# การคัดแยกเกรดยางพาราแผ่นรมควันโดยใช้วิธีการประมวลผลด้วยภาพ

# GRADE CLASSIFICATION OF RIBBED SMOKED SHEETS USING IMAGE PROCESSING

วรวุฒิ  กังหัน

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต  สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล
คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ปีการศึกษา  2557

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

# การคัดแยกเกรดยางพาราแผ่นรมควันโดยใช้วิธีการประมวลผลด้วยภาพ

วรวุฒิ กังหัน

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล
คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ปีการศึกษา 2557

| | |
|---|---|
| **หัวข้อวิทยานิพนธ์** | การคัดแยกเกรดยางพาราแผ่นรมควันโดยใช้วิธีการประมวลผลด้วยภาพ |
| **ชื่อ-นามสกุล** | นายวรวุฒิ กังหัน |
| **สาขาวิชา** | วิศวกรรมเครื่องกล |
| **อาจารย์ที่ปรึกษา** | อาจารย์มนูศักดิ์ จานทอง, Dr.-Ing. |
| **ปีการศึกษา** | 2557 |

---

**คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์**

…………………………………………………......ประธานกรรมการ (อาจารย์พิพัฒน์ ปราโมทย์, Ph.D.)

……………………………………………………. กรรมการ
(อาจารย์เกียรติศักดิ์ ศรีตระกูลชัย, Ph.D.)

……………………………………………………..กรรมการ
(อาจารย์ปรัชญา เปรมปราณีรัชต์, Ph.D.)

……………………………………………………..กรรมการ
(อาจารย์มนูศักดิ์ จานทอง, Dr.-Ing.)

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี อนุมัติวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

…………………………………………..คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ศิวกร อ่างทอง, Ph.D.)
วันที่........เดือน............พ.ศ.2558

| | |
|---|---|
| **หัวข้อวิทยานิพนธ์** | การคัดแยกเกรดยางพาราแผ่นรมควันโดยใช้วิธีการประมวลผลด้วยภาพ |
| **ชื่อ-นามสกุล** | นายวรวุฒิ  กังหัน |
| **สาขาวิชา** | วิศวกรรมเครื่องกล |
| **อาจารย์ที่ปรึกษา** | อาจารย์มนูศักดิ์ จานทอง, Dr.-Ing. |
| **ปีการศึกษา** | 2557 |

# บทคัดย่อ


ยางพาราถือเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญอย่างหนึ่งของประเทศไทย เพื่อให้ได้มาซึ่งผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพต้องผ่านกระบวกการผลิตในภาคอุตสาหกรรมในหลายขั้นตอน ในปัจจุบันขั้นตอนการคัดแยกเกรดยางพาราโดยไม่มีการนำเทคโนโลยีใดที่จะนำมาใช้ทดแทนผู้เชี่ยวชาญในการแบ่งเกรดยางพาราแผ่นรมควัน ในการคัดแยกโดยใช้สายตาของมนุษย์มีโอกาสเกิดความผิดพลาดขึ้นได้สูง เนื่องจากช่วงสายตาของมนุษย์ในแต่ละบุคคลไม่เท่ากัน

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นการศึกษาการคัดแยกเกรดมาตรฐานยางพาราแผ่นรมควัน โดยนำเทคนิคการประมวลผลทางภาพมาช่วยในการคัดแยกโดยสกัดสิ่งสกปรกบนแผ่นยางจากภาพ ขั้นตอนแรกภาพแผ่นยางจะถูกเปลี่ยนเป็นภาพระดับสีเทา จำนวน 4 รูปแบบ จากช่องสัญญาณ สีแดง (R) สีเขียว (G) สีน้ำเงิน (B) และ สีเทา (Gray) เพื่อใช้เป็นตัวแทนของสกัดคุณลักษณะเด่น จากนั้นนำภาพระดับสีเทาผ่านกระบวนการเปลี่ยนเป็นภาพขาวดำเพื่อวิเคราะห์สิ่งสกปรก

การทดลองใช้ภาพยางพาราแผ่นรมควันขนาดกว้าง 46 เซนติเมตร ความยาว 90 เซนติเมตร และความหนา 3 มิลลิเมตร ระดับพิกเซล 591x1141 พิกเซล จำนวน 94 แผ่นในการทดสอบเพื่อตรวจสอบความถูกต้องในการคัดแยกเกรดยางพาราแผ่นรมควัน จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าที่ภาพที่ถูกแปลงด้วยระดับสี G สามารถคัดเกรดได้ดีที่สุดโดยค่าความถูกต้องคิดเป็นร้อยละของการคัดเกรด ยางแผ่นรมควันชั้น 1 (RSS1) ยางแผ่นรมควันชั้น 2 (RSS2) ยางแผ่นรมควันชั้น 3 (RSS3) ยางแผ่นรมควันชั้น 4 (RSS4) และ ยางแผ่นรมควันชั้น 5 (RSS5) มีค่าเป็น 62.5% 42.86% 31.58% 50% และ 72.73% ตามลำดับ



**คำสำคัญ:** ประมวลผลด้วยภาพ  เกรดยางพาราแผ่นรมควัน  สกัดคุณลักษณะเด่น

| | |
|---|---|
| **Thesis Title** | Grade Classification of Ribbed Smoked Sheets using Image Processing |
| **Name-Surname** | Mr. Worawut Kunghun |
| **Program** | Mechanical Engineering |
| **Thesis Advisor** | Mr. Manusak Janthong, Dr.-Ing. |
| **Academic Year** | 2014 |

# ABSTRACT


The rubber is considered to be one important economic plant of Thailand. To achieve high quality product, it needs to follow through many steps of production process in the industrial sector. Nowadays, the classification procedure of rubber grades does not have any technology that can replace specialists for classifying rubber smoked sheets (RSS). Classification by human eye is prone to high chance of errors because of the fluctuation of eyesight of specialists.

The objective of the thesis is to study the classification of ribbed smoked sheets (RSS) by utilizing the image processing technique to extract the feature from the images. In the first step, the image of the ribbed sheet will be turned into the gray-scale image. After that, the gray-scale images obtained from each indexed image (R, G, B and Gray) will be changed to the binary images for analysis of dirt on the ribbed sheet.

In the experimental result, 94 sample images of the ribbed smoked sheets with size of 46-cm width and 90-cm long and 3-mm thick, converted to image with 591 x 1141-pixels, are used for testing the accuracy by percentage of grade classification of ribbed smoked sheets (RSS). The experimental results show that the binary image, transformed from G index, is the best for grade classification and its accuracy of the RSS1, RSS2, RSS3, RSS4 and RSS5 grades are 62.5%, 42.86%, 31.58%, 50% and 72.73%, respectively.


**Keywords:** image processing, grades of ribbed smoked sheets, feature extraction

# กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งของ ดร.มนูศักดิ์ จานทอง ซึ่งได้ให้คำปรึกษาแนะนำ และหาแนวทางแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในระหว่างการทำงานวิจัยโดยตลอดผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณอย่างสูง และขอขอบคุณทาง สหกรณ์กองทุนสวนยางอำเภอบ่อทอง จำกัด 341 หมู่ 1 ตำบลบ่อทอง อำเภอบ่อทอง จังหวัดชลบุรี 20270 ที่ช่วยเหลือในด้านการเก็บข้อมูลและทดลองผลรวมถึงสิ่งที่อำนวยความสะดวกระหว่างการปฏิบัติงานวิจัยในแต่ละขั้นตอนเป็นอย่างดี รวมทั้งเพื่อนร่วมงานทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือด้วยดีตลอด ท้ายนี้ผู้วิจัยใคร่ขอกราบขอบ พระคุณ บิดามารดา ที่สนับสนุนการศึกษาของผู้วิจัย และคอยให้กำลังใจเสมอมาทำให้สามารถฝ่าฟันอุปสรรคนานับประการจนสำเร็จ

วรวุฒิ กังหัน

# สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย....(3)
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ....(4)
กิตติกรรมประกาศ....(5)
สารบัญ....(6)
สารบัญตาราง....(8)
สารบัญภาพ....(9)
บทที่ 1 บทนำ.... 13
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.... 13
1.2 วัตถุประสงค์ในการวิจัย.... 15
1.3 ขอบเขตของการวิจัย.... 15
1.4 คำจำกัดความในการวิจัย.... 16
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.... 17
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.... 18
2.1 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง.... 18
2.2 มาตรฐานยางพาราแผ่นรมควัน.... 24
2.3 การประมวลผลภาพ และ image processing toolbox.... 30
2.4 unsharp mask.... 38
2.5 กล้องเว็บแคมที่ใช้สำหรับเก็บภาพในงานวิจัย.... 39
บทที่ 3 วิธีการวิจัยและทดลอง.... 41
3.1 ศึกษาเทคนิคการคัดแยกเกรดยางพาราแผ่นรมควัน.... 41
3.2 สร้างเครื่องมือเพื่อเก็บตัวอย่างยางพาราแผ่นรมควัน.... 43
3.3 การปรับปรุงภาพก่อนนำไปวิเคราะห์.... 44
3.4 สร้างเครื่องมือเพื่อสกัดคุณลักษณะของยางพาราแผ่นรมควัน.... 48
3.5 สกัดคุณลักษณะของยางพาราแผ่นรมควันในแต่ละเกรด.... 50

# สารบัญ (ต่อ)

หน้า


บทที่ 4 ผลการทดลอง ..... 61

4.1 ทดลองเปรียบเทียบสิ่งสกปรกบนแผ่นยางในระดับสี R จำนวน 94 แผ่น ..... 62

4.2 ทดลองเปรียบเทียบสิ่งสกปรกบนแผ่นยางในระดับสี G จำนวน 94 แผ่น ..... 63

4.3 ทดลองเปรียบเทียบสิ่งสกปรกบนแผ่นยางในระดับสี B จำนวน 94 แผ่น ..... 64

4.4 ทดลองเปรียบเทียบสิ่งสกปรกบนแผ่นยางในระดับสี Gray จำนวน 94 แผ่น ..... 65

4.5 เปรียบเทียบค่า ค่าเฉลี่ย และค่าการกระจาย ของสิ่งสกปรกบนแผ่นยางในระดับสี R, G, B และ Gray จำนวน 94 แผ่น ..... 66

4.6 ผลการทดลองใช้โปรแกรมในการแยกเกรดยางพาราแผ่นรมควันทั้งหมด 50 แผ่น ..... 66

4.7 ผลการทดลองใช้โปรแกรมในการแยกเกรดยางพาราแผ่นรมควันทั้งหมด 50 แผ่น โดยได้จากการสุ่มตัวอย่าง ..... 69

4.8 ผลการทดลองใช้โปรแกรมในการแยกเกรดยางพาราแผ่นรมควันทั้งหมด 68 แผ่น โดยได้จากการสุ่มตัวอย่างยางพาราเกรด RSS3 จำนวน 38 แผ่น และยางพาราเกรด RSS4 จำนวน 30 แผ่นโดยนำมาปรับปรุงช่วงของสิ่งสกปรกที่ระดับสี G ..... 73

4.9 ผลการทดลองตรวจสอบความใสบนแผ่นยางของเกรด RSS1, RSS2, RSS3, RSS4 และ RSS5 ..... 73

บทที่ 5 สรุปผลงานวิจัยและข้อเสนอแนะ ..... 82

5.1 สรุปผลงานวิจัย ..... 82

5.2 ข้อเสนอแนะ ..... 83

บรรณานุกรม ..... 85

ภาคผนวก ..... 87

ภาคผนวก ก ตัวอย่างยางพาราแผ่นรมควันจำนวน 94 แผ่นสำหรับใช้ในการวิเคราะห์ ..... 88

ภาคผนวก ข แบบเครื่องมือเก็บภาพระบบปิดสำหรับงานวิจัย ..... 102

ภาคผนวก ค ผลสิ่งสกปรกที่สกัดจากยางพาราแผ่นรมควันตัวอย่าง 94 แผ่น ..... 111

ภาคผนวก ง ผลงานตีพิมพ์เผยแพร่ ..... 114

ประวัติผู้เขียน ..... 130

# สารบัญตาราง

หน้า


ตารางที่ 2.1 มาตรฐานยางแผ่นรมควันชั้น 1 - 3 (ไม่อัดก้อน) .......... 29

ตารางที่ 3.1 จำนวนภาพตัวอย่างยางพาราแผ่นรมควัน RSS1, RSS2, RSS3, RSS4 และ RSS5 สำหรับใช้ในการวิเคราะห์ .......... 52

ตารางที่ 4.1 สรุปผลการวิเคราะห์พื้นที่สกปรกของแผ่นยางจำนวน 94 แผ่นของระดับสี R .......... 62

ตารางที่ 4.2 สรุปผลการวิเคราะห์พื้นที่สกปรกของแผ่นยางจำนวน 94 แผ่นของระดับสี G .......... 63

ตารางที่ 4.3 สรุปผลการวิเคราะห์พื้นที่สกปรกของแผ่นยางจำนวน 94 แผ่นของระดับสี B .......... 64

ตารางที่ 4.4 สรุปผลการวิเคราะห์พื้นที่สกปรกของแผ่นยางจำนวน 94 แผ่นของระดับสี Gray .......... 65

ตารางที่ 4.5 สรุปเปรียบเทียบค่า ค่าเฉลี่ย และค่าการกระจาย ของสิ่งสกปรกบนแผ่นยาง ในระดับสี R, G, B และ Gray จำนวน 94 แผ่น .......... 66

ตารางที่ 4.6 ผลการทดลองโดยใช้โปรแกรมในการคัดแยกที่ระดับสี R .......... 68

ตารางที่ 4.7 ผลการทดลองโดยใช้โปรแกรมในการคัดแยกที่ระดับสี G .......... 68

ตารางที่ 4.8 ผลการทดลองโดยใช้โปรแกรมในการคัดแยกที่ระดับสี B .......... 69

ตารางที่ 4.9 ผลการทดลองโดยใช้โปรแกรมในการคัดแยกที่ระดับสี Gray .......... 69

ตารางที่ 4.10 ผลการทดลองโดยใช้โปรแกรมในการคัดแยกที่ระดับสี R .......... 71

ตารางที่ 4.11 ผลการทดลองโดยใช้โปรแกรมในการคัดแยกที่ระดับสี G .......... 71

ตารางที่ 4.12 ผลการทดลองโดยใช้โปรแกรมในการคัดแยกที่ระดับสี B .......... 72

ตารางที่ 4.13 ผลการทดลองโดยใช้โปรแกรมในการคัดแยกที่ระดับสี Gray .......... 72

ตารางที่ 4.14 ผลการทดลองโดยใช้โปรแกรมในการคัดแยกที่ระดับสี G โดยมีการปรับปรุง ช่ของสิ่งสกปรก .......... 73

