.33	9.92	2.3	4.31	0.43	4.84	0.49	2318460	
10	1.1.9	20.55	24.59	10.4	2.57	4.05	0.43	5.11	0.49	2583915	
11	1.1.10	19.02	23.26	9.91	2.48	4	0.44	4.92	0.5	2392155	
12	1.1.11	17.48	21.8	9.28	2.34	3.96	0.46	4.72	0.51	2198100	
13	1.1.12	19.23	23.93	10.16	2.35	4.33	0.42	4.95	0.49	2418930	
14	1.1.13	20.65	25.22	10.83	2.44	4.45	0.41	5.13	0.47	2597175	
15	1.1.14	21.17	25.3	10.74	2.53	4.25	0.42	5.19	0.48	2662455	
16	1.1.15	18.04	23.75	10.09	2.25	4.48	0.4	4.79	0.47	2268225	
17	1.1.16	17.07	22.09	9.32	2.34	3.98	0.44	4.66	0.5	2146845	
18	1.1.17	19	23.44	9.86	2.52	3.91	0.43	4.92	0.5	2389860	
19	1.1.18	20.4	24.03	9.84	2.66	3.7	0.44	5.1	0.52	2565555	
20	1.1.19	20.05	25.42	10.38	2.39	4.34	0.39	5.05	0.49	2521440	
21	1.1.20	20.01	23.7	10.09	2.57	3.93	0.45	5.05	0.5	2516850	
22	1.1.21	20.73	24.81	10.36	2.57	4.04	0.42	5.14	0.5	2607120	
23	1.1.22	20.02	23.04	9.93	2.57	3.86	0.47	5.05	0.51	2517360	
24	1.1.23	19.51	24.22	10.23	2.39	4.28	0.42	4.98	0.49	2454120	
25	1.1.24	21.82	25.38	10.72	2.61	4.1	0.43	5.27	0.49	2744820	
26	1.1.25	18.94	24.1	10.12	2.35	4.31	0.41	4.91	0.49	2382210	
27	1.1.26	21.27	25.83	11.05	2.44	4.54	0.4	5.2	0.47	2675460	
28	1.1.27	19.19	23.86	10.11	2.4	4.21	0.42	4.94	0.49	2413830	
29	1.1.28	18.89	22.97	9.64	2.43	3.96	0.45	4.9	0.51	2376090	

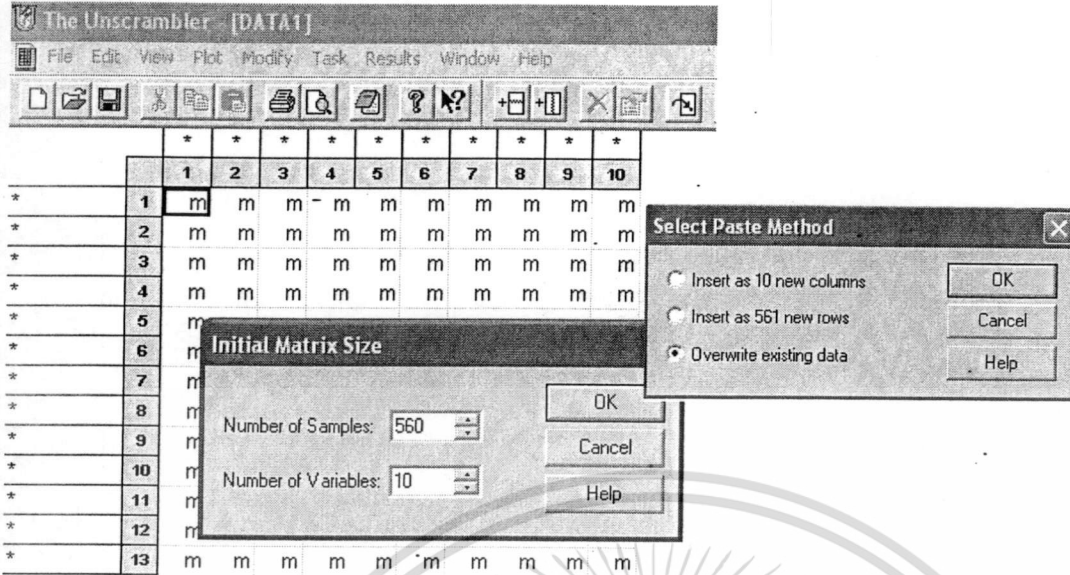
รูปที่ 4.38 ตัวอย่างข้อมูลทางรูปร่างเมล็ดข้าว

4.6.2 นำชุด calibration set ไปสร้างแบบจำลองโดยใช้โปรแกรม Unscambler

4.7 วิธีการสร้างแบบจำลอง

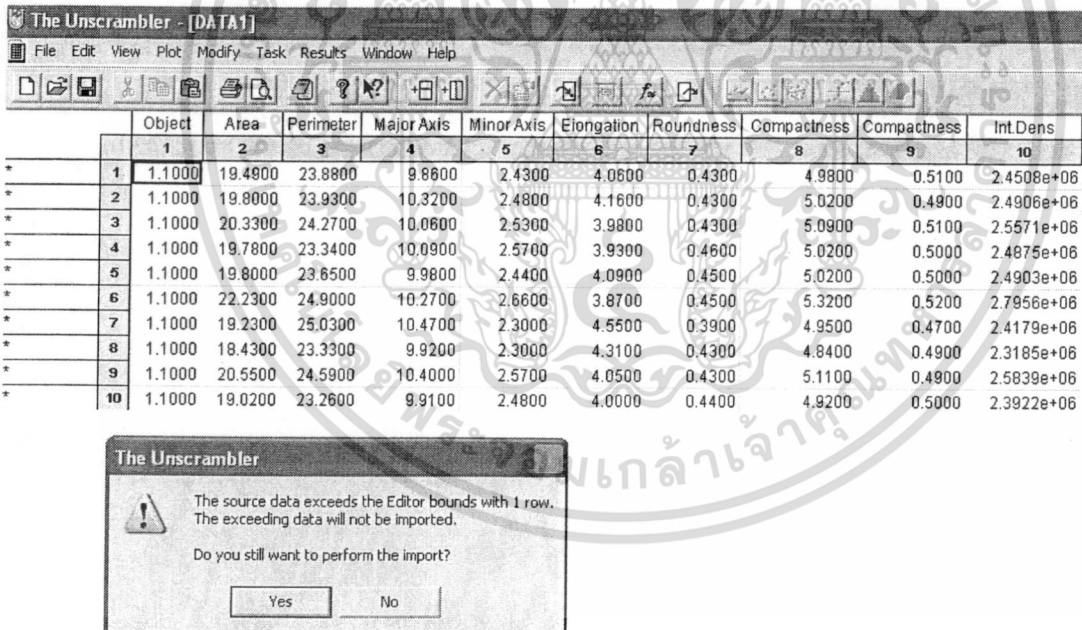
เพื่อใช้ในการทำนายผลที่ส่งวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.7.1 กำหนดขนาดของตารางโดยเข้าไปที่ File>New>Initial Matrix Size โดย Number of Sample เป็นจำนวนเมล็ด และ Number of Variable เป็นจำนวนตัวแปร ดังรูปที่ 4.39



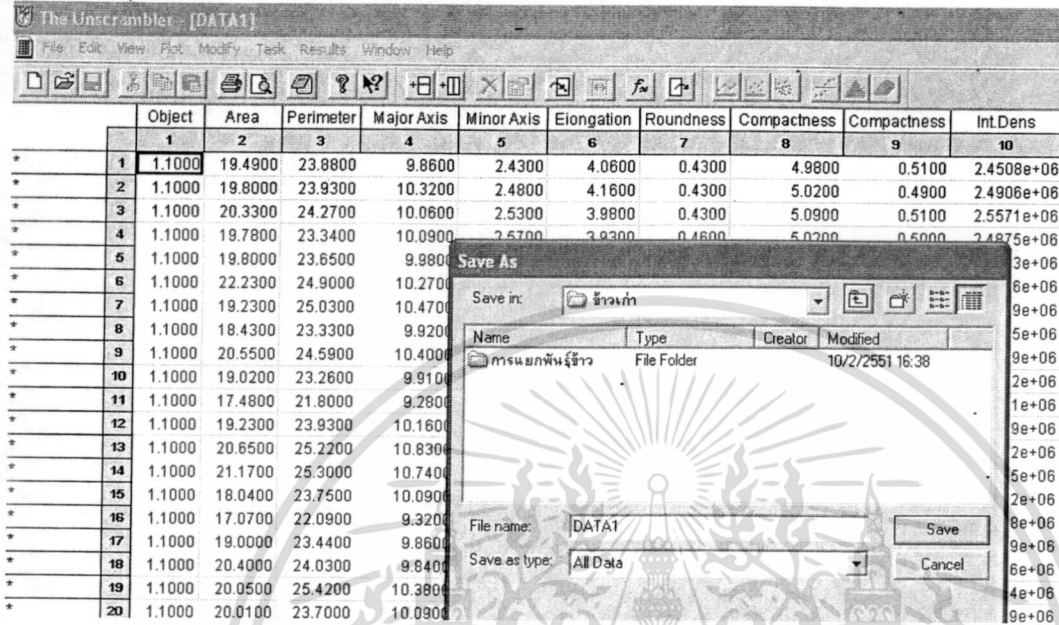
รูปที่ 4.39 กำหนดขนาดของตาราง

4.7.2 copy ข้อมูลของพันธุ์ข้าวจาก Microsoft excel ไปที่ โปรแกรม Unscrambler โดยกด paste>Overwrite existing data>OK ดังรูปที่ 4.40



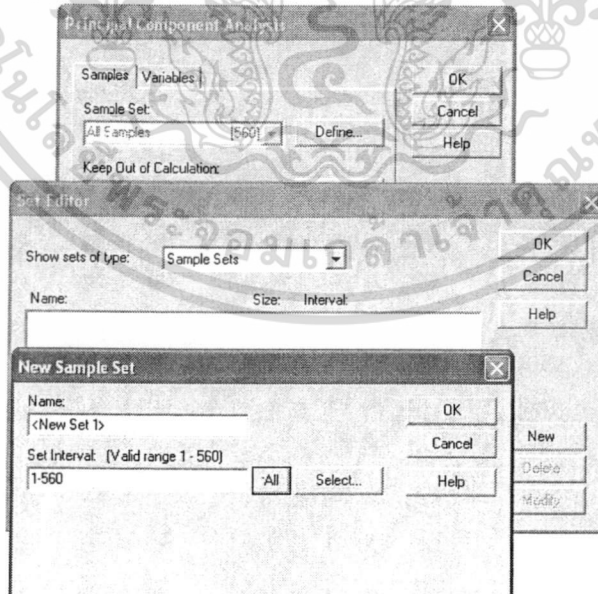
รูปที่ 4.40 copy ข้อมูลของพันธุ์ข้าวจาก Microsoft excel ไปที่ โปรแกรม Unscrambler

4.7.3 การ save ข้อมูล โดยเลือกFile>Save As>เลือกที่ที่จะเก็บข้อมูล ดังรูปที่ 4.41