# สารบัญภาพ

หน้า


ภาพที่ 1.1 ตัวอย่างยางพาราแผ่นรมควัน RSS 1 ,RSS 2 , RSS 3, RSS 4 และ RSS 5 ........................ 13
ภาพที่ 1.2 กระบวนการผลิตยางแผ่น ........................ 14
ภาพที่ 1.3 กระบวนการแยกยางพาราแผ่นรมควันโดยใช้กำลังคน ........................ 14
ภาพที่ 2.1 ส่วนประกอบของเครื่องคัดขนาดมาตรฐานสับปะรด ........................ 19
ภาพที่ 2.2 แสดงขั้นตอนในการสกัดคุณลักษณะจากภาพ ........................ 20
ภาพที่ 2.3 ขั้นตอนการพัฒนาโปรแกรม ........................ 21
ภาพที่ 2.4 การวิเคราะห์ระบบ ........................ 22
ภาพที่ 2.5 แสดงขั้นตอนของการจำแนกลักษณะพิเศษเฉพาะของภาพพระเครื่อง ........................ 23
ภาพที่ 2.6 โครงสร้างของการจำแนกชนิดพระเครื่อง ........................ 25
ภาพที่ 2.7 แสดงภาพยางแผ่นรมควัน ........................ 24
ภาพที่ 2.8 กระบวนการผลิตยางแผ่นรมควัน ........................ 25
ภาพที่ 2.9 ตัวอย่างยางแผ่นรมควันชั้น 1 ........................ 26
ภาพที่ 2.10 ตัวอย่างยางแผ่นรมควันชั้น 2 ........................ 27
ภาพที่ 2.11 ตัวอย่างยางแผ่นรมควันชั้น 3 ........................ 27
ภาพที่ 2.12 ตัวอย่างยางแผ่นรมควันชั้น 4 ........................ 28
ภาพที่ 2.13 ตัวอย่างยางแผ่นรมควันชั้น 5 ........................ 28
ภาพที่ 2.14 การมองเห็นสีของวัตถุจากตา ........................ 30
ภาพที่ 2.15 การผสมสีแบบบวก ........................ 31
ภาพที่ 2.16 สีปฐมภูมิแบบลบ ........................ 32
ภาพที่ 2.17 ลักษณะค่าในแต่ละจุดภาพของภาพระดับสีเทา ........................ 33
ภาพที่ 2.18 Pixel coordinate ........................ 34
ภาพที่ 2.19 indexed image ........................ 35
ภาพที่ 2.20 RGB image ........................ 35
ภาพที่ 2.21 intensity image ........................ 36
ภาพที่ 2.22 Binary image ........................ 36
ภาพที่ 2.23 schema for unsharp masking, (a) original image (b) the image after unsharp masking....39

# สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้า

ภาพที่ 2.24 กล้องเว็บแคม logitech HD webcam C310 ..... 39
ภาพที่ 3.1 ขนาดแผ่นยางมาตรฐาน กว้าง 38-46 เซนติเมตร และความยาว 80-90 เซนติเมตร ..... 41
ภาพที่ 3.2 ลักษณะยางพาราแผ่นรมควันที่เกิดฟองอากาศ ..... 41
ภาพที่ 3.3 ลักษณะยางพาราแผ่นรมควันที่เกิดรอยไหมบนยาง ..... 42
ภาพที่ 3.4 ลักษณะยางพาราแผ่นรมควันที่เกิดสิ่งสกปรก เช่น ทราย เนื้อไม้ อื่นๆ ..... 42
ภาพที่ 3.5 ความใสของยางพาราแผ่นรมควัน ..... 42
ภาพที่ 3.6 ส่วนประกอบโครงสร้างเครื่องเก็บภาพระบบปิด ..... 43
ภาพที่ 3.7 เครื่องมือเก็บภาพยางพาราแผ่นรมควัน ..... 44
ภาพที่ 3.8 Unsharp mask process ..... 45
ภาพที่ 3.9 ภาพยางพาราแผ่นรมควันก่อนกระบวนการ Gray level ..... 45
ภาพที่ 3.10 ภาพยางพาราแผ่นรมควันหลังกระบวนการ Gray level ..... 46
ภาพที่ 3.11 แสดงการแปลงค่า pixel โดยใช้ความสว่าง (brightness) ในระดับ Gray level ที่เกิดขึ้นในรูปภาพมาแสดงผลในรูปแบบ Matrix ..... 46
ภาพที่ 3.12 ภาพยางพาราแผ่นรมควันก่อนการรับปรุงกระบวนการ unsharp mask ..... 47
ภาพที่ 3.13 ภาพยางพาราแผ่นรมควันหลังการปรับปรุงกระบวนการ unsharp mask ..... 47
ภาพที่ 3.14 ผังการวิเคราะห์ระบบ ..... 48
ภาพที่ 3.15 การประมวลผลของซอฟแวร์ ..... 49
ภาพที่ 3.16 สกัดคุณลักษณะของยางพาราแผ่นรมควันในแต่ละเกรด ..... 50
ภาพที่ 3.17 ตัวอย่างยางพาราแผ่นรมควันชั้น 1 ..... 50
ภาพที่ 3.18 ตัวอย่างยางพาราแผ่นรมควันชั้น 2 ..... 51
ภาพที่ 3.19 ตัวอย่างยางพาราแผ่นรมควันชั้น 3 ..... 51
ภาพที่ 3.20 ตัวอย่างยางพาราแผ่นรมควันชั้น 4 ..... 51
ภาพที่ 3.21 ตัวอย่างยางพาราแผ่นรมควันชั้น 5 ..... 51
ภาพที่ 3.22 ตัวอย่างยางพาราแผ่นรมควัน RSS1, RSS2, RSS3, RSS4 และ RSS5 ..... 52
ภาพที่ 3.23 ภาพตัวอย่างยางพาราแผ่นรมควันชั้น 5 ของระดับสี RGB ..... 53
ภาพที่ 3.24 ภาพตัวอย่างยางพาราแผ่นรมควันชั้น 5 ของระดับสี R ..... 53

# สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้า


ภาพที่ 3.25 ภาพตัวอย่างยางพาราแผ่นรมควันชั้น 5 ของระดับสี G.................................................. 53
ภาพที่ 3.26 ภาพตัวอย่างยางพาราแผ่นรมควันชั้น 5 ของระดับสี B.................................................. 54
ภาพที่ 3.27 ภาพตัวอย่างยางพาราแผ่นรมควันชั้น 5 ของระดับสี Gray............................................. 54
ภาพที่ 3.28 ภาพตัวอย่างยางพาราแผ่นรมควันชั้น 5 โดยผ่านการใช้กระบวนการ
unsharp mask ของระดับสี RGB ................................................................................. 55
ภาพที่ 3.29 ภาพตัวอย่างยางพาราแผ่นรมควันชั้น 5 โดยผ่านการใช้กระบวนการ
unsharp mask ของระดับสี R....................................................................................... 55
ภาพที่ 3.30 ภาพตัวอย่างยางพาราแผ่นรมควันชั้น 5 โดยผ่านการใช้กระบวนการ
unsharp mask ของระดับสี G....................................................................................... 56
ภาพที่ 3.31 ภาพตัวอย่างยางพาราแผ่นรมควันชั้น 5 โดยผ่านการใช้กระบวนการ
unsharp mask ของระดับสี B....................................................................................... 56
ภาพที่ 3.32 ภาพตัวอย่างยางพาราแผ่นรมควันชั้น 5 โดยผ่านการใช้กระบวนการ
unsharp mask ของระดับสี Gray.................................................................................. 57
ภาพที่ 3.33 ภาพตัวอย่างยางพาราแผ่นรมควันชั้น 5 ................................................................... 57
ภาพที่ 3.34 ภาพตัวอย่างยางพาราแผ่นรมควันชั้น 5 โดยผ่านการใช้กระบวนการแปลงเป็น
ภาพขาวดำของระดับสี R ............................................................................................ 58
ภาพที่ 3.35 ภาพตัวอย่างยางพาราแผ่นรมควันชั้น 5 โดยผ่านการใช้กระบวนการแปลงเป็น
ภาพขาวดำของระดับสี G ............................................................................................ 58
ภาพที่ 3.36 ภาพตัวอย่างยางพาราแผ่นรมควันชั้น 5 โดยผ่านการใช้กระบวนการแปลงเป็น
ภาพขาวดำของระดับสี B.............................................................................................. 69
ภาพที่ 3.37 ภาพตัวอย่างยางพาราแผ่นรมควันชั้น 5 โดยผ่านการใช้กระบวนการแปลงเป็น
ภาพขาวดำของระดับสี Gray ........................................................................................ 69
ภาพที่ 3.38 เปรียบเทียบจำนวนจุดสิ่งสกปรก (หน่วยพิกเซล) เป็นพื้นที่ (หน่วยตารางเซนติเมตร)..... 60
ภาพที่ 4.2 กราฟผลการวิเคราะห์พื้นที่สกปรกของแผ่นยางเกรด RSS1,RSS2,RSS3,RSS4
และRSS5 จำนวน 94 แผ่นของระดับสี G ....................................................................... 63

# สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้า

ภาพที่ 4.3 กราฟผลการวิเคราะห์พื้นที่สกปรกของแผ่นยางเกรด RSS1,RSS2,RSS3,RSS4 และRSS5 จำนวน 94 แผ่นของระดับสี B ........ 64

ภาพที่ 4.4 กราฟผลการวิเคราะห์พื้นที่สกปรกของแผ่นยางเกรด RSS1,RSS2,RSS3,RSS4 และRSS5 จำนวน 94 แผ่นของระดับสี Gray ........ 65

ภาพที่ 4.5 ความเข้มข้นของฮิสโตแกรม (histogram) แทนค่าความใสของยางพาราแผ่นยางเกรด RSS1 จำนวน 8 แผ่นของระดับสี B ........ 74

ภาพที่ 4.6 เฉลี่ยความเข้มข้นของฮิสโตแกรม (histogram) แทนค่าความใสของยางพาราแผ่นยางเกรด RSS1 จำนวน 8 แผ่นของระดับสี B ........ 74

ภาพที่ 4.7 ความเข้มข้นของฮิสโตแกรม (histogram) แทนค่าความใสของยางพาราแผ่นยางเกรด RSS2 จำนวน 7 แผ่นของระดับสี B ........ 75

ภาพที่ 4.8 เฉลี่ยความเข้มข้นของฮิสโตแกรม (histogram) แทนค่าความใสของยางพาราแผ่นยางเกรด RSS2 จำนวน 7 แผ่นของระดับสี B ........ 76

ภาพที่ 4.9 ความเข้มข้นของฮิสโตแกรม (histogram) แทนค่าความใสของยางพาราแผ่นยางเกรด RSS3 จำนวน 38 แผ่นของระดับสี B ........ 77

ภาพที่ 4.10 เฉลี่ยความเข้มข้นของฮิสโตแกรม (histogram) แทนค่าความใสของยางพาราแผ่นยางเกรด RSS3 จำนวน 38 แผ่นของระดับสี B ........ 77

ภาพที่ 4.11 ความเข้มข้นของฮิสโตแกรม (histogram) แทนค่าความใสของยางพาราแผ่นยางเกรด RSS4 จำนวน 30 แผ่นของระดับสี B ........ 78

ภาพที่ 4.12 เฉลี่ยความเข้มข้นของฮิสโตแกรม (histogram) แทนค่าความใสของยางพาราแผ่นยางเกรด RSS4 จำนวน 30 แผ่นของระดับสี B ........ 79

ภาพที่ 4.13 ความเข้มข้นของฮิสโตแกรม (histogram) แทนค่าความใสของยางพาราแผ่นยางเกรด RSS5 จำนวน 11 แผ่นของระดับสี B ........ 80

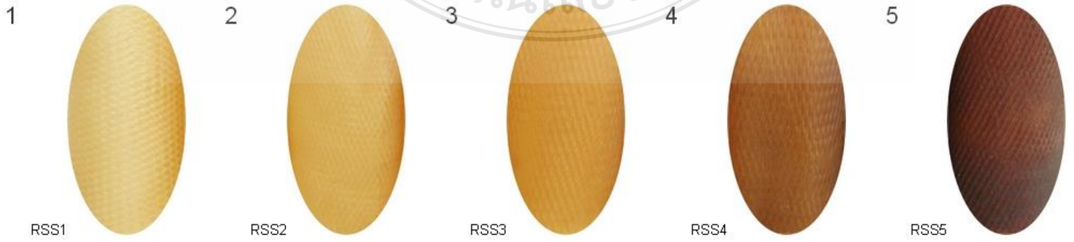
ภาพที่ 4.13 เฉลี่ยความเข้มข้นของฮิสโตแกรม (histogram) แทนค่าความใสของยางพาราแผ่นยางเกรด RSS5 จำนวน 11 แผ่นของระดับสี B ........ 80

# บทที่ 1
# บทนำ

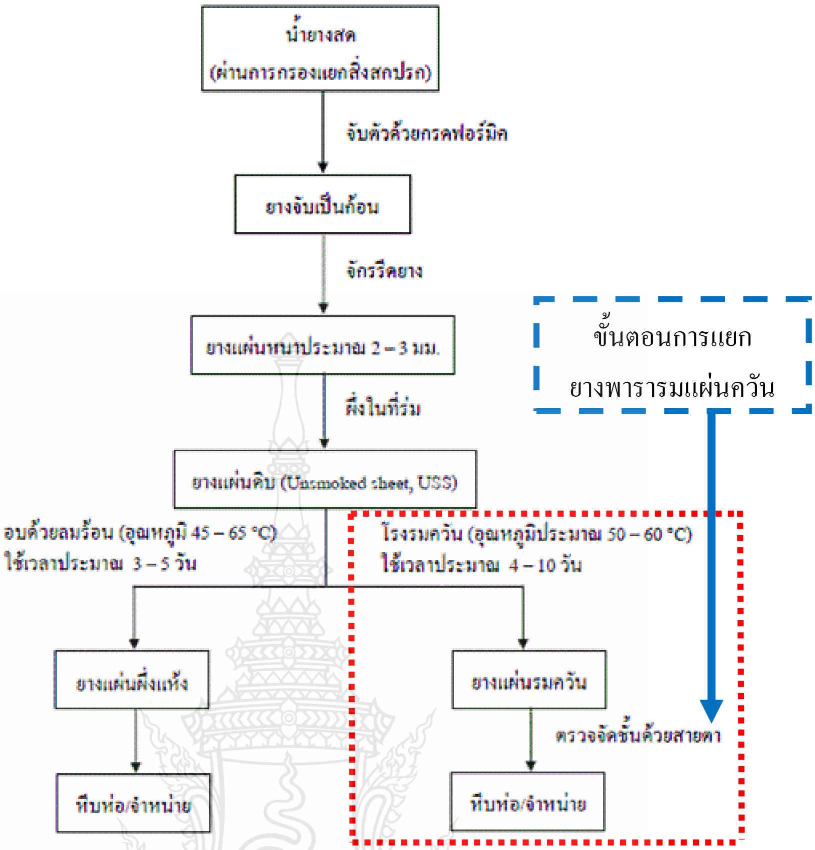
## 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ยางพารา (heveabrasiliensis muell) เป็นพืชอุตสาหกรรมที่สำคัญของประเทศไทย และภูมิภาคอาเซียน และส่งออกอันดับหนึ่งของโลก โดยมีพื้นที่ปลูกยางสำรวจโดยกรมวิชาการเกษตร พบว่ามีพื้นที่ปลูกยาง 18.76 ล้านไร่ [1] ก่อให้เกิดกิจกรรมต่อเนื่องทั้งภาคการผลิต ภาคอุตสาหกรรม และภาคการตลาด กรมวิชาการเกษตรโดยสถาบันวิจัยยาง เป็นหน่วยงานหลักในการค้นคว้าวิจัยและพัฒนายางพารารวมทั้งการประสานงานระหว่างประเทศกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง จึงรวบรวมข้อมูลผลการค้นคว้าวิจัย และพัฒนายางทุกด้านทั้งด้านการผลิตยาง เศรษฐกิจและการตลาด การแปรรูปยาง อุตสาหกรรมผลิตยาง อุตสาหกรรมไม้ยาง ตลอดจนการควบคุมพระราชบัญญัติ และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับยางพาราทั้งในประเทศ และองค์การยางระหว่างประเทศ

การควบคุมการซื้อขายยางพาราในประเทศเป็นหน้าที่ของกรมวิชาการเกษตรโดยสถาบันวิจัยยางเป็นผู้กำหนดมาตรฐานยางพาราในการคัดแยกเกรดยางพาราแผ่นรมควันซึ่งยางพาราในประเทศไทยมีการแบ่งเกรดมาตรฐาน โดยกำหนดจากข้อบังคับตามพระราชบัญญัติควบคุมยาง พ.ศ. 2542 [1] โดยการคัดแยกเกรดยางพาราแผ่นรมควันมีการแบ่งเกรดยางพาราแผ่นรมควัน5เกรด คือ 1) ยางแผ่นรมควันชั้นที่1 (RSS 1) 2) ยางแผ่นรมควันชั้นที่ 2 (RSS 2) 3) ยางแผ่นรมควันชั้นที่ 3 (RSS 3) 4) ยางแผ่นรมควันชั้นที่ 4 (RSS 4) 5) ยางแผ่นรมควันชั้นที่ 5 (RSS 5) ในขั้นตอนการคัดแยกเกรดจะเป็นเจ้าหน้าที่ของกรมวิชาการเกษตรโดยสถาบันวิจัยยาง เป็นคนกลางในการคัดแยก แต่ในการซื้อขายยางพาราแผ่นรมควันในประเทศโดยจะแยกเกรดออกเป็น 3 ชั้นในการซื้อขายโดยชั้นที่ 1 จะประกอบไปด้วย ยางแผ่นรมควันชั้นที่1 (RSS 1) ยางแผ่นรมควันชั้นที่ 2 (RSS 2) และยางแผ่นรมควันชั้นที่ 3 (RSS 3) ชั้นที่ 2 ยางแผ่นรมควันชั้นที่ 4 (RSS 4) และชั้นที่ 3ยางแผ่นรมควันชั้นที่ 5




**ภาพที่ 1.1** ตัวอย่างยางพาราแผ่นรมควัน RSS 1, RSS 2, RSS 3, RSS 4 และ RSS 5 [1]




**ภาพที่ 1.2** กระบวนการผลิตยางแผ่น [1]

**ภาพที่ 1.3** กระบวนการแยกยางพาราแผ่นรมควันโดยใช้กำลังคน [2]

จากกระบวนการผลิตยางแผ่นดัง ภาพที่ 1.2 ในปัจจุบันขั้นตอนการคัดแยกเกรดยางพาราแผ่นรมควันโดยการใช้สายตาในการคัดแยกดัง ภาพที่ 1.3 คนที่จะคัดแยกได้ต้องได้รับการฝึกอบรมกับสถาบันวิจัยยาง อย่างน้อย 2-3 เดือนและต้องทดลองงานจริงจะเห็นได้ว่าคนที่จะสามารถคัดแยกเกรดยางพาราได้นั้นต้องเสียค่าใช้จ่ายและเวลาเพื่อฝึกอบรมจากเจ้าหน้าที่ ในการคัดแยกเกรดยางพาราแผ่นรมควัน และจากการที่ได้ลงสำรวจและเก็บข้อมูล สหกรณ์กองทุนสวนยางอำเภอบ่อทอง จำกัด 341 หมู่ 1 ตำบลบ่อทอง อำเภอบ่อทอง จังหวัดชลบุรี 20270 และพ่อค้าคนกลางใน อำเภอบ้านนาสาน จังหวัดสุราษฎร์ธานี ซึ่งเป็นหน่วยงานและรับซื้อในการคัดแยกยางพาราแผ่นรมควัน ได้พบว่า การคัดแยกด้วยการใช้สายตามีโอกาสเกิดความผิดพลาดขึ้นได้ เนื่องจากตัวผู้คัดแยก สภาพแวดล้อมรอบข้าง เป็นต้น และในปัจจุบันยังไม่มีเทคโนโลยีใดที่จะนำมาใช้ทดแทนผู้เชี่ยวชาญในการแบ่งเกรดยางพาราแผ่นรมควัน

ด้วยเหตุนี้ ผู้ทำวิทยานิพนธ์จึงศึกษา และคิดค้นเทคนิคการคัดแยกเกรดมาตรฐานยางพาราแผ่นรมควันโดยใช้เทคนิคการประมวลผลด้วยภาพ เพื่อนำมาพัฒนาเป็นเครื่องมือเพื่อช่วยในการคัดแยกเกรดยางพาราแผ่นรมควันที่สามารถคัดแยกให้ได้ตรงกับมาตรฐานยางพาราแผ่นรมควัน

## 1.2 วัตถุประสงค์ในการวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาเทคนิคการคัดแยกเกรดมาตรฐานยางพาราแผ่นรมควัน

1.2.2 เพื่อศึกษาการใช้ข้อมูลภาพและเทคนิคการประมวลผลทางภาพมาช่วยในการคัดแยกเกรดมาตรฐานยางพาราแผ่นรมควัน

## 1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1.3.1 ใช้กล้องเว็บแคมเป็นตัวเก็บข้อมูลภาพของแผ่นยางพารารมควัน

1.3.2 ใช้หลักการการประมวลผลทางภาพมาช่วย

1.3.3 ในการถ่ายภาพแผ่นยางพารารมควันจะทำการควบคุมปริมาณแสงอยู่ในช่วง 700-800 ลักซ์

1.3.4 ใช้ขนาดมาตรฐานยางพาราแผ่นรมควัน จากกรมวิชาการเกษตร คือ กว้าง 38-46 เซนติเมตร และความยาว 80-90 เซนติเมตร

1.3.5 การแบ่งเกรดแผ่นยางพาราแผ่นรมควันแบ่งตามมาตรฐานกรมวิชาการงานเกษตรคือ มาตรฐานยางแผ่นรมควันชั้น 1, มาตรฐานยางแผ่นรมควันชั้น 2, มาตรฐานยางแผ่นรมควันชั้น 3, มาตรฐานยางแผ่นรมควันชั้น 4, และมาตรฐานยางแผ่นรมควันชั้น 5

1.3.6 ในการคัดเกรดของแผ่นยางพารารมควันจะไม่คำนึงถึงความชื้น และความหนาของยางพาราแผ่นรมควัน

1.3.7 เก็บข้อมูล และทดลองผล ณ สหกรณ์กองทุนสวนยางอำเภอบ่อทอง จำกัด เป็นพื้นที่ต้นแบบในงานวิจัย

**1.4 คำจำกัดความในการวิจัย**

1.4.1 ยางพาราแผ่นรมควัน หมายถึง การนำยางแผ่นที่ผ่านการรีดดอกเรียบแล้ว ไปรมควันในโรงรมควัน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ยางแผ่นที่รมควันนั้นแห้งสนิท ยางแผ่นที่ผ่านการรมควันแล้วเรียกว่า ยางแผ่นรมควัน (ribbed smoked sheet, RSS)

1.4.2 มาตรฐานยางแผ่นรมควันชั้น 1 คือ

1.4.2.1 ต้องไม่มีราหรือมีราแห้งเล็กน้อย เฉพาะผิวของแผ่นยางที่ใช้ห่อคุณสมบัติของแผ่นยาง

1.4.2.2 คุณสมบัติของแผ่นยางแห้ง, เนื้อแข็ง, ไม่มีจุดพอง, ไม่มีกรวดทราย, ไม่มีสิ่งปนเปื้อน, ไม่มีตำหนิใด ๆ, สะอาด และไม่มีราสนิม

1.4.2.3 ตำหนิที่ยอมรับได้มีฟองอากาศขนาดหัวเข็มหมุด กระจายอยู่ทั่วแผ่นมีจุดดำ ๆ ของเปลือกไม้ เล็กน้อย

1.4.2.4 ตำหนิที่ยอมรับไม่ได้ยางเหนียวเยิ้ม, ยางเนื้ออ่อนยางแก่ไฟ, ยางไหม้, ยางอ่อนรมควัน, ยางแก่รมควัน และยางทึบ

1.4.3 มาตรฐานยางแผ่นรมควันชั้น 2

1.4.3.1 มีราสนิมได้เล็กน้อย หรือมีราแห้งที่แผ่นยางที่ใช้ห่อแต่ไม่เกิน 5 % ของตัวอย่างที่ตรวจ

1.4.3.2 คุณสมบัติของแผ่นยาง, แห้ง, เนื้อแข็ง, ไม่มีจุดพอง, ไม่มีกรวดทราย, ไม่มีสิ่งปนเปื้อน, สะอาด และไม่มีตำหนิใดๆ

1.4.3.3 ตำหนิที่ยอมรับได้คือ มีฟองอากาศขนาดเล็ก, มีจุดดำ ๆ ของเปลือกไม้เล็กน้อย

1.4.3.4 ตำหนิที่ยอมรับไม่ได้ คือ ยางเหนียวเยิ้ม, ยางเนื้ออ่อน, ยางแก่ไฟ, ยางไหม้, ยางอ่อนรมควัน, ยางแก่รมควันและยางทึบ

1.4.4 มาตรฐานยางแผ่นรมควันชั้น 3

1.4.4.1 มีราสนิมได้เล็กน้อย หรือมีราแห้งที่แผ่นยางที่ใช้ห่อแต่ไม่เกิน 10 % ของตัวอย่างที่ตรวจ

1.4.4.2 คุณสมบัติของแผ่นยางคือ แห้ง, เนื้อแข็ง, ไม่มีจุดพอง, ไม่มีกรวดทรายไม่มีสิ่งปนเปื้อน, ตำหนิที่ยอมรับได้, มีรอยด่างเล็กน้อย, มีจุดดำๆของเปลือกไม้เล็กน้อย, มีฟองอากาศขนาดเล็ก

1.4.4.3 ตำหนิที่ยอมรับไม่ได้คือ ยางเหนียวเยิ้ม, ยางเนื้ออ่อน, ยางแก่ไฟ, ยางไหม้, ยางอ่อนรมควัน, ยางแก่รมควัน, ยางทึบ

1.4.5 การประมวลผลภาพ (image processing) เป็นกระบวนการจัดการและวิเคราะห์สารสนเทศของรูปภาพ โดยใช้คอมพิวเตอร์ในการประมวลผล ซึ่งกระบวนการต่าง ๆ

## 1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 ได้เครื่องมือคัดแยกเกรดมาตรฐานยางพาราแผ่นรมควัน

1.5.2 สามารถแยกเกรดมาตรฐานยางพาราแผ่นรมควันได้อย่างถูกต้อง และแม่นยำตามเกณฑ์มาตรฐานของกรมวิชาการเกษตร

1.5.3 สามารถนำไปใช้ในการตรวจสอบคุณภาพยางพาราแผ่นรมควันได้

1.5.4 เพื่อใช้เป็นข้อมูลใช้ในการศึกษา และวิจัยเครื่องมือคัดแยกเกรดมาตรฐานยางพาราแผ่นรมควันต่อไป

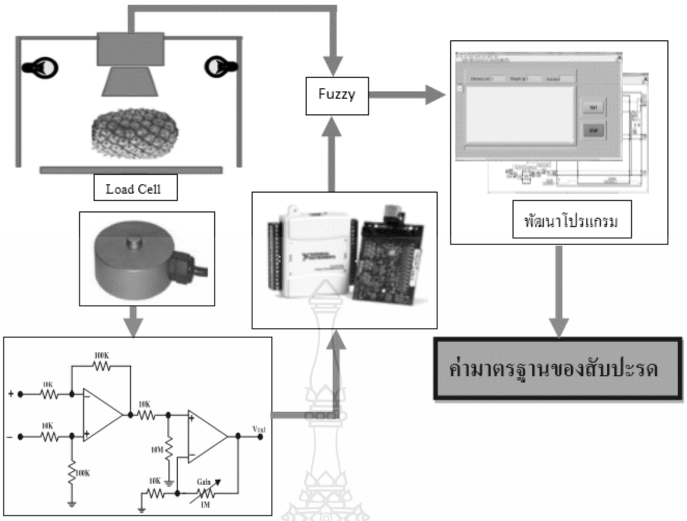
# บทที่ 2
# เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

วิทยานิพนธ์ฉบับเป็นการศึกษาการคัดแยกเกรดมาตรฐานยางพาราแผ่นรมควันโดยใช้วิธีการประมวลผลด้วยภาพ ซึ่งมีงานวิจัย และทฤษฎีที่เกี่ยวข้องที่สำคัญสามารถแบ่งเป็นเรื่องต่างๆได้ดังนี้

## 2.1 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

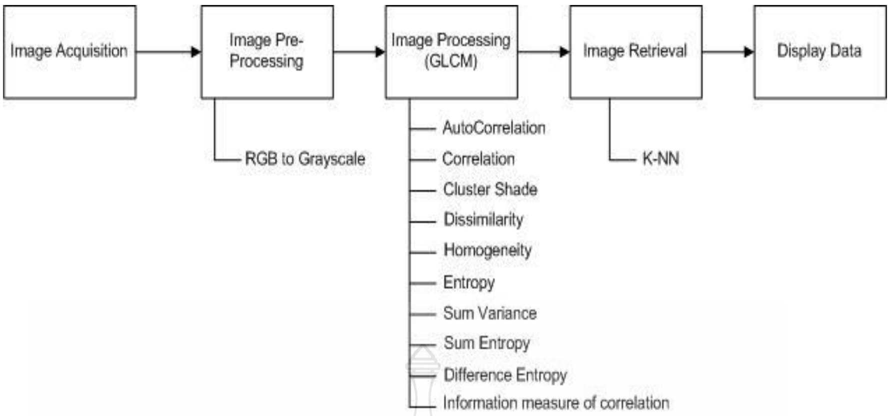
ในการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการ คัดแยกเกรดมาตรฐานยางพาราแผ่นรมควันโดยใช้วิธีการประมวลผลด้วยภาพ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อใช้เป็นข้อมูลโดยรวบรวมและเรียบเรียงสาระสำคัญไว้ดังต่อไปนี้

นายจิรายุทธ พัดประดิษฐ์และ นายธเนศ สื่อเสาวลักษณ์ และคณะ [3] ได้ศึกษางานวิจัยเครื่องคัดขนาดคุณภาพผลสับปะรดด้วยการประมวลผลภาพ ปริญญานิพนธ์นี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างเครื่องมือและโปรแกรมที่ใช้ในการคัดขนาดมาตรฐานสับปะรด การคัดขนาดมาตรฐานสับปะรดมีปัจจัยในการประเมินขนาดมาตรฐาน ลักษณะคือ น้ำหนัก ได้แบ่งออกเป็น 10 ขั้นโดยแบ่งเป็นขั้น A, B, C, D, E, F, G, H, I, J และขนาด ได้แบ่งออกเป็น 2 ชั้นคุณภาพโดยแบ่งออกเป็น ชั้นคุณภาพ 1 และชั้นคุณภาพ 2 เครื่องมือที่ใช้คัดขนาดสับปะรดประกอบด้วยกล้องเว็ปแคม โหลดเซลล์ และกล่องควบคุมแสงโดยใช้โปรแกรม labview ในการประมวลผล โปรแกรมได้แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือส่วนที่ใช้หาขนาด กับ น้ำหนัก ส่วนที่ใช้หาขนาดจะใช้กล้องเว็ปแคมเป็นอุปกรณ์ในการหาขนาดสับปะรดร่วมกับ vision assistance toolkit ในโปรแกรม labview และส่วนที่ใช้หาน้ำหนัก จะใช้โหลดเซลล์ยี่ห้อ Kyowa Type LM – 10 kΩ class N เป็นอุปกรณ์ในการหาน้ำหนัก โดยจะใช้โหลดเซลล์ต่อเข้ากับ NI-DAQ USB 6008 ร่วมกับโปรแกรม labview และนำโปรแกรมทั้ง 2 ส่วนมาประมวลผลเพื่อหาขนาดสับปะรด ซึ่งโปรแกรมจะประมวลผลออกมาเป็นค่ามาตรฐานตามกระทรวงเกษตร สับปะรดที่ใช้ในการทดลองมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8.65cm ถึง 15.4 cm จากผลการทดลองที่ได้ของเครื่องคัดขนาดสับปะรด โดยพบว่าเครื่องคัดขนาดสับปะรด มีค่าความแม่นยำในการคัดขนาดสับปะรดเท่ากับ 87.5 % และค่าผิดพลาดเท่ากับ 12.5 % เมื่อเทียบกับขนาดของสับปะรดจริง