รูปที่ 4.41 การ save ข้อมูล

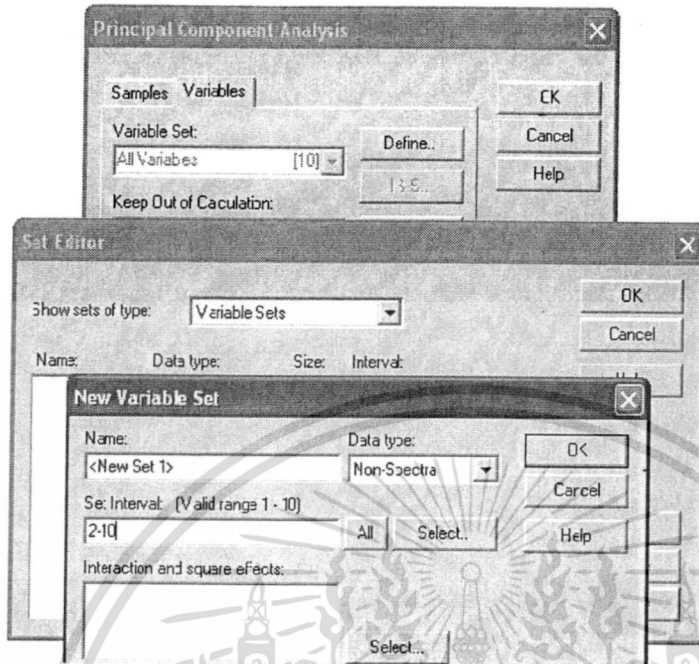
4.7.4 กำหนดจำนวนเมล็ด (Sample) ที่จะทำการวิเคราะห์โดยTask>PCA>Sample>Define >New >All >OK ดังรูปที่ 4.42



รูปที่ 4.42 การกำหนดจำนวนเมล็ด (Sample) ที่จะทำการวิเคราะห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.7.5 กำหนดตัวแปร (Variable) ที่ทำการวิเคราะห์โดย Variable > Define > New > All > OK ดังรูปที่ 4.43



รูปที่ 4.43 การกำหนดตัวแปร (Variable)

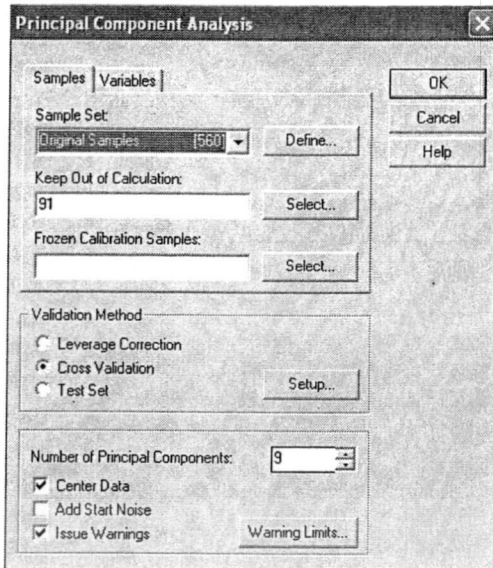
4.7.6 โปรแกรมจะสร้างแบบจำลองโดยอัตโนมัติ เมื่อเสร็จทำการกด view ดังรูปที่ 4.44



รูปที่ 4.44 โปรแกรมจะสร้างแบบจำลองโดยอัตโนมัติ

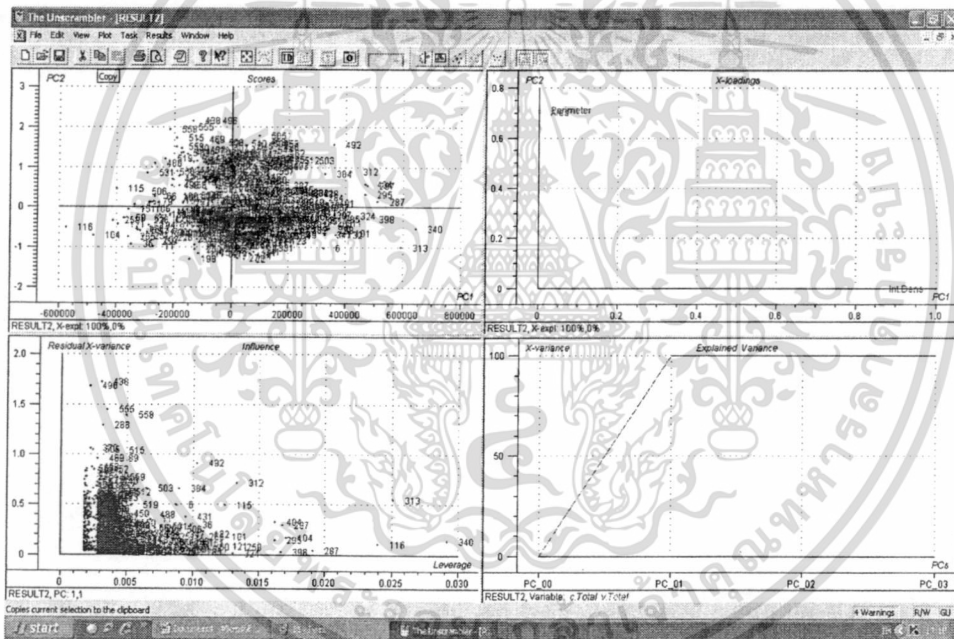
4.7.7 เมื่อทำการกด view จะแสดงออกมาเป็นกราฟโดย Scores plot เป็นการประเมินว่าข้อมูลเกาะกลุ่มกันหรือไม่ มี Outlier (ไม่ใช่พันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ) หรือไม่ X-loading plot บอกว่าตัวแปรไหนที่มีผลต่อแบบจำลองมากน้อยต่างกัน Influence plot เป็นตัวบอกถึงตัวอย่างที่มีแนวโน้มที่จะเป็น Outlier (ไม่ใช่พันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105) ดังรูปที่ 4.45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา 45 ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.47 ยืนยันลำดับของเมตริกที่มีแนวโน้มที่จะทำให้การสร้างแบบจำลองผิดพลาด

4.7.10 ทำการประเมินพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ105 ดังรูปที่ 4.48



รูปที่ 4.48 กราฟประเมินพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ105หลังจากตัด outlier

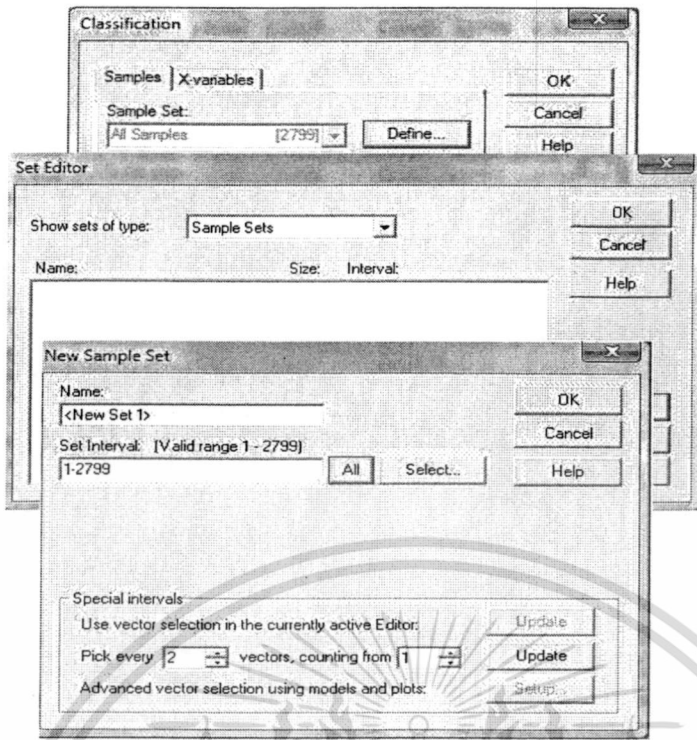
4.8 ทำการทนาย

4.8.1 นำข้าวขาวดอกมะลิ105ชุด Validation set 260 รวมกับข้าวพันธุ์ชัยนาท 800 เมล็ด สุพรรณบุรี 800 เมล็ด และปทุมธานี 800 เมล็ด ทั้งหมดรวมเป็น 2660 ไปทนายโดยใช้โปรแกรม Unscrambler

4.8.2 ทำตามขั้นตอนตั้งแต่ 2.1-2.3

4.8.3 กำหนดจำนวนตัวอย่าง (Sample) ที่จะทำการทนาย Task>Classify> Sample> Define > New > All > OK ดังรูปที่ 4.49

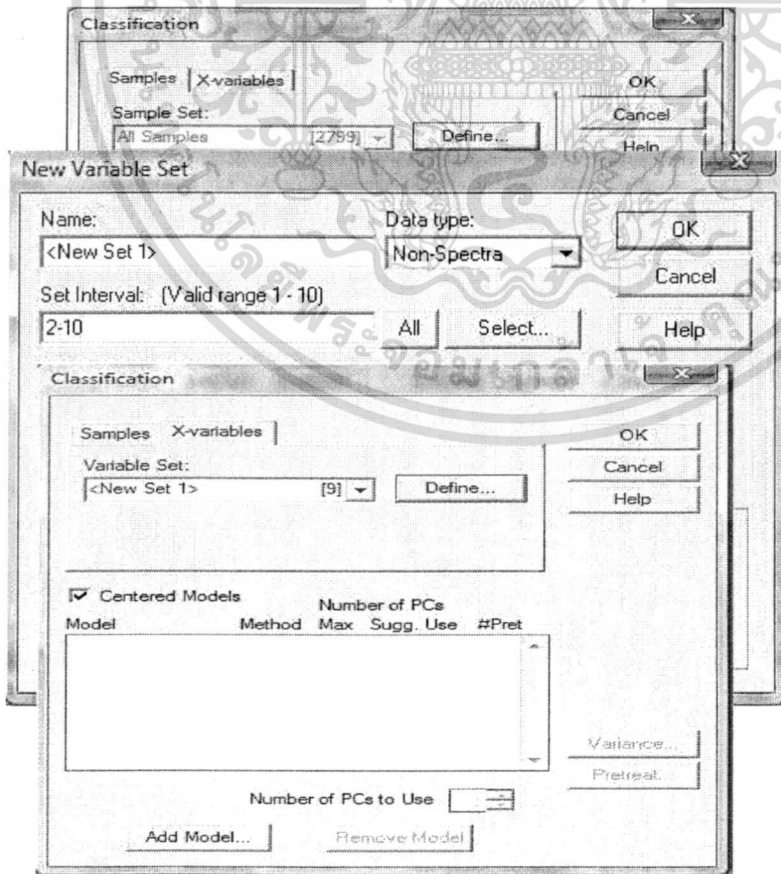
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.49 การกำหนดจำนวนเมตริก (Sample) ที่จะทำการทำนาย

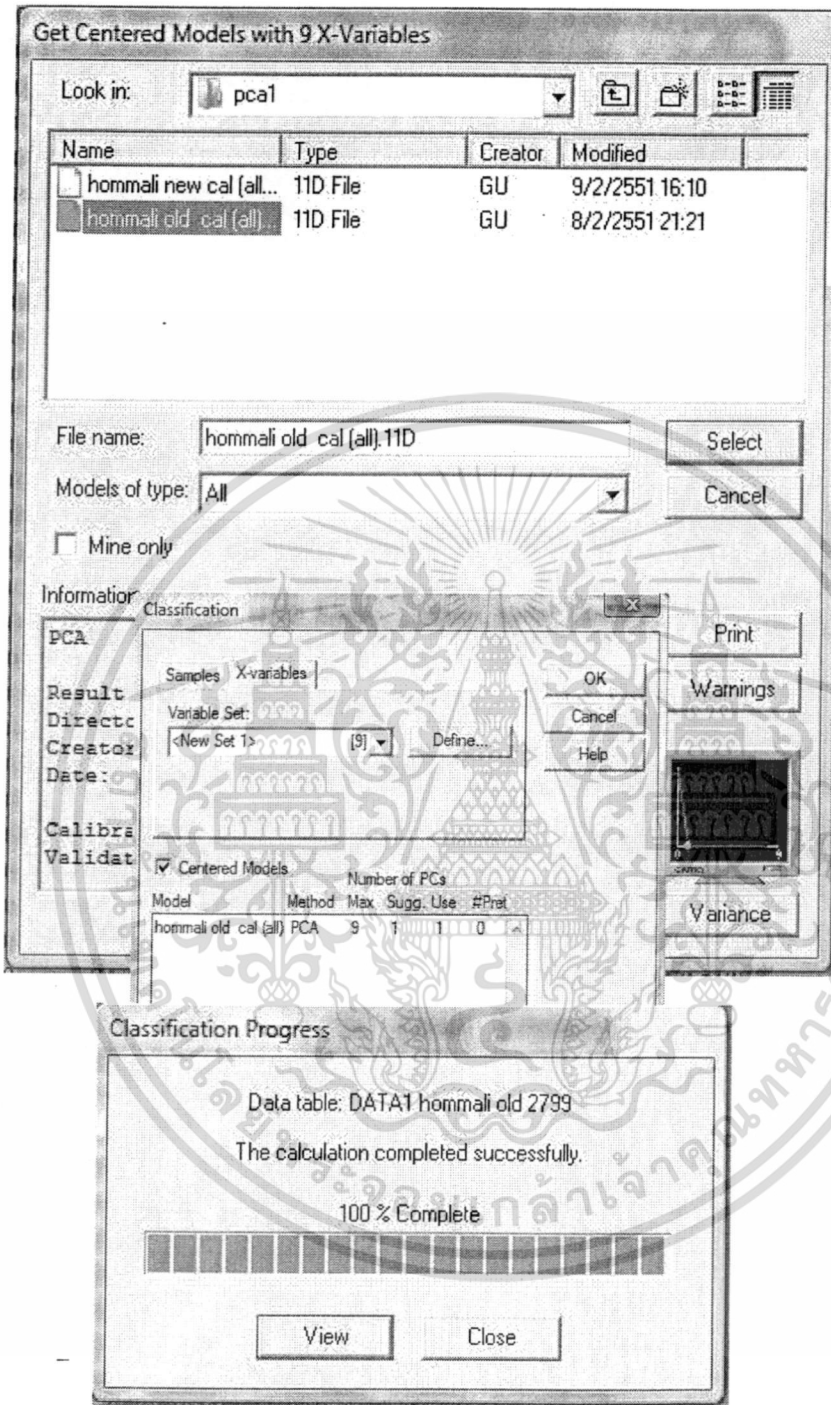
4.8.4 กำหนดตัวแปร (X-variables) ที่จะทำการทำนายโดย X-variables >Define >New >All >OK ดังรูปที่

4.50



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับรูปที่ 4.50 การกำหนดตัวแปร (X-variables) ญาติให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา 48 ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

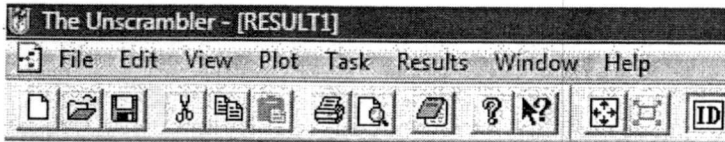
4.8.5 เลือกแบบจำลองที่จะมาทำนาย โดย Add Model >เลือก File > Select > OK > Classification Progress ก็จะทำนายอัตโนมัติ แล้วกด View ดังรูปที่ 4.51



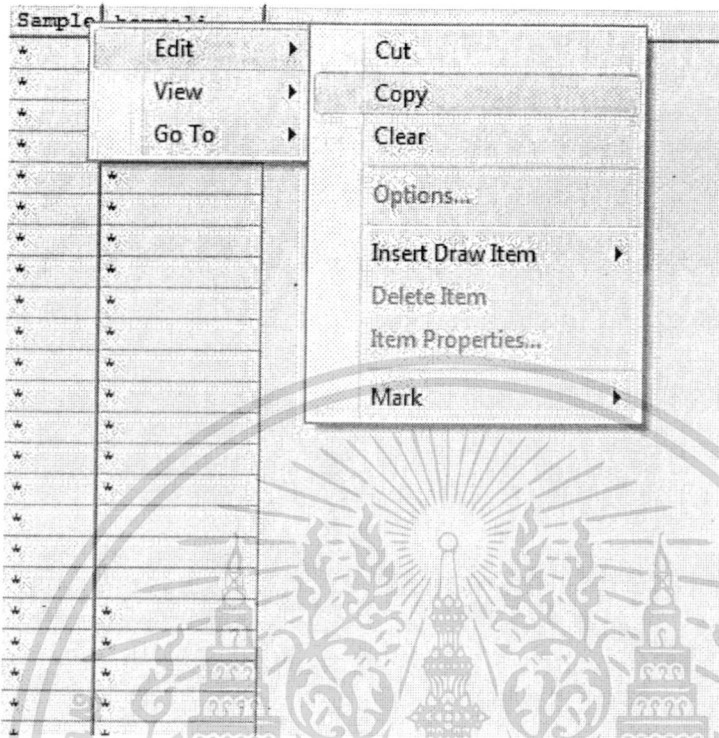
รูปที่ 4.51 การกำหนดแบบจำลองที่ใช้ในการทำนาย

4.8.6 นำข้อมูลจากการทำนายไปคำนวณในExcel โดย คลิกขวาที่Sample >Edit >Copy > เปิด โปรแกรม Excel >Paste รูปที่ 4.52 จะเป็นผลการทำนาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา 49 ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

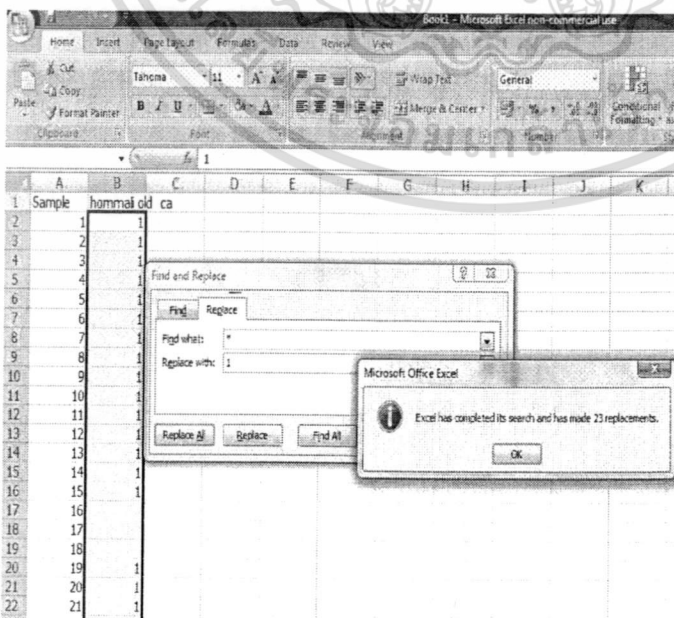


Classification Table



รูปที่ 4.52 ผลการทำงาน

4.8.7 ทำการเปลี่ยนเครื่องหมาย*ในSample เป็นตัวเลขและทำการรันตัวเลข จากนั้นทำการเปลี่ยนเครื่องหมาย*ใน ข้อมูลข้าว (hommali old cal) โดยทำการคลิกคลุมข้อมูลทั้งหมดแล้วกด Replace >Find What เลือก* > Replace With เลือก 1 > Replace All >OK รูปที่ 4.53



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับรูปที่ 4.53 ค่าตัวเลขในการทำน่าย ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.8.8 ทำการคำนวณใน Microsoft Excel ตัวอย่างการคำนวณซ้ำขาวดอกมะลิ105 จำนวน 260 เมล็ด

- 1.ทำการนับจำนวนตัวเลข เลข1แสดงว่า เป็น Correct
- 2.นำจำนวน 260 – Correct จะเป็นจำนวน False
- 3.นำจำนวน $100 * (280 - \text{Correct}) / 260$ จะเป็นจำนวน% False
- 4.นำจำนวน $100 - \% \text{ False}$ จะเป็นจำนวน% Correct
- 5.บันทึกผลในตาราง ดังรูปที่ 4.54

	A	B	C	D	E	F
277	276	1				
278	277	1				
279	278					
280	279	1	FALSE	FALSE	correct	
281	correct	220	59	21.15	78.85	
282	280	1				
283	281	1				
284	282					
285	283	1				
286	284	1				
287	285	1				
288	286	1				
289	287	1				
290	288	1				
291	289	1				
292	290	1				
293	291	1				
294	292	1				

รูปที่ 4.54 ผลการคำนวณซ้ำขาวมะลิ105

4.8.9 ตัวอย่างการคำนวณซ้ำเจ้าชัชนาท1 จำนวน 800 เมล็ด

- 1.ทำการนับจำนวนตัวเลข เลข1แสดงว่า เป็น Correct (นับผิด)
- 2.นำจำนวน 800 – Correct (นับผิด) จะเป็นจำนวน Correct (นับถูก)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 3.นำจำนวน $100 * (800 - \text{Correct (นับผิด)}) / 800$ จะเป็นจำนวน% Correct (ทำนายว่าไม่ใช่ข้าวชาวดอกมะลิ 105)
- 4.นำจำนวน $100 - \% \text{ Correct}$ (ทำนายว่าไม่ใช่ข้าวชาวดอกมะลิ105) จะเป็นจำนวน% False (ทำนายว่าเป็นข้าวชาวดอกมะลิ105)
- 5.ข้าวพันธุ์เจ้าสุพรรณบุรี1 และข้าวพันธุ์เจ้าปทุมธานีจะคำนวณเหมือนกับข้าวพันธุ์เจ้าชัยนาท1
- 6.บันทึกผลในตาราง ดังรูปที่ 4.55

	A	B	C	D	E	F
1114	1112	1				
1115	1113					
1116	1114	1				
1117	1115	1				
1118	1116					
1119	1117					
1120	1118	1				
1121	1119		correct	correct	FALSE	
1122	correct	630	210	25	75	
1123	1120					
1124	1121					
1125	1122					
1126	1123					
1127	1124					
1128	1125					
1129	1126					
1130	1127					
1131	1128					
1132	1129					

รูปที่ 4.55 ผลการคำนวณข้าวชัยนาท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา 52 ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
ผลการวิจัย

ตารางที่ 5.1 การคัดแยกพันธุ์ข้าวโดยใช้แบบจำลอง morphology ของพันธุ์ข้าวชาวดอกมะลิ105 เก้า (ข้าวชาวมะลิ 105เก้า val, ชัยนาท1เก้า, สุพรรณบุรี1เก้า, ปทุมธานี1เก้า)

%Classification										
Parameter	ชาวดอกมะลิ105		ชัยนาท1		สุพรรณบุรี1		ปทุมธานี1		รวม	
	ถูก	ผิด	ถูก (ไม่ใช่ข้าว ชาวดอก มะลิ105)	ผิด (กำหนด เป็นข้าวชา วดอก มะลิ 105)	ถูก (ไม่ใช่ข้าว ชาวดอก มะลิ105)	ผิด (กำหนด เป็นข้าวชา วดอก มะลิ 105)	ถูก (ไม่ใช่ข้าว ชาวดอก มะลิ105)	ผิด (กำหนด เป็นข้าวชา วดอก มะลิ 105)	ถูก	ผิด
All	78.85	21.15	25.00	75.00	100.00	0.00	76.67	23.33	63.38	31.62
Area, perimeter, Int.dens	87.46	12.54	20.00	80.00	100.00	0.00	59.76	40.24	62.67	37.33