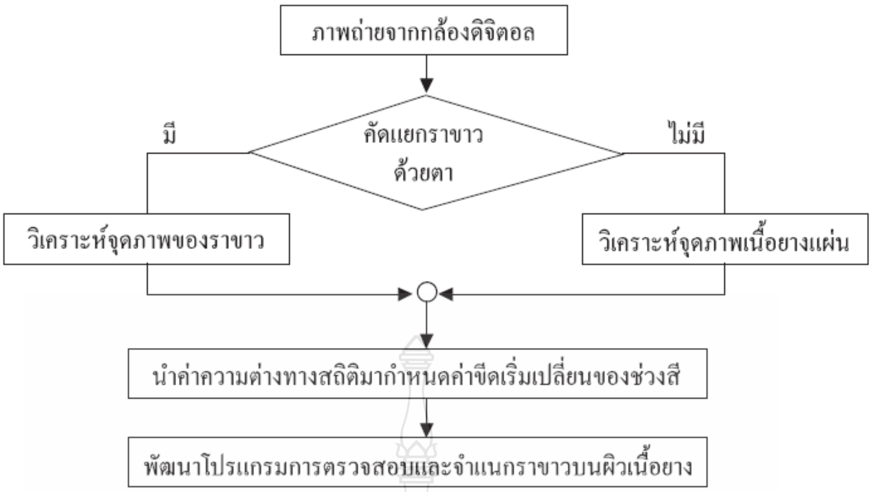

**ภาพที่ 2.1** ส่วนประกอบของเครื่องคัดขนาดมาตรฐานสับปะรด [3]

นายปฐมพล ฟักทอง และนายพยุง มีสัจ และคณะ [4] ได้ศึกษางานวิจัย การค้นคืนข้อมูลพระเครื่องจากภาพดิจิทัลโดยเทคนิคการสกัดคุณลักษณะและวิธีเพื่อนบ้านใกล้สุด งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบสืบค้นข้อมูลพระเครื่องจากภาพดิจิทัลโดยใช้เทคนิควิธีเพื่อนบ้านใกล้สุด (K-nearest neighbor) ในการค้นคืน ภาพพระเครื่องจะถูกถ่ายด้วยกล้องดิจิทัลในสภาวะที่มีการควบคุม เช่น การควบคุมระยะห่างระหว่างตัวกล้องถ่ายภาพและดอกไม้ ความเข้มของแสงในการถ่ายภาพ เป็นต้น งานวิจัยนี้จะเน้นการค้นคืนข้องมูลพระเครื่องชนิดเนื้อผง คุณสมบัติต่างๆที่ใช้ในการสกัดข้อมูลภาพต้นแบบจะใช้การวิเคราะห์โครงร่างพื้นผิวของภาพด้วยเมทริกซ์ระดับเทา (gray-level co-occurrence matrices GLCM) เพื่อเก็บค่าทางสถิติที่ได้จากการวิเคราะห์โครงร่างพื้นผิวภาพ 10 รูปแบบ งานวิจัยนี้ได้ทำการทดสอบระบบโดยใช้พระเครื่องชนิดเนื้อผงทั้งหมดจำนวนมากกว่า 40 แบบ มีภาพทั้งสิ้น มากกว่า 1,400 ภาพ โดยมีข้อมูลที่เก็บเป็นภาพต้นแบบจำนวน 800 ภาพ จากนั้นใช้ภาพที่ถ่ายในรูปแบบเดียวกันจำนวน 400 ภาพ และภาพที่วางพระในทิศทางต่างกันอีกจำนวน 200 ภาพซึ่งได้ผลของการประเมินประสิทธิภาพของระบบในแง่ความแม่นยำ (precision) เท่ากับ และ ค่าความครบถ้วน (recall) เท่ากับ



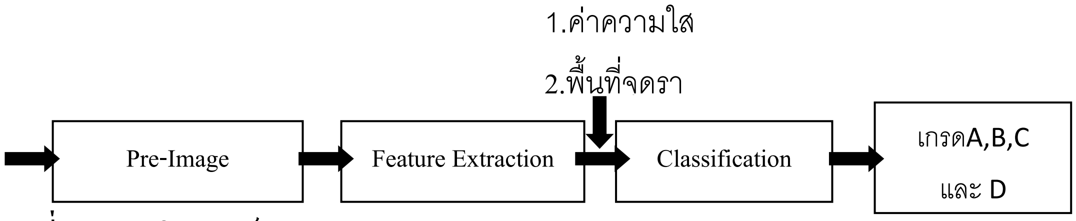

**ภาพที่ 2.2** แสดงขั้นตอนในการสกัดคุณลักษณะจากภาพ [4]

นายสิทธิโชค อุ่นแก้ว และคณะ [5] ได้ศึกษางานวิจัย การศึกษาวิธีการตรวจสอบราขาวบนผิวเนื้อยางแผ่น โดยใช้วิธีการประมวลผลภาพ การศึกษานี้ได้นำเสนอเครื่องมือตรวจสอบราขาวบนผิวเนื้อยางแผ่น ซึ่งใช้ในการจำแนกยางแผ่นที่มีราขาว ออกจากยางแผ่นดีหรือยางแผ่นไม่มีราขาวบนผิวเนื้อยางแผ่นเป็นการประยุกต์หลักการทางด้านการประมวลผลภาพดิจิตอล (digital image processing) มาใช้ในงานด้านการตรวจสอบคุณภาพสินค้าทางการเกษตรที่มีปริมาณ มากๆ และยากต่อการจำแนกแทนการใช้สายตามนุษย์ที่มีความจำกัดในการทำงานนาน ๆ โดยมีกล้องถ่ายภาพดิจิตอล (digital camera) ทำหน้าที่เสมือนตามนุษย์ที่เป็นเครื่องมือในการมองเห็น (machine vision) แล้วส่งไปยังหน่วยประมวลผลที่มีเครื่องคอมพิวเตอร์เป็นตัวประมวลผลด้วยเทคนิควิธีหรือขั้นตอนวิธี (algorithm) ทางด้านการ ประมวลผลภาพดิจิตอล จากนั้นจะทำการแสดงผลการจำแนกออกมาให้ทราบต่อไป เครื่องตรวจสอบราขาวบนผิวเนื้อยางแผ่นนี้มีชุดการทำงานแบ่งออกเป็น 4 ส่วน คือ ส่วนของชุดควบคุมความเข้มแสงสว่าง ส่วนนำเข้าข้อมูลภาพ (image acquisition) ส่วนประมวลผลใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ (microcomputer) และส่วนแสดงผลใช้การแสดงผล ผ่านจอคอมพิวเตอร์ ผลจากการพัฒนาต้นแบบเครื่องมือตรวจสอบราขาวบนผิวเนื้อยางแผ่น สามารถจำแนกยางแผ่น ได้ถูกต้องดีมากประมาณ 97.50% และความเร็วในการตรวจสอบได้เร็วมากใกล้เคียงกับการตรวจสอบด้วยสายตามนุษย์ จึงทำให้สามารถนำเทคนิควิธีนี้ไปใช้ในการสร้างและพัฒนาเครื่องตรวจสอบและคัดแยกยางแผ่นอัตโนมัติต่อไปได้




**ภาพที่ 2.3** ขั้นตอนการพัฒนาโปรแกรม [5]

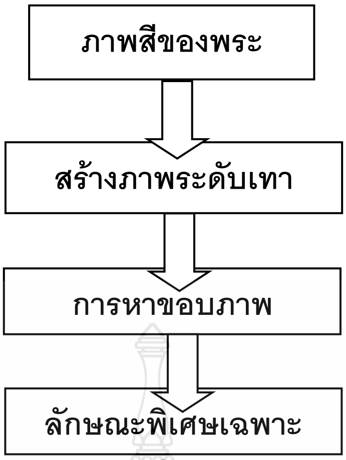
นายปรัชญา บำรุงกุล และคณะ [6] ได้ศึกษางานวิจัย ระบบคัดแยกคุณภาพยางพาราโดยการประมวลผลภาพ ในปัจจุบันการคัดแยกคุณภาพของแผ่นยางพาราใช้ผู้เชี่ยวชาญซึ่งมีอยู่น้อย การศึกษาปัญหาวิจัยนี้นำเสนอระบบคัดแยกคุณภาพแผ่นยางโดยใช้การประมวลผมภาพ ในระบบที่นำเสนอนี้ แผ่นยางถูกบันทึกภาพโดยการให้แสงจากด้านล่าง แล้วภาพที่ได้จะนำไปผ่านกระบวนการการประมวลผมภาพ เพื่อหาลักษณะเด่นในการคัดแยกคุณภาพแผ่นยาง เนื่องจากตามมาตรฐานการคัดแยกแผ่นยางนั้นจะดูจากความใส และปริมาณจุดด่างที่เกิดจากรา การศึกษาปัญหาวิจัยนี้จึงใช้การประมวลผลภาพเพื่อให้ได้ลักษณะเด่นที่เป็นตัวแทนของคุณสมบัติทั้งสองนี้ ในขั้นแรกภาพของแผ่นยางจะถูกเปลี่ยนให้เป็นภาพระดับเทาก่อน แล้วจึงนำไปหาค่าผลรวมของระดับความเข้มของภาพเพื่อใช้เป็นตัวแทนของความใส สำหรับการวัดปริมาณจุดด่างดำนั้น ทำได้โดยการนำภาพระดับเทาไปผ่านการเปลี่ยนเป็นภาพขาวดำ จำนวนพื้นที่จุดดำที่ได้เป็นตัวแทนของปริมาณจุดด่างดำในแผ่นยาง การแยกเกรดของแผ่นยางเป็น 4 เกรด ทำการเปรียบเทียบเกณฑ์ที่ได้จากการเรียนรู้จากผู้เชี่ยวชาญ วิธีที่นำเสนอได้รับการทดสอบกับตัวอย่างแผ่นยางจำนวน 100 ตัวอย่างโดยสามารถคัดแยกได้ถูกต้อง 89% เมื่อเทียบการคัดแยกโดยผู้เชี่ยวชาญ



**ภาพที่ 2.4** การวิเคราะห์ระบบ [6]

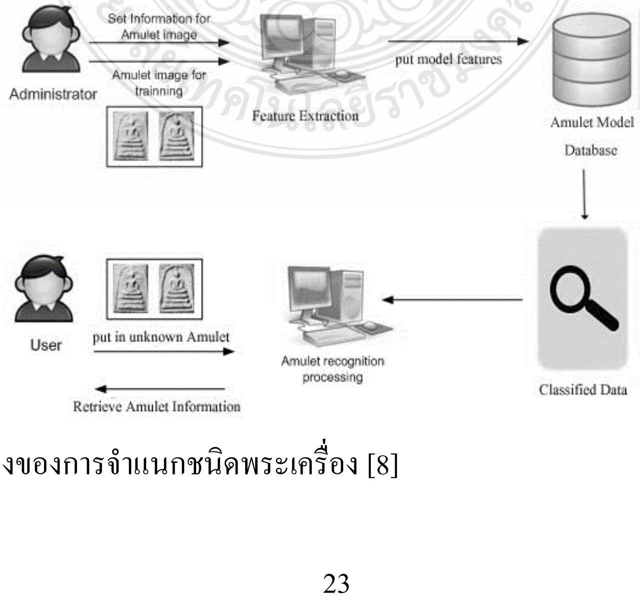
นายชาตรี กอบัวแก้ว และคณะ [7] ได้ศึกษางานวิจัย การจำแนกพระผงโดยการเปรียบเทียบลักษณะพิเศษ การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้าง และทดสอบประสิทธิภาพ ของระบบการจำแนกพระผง โดยเริ่มต้นจากการนำภาพพระผงจากภาพถ่ายด้านหน้าขององค์พระมาปรับขนาด แล้วนำภาพดังกล่าวเข้ามาสู่ระบบ ทำการเลือกพิมพ์ทรงของพระผงซึ่งแยกประเภทออกเป็น 4 พิมพ์ทรงได้แก่ ทรงสี่เหลี่ยม ทรงสามเหลี่ยม ทรงสองเหลี่ยมหัวมน และไม่มีเหลี่ยมหรือทรงกลม จากนั้นนำภาพเข้าสู่กระบวนการหาเส้นขอบตามลักษณะพิเศษเฉพาะของพิมพ์ทรงและพุทธศิลป์และขั้นตอนสุดท้ายจะเป็นการเปรียบเทียบลักษณะพิเศษเฉพาะของพิมพ์ทรงและพุทธศิลป์ของพระผงที่ นำมาทดสอบกับลักษณะพิเศษเฉพาะของพระผงที่ฝึกให้ระบบรู้จำแล้วจัดเก็บไว้เป็นแม่แบบ ผู้วิจัยได้ทำการทดลองโดยใช้ภาพพระผงจำนวน 400 ภาพ มาทำการทดสอบการ จำแนกของระบบเปรียบเทียบกับภาพพระผงที่จัดเก็บไว้เป็นแม่แบบจำนวน 140 ภาพ รวมจำนวนการทดลองทั้งสิ้น 1300 ครั้ง พบว่าการเพิ่มประสิทธิภาพการจำแนกของระบบ สรุปได้ดังนี้

1. ขนาดภาพสีนำเข้าที่จะนำมาใช้กับระบบสำหรับพิมพ์ทรงสี่เหลี่ยม ทรงสามเหลี่ยม ทรงสองเหลี่ยมหัวมนและทรงไม่มีเหลี่ยมที่ไม่ใช่ทรงกลมควรมีขนาด 60x80 พิกเซล และทรงกลม ควรมีขนาด 70x70 พิกเซล
2. เมตริกซ์ที่เหมาะสมสำหรับการคำนวณหาลักษณะพิเศษควรใช้ขนาด 11x3
3. ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation coefficient) ที่ทดลองแล้วพบว่ามีประสิทธิภาพในการจำแนกมาก ที่สุด คือ 0.8 ซึ่งระบบสามารถจำแนกได้ถูกต้องร้อยละ 93.50 และเป็นค่าเดียวที่สามารถจำแนกภาพ พระผงซึ่งเป็นพิมพ์ทรงเดียวกัน ซึ่งมีพุทธศิลป์แตกต่างกันไม่มากนัก มาเป็นผลในการจำแนกด้วยนอกจากนี้ยังพบว่าระบบสามารถจำแนกพระผงที่มีลักษณะพิมพ์ทรงเดียวกันแต่ไม่ได้เป็นภาพที่ใช้ฝึกให้ระบบรู้จำได้ค่อนข้างมีประสิทธิภาพ เพราะสามารถค้นพบภาพในฐานข้อมูลร้อยละ 79.00 ซึ่งสามารถจำแนกได้ถูกต้องร้อยละ 100 โดยใช้เวลาเฉลี่ยในการจำแนกเพียงภาพละ 10 วินาที และระบบยังสามารถจำแนกพระผงที่อยู่ในสภาพที่ไม่สมบูรณ์เพียงเล็กน้อยได้อีกด้วย