All หมายถึง Area, Perimeter, Roundness, Elongation, Ferret Diameter, Compactness, Integrated Density, Major Axis Length, Minor Axis Length, Red, Green, Blue, Hue, Saturation, Intensity

ตารางที่ 5.2 การคัดแยกพันธุ์ข้าวโดยใช้แบบจำลอง morphology ของพันธุ์ข้าวชาวดอกมะลิ105ใหม่ (ข้าวชาวมะลิ 105ใหม่ val, ชัยนาทใหม่, สุพรรณบุรีใหม่, ปทุมธานีใหม่)

%Classification										
Parameter	ชาวดอกมะลิ105		ชัยนาท1		สุพรรณบุรี1		ปทุมธานี1		รวม	
	ถูก	ผิด	ถูก (ไม่ใช่ข้าว ชาวดอก มะลิ105)	ผิด (กำหนดเป็น ข้าวชาวดอก มะลิ105)	ถูก (ไม่ใช่ข้าว ชาวดอก มะลิ105)	ผิด (กำหนดเป็น ข้าวชาวดอก มะลิ105)	ถูก (ไม่ใช่ข้าว ชาวดอก มะลิ105)	ผิด (กำหนดเป็น ข้าวชาวดอก มะลิ105)	ถูก	ผิด
All	72.40	27.60	16.07	83.93	100	0	78.28	21.72	65.53	34.47
Area,perimeter Int.dens	87.46	12.54	16.07	83.93	99.52	0.48	76.73	23.27	66.43	33.57

All หมายถึง Area, Perimeter, Roundness, Elongation, Ferret Diameter, Compactness, Integrated Density, Major Axis Length, Minor Axis Length, Red, Green, Blue, Hue, Saturation, Intensity

ตารางที่ 5.3 การคัดแยกพันธุ์ข้าวโดยใช้แบบจำลอง color ของพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ105เก่า (ข้าวขาวดอกมะลิ105เก่า val, ชัยนาทเก่า, สุพรรณบุรีเก่า, ปทุมธานีเก่า)

%Classification										
Parameter	ขาวดอกมะลิ105		ชัยนาท		สุพรรณบุรี		ปทุมธานี		รวม	
	ถูก	ผิด	ถูก (ไม่ใช่ข้าว ขาวดอก มะลิ105)	ผิด (กำหนดเป็น ข้าวขาวดอก มะลิ105)	ถูก (ไม่ใช่ข้าว ขาวดอก มะลิ105)	ผิด (กำหนดเป็น ข้าวขาวดอก มะลิ105)	ถูก (ไม่ใช่ข้าว ขาวดอก มะลิ105)	ผิด (กำหนดเป็น ข้าวขาวดอก มะลิ105)	ถูก	ผิด
All	80.65	19.35	25.03	74.97	55.71	44.29	33.33	66.67	42.28	57.72
Red,Green,Blue, Intensity	84.23	15.77	18.36	81.64	51.55	48.45	27.74	72.26	37.71	62.29

All หมายถึง Area, Perimeter, Roundness, Elongation, Ferret Diameter, Compactness, Integrated Density, Major Axis Length, Minor Axis Length, Red, Green, Blue, Hue, Saturation, Intensity

ตารางที่ 5.4 การคัดแยกพันธุ์ข้าวโดยใช้แบบจำลอง color ของพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ105 ใหม่ (ข้าวขาวดอกมะลิ105 ใหม่ val, ชัยนาทใหม่, สุพรรณบุรีใหม่, ปทุมธานีใหม่)

%Classification										
Parameter	ขาวดอกมะลิ105		ชัยนาท		สุพรรณบุรี		ปทุมธานี		รวม	
	ถูก	ผิด	ถูก (ไม่ใช่ข้าว ขาวดอก มะลิ105)	ผิด (กำหนดเป็น ข้าวขาวดอก มะลิ105)	ถูก (ไม่ใช่ข้าว ขาวดอก มะลิ105)	ผิด (กำหนดเป็น ข้าวขาวดอก มะลิ105)	ถูก (ไม่ใช่ข้าว ขาวดอก มะลิ105)	ผิด (กำหนดเป็น ข้าวขาวดอก มะลิ105)	ถูก	ผิด
All	83.87	16.13	51.61	48.39	39.17	60.83	40.00	60.00	47.61	52.39
Red, Green, Blue, Intensity	88.17	11.83	46.84	53.16	35.12	64.88	35.24	64.76	43.96	56.04

All หมายถึง Area, Perimeter, Roundness, Elongation, Ferret Diameter, Compactness, Integrated Density, Major Axis Length, Minor Axis Length, Red, Green, Blue, Hue, Saturation, Intensity

ตารางที่ 5.5 การคัดแยกพันธุ์ข้าวโดยใช้แบบจำลอง morphology กับ color ของพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105 เก้า (ข้าวขาวดอกมะลิ 105 เก้า, ชัยนาท 1 เก้า, สุพรรณบุรี 1 เก้า, ปทุมธานี 1 เก้า)

%Classification										
Parameter	ขาวดอกมะลิ 105		ชัยนาท 1		สุพรรณบุรี 1		ปทุมธานี 1		สรุป	
	ถูก	ผิด	ถูก (ไม่ใช่ขาวดอกมะลิ 105)	ผิด (กำหนดขาวดอกมะลิ 105)	ถูก (ไม่ใช่ขาวดอกมะลิ 105)	ผิด (กำหนดขาวดอกมะลิ 105)	ถูก (ไม่ใช่ขาวดอกมะลิ 105)	ผิด (กำหนดขาวดอกมะลิ 105)	ถูก	ผิด
All	80.38	19.62	100.00	0.00	100.00	0.00	100.00	0.00	98.08	1.92
Area, Perimeter										
Int.dens, Red, Green	84.62	15.38	100.00	0.00	100.00	0.00	100.00	0.00	98.50	1.50
Blue, Intensity										
Int.dens, Red, Green										
Blue, Intensity	85.38	14.62	100.00	0.00	100.00	0.00	100.00	0.00	98.57	1.43
Int.dens, Red, Green	88.08	11.92	100.00	0.00	100.00	0.00	100.00	0.00	98.83	1.17
Int.dens, Red	90.00	10.00	100.00	0.00	100.00	0.00	100.00	0.00	99.02	0.98

All หมายถึง Area, Perimeter, Roundness, Elongation, Ferret Diameter, Compactness, Integrated Density, Major Axis Length, Minor Axis Length, Red, Green, Blue, Hue, Saturation, Intensity

ตารางที่ 5.6 การคัดแยกพันธุ์ข้าวโดยใช้แบบจำลอง morphology กับ color ของพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105 ใหม่ (ขาวดอกมะลิ 105 ใหม่, ชัยนาท 1 ใหม่, สุพรรณบุรี 1 ใหม่, ปทุมธานี 1 ใหม่)

%Classification

Parameter	ขาวดอกมะลิ 105		ชัยนาท 1		สุพรรณบุรี 1		ปทุมธานี 1		สรุป	
	ถูก	ผิด	ถูก (ไม่ใช่ขาวดอกมะลิ 105)	ผิด (กำหนดขาวดอกมะลิ 105)	ถูก (ไม่ใช่ขาวดอกมะลิ 105)	ผิด (กำหนดขาวดอกมะลิ 105)	ถูก (ไม่ใช่ขาวดอกมะลิ 105)	ผิด (กำหนดขาวดอกมะลิ 105)	ถูก	ผิด
Area, Perimeter	73.85	26.15	100.00	0.00	100.00	0.00	100.00	0.00	97.44	2.56
t.dens, Red, Green	77.69	22.31	100.00	0.00	100.00	0.00	100.00	0.00	97.82	2.18
ue, Intensity										
t.dens, Red, Green										
ue, Intensity	78.85	21.15	100.00	0.00	100.00	0.00	100.00	0.00	97.93	2.07
t.dens, Green										
ensity	81.54	18.46	100.00	0.00	100.00	0.00	100.00	0.00	98.20	1.80
t.dens, Green	83.46	16.54	100.00	0.00	100.00	0.00	100.00	0.00	98.38	1.62

All หมายถึง Area, Perimeter, Roundness, Elongation, Ferret Diameter, Compactness, Integrated Density, Major Axis Length, Minor Axis Length, Red, Green, Blue, Hue, Saturation, Intensity

บทที่ 6

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

6.1 สรุปผลการวิจัย

จากผลการทดลองเมื่อนำข้อมูลพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ105 จำนวน 800 เมล็ดมาสร้างโมเดล โดยแบ่งข้าวขาวดอกมะลิ 105จำนวน 800เมล็ดเป็น 2 ชุด คือชุด Calibration set จำนวน 540 เมล็ด กับชุด Validation set จำนวน 260เมล็ด โดยเลือกชุดข้อมูลทีละ 40เมล็ด เป็นชุด Calibration set สลับกันทีละ 20 เมล็ดเป็นชุด Validation set และ 20 เมล็ดสุดท้ายให้อยู่ในชุด Calibration set และนำชุด Calibration set ไปสร้างโมเดลโดยใช้ โปรแกรม Unscrambler จากนั้นข้อมูลในส่วนของ Validation set รวมกับจำนวนเมล็ดข้าวทั้งสามพันธุ์ คือ ชัยนาท1สุพรรณบุรี 1 และปทุมธานี อย่างละ 800 เมล็ด รวมเป็น 2660เมล็ด เพื่อนำไปทำนายโดยใช้โมเดลที่สร้างขึ้นด้วยชุดข้อมูล Calibration set

การสร้างแบบจำลองโดยใช้ Morphology ร่วมกับ Color ได้ผลดีกว่าแยกทำอย่างใดอย่างหนึ่ง แบบจำลองพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105 เก้า สามารถคัดตัวเองได้ถูกสูงสุดถึง 90.00 % สามารถจำแนกข้าวพันธุ์อื่นว่าไม่ใช่ข้าวขาวดอกมะลิ105ได้ 100% โดยตัวแปรที่มีผลต่อการจำแนกคือ Integrated Density (ผลคูณของระดับสีเทาเฉลี่ยกับจำนวน Pixel ของวัตถุ) และ ค่าสีแดง แบบจำลองพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105 ใหม่ สามารถคัดตัวเองได้ถูกสูงสุดถึง 83.46 % สามารถจำแนกข้าวพันธุ์อื่นว่าไม่ใช่ข้าวขาวดอกมะลิ105ได้ 100% โดยตัวแปรที่มีผลต่อการจำแนก Integrated Densityและ ค่าสีเขียว

6.2 ข้อเสนอแนะ

1. ควรใช้เมล็ดในการทดสอบมากกว่าเดิม
2. ควรมีห้องมืดสำหรับถ่ายภาพและอุปกรณ์เสริมชุดของกล้อง เช่น เลนส์ซูม เพื่อให้สะดวกต่อการถ่ายภาพ
3. ควรวิเคราะห์โดยใช้ลักษณะพื้นผิว (Surface texture) ของเมล็ดข้าวเพิ่มเติมเพื่อให้การคัดแยกมีประสิทธิภาพมากขึ้น

เอกสารอ้างอิง

1. นลินรัตน์ สุภวันต์ 2554. ข้าว ในภาวะเศรษฐกิจการเกษตร ประจำปีเดือนตุลาคม 2554. วารสารเศรษฐกิจการเกษตร 57(659) 12-20.
2. DNA TECHNOLOGY LABORATORY (2012) การตรวจสอบการปลอมปนพันธุ์ข้าว
http://dnatec.kps.ku.ac.th/index.php?option=com_content&view=article&id=129:2011-06-18-07-47-11&catid=28:service-dnatec&Itemid=116
3. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ และ สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม 2545. คุณภาพข้าวและการตรวจสอบข้าวปนในข้าวหอมมะลิไทย. พิมพ์ครั้งที่ 1 บ. จีรวัฒน์เอ็กซ์เพรส จำกัด
4. งามชื่น คงเสรี, 2555. กลยุทธ์การเพิ่มศักยภาพการส่งออกสู่ตลาดคุณภาพ
http://library.uru.ac.th/webdb/images/rice_potential_development.html
5. สำนักวิจัยและพัฒนาข้าว กรมการข้าว (2555) วิทยาการก่อนและหลังการเก็บเกี่ยว: คุณภาพข้าว จากองค์ความรู้เรื่องข้าว <http://www.brrd.in.th/rkb/postharvest/index.php-file=content.php&id=6.htm>
6. กรมวิชาการเกษตรและคณะ. 2547. คุณภาพและการตรวจสอบข้าวหอมมะลิไทย. กรุงเทพฯ : บริษัทจีรวัฒน์เอ็กซ์เพรส จำกัด.
7. อัญชลี ประเสริฐศักดิ์. 2543. เอกสารประกอบคำบรรยายเทคนิคการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าว ตามโครงการปรับปรุงประสิทธิภาพและคุณภาพผลผลิตการเกษตรของสถาบันเกษตรกร ปี 2543 วันที่ 22-25 พฤษภาคม 2543 ณ โรงแรมตรัง กรุงเทพฯ. กรุงเทพฯ : ศูนย์วิจัยพันธุ์ข้าวปทุมธานี.
8. Nakhonsawan Rice Seed Center. 2007. การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ข้าว. [Online]. Available : <http://seedcenter15.doae.go.th/LibraRiceSeeds/Store/LibStores-00.html>.
9. ปานมนัส ศิริสมบุญ. 2538. เอกสารประกอบการสอนวิชา Physical and Engineering Properties of Biological Materials. กรุงเทพฯ : คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
10. S.Majumdar and D.S. Jayas. 2000. Classification of Cereal Grains Using Machine Vision: II. Color Models. American Society of Agricultural Engineer. 43(6) : 1677-1680.
11. UTHSCA. 2002. Image Tool Version3.0. [Online]. Available :<http://ddsdx.uthscsa.edu/dig/download.html>.
12. สิทธิโชค ยอดระยับ. 2550. การเขียนโปรแกรมด้วย Digital Image Processing ด้วย Visual Basic. กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น)
13. Yadav B.K. and Jindal V.K.. 2007. "Modeling changes in milled rice (*Oryza sativa* L.) kernel dimensions during soaking by image analysis. Journal of food Engineering. 80. 359-369.
14. Sakai N., Yonekawa S., Matsuzaki A., Morishima H. 1996. "Two-dimensional image analysis of the shape of rice and its application to separating varieties" Journal of Food Engineering, 27(4), 397-407.

15. Majumdar S. and Jayas D.S. 2000. "Classification of Cereal Grains Using Machine Vision: I. Morphology Models" Transactions of the ASAE, 43(6): 1669- 1675.
16. Majumdar S. and Jayas D.S. 2000. "Classification of Cereal Grains Using Machine Vision: II. Color Models" Transactions of the ASAE, 43(6): 1677- 1680.
17. Majumdar S. and Jayas D.S. 2000. "Classification of Cereal Grains Using Machine Vision: III. Texture Models" Transactions of the ASAE, 43(6): 1681- 1687.
18. Majumdar S. and Jayas D.S. 2000. "Classification of Cereal Grains Using Machine Vision: IV. Combined Morphology, Color, and Texture Models" Transactions of the ASAE, 43(6): 1689- 1694.
19. Jha S.N., Chopra Sangeeta and Kingsly A.R.P. 2007. "Modeling of color values for nondestructive evaluation of maturity of mango" Journal of food Engineering. 78(1) 22-26.

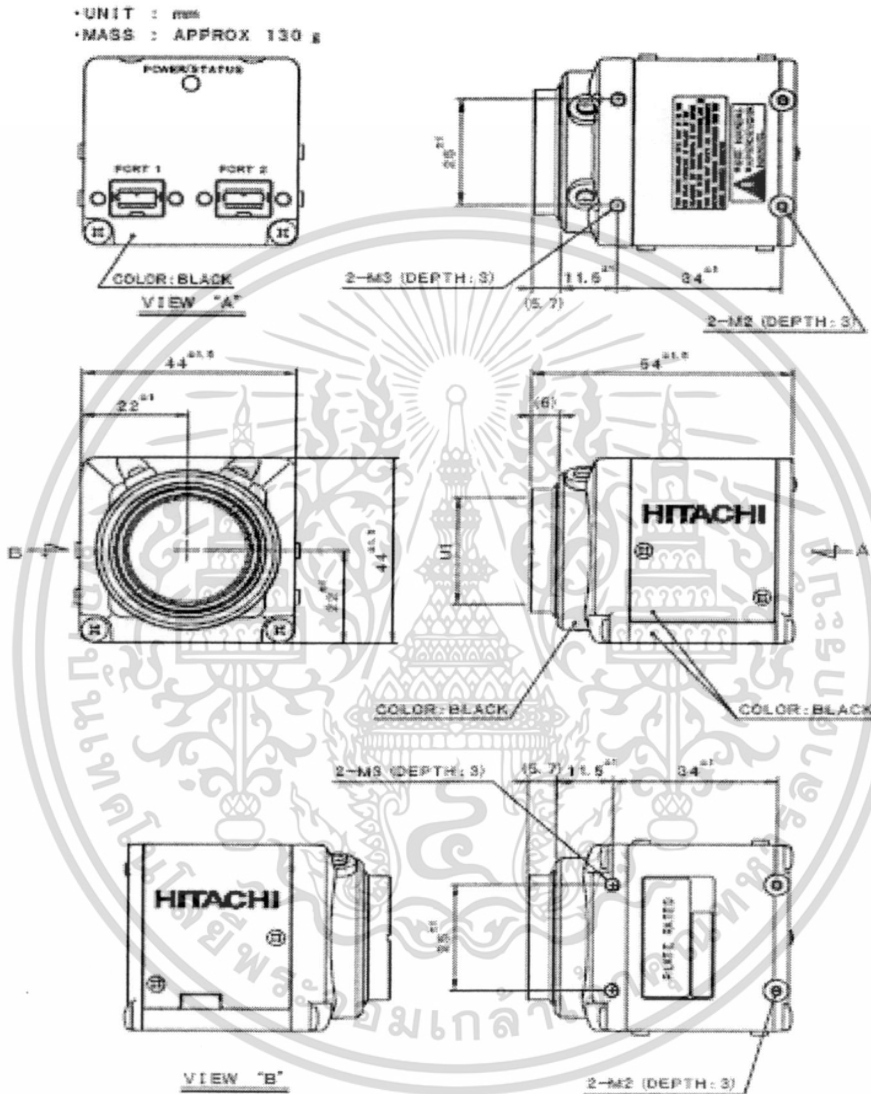




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา **60** ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.1

Dimensions ของกล้อง Hitachi KP-FD32F



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.2

Specifications ของกล้อง Hitachi (เฉพาะรุ่น KP-FD32F)

Specifications of KP-FD140F/F140F/FD32F/F32F/F83F are showing.

	KP-FD140F/F140F	KP-FD32F/F32F	KP-F83F
1) Imaging device	1/2-inch interline CCD		1/3-inch interline CCD
Total pixels	1434 (H) x 1050 (V)	692(H) x 504(V)	1079(H) x 789(V)
Effective pixels	1392 (H) x 1024 (V)	656(H) x 492(V)	1034(H) x 779(V)
Pixel size	4.65 μ m (H) x 4.65 μ m (V)	9.9 μ m (H) x 9.9 μ m (V)	4.65 μ m (H) x 4.65 μ m (V)
Color filter	RGB primary color mosaic filters (FD140/FD32F)		
2) Scanning system	Progressive scan		
3) Synchronization	Internal / external (auto selection)		
4) Video signal output			
Interface	IEEE1394.b (FireWire800)		
Protocol	IEEE1394-based Digital Camera Specification Version 1.31 compliant		
Transfer rate	800 / 400 / 200Mbps		
Image format	RGB24 / RGB48 / YUV4:2:2 / RAW8 / RAW16 for FD140F/FD32F MONO8 / MONO16 for all model		
Image size	1360(H) x 1024(V) 1280(H) x 960(V) 1024(H) x 768(V) 800(H) x 600(V) 640(H) x 480(V)	656(H) x 492(V) 640(H) x 480(V)	1024(H) x 768(V) 800(H) x 600(V) 640(H) x 480(V)
Frame rate	15fps (1360 x 1024)	60fps (656 x 492)	30fps (1024 x 768)
5) Standard sensitivity	2000lx F5.6 : KP-FD32F/F32F, 2000lx F8 : KP-FD140F/F140F/F83F		
6) Minimum illumination	10lx (F1.4 Gain Max) : KP-FD32F/F32F, 5lx (F1.4 Gain Max) : KP-FD140F/F140F/F83F		
7) Gain	Auto / Manual (0dB to 18dB)		
8) Electric shutter	Auto (AES) / Manual (VARIABLE) 1/100,000 second to 10 second		
9) External trigger shutter			
Mode	Fixed shutter (Mode0), One trigger (Mode1) Reset control (Mode14), VD Sync (Mode15)		
Input	Via IEEE1394 cable (Software trigger) Our company original method (Hardware trigger)		
10) Power supply	Approx. 4.1W (DC+12V)	Approx. 3.5W (DC+12V)	Approx. 3.2W (DC+12V)
11) White balance	ATW / MANUAL / One-Push (FD140F/FD32F)		
12) Gamma	OFF / LUT		
13) Masking	OFF / ON (6 color independent masking)		
14) Saturation	Adjustable (FD140F/FD32F)		
15) Sharpness	Adjustable		
16) Brightness	Adjustable		
17) Time stamp	OFF/ON		
18) Cycle timer sync	OFF/ON		
19) Daisy chain	Possible. Even if there is no repeater. If two are connected, the frame rate become half.		
20) Lens mount	C mount (Flange-back adjustment)		
21) Power supply	DC+8V to +30V (Via IEEE1394 cable)		
22) Ambient temperature			
Operating	-10°C to +50°C, 30 to 80%RH Note: If operated continuously, be sure to use at 0°C to +40°C (104F) for long term stable performance.		
Storage	-20°C to +60°C / 20 to 90%RH		
23) Vibration endurance	68.56m/s ² (10 to 200Hz 30 minutes each on XYZ axes) *Please do not add the strong vibration over long time.		
24) Shock endurance	490.3m/s ² (vertical, horizontal, once each faze)		
25) Dimensions	44(W) x 44(H) x 54(D)mm (not including lens)		
26) Mass	Approx. 130g (not including lens)		
27) Standard composition	Camera, CD-ROM (Operation manual, Driver, SDK), Composition		

ภาคผนวก ก.3

สเปคของมัลติมิเตอร์ (FLUKE 79)