**ภาพที่ 2.5** แสดงขั้นตอนของการจำแนกลักษณะพิเศษเฉพาะของภาพพระเครื่อง [7]

ร้อยโท ปฐมพล ฟักทอง [8] การจำแนกพระเครื่องด้วยเทคนิคการสกัดคุณลักษณะเด่นแบบพื้นผิวโดยการใช้วิธี K-nearest neighbor ระบบจำแนกชนิดพระเครื่องมีประโยชน์มากสำหรับ การบ่งชี้และการจดจำชนิดพระเครื่องในฐานข้อมูลหรือในอินเตอร์เน็ต ในเอกสารนี้เราค้นคว้าระบบการจำแนกรูปแบบพระเครื่อง โดยใช้พื้นผิวของพระเครื่อง ในกระบวนการดึงคุณลักษณะเด่นของพื้นผิวพระเครื่องใช้ การวิเคราะห์โครงร่างพื้นผิวของภาพด้วยเมทริกซ์ระดับเทา (gray-level co-occurrence matrices GLCM) ด้วย 10 เครื่องมือคือ autocorrelation, correlation, cluster shade, dissimilarity, homogeneity, entropy, sum variance, sum entropy, Difference Entropy และ Information measure of correlation ในกระบวนการจำแนก k-nearest neighborhood ถูกใช้สำหรับการจำแนกชนิดพระเครื่อง ผลการทดสอบในการดึงคุณลักษณะเด่นด้วย 10 เครื่องมือและ การจำแนกโดยการใช้ k-nearest neighborhood แสดงการปฏิบัติได้ดีในระบบการจำแนกชนิดพระเครื่อง




**ภาพที่ 2.6** โครงสร้างของการจำแนกชนิดพระเครื่อง [8]

**2.2 มาตรฐานยางพาราแผ่นรมควัน**

**ภาพที่ 2.7** แสดงภาพยางแผ่นรมควัน [2]

ยางแผ่นรมควัน (ribbed smoked sheets, RSS) ประเทศไทยเป็นประเทศที่มีการผลิตยางแผ่นรมควันมากเป็นอันดับ 1 ของโลกยางแผ่นรมควันแยกได้เป็น 5 ประเภทคือ ยางแผ่นรมควันชั้น 1, ชั้น 2, ชั้น 3, ชั้น 4 และ ชั้น 5 โดยการแบ่งเกรดนั้น จะใช้คุณภาพของยางแต่ละแผ่นเป็นเกณฑ์โดยที่มาตรฐานของแผ่นรมควันของประเทศไทยนั้นกำหนด เอายางแผ่นรมควันชั้น 3 เป็นเกณฑ์ในการตัดสิน ซึ่งยางแผ่นรมควันชั้น 3 คุณภาพเท่ากับยางแท่ง STR 20 ยางแผ่นรมควันคุณภาพดีกว่าก็พิจารณาให้เป็นยางแผ่นรมควันชั้น 1 หรือ 2 แต่ถ้าคุณภาพเลวกว่าก็พิจารณาให้เป็นยางแผ่นรมควันชัน 4, 5 หรือเป็นยางต่ำชั้น (burok) สิ่งสำคัญที่จะช่วยกำหนดว่ายางนั้นควรอยู่ชั้นไหนคือ

1. ฟองอากาศและสิ่งสกปรกซึ่งภาษาของการคัดชั้นยาง เรียกว่า จุดและแต้ม
2. สีและความสม่ำเสมอของสี ไม่มีราสีแดง
3. ไม่มีสิ่งปลอมปน
4. การใช้น้ำและน้ำกรดถูกส่วน

ยางแผ่นรมควันชั้น 3 เป็นยางที่แห้งรมควันสุกสม่ำเสมอ เหนียวแน่นดียืดหยุ่นดีไม่มีจุดและแต้ม สิ่งเจือปนอื่นๆ เป็นตำหนิมากจนเป็นที่รังเกียจ คือ รวมกันแล้วไม่เกิน 10% ของแผ่นคุณภาพเหมือนยางแท่ง STR 20 ยางแผ่นที่ดีควรมีลักษณะดังนี้

1. ยางแผ่นบางสม่ำเสมอ ความหนาไม่เกิน 3 มิลลิเมตร
2. ขนาดของแผ่นยางกว้าง 38-46 เซนติเมตร ยาว 80-90 เซนติเมตร
3. น้ำหนัก 0.8-1.2 กิโลกรัม/แผ่น

4. สะอาด ไม่มีเชื้อรา สิ่งสกปรก และฟองอากาศเจือปน

5. รูปทรงเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้า ไม่คอดกิ่วสีสม่ำเสมอ ลายดอกเห็นเด่นชัด

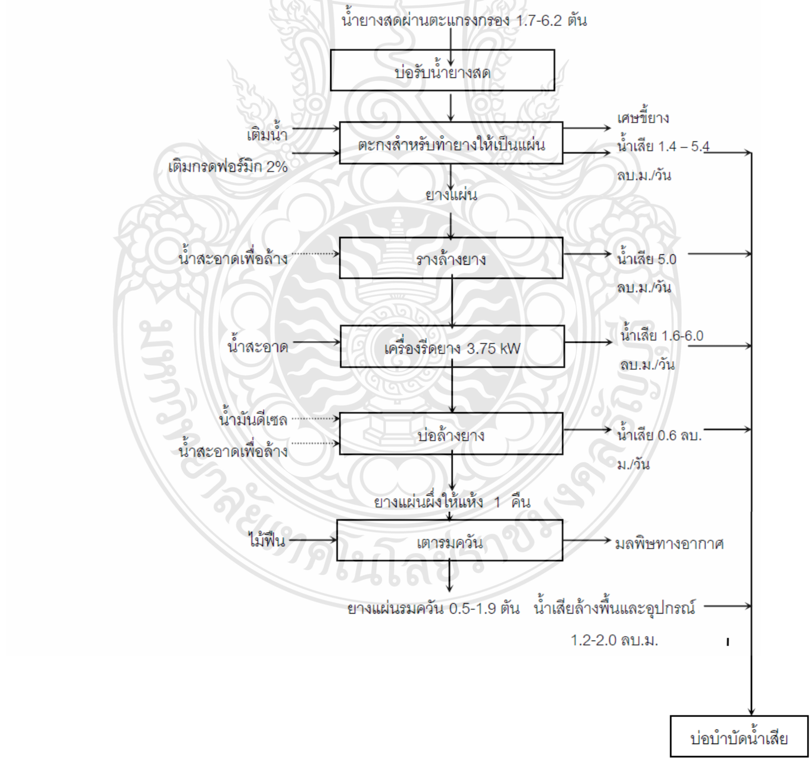
6. ความชื้นในแผ่นยางไม่ควรเกิน 2%

7. มีความยืดหยุ่นดี

กระบวนการผลิตยางพาราแผ่นรมควันโดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

การรับน้ำยาง ทำการรวบรวมน้ำยางสดจากสมาชิกสหกรณ์แต่ละคน โดยชั่งน้ำหนักน้ำยางสด พร้อมทั้งเก็บตัวอย่างน้ำยางสดเพื่อวิเคราะห์หาร้อยละของเนื้อยางแห้งโดยมีวิธีเมโทรแลค และเทน้ำยางสดลงสู่บ่อรับน้ำยางสดผ่านตะแกรงกรองขนาด 40-60 (mesh) เพื่อกรองแยกสิ่งสกปรกออกน้ำยางสด ซึ่งในขั้นตอนนี้มีการกระเด็นและหกล้นของน้ำยางสด ทำให้มีการสูญเสียน้ำยางและสิ้นเปลืองน้ำในการล้างพื้น

การทำความสะอาดเครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับการทำยางแผ่นอุปกรณ์และเครื่องใช้ทุกอย่าง ในการทำยางแผ่นเช่น ตะแกรงกรอง ตะกงทำยางแผ่นเครื่องรีดยางจำเป็นต้องสะอาดอยู่เสมอเนื่องจากจะทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่สะอาดและมีคุณภาพดี




**ภาพที่ 2.8** กระบวนการผลิตยางแผ่นรมควัน [1]

การทำยางให้เป็นแผ่น ในการผลิตยางแผ่นรมควัน จะต้องมีการเจือจางน้ำยางสด เพื่อให้ได้เนื้อยางแห้งประมาณ 15-18% โดยทำการเจือจางน้ำยางสดด้วยน้ำ ซึ่งจะต้องมีการคำนวณปริมาณน้ำที่ใช้ในการผสมเจือจาง ในอัตราส่วนผสมน้ำยางสดกับน้ำ คือ 3:2 ซึ่งอัตราส่วนผสมเปลี่ยนแปลงได้ขึ้นอยู่กับขึ้นอยู่กับปริมาณเนื้อยางแห้ง เช่น กรณีฝนตกขณะเก็บน้ำยาง น้ำยางอาจจะเจือจางทำให้ปริมาณเนื้อยางแห้งลดลง (หรือน้ำยางผสมน้ำปริมาตรประมาณ 215 ลิตรต่อตะแกรง) และเติมกรดฟอร์มิกความเข้มข้น 2% ในอัตราส่วน 0.4-0.6 ของเนื้อยางแห้ง (หรือปริมาตรประมาณ 8.2 ลิตรต่อตะแกรง) เพื่อให้ยางจับตัวกันเป็นก้อน ทำการกวนผสมให้เข้ากันซึ่งในการกวนจะมีฟองเกิดขึ้นและต้องทำการตักฟองออกให้หมด เพราะยางแผ่นที่ได้จะมีรอยจุดฟองอากาศทำให้ยางแผ่นรมควันที่ได้มีคุณภาพต่ำ และทำการใส่แผ่นเสียบให้ครบทิ้งไว้ 2-3 ชั่วโมงเพื่อให้ยางแข็งตัว เมื่อยางแข็งตัวค่อยๆ ดึงแผ่นเสียบออกจากตะแกรง และนำแผ่นยางที่ได้ไปล้างในรางล้างยางการรีดยาง นำยางแผ่นที่ผ่านการล้างแล้วมารีดด้วยเครื่องรีดยางซึ่งประกอบด้วยลูกกลิ้งผิวเรียบ 4-5 คู่ และลูกกลิ้งลายดอกอีก 1 คู่สุดท้ายเพื่อรีดให้ยางมีความหนา ประมาณ 2-3 มิลลิเมตร ในกระบวนการนี้มีการสเปรย์น้ำ เพื่อหล่อลื่นในขณะรีดยาง จากนั้นล้างน้ำอีกครั้งและนำไปผึ่งลมเป็นเวลา 1 วัน การรมควันยาง นำยางแผ่นที่ผึ่งลมแล้วไปอบรมควันในห้องอบที่มีอุณหภูมิประมาณ 50 ถึง 60 องศาเซลเซียส โดยความร้อนและควันที่ใช้ในการรมยางให้แห้งได้จากการเผาไม้ฟืนในเตาเผา ซึ่งสามารถควบคุมการลุกไหม้ของไม้ฟืนเพื่อให้ได้ความร้อนตามต้องการ โดยการเปิด หรือปิดช่องให้อากาศเข้าทางประตูใส่ฟืน โดยความร้อนและควันจากเตาเผา จะถูกส่งมาตามท่อซีเมนต์ปล่อยควันสู่ห้องอบ โดยทั่วไปใช้ระยะเวลาในการรมควันประมาณ 4-12 วัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับคุณภาพและความชื้นของยางแผ่นดิบจนแผ่นยางสุกได้ผลิตภัณฑ์ที่เรียกว่า ยางแผ่นรมควัน

การคัดเกรดยางการคัดแยกเกรด ยางแผ่นรมควันไม่มีมาตรฐานการตรวจสอบคุณภาพยางที่แน่นอน การกำหนดชั้นยางชนิดต่างๆกระทำโดยใช้สายตาในการพิจารณา ซึ่งต้องอาศัยความชำนาญและประสบการณ์พอสมควร ทั้งนี้สามารถจำแนกยางแผ่นรมควันได้เป็น 5 ชั้นดังนี้

**ภาพที่ 2.9** ตัวอย่างยางแผ่นรมควันชั้น 1

ยางแผ่นรมควันชั้น 1 แผ่นยางต้องแห้งและสะอาด ไม่มีเม็ดทรายหรือสิ่งเจือปนบนแผ่นยาง ไม่มีสนิมหรือราขึ้นบนยางแผ่นยางอาจรมควันไม่สม่ำเสมอเล็กน้อยได้แต่ต้องไม่มีสีคล้ำจนเกินไป และไม่เหนียวตรงจุดใดจุดหนึ่ง บนผิวยางแผ่นที่ใช้ห่อก้อนยางหรือตรงผิวก้อนของยางที่อยู่ติดกับยางที่ใช้ห่อ อาจมีราแห้งปะปนอยู่กับยางแผ่นรมควันบ้างเล็กน้อย มีฟองอากาศเล็กๆขนาดเท่าหัวเข็มหมุดกระจายอยู่เล็กน้อยได้

**ภาพที่ 2.10** ตัวอย่างยางแผ่นรมควันชั้น 2

ยางแผ่นรมควันชั้น 2 แผ่นยางต้องแห้งและสะอาด ไม่มี ตำหนิจากรอยเปื้อนหรือพุพอง ไม่มีเม็ดทรายหรือสิ่งเจือปนบนแผ่นยาง อาจมีฟองอากาศ สีของยางแผ่นรมควันอาจไม่สม่ำเสมอได้ บนผิวยางแผ่นที่ใช้ห่อก้อนยางหรือตรงผิวก้อนของยางที่อยู่ติดกับยางที่ใช้ห่ออาจมีราสนิม หรือราแห้งปะปนอยู่ปริมาณเล็กน้อยแต่ไม่เกินร้อยละ 5 ของตัวอย่างที่ตรวจ สีของยางแผ่นรมควันอาจไม่สม่ำเสมอได้

**ภาพที่ 2.11** ตัวอย่างยางแผ่นรมควันชั้น 3

ยางแผ่นรมควันชั้น 3 แผ่นยางต้องแห้ง สีอาจไม่ใส มีฟองอากาศเล็กๆ มีเศษผงสิ่งสกปรกหรือเศษเปลือกต้นยางปะปนได้เล็กน้อย แต่ต้องไม่มีรอยพุพอง ไม่มีเม็ดทรายหรือสิ่งสกปรกขณะห่อก้อนยางบนยางแผ่นที่ใช้ห่อ หรือภายในยางแผ่นอาจมีราสนิมหรือราแห้ง ราแดงขึ้นได้เล็กน้อยแต่ไม่เกินร้อยละ 10 ของตัวอย่างที่ตรวจ ไม่มีจุดรมควันที่ไม่แห้ง หรือจุดเหนียวบนยางแผ่นยางอาจมีสีคล้ำบ้างแต่สีต้องไม่ทึบจนดำ

**ภาพที่ 2.12** ตัวอย่างยางแผ่นรมควันชั้น 4

ยางแผ่นรมควันชั้น 4 ยางแผ่นต้องแห้ง มีฟองอากาศเศษผงสิ่งสกปรก หรือเศษเปลือกต้นยางขนาดกลางปะปนอยู่บนยางแผ่นบ้าง มีรอยเปื้อนจางๆ เหนียวเล็กน้อยบนยางแผ่นที่ใช้ห่อหรือภายในยางแผ่นอาจมีราสนิมหรือราแห้ง ราแดงขึ้นได้เล็กน้อยแต่ไม่เกินร้อยละ 20 ของตัวอย่างที่ตรวจ ไม่มีตำหนิจากรอยพุพองไม่มีเม็ดทรายหรือสิ่งสกปรกอื่นปน ยางแผ่นอาจมีสีคล้ำได้แต่สีต้องไม่ทึบจนดำแบบถูกไฟไหม้

**ภาพที่ 2.13** ตัวอย่างยางแผ่นรมควันชั้น 5

ยางแผ่นรมควันชั้น 5 ยางแผ่นต้องแห้ง มีฟองอากาศเศษผงสิ่งสกปรกหรือเศษเปลือกต้นยางค่อนข้างใหญ่ มีรอยพองเล็กๆ รอยเปื้อน สีคล้ำ บนยางแผ่นที่ใช้ห่อหรือภายในยางแผ่นอาจมีราสนิมหรือราแห้ง ราแดงขึ้นได้เล็กน้อยแต่ไม่เกินร้อยละ 30 ของตัวอย่างที่ตรวจมีราแห้ง แผ่นยางต้องไม่พุพองมากและไม่เหนียวจนเกินไป นอกจากสิ่งปะปนที่กล่าวมาแล้ว ยางแผ่นต้องไม่มีเม็ดทรายหรือสิ่งสกปรกอื่นๆ ยางแผ่นอาจมีสีคล้ำได้แต่ต้องไม่ทึบจนไหม้ดำ สามารถสรุปได้ดัง ตารางที่ 2.1

**ตารางที่ 2.1** มาตรฐานยางแผ่นรมควันชั้น 1 - 3 (ไม่อัดก้อน) [1]

| สมบัติ | ชั้น 1 | ชั้น 2 | ชั้น 3 |
|---|---|---|---|
| การขึ้นรา | ต้องไม่มีรา หรือมีราแห้งเล็กน้อย เฉพาะผิวของแผ่นยางที่ใช้ห่อ | มีราสนิมได้เล็กน้อยหรือมีราแห้งที่แผ่นยางที่ใช้ห่อ แต่ไม่เกิน 5% ของตัวอย่างที่ตรวจ | มีราสนิมได้เล็กน้อยหรือมีราแห้งที่แผ่นยางที่ใช้ห่อ แต่ไม่เกิน 10% ของตัวอย่างที่ตรวจ |
| สมบัติของยางแผ่น | ยางทุกแผ่นจะต้องมีสมบัติดังนี้คือ<br>- แห้ง<br>- เนื้อแข็ง<br>- ไม่มีจุดพอง<br>- ไม่มีกรวดทราย<br>- ไม่มีสิ่งปนเปื้อน<br>- ไม่มีตำหนิใดๆ<br>- สะอาด<br>- ไม่มีราสนิม | ยางทุกแผ่นจะต้องมีสมบัติดังนี้คือ<br>- แห้ง<br>- เนื้อแข็ง<br>- ไม่มีจุดพอง<br>- ไม่มีกรวดทราย<br>- ไม่มีสิ่งปนเปื้อน<br>- ไม่มีตำหนิใดๆ<br>- สะอาด | ยางทุกแผ่นจะต้องมีสมบัติดังนี้คือ<br>- แห้ง<br>- เนื้อแข็ง<br>- ไม่มีจุดพอง<br>- ไม่มีกรวดทราย<br>- ไม่มีสิ่งปนเปื้อน |
| ตำหนิที่ยอมรับได้ | - มีฟองอากาศขนาดหัวเข็มหมุดกระจายอยู่ทั่งแผ่น<br>- มีจุดดำๆของเปลือกไม้เล็กน้อย | - มีฟองอากาศขนาดเล็ก<br>- มีจุดดำๆของเปลือกไม้เล็กน้อย | - มีฟองอากาศขนาดเล็ก<br>- มีจุดดำๆของเปลือกไม้เล็กน้อย<br>- มีรอยด่างเล็กน้อย |
| ตำหนิที่ยอมรับไม่ได้ | - ยางเหนียวเยิ้ม<br>- ยางเนื้ออ่อน<br>- ยางแก่ไฟ<br>- ยางไหม้<br>- ยางอ่อนรมควัน<br>- ยางแก่รมควัน<br>- ยางทึบ | - ยางเหนียวเยิ้ม<br>- ยางเนื้ออ่อน<br>- ยางแก่ไฟ<br>- ยางไหม้<br>- ยางอ่อนรมควัน<br>- ยางแก่รมควัน<br>- ยางทึบ | - ยางเหนียวเยิ้ม<br>- ยางเนื้ออ่อน<br>- ยางแก่ไฟ<br>- ยางไหม้<br>- ยางอ่อนรมควัน<br>- ยางแก่รมควัน<br>- ยางทึบ |

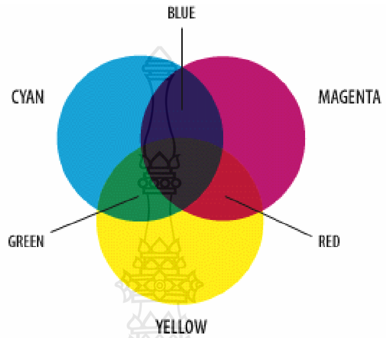
**2.3 การประมวลผลภาพ และ image processing toolbox**

ใช้วิธีการประมวลผลจากภาพดิจิทัล โดยใช้เทคนิคการสกัดคุณลักษณะ (feature extraction) มีขั้นตอนการทำงาน 5 ขั้นตอนหลักคือ การรับข้อมูลภาพเข้ามาในระบบ การเตรียมภาพก่อนทำการประมวลผล (preprocessing) การประมวลผลภาพ (image processing) จากนั้นนำค่าที่ได้มาทำการค้นหาข้อมูล (image retrieval) ขั้นตอนสุดท้าย คือการแสดงผลข้อมูล (display information) ที่ได้จากการค้นคืนข้อมูลจากภาพ โดย ทฤษฎีสี ในศตวรรษที่ 17 นิวตันพบว่าลำแสงสีขาวของแสงแดดประกอบด้วยรังสีแสงสว่างที่มีสีต่างกันหลายสีเพราะเมื่อให้แสงแดดส่องผ่านแท่งปริซึมแสงจะกระจายออกเป็นสีรุ้งเรียกว่าสเปกตรัมแต่เมื่อนำเอาสเปกตรัมเหล่านั้นมาผ่านแท่งปริซึม อันที่ 2 แสงที่จะได้จะกลายเป็นแสงสีขาวเหมือนเดิม เขาจึงสรุปว่าสีรุ้งทั้ง 7 ในสเปกตรัมเป็นสีปฐมภูมิถ้าปล่อยแสงที่มีความยาวคลื่นเดียวเช่น 650 nM ที่มีปริมาณมากพอกระทบ เรตินาในลูกตาความรู้สึกถึงสีที่ต่างจากสีอื่นจะเกิดขึ้นและสิ่งเร้านั้นจะบอกว่าเรามีกำลังมองเห็นเป็นสี “ แดง ” ดังนั้นสีจึงแสดงออกมาในรูปของความรู้สึกหรือเรื่องราวของการมองเห็นซึ่งเกิดจากการกระทำของพลังงานที่ความยาวคลื่นใด ๆ ที่กระทำต่อเรตินาของตาคนปกติ ความยาวแตกต่างของความยาวคลื่นจะทำให้เกิดความรู้สึกที่ต่างกันของการมองเห็นสีวัตถุจะมองดูแตกต่างกันเมื่ออยู่ภายใต้แสงสีที่ต่างกัน สีของวัตถุจะขึ้นอยู่กับธรรมชาติของแสงที่ตกกระทบวัตถุนั้นการสะท้อนแสงวัตถุและคุณสมบัติในการตอบสนองของตาผู้สังเกตสีของวัตถุขึ้นอยู่กับปรากฏการณ์ที่เรียกว่า การดูดกลืนแบบเลือก

**ภาพที่ 2.14** การมองเห็นสีของวัตถุจากตา [3]

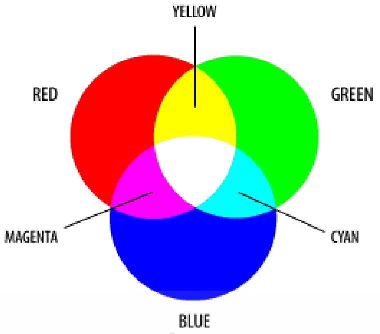
การดูดกลืนแบบเลือกเป็นผลของสีวัตถุที่แยกอุภาคของแสงที่ส่องสว่างวัตถุนั้นส่วนหนึ่งของรังสีจะถูกกลืนไว้แล้วสะท้อนส่วนที่เหลือออกไปเช่น วัตถุที่มีสีเขียวเมื่อถูกส่องด้วยแสงแดดวัตถุนั้นจะดูดกลืนพลังงานในช่วงอื่นไว้ยกเว้นสีเขียวและสะท้อนแสงสีเขียวเข้าตาเราจึงมองเห็นวัตถุนั้นเป็นสี

เขียวเป็นต้น ทฤษฎีการผสมสี แบบลบบริวเตอร์ได้ทดลองเกี่ยวกับสีต่าง ๆ และพบว่ามีสีหลักอยู่ 3 สี ที่สามารถนำมาผสมกันเพื่อทำให้เกิดสีรุ้งทั้ง 7 ที่นิวตันได้พบในสเปกตรัมของแสงแดด สีทั้ง 3 ที่บริวสเตอร์เรียกว่าสีปฐมภูมิหรือแม่สีของวัตถุคือ สีแดงเข้ม (magenta) สีเหลือง (yellow) และสีน้ำเงินเขียว (cyam) สีเหล่านี้เรียกว่า สีปฐมภูมิแบบลบ




**ภาพที่ 2.15** การผสมสีแบบบวก [3]

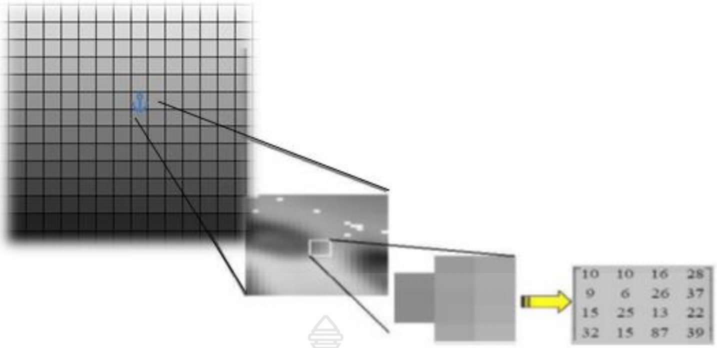
ถ้าเอาสีปฐมภูมิแบบลบคู่ใดคู่หนึ่ง มาผสมกันจะเกิดสีทุติยภูมิแบบลบขึ้นมาอีก 3 สี คือ สีแดง (red) เขียว (green) และสีน้ำเงิน (blue) ดังภาพที่ 2.15 แต่เมื่อเอาสีปฐมภูมิทั้ง 3 มาผสมรวมกันในสัดส่วนที่เท่ากันจะได้สีดำ การผสมสีแบบนี้พบได้ในสีน้ำ – สีย้อมทั่วไป ทฤษฎีการผสมสีแบบบวกในศตวรรษที่ 19 โธมัส ยังได้บัญญัติทฤษฎีที่ว่าแสงสีขาวประกอบด้วยสีปฐมภูมิ 3 สี คือ สีแดง เขียว และน้ำเงิน สีปฐมภูมิเหล่านี้สามารถผสมกันเพื่อทำให้เกิดรุ้งทั้ง 7 ในสเปกตรัมได้ ทฤษฎีนี้ได้รับการยืนยันจากเฮลมโฮซ์และ แมกซ์เวล เฮลมโฮลซ์ ได้ขยายงานทดลองของยังได้ระบุว่า ภายในลูกตาคนเรามีใยปราสาทเกี่ยวกับการมองเห็น 3 กลุ่มแต่ละกลุ่มจะมีความรู้สึกไวต่อแสงปฐมภูมิในแต่ละช่วงต่างกันคือ กลุ่มที่ 1 ไวต่อแสงสีแดง ส่วนกลุ่มที่ 2 ไวต่อแสงสีเขียว และส่วนกลุ่มที่ 3 ไวต่อแสงสีน้ำเงินโดยคิดว่าแสงที่มีสีอยู่ระหว่างสีปฐมภูมิเหล่านี้สมองจะตีความหมายออกมว่าเป็นสีอะไรตามทฤษฎีนี้แสงสีขาวจะเกิดขากการเร้าความรู้สึกของใยประสาททั้ง 3 กลุ่มเท่า ๆ กันในเวลาเดียวกันซึ่งสามารถใช้อธิบาย การรวมกันของสีทางสเปกตรัมได้อีกด้วยการรวมกันของสีของแสง เรียกว่าขบวนการผสมสีแบบบวกซึ่งตรงข้ามกับทฤษฎีสีของบริวเตอร์




**ภาพที่ 2.16** สีปฐมภูมิแบบลบ [3]

2.3.1 คำจำกัดความของภาพ

ภาพ (image) ประกอบด้วยกลุ่มของวัตถุที่กำหนดบริเวณต่าง ๆ ซึ่งสามารถแยกส่วนภาพออกเป็นบริเวณต่าง ๆ ตามบริเวณที่สนใจ (region of interest) ได้ หน่วยพื้นฐานของภาพ เรียกว่า จุดภาพ (pixel) โดยจุดภาพหมายถึง จุดภาพในรูปภาพที่รวมกันเป็นภาพขึ้น มีตำแหน่งพิกัด (x, y) และค่าความเข้ม (intensity) ของภาพ โดยภาพหนึ่งมีจุดภาพมากมาย และแต่ละภาพที่สร้างขึ้นมีความหนาแน่นของจุดภาพ หรือความละเอียด (ความคมชัด) ที่แตกต่างกันไป จึงใช้ในการบอกคุณสมบัติของภาพจอภาพ หรือ อุปกรณ์แสดงผลภาพได้ ภาพสี (color image) ภาพในระบบสี RGB คือเมตริกซ์ซึ่งแสดงค่าความเข้มของแสงสีแดง (R) 8 บิต สีเขียว (G) 8 บิต และ สีน้ำเงิน (B) 8 บิต ดังนั้นภาพสีในระบบ RGB จะมีจำนวนบิตต่อจุดภาพทั้งหมด 24 บิต ทำให้สามารถแสดงสีได้ถึง 16,777,216 สี ภาพระดับสีเทา (grayscale image) จะอยู่ในรูปแบบของความเข้มแสงในแต่ละจุดภาพ โดยจะมีระดับความเข้มสีเทาคือ 0-255 (8 bit) โดยสีดำจะแทนด้วยค่าตัวเลข 255 สีขาวจะแทนด้วยค่าของตัวเลขคือ 0 รวมทั้งสิ้น 256 ระดับสีถึงแม้ว่าภาพระดับสีเทามีความซับซ้อนมากกว่าภาพ ขาว – ดำ แต่ภาพระดับ สีเทาสามารถให้ข้อมูลได้กว้างขวางมากกว่า ภาพ ขาว – ดำ เนื่องจากภาพระดับสีเทาเกิดจากการแปลงภาพสีในระบบ RGB มาเป็นภาพระดับสีเทา




**ภาพที่ 2.17** ลักษณะค่าในแต่ละจุดภาพของภาพระดับสีเทา [3]

โดยใช้สูตรทางคณิตศาสตร์ ดังสมการที่ (2.1)

$$Gray = 0.299 \times R + 0.587 \times G + 0.114 \times B \quad (2.1)$$

Gray = ค่าความเข้มของสีเทาโดยจะมีค่าระหว่าง 0-255
R = ค่าความเข้มของสีแดงโดยจะมีค่าระหว่าง 0-255
G = ค่าความเข้มของสีเขียวโดยจะมีค่าระหว่าง 0-255
B = ค่าความเข้มของสีน้ำเงินโดยจะมีค่าระหว่าง 0-255