Fluke 70/20 Series III	70/73	21/75	23/71	26/79
True-RMS ac readings so you get the correct measurement even when harmonics are present.				•
Features a default Autorange mode that's easy to change to manual by simply touching the RANGE button.	•	•	•	•
Extremely rugged overmolded case provides body armor for your meter. (*The model 70/73 features a rugged, durable, removable holster with Flex-Stand™.)	*	•	•	•
New ergonomic styling fits in your hand perfectly.		•	•	•
Large, high contrast, easy-to-read digital display with an analog bar graph.		•	•	•
Automatic Touch-Hold® automatically triggers the meter to capture stable non-zero readings freeing you to focus on the test probes.	•	•	•	•
Meets IEC 1010 safety standards for 600V CAT III. Protected from overvoltage transients to 6 kV per IEC 1010-1.		•		
Meets IEC 1010 safety standards for 600V CAT III and 1000V CAT II applications. Protected from overvoltage transients to 6 kV per IEC 1010-1.			•	•
Meets IEC 1010 safety standards for 600V CAT II. Protected from overvoltage transients to 4 kV per IEC 1010-1.	•			

DCV **Maximum Voltage: 1000V**

Basic Accuracy: 0.3%

Maximum Resolution: 0.1 mV

ACV **Maximum Voltage: 1000V**

Basic Accuracy: 1.5%

Maximum Resolution: 0.1 mV

DC & AC **current Maximum Amps: 10A continuous**

Maximum Resolution: 0.001 mA

Resistance **Max Resistance: 40 MΩ**

Basic Accuracy: 0.4%

Maximum Resolution: 0.01 Ω

Capacitance 0.01 nF -9,999 μ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลประวัติคณะผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล รองศาสตราจารย์ ดร. ปานมนัส ศิริสมบุรณ์

หน้าที่การงานปัจจุบัน (อาจารย์/เจ้าหน้าที่ /นักวิจัย /นักศึกษาระดับ...../อื่น ๆ)

ตำแหน่ง รองศาสตราจารย์

ประวัติการศึกษาสูงสุด

ชื่อย่อปริญญา	สาขา	สถาบันที่จบ	ปีที่จบ
วศ.บ.	วิศวกรรมเกษตร	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	พ.ศ.2523
M.Eng.	Farm machinery and management	Asian Institute of Technology (Thailand)	พ.ศ. 2527
Ph.D.	Agric. Science	United Graduate School of Kagoshima University (Saga University), Japan.	พ.ศ.2544

สถานที่ติดต่อ หลักสูตรวิศวกรรมเกษตร สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520 โทรศัพท์ 02-3298000 ต่อ 5120, 5008 โทรสาร 02-3298336 E-mail kspanman@kmitl.ac.th

ประสบการณ์วิจัยหรือสาขาที่ชำนาญ

สมบัติทางกายภาพและวิศวกรรมของวัสดุเกษตรและอาหาร

สมบัติทางเนื้อสัมผัสของวัสดุเกษตรและอาหาร

การตรวจสอบคุณภาพของวัสดุเกษตรและอาหารโดยใช้ Near Infrared Spectroscopy

เทคโนโลยีการขนถ่ายวัสดุ

๑๖.๑ ผลงาาน

ผลงาานวิจัย/งานสร้าสรค้สิ่งประดษฐ์ลัทธิบัฎร (ไปรตรระบู้ให้ชัดเจาน)

๑๖.๑.๑ งานวิจัย (ไปรตรระบู้ชื่อโครงการวิจัย คณะผู้ดำเนินการ แหล่งทุน งบประมาณบู้ที่ได้รับบการสนับสนุนและบู้ที่แล้วเสร้จ)

ชื่อโครงการวิจัย	ปีทีเริมโครงการ	ระยยะเวถา (ปี)	หัวหน้าโครงการ	ผู้ร่วมวิจัย	งบประมาณ (บาท)	แหล่งทุน
การวิเคราะห์ปริมาณเกลือของปลาซาร์ดีนในอุตสาหกรรมผลิตปลาซาร์ดีนกระป๋องด้วยเทคนิคเนียร์อินฟราเรดสเปกโทรสโกปี	2556	2	รศ.ดร.ปานมนัส ศรีสมบูรณ์	ผศ.ดร.พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์	924000	ทุนพัฒนานักวิจัยกองทุนวิจัยสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
การพัฒนาเทคนิคการวัดปริมาณน้ำมันและสมบัติเชิงความร้อนของซีเมนต์โดยวิธีไม่ทำลายด้วยเนียร์อินฟราเรดสเปกโทรสโกปี: กรณีศึกษา เนื้อ โนมเมสต์สุญ์ดำ	2556	1	รศ.ดร.ปานมนัส ศรีสมบูรณ์	นายเจษฎา โพธิ์สม	270000	โครงการทุนวิจัยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีศว. สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
การวิเคราะห์สารแอมมอะมิโนบิวทริกแอซิดหรือสารกาบาในซ้ากถ่ล่อกด้วยเทคนิคเนียร์อินฟราเรดสเปกโทรสโกปี	2555	1.5	รศ.ดร.ปานมนัส ศรีสมบูรณ์		1,207,000	งบประมาณแผ่นดิน

ชื่อโครงการวิจัย	ปีที่เริ่มโครงการ	ระยะเวลา (ปี)	หัวหน้าโครงการ	ผู้ร่วมวิจัย	งบประมาณ (บาท)	แหล่งทุน
การวิเคราะห์ปริมาณเกลือของปลาซาร์ดีนในอุตสาหกรรมผลิตปลาซาร์ดีนกระป๋องด้วยเทคนิคเอนิเมชันฟราสแตกโครสโทปี	2556	2	รศ.ดร.ปานมนัส ศิริสมบุญรัตน์	ศศ.ดร.พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์	924000	ทุนพัฒนานานักวิจัยกองทุนวิจัยสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
การพัฒนาเทคนิคการวัดปริมาณน้ำมันและสมบัติเชิงความร้อนของชีวมวลโดยวิธีไม่ทำลายด้วยเอนิเมชันฟราสแตกโครสโทปี: กรณีศึกษาเนื้อในเมล็ดสตูต้า	2556	1	รศ.ดร.ปานมนัส ศิริสมบุญรัตน์	นายเจษฎา โพธิ์สม	270000	โครงการทุนวิจัยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีภาคตะวันออกเฉียงเหนือ
การวิเคราะห์ปริมาณไทโตปีนในเนื้อแดงโมด้วยเทคนิคที่ไม่ทำลายด้วยวิธีเอนิเมชันฟราสแตกโครสโทปี	2554	1	รศ.ดร.ปานมนัส ศิริสมบุญรัตน์	-	242,500	งบประมาณแผ่นดิน วช.
การวิเคราะห์ปริมาณเนื้อเยื่อแห้งในน้ำยางสดและน้ำยางข้น โดยการวัดที่ต้นยางพาราโดยตรงด้วยวิธีไม่ทำลายโดยใช้เทคนิคเอนิเมชันฟราสแตกโครสโทปี	2553	2	รศ.ดร.ปานมนัส ศิริสมบุญรัตน์	นางวารุณี ธนะเพชญ์	744,000	งบประมาณแผ่นดิน วช. และ สกอ.
เครื่องทำแห้งเนื้อมะพร้าวด้วยความร้อนสูงอุณหภูมิความร้อนกับคลื่นอินฟราเรดเพื่อการผลิตน้ำ	2553	1	รศ.ดร.ปานมนัส ศิริสมบุญรัตน์	ศศ.ดร.พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์	59,000	เงินรายได้คณะวิศวกรรมศาสตร์ สจล

ชื่อโครงการวิจัย	ปีที่เริ่มโครงการ	ระยะเวลา (ปี)	หัวหน้าโครงการ	ผู้ร่วมวิจัย	งบประมาณ (บาท)	แหล่งทุน
การวิเคราะห์ปริมาณเกลือของปลาซาร์ดีนในอุตสาหกรรมผลิตปลาซาร์ดีนกระป๋องด้วยเทคนิคเนียร์อินฟราเรดสเปกโทรสโกปี	2556	2	รศ.ดร.ปานมนัส ศิริสมบุญ	ผศ.ดร.พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์	924000	ทุนพัฒนานักวิจัยกองทุนวิจัยสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
การพัฒนาเทคนิคการวัดปริมาณน้ำมันและสมบัติเชิงความร้อนของชีวมวลโดยวิธีไม่ทำลายด้วยเนียร์อินฟราเรดสเปกโทรสโกปี: กรณีศึกษา เนื้อในเมล็ดสตงูค่า	2556	1	รศ.ดร.ปานมนัส ศิริสมบุญ	นายเจษฎา โพธิ์สม	270000	โครงการทุนวิจัยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยี ศว. สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ขึ้นมะพร้าวบริสุทธิ์						
การวิเคราะห์ปริมาณเนื้องอกแห้งและความหนืดของน้ำยางข้นสำหรับห้องปฏิบัติการในโรงงานด้วยวิธีไม่ทำลายโดยใช้เทคนิคเนียร์อินฟราเรดสเปกโทรสโกปี	2552	11 เดือน	รศ.ดร.ปานมนัส ศิริสมบุญ		132,000	สกว.ผ่านอุตสาหกรรมในโครงการวิจัยขนาดเล็กรื่องยางพารา
เครื่องทำแห้งเนื้องอมะพร้าวด้วยความร้อน	2552	1	รศ.ดร.ปานมนัส ศิริสมบุญ	ผศ.ดร.พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์	100,000	เงินรายได้คณะกรรมการศาสตร์ สกต
เครื่องทำแห้งเนื้องอมะพร้าวด้วยความร้อน	2552	1	รศ.ดร.ปานมนัส ศิริสมบุญ	ผศ.ดร.พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์	100,000	เงินรายได้คณะกรรมการศาสตร์