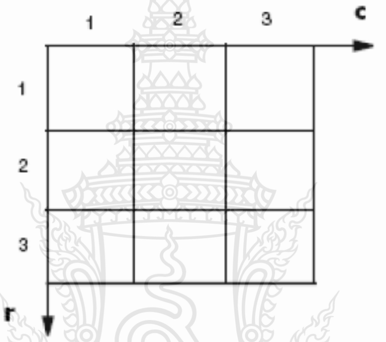
ภาพระดับสีเทา (intensity image or monochrome image or gray image) ภาพระดับสีเทาเป็นภาพที่แสดงค่าความเข้มแสง ณ แต่ละตำแหน่งของจุดภาพภายในภาพ ซึ่งภาพในแต่ละภาพจะมีลักษณะเป็นโทนสีเทา (gray scale) โดยค่าความเข้มแสงที่สามารถแสดงได้ (gray level) จะขึ้นอยู่กับจำนวนบิตที่ใช้แทนภาพในแต่ละภาพได้จาก $L = 2^k$ เมื่อ L คือ ระดับสีเทา และ k คือ ค่าจำนวนบิตที่ใช้แทนภาพ เช่น ภาพระดับสีเทาขนาด 8 บิตสามารถแสดงค่าระดับสีเทาได้ทั้งหมด 256 ระดับ และค่าที่เป็นไปได้คือ (0-255) ภาพระดับสีเทา (gray level image) หมายถึง ภาพที่มีค่าความสว่างของแต่ละจุดภาพอยู่ในช่วงสีดำ สีเทา เรื่อยไปจนถึงสีขาวซึ่งเป็นค่าความสว่างมากที่สุดสำหรับค่าของระดับสีเทานั้น ปกติแล้วจะเป็นกำลังของ 2 ซึ่งโดยทั่วไปที่ใช้จะเป็น 8 บิต (256 ระดับ) หรืออาจใช้จำนวนบิตมากหรือน้อยกว่านี้ขึ้นอยู่กับความละเอียดของภาพที่ความต้องการว่ามากหรือน้อยเพียงใด

2.3.2 Image and The Image processing toolbox

การสกัดคุณลักษณะพิเศษจากภาพ (feature extraction) เป็นวิธีหาจุดเด่นของภาพ เพื่อลดขนาดข้อมูล (dimension) ของภาพ และนำมาเป็นตัวแทนของภาพ โดยกระบวนการแปลความข้อมูลภาพ ในการ

วิเคราะห์ภาพใช้ข้อมูล 3 ประเภท ได้แก่ 1) ข้อมูลเชิงความถี่ (spectral) คือ ค่าเฉลี่ยการเปลี่ยนแปลงของโทนสี (tone) ในช่วงของความถี่ต่างๆ 2) ข้อมูลเชิงพื้นผิว (textural) คือ การกระจายเชิงพื้นที่ของการเปลี่ยนแปลงโทนสีภายในช่วงความถี่ที่ต่างกัน 3) ข้อมูลเชิงเนื้อหา (contextual) คือ ผลที่ได้มาจากการประมวลผลภาพ ซึ่งความแตกต่างระหว่างข้อมูลเชิงความถี่และข้อมูลเชิงพื้นผิว คือ ข้อมูลเชิงความถี่เน้นไปที่ค่าการหาค่าสีเทาของจุดภาพ ส่วนข้อมูลเชิงพื้นผิวเน้นไปที่การหาค่าระดับเทาซ้ำๆ ที่เกิดการเปลี่ยนแปลงในโครงร่างของภาพ โดยมีการเปลี่ยนแปลงตามระยะทางอย่างรวดเร็วในโครงร่างที่ละเอียด และเปลี่ยนแปลงอย่างช้าๆ ในโครงร่างที่หยาบ สำหรับการวิเคราะห์โครงร่างของภาพ

2.3.2.1 Pixel coordinate



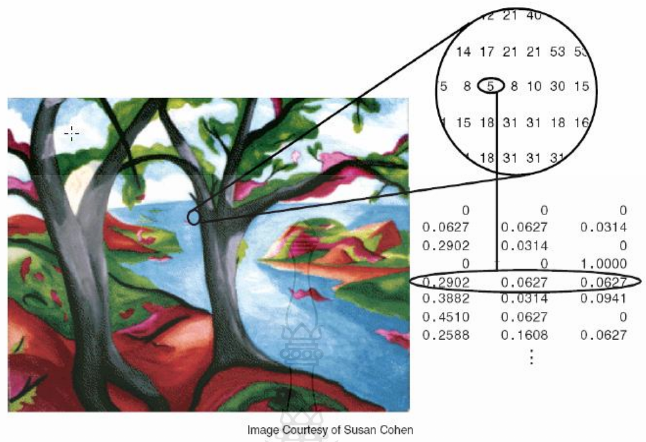

**ภาพที่ 2.18** Pixel coordinate [17]

ชนิดของภาพ ( Type of image ) มีทั้งหมด 4 แบบ คือ

1) binary image ภาพขาว-ดำ
2) intensity image ภาพมีสีเทา
3) indexed image ภาพสี
4) RGB image ภาพสี

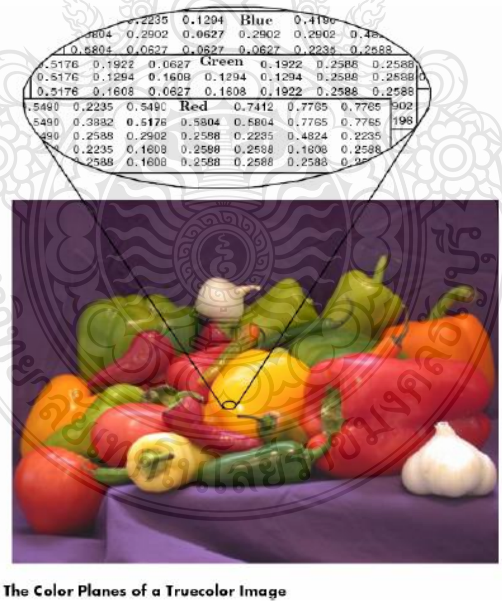
ส่วนประกอบของ pixel coordinate คือ ส่วนแรก r (the row) หรือแถว ซึ่งนับเพิ่มตามแนวลง ส่วนที่สอง c (the column) ซึ่งนับเพิ่มไปทางขวา

2.3.2.2  image type in the image processing toolbox



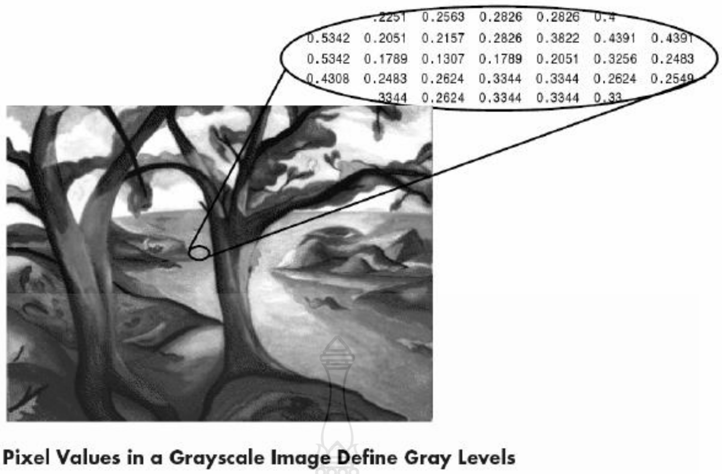

**ภาพที่ 2.19**  indexed image [17]

1.  indirect image เป็นภาพสีที่ประกอบไปด้วย array และ color map matrix โดยการใช้ค่าตัวแปร ‘X’ ซึ่งบรรจุใน array ในการชี้ค่าไปที่ color map ดังแสดงในภาพที่ 2.19




**ภาพที่ 2.20**  RGB image [17]

2.  RGB image (true color image) เป็นภาพสีซึ่งเก็บในลักษณะ red, green, blue ในรูป array m x n x 3 (โดยมี array ขนาด m x n ทั้งหมด 3 ชุด) ดังแสดงในภาพที่ 2.20




**ภาพที่ 2.21** intensity image [17]

3. intensity image เป็นภาพที่มีลักษณะเป็นสีเทา การเก็บข้อมูลใน matrix จะเก็บในรูปจำนวนจริงมีค่าระหว่าง 0 – 1 ซึ่งค่าระหว่างนั้นคือค่าความเข้มของสีเทา เมื่อเป็นสีดำเมื่อ = 0 และเป็นสีขาวเมื่อ = 1 ดังแสดงในภาพที่ 2.21

**ภาพที่ 2.22** Binary image [17]

4. intensity image เป็นภาพสีเทาใน data matrix จะมีค่าอยู่ภายในช่วง [0 1] โดย MATLAB จะเก็บ intensity image เป็น 1 matrix ซึ่งแต่ละ element ก็คือ 1 image pixel โดยสมาชิกใน intensity matrix ก็คือค่า intensity or gray level (ความเข้มของภาพที่เป็นสีเทา) ดังแสดงในรูปที่ 2.22

2.3.3 คำสั่ง Image Processing ใน MATLAB ที่ใช้ในการเขียนโปรแกรม

2.3.3.1 imread คือ การอ่านรูปภาพจาก graphic file โดยที่ก่อนที่เราจะทำการอ่านค่าของภาพเราจำเป็นที่จะต้องใช้เช่น color image = imread(capture.jpg'); capture.jpg เป็นชื่อ file ของภาพ

2.3.3.2 imcrop คือ การตัดรูปภาพจาก graphic file บนตำแหน่งภาพที่ต้องการนำไปประมวลผล เช่น img = imcrop(imgRGB,[r0 c0 r1 c1]); โดย 78 78 1140 590 คือ ตำแหน่งที่ต้องการบนภาพ

2.3.3.3 imshow คือ การแสดงรูปภาพที่เราจะทำการทดลอง โดยที่ก่อนจะใช้ฟังชั่นนี้เราจะต้องทำการใช้ฟังก์ชั่น imread เสียก่อน เช่น color_image = ([capture.jpg'); imshow (color_image)

2.3.3.4 figure, imshow คือการแสดงรูปโดยทุกครั้งที่แสดงรูปให้ทำการเปิดหน้าต่างใหม่ ไม่ซ้ำหน้าต่างเดิมที่มีอยู่ เช่น figure, imshow (color_image); color_image เป็นชื่อตัวแปรที่แทนรูปภาพ

2.3.3.5 rgb2gray คือ การแปลง ภาพจาก RGB ไปเป็น gray scale หรือภาพสีเทา เช่น img_g = rgb2gray(img); โดย img ภาพที่ต้องการแปลงเป็นระดับสีเทา

2.3.3.6 img(:,:,1) คือ การเลือกระดับสี R ในระบบสีของภาพ RGB เพื่อนำมาประมวลผล เช่น img_R = img(:,:,1); โดยที่ 1 แทนระดับสี R, img_R เป็นชื่อตัวแปรที่แทนรูปภาพ

2.3.3.7 img(:,:,2) คือ การเลือกระดับสี G ในระบบสีของภาพ RGB เพื่อนำมาประมวลผล เช่น img_G = img(:,:,2); โดยที่ 2 แทนระดับสี G, img_G เป็นชื่อตัวแปรที่แทนรูปภาพ

2.3.3.8 img(:,:,3) คือ การเลือกระดับสี B ในระบบสีของภาพ RGB เพื่อนำมาประมวลผล เช่น img_B = img(:,:,3); โดยที่ 2 แทนระดับสี B, img_B เป็นชื่อตัวแปรที่แทนรูปภาพ

2.3.3.9 การทำ unsharp mask (USM) คือการเพิ่มความคมชัดให้กับภาพ โดยการทำให้เกิดความแตกต่างกัน (contrast) ที่ขอบในแต่ละพิเซล USMทำงานโดยเพิ่มคอนทราสของบริเวณขอบๆ ในภาพ ในขณะที่ไม่ปรับปรุงความคมชัดส่วนอื่นๆ ของภาพ เช่น H = fspecial('unsharp'); sharpened = imfilter(img_g,H,'replicate');

2.3.3.10 im2bw คือ ซึ่งผลลัพท์ที่ได้คือ th=0.4235 ซึ่งตัวเลข 0.4235 หรือร้อยละ 42.35 ถ้าเทียบเป็นความเข้มของสีเทาแล้วจะอยู่ที่ 255x0.4235 = 107.9925 หรือ 108 กล่าวคือถ้าจุดพิกเซลใดมีค่าความเข้มสีเทาต่ำกว่าค่าเทรชโฮลนั้นจะมีค่าเป็น 0 (สีดำ) ในภาพ binary และจุดพิกเซลใดที่มีค่าความเข้มสีเทามากกว่าค่าเทรชโฮลนั้น จะมีค่าเป็น 1 (สีขาว) ในภาพ binary หลังจากนั้นผมจึงแปลงภาพให้เป็น binary เช่น

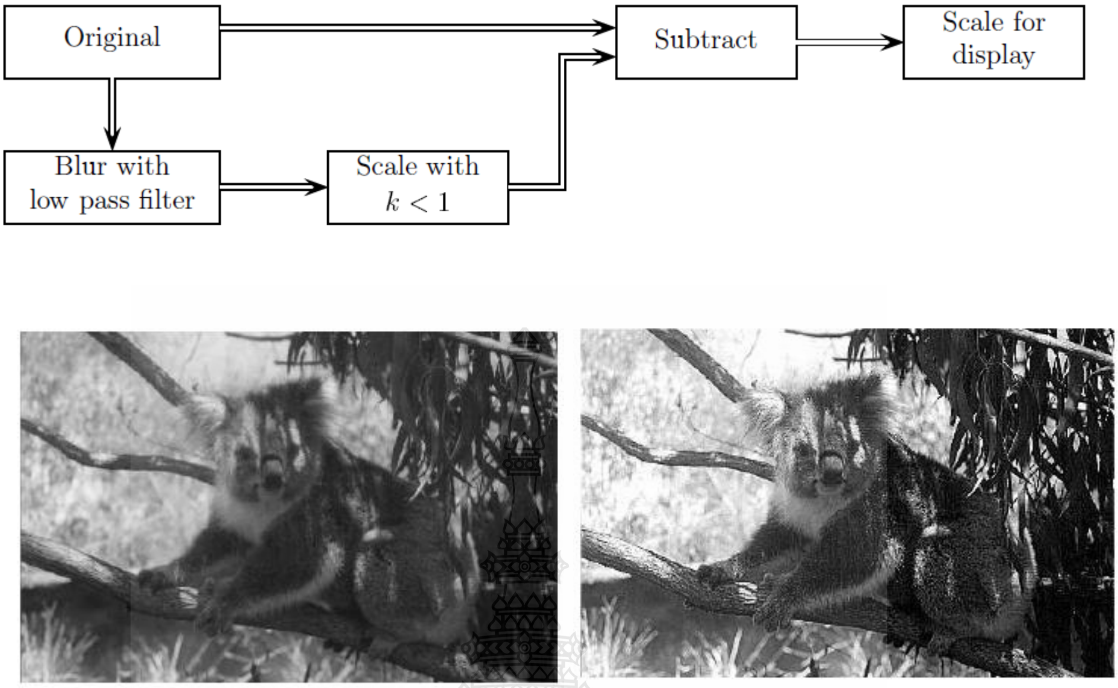
**2.4 unsharp mask [17]**

การทำ unsharp mask (USM) คือการเพิ่มความคมชัดให้กับภาพ โดยการทำให้เกิดความแตกต่างกัน(contrast) ที่ขอบในแต่ละพิเซล USM ทำงานโดยเพิ่มคอนทราสของบริเวณขอบๆ บนภาพในขณะที่ไม่แตะต้องส่วนอื่นๆ ของภาพจำนวนของความคมชัดนั้นขึ้นอยู่กับตัวแปร 3 ตัว คือ

1. ปริมาณคอนทราสที่เกิดขึ้นที่ขอบพิกเซลแต่ละพิกเซล (intensity ใน NC หรือ amount ใน PS)การปรับ intensity นั้นก็ขึ้นอยู่กับความต้องการของเรา ที่จะเพิ่มให้ภาพมีขนาดความคมชัดขนาดเท่าใด