ชื่อโครงการวิจัย	ปีที่เริ่มโครงการ	ระยะเวลา (ปี)	หัวหน้าโครงการ	ผู้ร่วมวิจัย	งบประมาณ (บาท)	แหล่งทุน
การวิเคราะห์ปริมาณเกลือของปลาช่อนในอุตสาหกรรมผลิตปลาช่อนกระป๋องด้วยเทคนิคเนียร์อินฟราเรดสเปกโทรสโกปี	2556	2	รศ.ดร.ปานมนัส ศิริสมบูรณ์	ผศ.ดร.พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์	924000	ทุนพัฒนานักวิจัยของทุนวิจัยสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
การพัฒนาเทคนิคการวัดปริมาณน้ำมันและสมบัติเชิงความร้อนของชีวมวลโดยวิธีไม่ทำลายด้วยเนียร์อินฟราเรดสเปกโทรสโกปี: กรณีศึกษาเนื้อในเมล็ดสตงูดำ	2556	1	รศ.ดร.ปานมนัส ศิริสมบูรณ์	นายเจษฎา โพธิ์สม	270000	โครงการทุนวิจัยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยี สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
สัญญาภาคเพื่อการผลิตน้ำส้มมะพร้าวบริสุทธิ์			สมบูรณ์			สจล
การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อควบคุมระบบการละลายและการนึ่งปลาช่อนเพื่อเพิ่มผลผลิตและคุณภาพปลาช่อนกระป๋อง	2552	1	ผศ.ดร.พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์	รศ.ดร.ปานมนัส ศิริสมบูรณ์ ดร.กิตติศักดิ์ วิทยนันทกิตติ์	1,788,400	สกว. ฝ่ายอุตสาหกรรม
การประเมินดัชนีคุณภาพภายในและภายนอกของส้มโอเพื่อการส่งออกที่ระยะเวลาเก็บรักษาต่างๆกันด้วยวิธีไม่ทำลายโดยใช้เทคนิคเนียร์อินฟราเรดสเปกโทรสโกปี	2551	1	รศ.ดร.ปานมนัส ศิริสมบูรณ์	ดร.ศุมาพร เกษมสำราญ	200,000	ทุนวิจัยมหาวิทยาลัย สกว. สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชื่อโครงการวิจัย	ปีที่เริ่มโครงการ	ระยะเวลา (ปี)	หัวหน้าโครงการ	ผู้ร่วมวิจัย	งบประมาณ (บาท)	แหล่งทุน
การวิเคราะห์ปริมาณเกลือของปลาซาร์ดีนในอุตสาหกรรมผลิตปลาซาร์ดีนกระป๋องด้วยเทคนิคเนียร์อินฟราเรดสเปกโทรสโกปี	2556	2	รศ.ดร.ปานมนต์ ศิริสมบุรณ์	ศศ.ดร.พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์	924000	ทุนพัฒนานักวิจัยกองทุนวิจัยสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
การพัฒนาเทคนิคการวัดปริมาณน้ำมันและสมบัติเชิงความร้อนของขี้มวลโดยวิธีไม่ทำลายด้วยเนียร์อินฟราเรดสเปกโทรสโกปี: กรณีศึกษา เนื้อเนยเมล็ดสนุ่นดำ	2556	1	รศ.ดร.ปานมนต์ ศิริสมบุรณ์	นายเจษฎา โพธิ์สม	270000	โครงการทุนวิจัยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
การออกแบบและพัฒนาเครื่องทำไอศกรีมโดยใช้ระบบทำความเย็นเบื้องต้นที่ความดันสูญญากาศ	2550	1	รศ.ดร.ปานมนต์ ศิริสมบุรณ์	ศศ.ดร.ฉวีวิภา เกียรติระโนวีระ	67,060	เงินรายได้คณะวิศวกรรมศาสตร์ สจล.
การออกแบบและพัฒนาเครื่องผลิตเนยแข็งขนาดเล็ก	2550	1	รศ.ดร.ปานมนต์ ศิริสมบุรณ์	ศศ.วีระชัย ลิ้มพรชัยเจริญ	152,500	เงินรายได้คณะวิศวกรรมศาสตร์ สจล.

๑๖.๑.๒ ผลงานตีพิมพ์ในวารสารวิชาการ (จำแนกระดับชาติและระดับนานาชาติหรือเทียบเท่า)

1. **Panmanas Sirisomboon**: Estimation of higher heating value of biomass in tropical regions, *J. Agricultural Mechanization in Asia, Africa and Latin America*. 22 (2): 81-84 (1991)
2. Pisanu Sirivanichwong, Rachan Pullkit, **Panmanas Sirisomboon** and Pichit Kittinont: A design of orange juice extractor, *Ladkrabang Engineering J.* 13 (1):143-147 (1996) (in Thai)
3. **Panmanas Sirisomboon**, Munehiro Tanaka, Takayoshi Akinaga and Takayuki Kojima: Evaluation of the texture properties of Japanese pear, *J. Texture Studies* 31: 665-677 (2000) (be cited by Thompson A.K.: Fruit ripening conditions. In *Fruit and vegetables-harvesting, handling and storage*. 2nd editions. Blackwell Publishing. UK p. 88 (2003))
4. **Panmanas Sirisomboon**, Munehiro Tanaka, Shuji Fujita and Takayuki Kojima: Relationship between the texture and pectin constituents of Japanese pear, *J. Texture Studies* 31: 679-690. (2000)
5. **Panmanas Sirisomboon**, Munehiro Tanaka, Shuji Fujita, Takayoshi Akinaga and Takayuki Kojima: A simplified method for the determination of total oxalate soluble pectin content in Japanese pear, *J. Food Composition and Analysis* 14: 83-91 (2001)
6. **Panmanas Sirisomboon**, Supasomboon Ungratanakorn, Danai Panchapitayakul: Agricultural Mechanization in Mango Orchard, *King Mongkut's Agricultural Journal* 23(3): 28-40 (2005) (in Thai)
7. **Panmanas Sirisomboon**, Munehiro Tanaka, Shuji Fujita, Takayuki Kojima: Evaluation of pectin constituents of Japanese pear by near infrared spectroscopy, *J. Food Engineering* 78(2): 701-707 (2007)
8. **Panmanas Sirisomboon**, Pimpem Pornchaloempong and Teeranud Romphophak: Physical properties of green soybean: Criteria for sorting, *J. Food Engineering* 79: 18-22 (2007)
9. **P. Sirisomboon**, P. Kitchaiya, T. Pholpho and W. Mahuttanyavanitch: Physical and mechanical properties of *Jatropha curcas* L. fruits, nuts and kernels, *Biosystems Engineering*, 97: 201-207 (2007).
10. **Sirisomboon, P.**, Boonmung, S., Pornchaloempong P., and Pithuncharurnlap, M. A Preliminary Study on Classification of Mango Maturity by Compression Test. *International Journal of Food Properties*, 11: 206-212 (2008)
11. **P. Sirisomboon**, P. Kitchaiya, Physical properties of *Jatropha curcas* L. kernels after heat treatments. *Biosystems Engineering*, 102 (2), 244-250 (2009)
12. **Panmanas Sirisomboon**, Yuki Hashimoto, Munehiro Tanaka. Study on non-destructive evaluation methods for defect pods for green soybean processing by near-infrared spectroscopy. *Journal of Food Engineering*, 93 (4), 502-512 (2009)
13. **P. Sirisomboon**, P. Pornchaloempong. Instrumental textural properties of mango (cv Nam Doc mai) at commercial harvesting time. *International Journal of Food Properties*, 14, 441-449 (2011).

14. T. Pholpho, S. Pathaveerat, **P. Sirisomboon**, Classification of longan fruit bruising using visible spectroscopy. *Journal of Food Engineering*, 104 (1), 169-172 (2011).
15. Areerat Imsil, Ronnarit Rittiron, **Panmanas Sirisomboon** and Varipat Areekul, Classification of Hom Mali rice with different degrees of milling based on physicochemical measurements by principal component analysis. *Kasetsart Journal: Natural Science*, 45(5), 863-873 (2011).
16. **Panmanas Sirisomboon**, Rawiphan Chawbankrang and Apidul Keawkuptong, Evaluation of viscosity and dry rubber content of field and concentrated latex for factory laboratory by near infrared spectroscopy. *Research on NR*, 6, 297-308 (2011).
17. P. Sirisomboon and C. Theamprateep, Physicochemical and Textural Properties of Pomelo (*Citrus maxima* Merr. cv. Kao Num Peung) at Preharvest, Postharvest and During the Commercial Harvest Period. *The Philippine Agricultural Scientist*, 95 (1), 43-52 (2012).
18. **P. Sirisomboon**, R. Lapchareonsuk, Evaluation of the physicochemical and texture properties of pomelo fruit following storage. *Fruits*, 67 (6), 399-414 (2012).
19. **Panmanas Sirisomboon**, Rawiphan Chowbankrang, Phil Williams, Evaluation of apparent viscosity of Para rubber latex by diffuse reflection near infrared spectroscopy. *Applied Spectroscopy*, 66(5), 595-599 (2012).
20. **Panmanas Sirisomboon**, Munehiro Tanaka, Takayuki Kojima, Evaluation of tomato textural mechanical properties. *Journal of Food Engineering*, 111(4), 618-624, 2012.
21. Pornchaloempong, P., **Sirisomboon, P.**, Nunak, N. Mass-volume-area properties of frozen Skipjack tuna. *International Journal of Food Properties*, 15(3), 605-612, 2012.
22. **Panmanas Sirisomboon**, Munehiro Tanaka, Takayuki Kojima, Phil Williams, Nondestructive Estimation of Maturity and Textural Properties on Tomato 'Momotaro' by Near Infrared Spectroscopy. *Journal of Food Engineering*, 112(3), 218-226, 2012.
23. **Panmanas Sirisomboon**, Jetsada Posom, Thermal properties of *Jatropha curcas* L. kernels. *Biosystems Engineering*, 113(4), 402-409, 2012.
24. Tetsuya Inagaki, **Panmanas Sirisomboon**, Chang Liu, Warunee Thanapase, and Satoru Tsuchikawa, High accuracy in-line prediction and feasibility of on-site nondestructive estimation of Para rubber quality by spectroscopic methods. *Journal of Wood Science*, 59(2), 119-126, 2013.
25. C. Dachoupan **Sirisomboon**, R. Putthang, **P. Sirisomboon**, Application of near infrared spectroscopy to detect aflatoxigenic fungal contamination in rice. *Food Control*, 33(1), 207-214, 2013.
26. P. Sirisomboon, A. Kaewkuptong and P. Williams, Feasibility study on the evaluation of the dry rubber content of field and concentrated latex of Para rubber by

diffuse reflectance near infrared spectroscopy. *J. Near Infrared Spectrosc.* 21, 81–88
(2013)

๑๖.๑.๓ ผลงานที่ได้รับการอ้างอิงในวงวิชาการ (จำแนกระดับชาติและระดับนานาชาติหรือ
เทียบเท่า)

Title: Classification of longan fruit bruising using visible spectroscopy

Author(s): Pholpho, T.; Pathaveerat, S.; Sirisomboon, P.

Source: *JOURNAL OF FOOD ENGINEERING* Volume: 104 Issue: 1 Pages: 169-172 DOI: 10.1016/j.jfoodeng.2010.12.011 Published: MAY 2011

Times Cited: 1 (from Web of Science)

Title: Instrumental Textural Properties of Mango (cv Nam Doc Mai) at Commercial Harvesting Time

Author(s): Sirisomboon, P.; Pornchaloempong, P.

Source: *INTERNATIONAL JOURNAL OF FOOD PROPERTIES* Volume: 14 Issue: 2 Pages: 441-449 Article Number: PII 925929434 DOI:

10.1080/10942910903226058 Published: 2011

Times Cited: 2 (from Web of Science)

Title: Study on non-destructive evaluation methods for defect pods for green soybean processing by near-infrared spectroscopy

Author(s): Sirisomboon, Panmanas; Hashimoto, Yuki; Tanaka, Munehiro

Source: *JOURNAL OF FOOD ENGINEERING* Volume: 93 Issue: 4 Pages: 502-512 DOI: 10.1016/j.jfoodeng.2009.02.019 Published: AUG 2009

Times Cited: 6 (from Web of Science)

Title: Physical properties of Jatropha curcas L. kernels after heat treatments

Author(s): Sirisomboon, P.; Kitchaiya, P.

Source: *BIOSYSTEMS ENGINEERING* Volume: 102 Issue: 2 Pages: 244-250 DOI: 10.1016/j.biosystemseng.2008.11.003 Published: FEB 2009

Times Cited: 8 (from Web of Science)

Title: A preliminary study on classification of mango maturity by compression test

Author(s): Sirisomboon, Panmanas; Boonmung, Suwane; Pornchaloempong, Pimpen; et al.

Source: *INTERNATIONAL JOURNAL OF FOOD PROPERTIES* Volume: 11 Issue: 1 Pages: 206-212 DOI: 10.1080/10942910701435430 Published: JAN-MAR 2008

Times Cited: 2 (from Web of Science)

Title: Physical and mechanical properties of Jatropha curcas L. fruits, nuts and kernels

Author(s): Sirisomboon, P.; Kitchaiya, P.; Pholpho, T.; et al.

Source: *BIOSYSTEMS ENGINEERING* Volume: 97 Issue: 2 Pages: 201-207 DOI: 10.1016/j.biosystemseng.2007.02.011 Published: JUN 2007

Times Cited: 42 (from Web of Science)

Title: Physical properties of green soybean: Criteria for sorting

Author(s): Sirisomboon, Panmanas; Pornchaloempong, Pimpen; Romphopphak, Teeranud

Source: *JOURNAL OF FOOD ENGINEERING* Volume: 79 Issue: 1 Pages: 18-22 DOI: 10.1016/j.jfoodeng.2006.01.022 Published: MAR 2007

Times Cited: 16 (from Web of Science)

Title: Evaluation of pectin constituents of Japanese pear by near infrared spectroscopy

Author(s): Sirisomboon, Panmanas; Tanaka, Munehiro; Fujita, Shuji; et al.

Source: *JOURNAL OF FOOD ENGINEERING* Volume: 78 Issue: 2 Pages: 701-707 DOI: 10.1016/j.jfoodeng.2005.11.009 Published: JAN 2007

Times Cited: 12 (from Web of Science)

Title: A simplified method for the determination of total oxalate-soluble pectin content in Japanese pear

Author(s): Sirisomboon, P; Tanaka, M; Fujita, S; et al.

Source: JOURNAL OF FOOD COMPOSITION AND ANALYSIS Volume: 14 Issue:

1 Pages: 83-91 DOI: 10.1006/jfca.2000.0966 Published: FEB 2001

Times Cited: 4 (from Web of Science)

๑๖.๑.๔ ผลงานที่เป็นประโยชน์ต่อภาคประชาสังคม ภาครัฐ ภาคการผลิตและบริการ/ผลงานที่ถูกนำไปใช้ ในภาคประชาสังคม ภาครัฐ ภาคการผลิตและบริการ ทั้งระดับชาติและนานาชาติ หรือเทียบเท่า

เครื่องผลิตเนยแข็งขนาดเล็กที่ประดิษฐ์ขึ้นในการวิจัยเรื่อง การออกแบบและพัฒนาเครื่องผลิตเนยแข็งขนาดเล็ก ได้ถูกนำไปใช้ที่ห้องปฏิบัติการคณะอุตสาหกรรมเกษตร สจล.

๑๖.๑.๕ การจดสิทธิบัตร/สิ่งประดิษฐ์/รางวัล (ถ้ามี) -

๑๖.๑.๖ งานวิทยานิพนธ์ของนิสิตในความดูแลของศูนย์ฯ (โปรดระบุชื่อหัวข้อวิทยานิพนธ์ ชื่อนิสิต และอาจารย์ที่ปรึกษาหลัก, ที่ปรึกษาร่วม, ปีที่เริ่มและปีที่สำเร็จ ทั้งที่อยู่ระหว่างดำเนินการ และที่แล้วเสร็จ โดยจำแนกระดับการศึกษา)

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ชื่อนักศึกษา	อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก	อาจารย์ที่ปรึกษา	ปีที่เริ่มและปีที่สำเร็จ	ระดับการศึกษา
การประเมินคุณภาพทางการรับประทานของข้าวอุตสาหกรรมด้วยเทคนิคเนียร์อินฟราเรดสเปกโทรสโกปี	นาย รวิภัทร ลากเจริญสุข	รศ.ดร. ปาน มนัส ศิริสมบูรณ์		2555- กำลังดำเนินการอยู่	ปริญญาเอก
การวิเคราะห์สารแกมมาอะมิโนบิวทิริกแอซิดหรือสารกาบาและองค์ประกอบทางคุณภาพอื่นในข้าวกล้องงอกด้วยเทคนิคเนียร์อินฟราเรดสเปกโทรสโกปี	นางสาว กรรณพด แก้วสอน	รศ.ดร. ปาน มนัส ศิริสมบูรณ์		2555- กำลังดำเนินการอยู่	ปริญญาเอก
การประเมินสมบัติเชิงความร้อนและปริมาณน้ำมันในเนื้อในเมล็ดสับปะรดดำด้วยเทคนิคเนียร์อินฟราเรดสเปกโทรสโกปี	นาย เฉษฐา ไพธิสม	รศ.ดร. ปาน มนัส ศิริสมบูรณ์		2554- 2556	ปริญญาโท
การประเมินเนื้อสัมผัสของข้าวอุตสาหกรรมด้วยเทคนิคเนียร์อินฟราเรดสเปกโทรสโกปี	นาย อนุรักษ์ สอนสงวน	รศ.ดร. ปาน มนัส ศิริสมบูรณ์		2554- กำลังดำเนินการอยู่	ปริญญาโท
การประเมินความชื้นและสีของข้าว	นาย สมชาย	รศ.ดร. ปาน		2554-	ปริญญาโท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ชื่อ นักศึกษา	อาจารย์ที่ ปรึกษาหลัก	อาจารย์ที่ ปรึกษา ร่วม	ปีที่เริ่ม และปีที่ สำเร็จ	ระดับ การศึกษา
อุตสาหกรรมด้วยเทคนิคเนียร์ อินฟราเรดสเปกโทรสโกปี	กัลตสุข	มนัส ศิริ สมบูรณ์		กำลัง ดำเนิน อยู่	
การจำแนกระดับคุณภาพข้าว อุตสาหกรรมด้วยเทคนิคเนียร์ อินฟราเรดสเปกโทรสโกปี	นางสาว ทรรศิดา กล้าการชาย	รศ.ดร. ปาน มนัส ศิริ สมบูรณ์		2554- กำลัง ดำเนิน อยู่	ปริญญาโท
การตรวจสอบปริมาณเกลือของปลา ชาร์ดินกระป๋องด้วยเทคนิคเนียร์ อินฟราเรดสเปกโทรสโกปี	นางสาว กิ่ง ดาว ชนะ โชติ	รศ.ดร. ปาน มนัส ศิริ สมบูรณ์		2555- กำลัง ดำเนิน อยู่	ปริญญาโท (4+1)
การปรับปรุงแบบจำลองเนียร์ อินฟราเรดสเปกโทรสโกปีเพื่อ วิเคราะห์ปริมาณไลโคพีนและ ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ (ความ หวาน) ของแตงโม (พันธุ์กินรี) ที่ตัด แต่งแล้ว ที่อายุการเก็บเกี่ยวต่างๆ	นาย ศิวตล รัตนโอภา	รศ.ดร. ปาน มนัส ศิริ สมบูรณ์		2555- กำลัง ดำเนิน อยู่	ปริญญาโท
การวิเคราะห์ค่าโปรตีนเชื่อมไฮดรอก ไซด์ของน้ำยางสำหรับ ห้องปฏิบัติการในโรงงานด้วยวิธี ไม่ทำลายโดยใช้เทคนิคเนียร์ อินฟราเรดสเปกโทรสโคปี	นาย อภิชาติ สมผิว	รศ.ดร. ปาน มนัส ศิริ สมบูรณ์		2555- กำลัง ดำเนิน อยู่	ปริญญาโท
การศึกษาองค์ประกอบของน้ำผึ้งที่ ได้มาตรฐานโดยใช้เทคนิคเนียร์ อินฟราเรดสเปกโทรสโคปี	นาย ศุภกิจ ห่อวิมานพร	รศ.ดร. ปาน มนัส ศิริ สมบูรณ์	รศ.ดร. ประกอบ กิจไชยา	2548- 2552	ปริญญาโท
การตรวจสอบความบริสุทธิ์ของส้ม โอพันธุ์ขาวน้ำผึ้งโดยวิธีแบบไม่ ทำลาย ด้วยเทคนิค Near Infrared Spectroscopy	นาย จรูญ พงศ์ เทียม ประทีป	รศ.ดร. ปาน มนัส ศิริ สมบูรณ์	นางวารุณี ธนะแพสย์	2550- 2552	ปริญญาโท
การประเมินสมบัติภายในและ ภายนอกของส้มโอเพื่อการส่งออกที่	นาย รวิภัทร ลาภเจริญสุข	รศ.ดร. ปาน มนัส ศิริ	ดร.ศุมาพร เกษม	2550- 2552	ปริญญาโท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ชื่อนักศึกษา	อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก	อาจารย์ที่ปรึกษา	ปีที่เริ่มและปีที่สำเร็จ	ระดับการศึกษา
ระยะเวลาเก็บรักษาด่างๆกันด้วยวิธีไม่ทำลายโดยใช้เทคนิคเนียร์อินฟราเรดสเปกโตรสโกปี		สมบูรณ์	สำราญ		
การศึกษาองค์ประกอบของน้ำมันหอมระเหยจากเปลือกส้มโอพันธุ์ชาน้ำผึ้งที่อายุการเก็บเกี่ยวและอายุการเก็บรักษาต่างๆ โดยใช้เทคนิคเนียร์อินฟราเรดสเปกโตรสโกปี	นางสาว จิตตรา ดวงช้าง	รศ.ดร. ปานมนัส ศิริสมบูรณ์		2550-2552	ปริญญาโท
การวิเคราะห์ค่าความหนืดของน้ำยางสดและน้ำยางข้นสำหรับห้องปฏิบัติการในโรงงานด้วยวิธีไม่ทำลายโดยใช้เทคนิคเนียร์อินฟราเรดสเปกโตรสโกปี	นางสาว รวิพันธ์ ชาวบ้านกร่าง	รศ.ดร. ปานมนัส ศิริสมบูรณ์		2551-2553	ปริญญาโท
การออกแบบและทดสอบการลดอุณหภูมิเบื้องต้นด้วยน้ำเย็นสำหรับข้าวโพดหวานและแบบจำลองการทำนายอุณหภูมิของข้าวโพดหวานขณะลดอุณหภูมิ	น.ส. พัชรี คล้ายมณี	รศ.ดร. ปานมนัส ศิริสมบูรณ์	ผศ.ดร. พิมพ์เพ็ญพรเฉลิมพงศ์	2551-2553	ปริญญาโท
แบบจำลองสำหรับการทำแห้งเนื้อมะพร้าวชูดเพื่อผลิตน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ด้วยถังทำแห้งสุญญากาศร่วมกับฮีทเตอร์แบบอินฟราเรดแบบมีใบการกวน	นาย มงคล สกุลทอง อร่าม	รศ.ดร. ปานมนัส ศิริสมบูรณ์		2552-2554	ปริญญาโท
การประเมินปริมาณไลโคพีนและปริมาณของแข็งที่ละลายได้ (ความหวาน) ของแตงโม (พันธุ์กินรี) ที่ตัดแต่งแล้ว ที่อายุการเก็บเกี่ยวต่างๆ โดยใช้เทคนิคเนียร์อินฟราเรดสเปกโตรสโกปี	นาย สฤกษ์ เชื้อชาติ	รศ.ดร. ปานมนัส ศิริสมบูรณ์	รศ.ดร. ประกอบกิจไชยา	2552-2555	ปริญญาโท
การวิเคราะห์ปริมาณเนื้ออย่างแห้งของน้ำยางสดและน้ำยางข้นสำหรับห้องปฏิบัติการในโรงงาน	นาย อภิจุลย์ แก้วกับทอง	รศ.ดร. ปานมนัส ศิริสมบูรณ์		2552-2555	ปริญญาโท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ชื่อ นักศึกษา	อาจารย์ที่ ปรึกษาหลัก	อาจารย์ที่ ปรึกษา ร่วม	ปีที่เริ่ม และปีที่ สำเร็จ	ระดับ การศึกษา
ด้วยวิธีไม่ทำลายโดยใช้เทคนิค เนียร์อินฟราเรดสเปกโตรสโคปี					



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้