2. ขอบเขตรัศมีจำนวนของพิกเซลที่อยู่รอบบริเวณขอบของภาพ (halo width ใน NC หรือ radiusใน PS) การปรับ halo width นั้น เพื่อระบุจำนวนพิกเซลที่อยู่รอบบริเวณขอบของภาพว่าต้องการให้มีกว้างเพียงเท่าใดภาพที่มีความละเอียดสูง (high resolution) ค่า halo width หรือ redius ก็ควรมีค่าสูงตามไปด้วยแต่ถ้าภาพมีความละเอียดต่ำ ค่า halo width หรือ redius ก็ต้องมีค่าต่ำลงตามเช่นกัน

3. ค่ากำหนดความสำคัญระหว่าง พิกเซลทุกพิกเซลกับพิกเซล ที่มีค่าความต่างสีสูง (threshold) การปรับ threshold นั้นก็ เพื่อกำหนดความสำคัญของพิกเซล ถ้าค่า threshold มีค่าเป็นศูนย์หมายถึงจะไม่พิจารณาถึงพิกเซลที่มีค่าความต่างสีสูงขอบภาพ จะพิจารณาความต่างเท่ากันทุกพิกเซลดังนั้นจะให้ผลลัพธ์ภาพมีความคมชัดเท่ากันทั่วทั้งภาพแต่หากเราเพิ่มค่า threshold ขึ้นไปความคมชัดก็จะปรากฏเฉพาะบริเวณขอบภาพ เพราะพิจารณาเฉพาะพิกเซลที่มีค่าความต่างสูงเท่านั้นการทำ USM นอกจากจะทำให้ภาพมีความคมชัดเพิ่มขึ้นแล้ว เราจะยังได้ประโยชน์ในการที่จะไม่เพิ่มจำนวน noise ให้กับภาพอันเนื่องมาจากการทำ sharpen เพราะเราได้ใช้ประโยชน์ของ threshold ตามที่กล่าวมาแล้วการหลีกเลี่ยง noise ที่จะปรากฏขึ้นบนภาพ เราอาจจะยกเลิกการทำ sharpen ที่ตัวกล้อง โดยการ set sharpen ที่ตัวกล้องเป็น none แล้วมาเพิ่มความคมชัดของภาพโดยการใช้ USM ที่ nikon capture หรือที่ photo shop เพื่อเลือกทำความคมชัดเฉพาะขอบการทำ USM ที่ NC นั้นจะไม่ส่งผลกระทบถึง color balance ของภาพ เพราะ โปรแกรมจะทำ USM เฉพาะ luminosity channel หรือ lightness เหมือนกับที่เราทำ USM ใน PS ที่เราจะต้อง convert ภาพให้อยู่ใน lab mode เสียก่อน แล้วค่อยเลือกทำ USM ใน luminosity หรือ lightness channel ดังนั้นการทำ USM ใน NC จึงสะดวกกว่ามาก




(a) Original image (b) The image after unsharp masking

**ภาพที่ 2.23** schema for unsharp masking, (a) original image
(b) the image after unsharp masking [17]

## 2.5 กล้องเว็บแคมที่ใช้สำหรับเก็บภาพในงานวิจัย [16]

**ภาพที่ 2.24** กล้องเว็บแคม logitech HD webcam C310 [16]

2.5.1 คุณสมบัติทางเทคนิค

2.5.1.1 ความถี่เท่ากับ 1 GHz

2.5.1.2 หน่วยความจำ 512 MB ขึ้นไป

2.5.1.3 ที่ว่างในฮาร์ดไดรฟ์ 200 MB

2.5.1.4 2.4 GHz Intel® Core™2 Duo

2.5.1.5 ความเร็วในการอัพโหลด 1 Mbps หรือสูงกว่า

2.5.1.6 ความละเอียดหน้าจอ 1280 x 720

2.5.2 สำหรับการสนทนาทางวิดีโอ HD 720p และการบันทึกในรูปแบบ HD

2.5.2.1 การสนทนาผ่านวิดีโอ HD (1280 X 720 พิกเซล) ด้วยระบบที่แนะนำ

2.5.2.2 การจับภาพวิดีโอ HD: สูงสุด 1280 X 720 พิกเซล

2.5.2.3 เทคโนโลยี logitech fluid crystal™

2.5.2.4 ภาพถ่าย: สูงสุด 5 ล้านพิกเซล (ปรับปรุงด้วยซอฟต์แวร์)

2.5.2.5 ไมค์แบบในตัวพร้อมการป้องกันเสียงรบกวน

2.5.2.6 รับรองการใช้งาน hi-speed USB 2.0 (แนะนำ)

2.5.2.7 คลิปอเนกประสงค์สำหรับติดตั้งบนแลปท็อป, จอภาพ LCD หรือ CRT

# บทที่ 3
# ผลการทดลอง

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นการศึกษาเทคนิคการคัดแยกเกรดยางพาราแผ่นรมควัน และนำเทคนิคการประมวลผลด้วยภาพมาประยุกต์ใช้เพื่อช่วยในการคัดแยกเกรด ซึ่งมีวิธีการดำเนินงานวิจัยสามารถแบ่งเป็นเรื่องต่างๆได้ดังต่อไปนี้

3.1 ศึกษาเทคนิคการคัดแยกเกรดยางพาราแผ่นรมควัน

3.2 สร้างเครื่องมือเพื่อเก็บตัวอย่างยางพาราแผ่นรมควัน

3.3 การปรับปรุงภาพก่อนนำไปวิเคราะห์

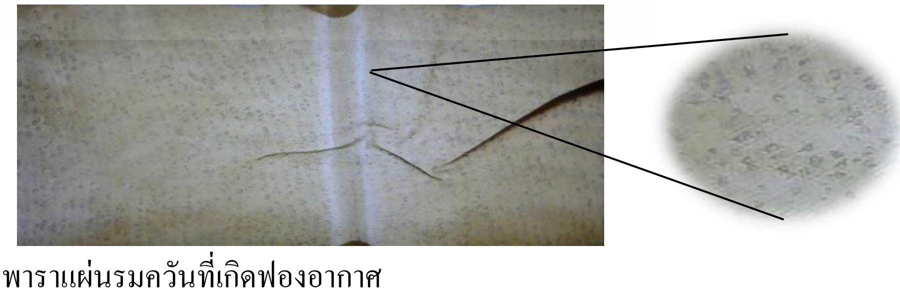
3.4 สร้างเครื่องมือเพื่อสกัดคุณลักษณะของยางพาราแผ่นรมควัน

3.5 สกัดคุณลักษณะของยางพาราแผ่นรมควันในแต่ละเกรด

## 3.1 ศึกษาเทคนิคการคัดแยกเกรดยางพาราแผ่นรมควัน

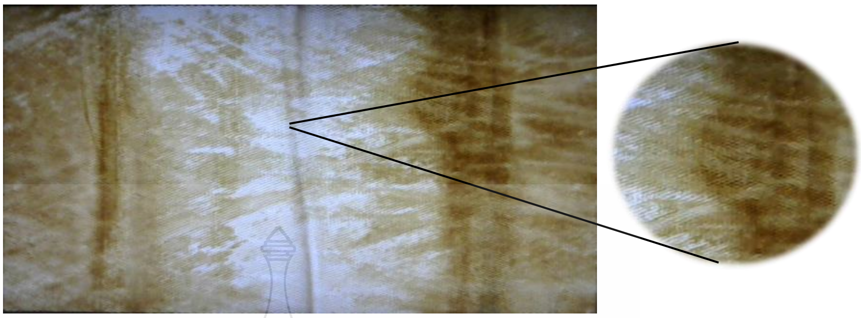
**ภาพที่ 3.1** ขนาดแผ่นยางมาตรฐาน กว้าง 38-46 เซนติเมตร และความยาว 80-90 เซนติเมตร

3.1.1 โดยลักษณะฟองอากาศที่เกิดขึ้นมีลักษณะเป็นเม็ดเล็กๆนูนขึ้นมาจากผิวของแผ่นยาง



**ภาพที่ 3.2** ลักษณะยางพาราแผ่นรมควันที่เกิดฟองอากาศ

3.1.2 รอยไหมบนยางจะมีลักษณะเป็นรอยด่างดำบนแผ่นยางจะมีลักษณะน้ำตาลเข้ม

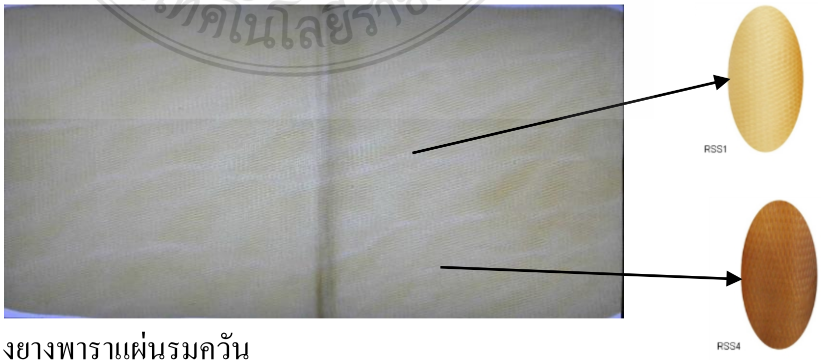


**ภาพที่ 3.3** ลักษณะยางพาราแผ่นรมควันที่เกิดรอยไหมบนยาง

3.1.3 สิ่งสกปรก เช่น ทราย เนื้อไม้ อื่นๆ

**ภาพที่ 3.4** ลักษณะยางพาราแผ่นรมควันที่เกิดสิ่งสกปรก เช่น ทราย เนื้อไม้ อื่นๆ

3.1.4 ความใสของแผ่นยางเป็นเกณฑ์การพิจารณาที่ให้ความสำคัญมากโดยลักษณะแผ่นยางที่มีคุณภาพจะต้องมีลักษณะที่ใส และสีเหลืองทอง

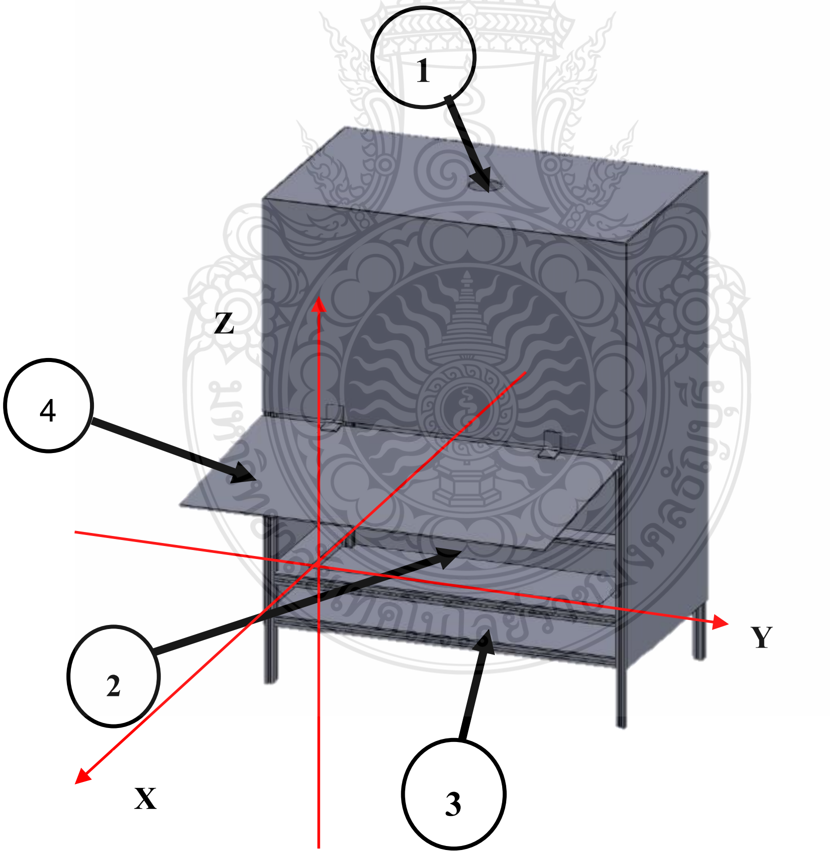



**ภาพที่ 3.5** ความใสของยางพาราแผ่นรมควัน

### 3.2 สร้างเครื่องมือเพื่อเก็บตัวอย่างยางพาราแผ่นรมควัน

3.2.1 การออกแบบเครื่องมือเพื่อเก็บตัวอย่างยางพาราแผ่นรมควัน

การออกแบบชุดอุปกรณ์เพื่อเก็บตัวอย่างยางพาราแผ่นรมควัน มีวัตถุประสงค์ คือ กระบวนการตรวจสอบมียางแผ่นจำนวนมาก ที่มีความแตกต่างกันทางด้านสีของเนื้อยางแผ่น และลักษณะของราที่เกิดบนผิวเนื้อยางแผ่น เพื่อให้สามารถควบคุมความเปลี่ยนแปลงทางไม่สม่ำเสมอของสี (variation in color) เนื้อยางแผ่นรมควัน และความรวดเร็วในการประมวลผลโดยไม่ต้องมีขั้นตอนการเตรียมข้อมูลภาพก่อนนำไปประมวลผล (image preprocessing) สามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่องสัมพันธ์กันของทุกส่วนรวมถึงความทนทาน และน้ำหนักเบาเพื่อเป็นต้นแบบในการประยุกต์ใช้งานต่อไปด้วยเหตุนี้ คณะผู้วิจัยได้เลือกใช้โครงสร้างที่เป็นอะลูมิเนียม (aluminum) เพื่อให้เคลื่อนย้ายได้ง่าย เป็นเครื่องต้นแบบที่ออกแบบเพื่อนำไปสู่การพัฒนาเป็นเครื่องจักรกลในการคัดแยกเกรดมาตรฐานยางพาราแผ่นรมควัน แบบอัตโนมัติต่อไป




**ภาพที่ 3.6** ส่วนประกอบโครงสร้างเครื่องเก็บภาพระบบปิด

หมายเลย 1 ชุดติดตั้งกล้องถ่ายภาพ

หมายเลข 2 อะคริลิกฝ้า

หมายเลข 3 ชุดไฟส่องสว่าง

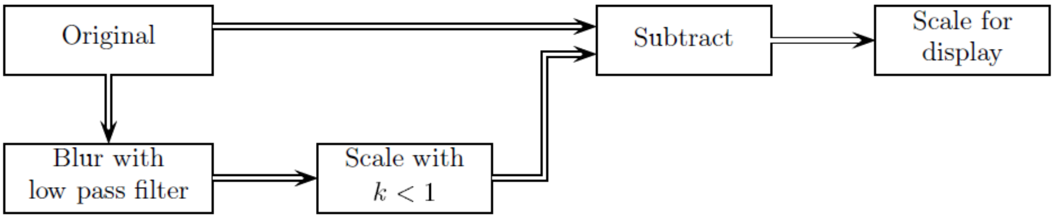
หมายเลข 4 ปิดด้วยวัสดุทึบแสง ปิด/เปิดด้านเดียว

โดยสามารถปรับตั้ง (หมายเลข 1) ทำให้เลือกถ่ายภาพได้ในแนวแกนหมุนและตำแหน่งในแนวแกน x, y ชุดหลอดไฟฟ้า LED (หมายเลข 3) ควบคุมด้วยชุดควบคุมความเข้มแสง คงที่มีโดยใช้ความเข้มแสงระหว่าง 700 – 800 ลักซ์ เพื่อให้เหมาะสมกับการทดลอง และอะคริลิกฝ้า (หมายเลข 2) เป็นที่สำหรับวางยางแผ่นยางพารารมควันขนาดมาตรฐาน กว้าง 38 – 46 ซม และยาว 80 – 90 ซม. ส่วนเครื่องคอมพิวเตอร์ที่เชื่อมต่อ กับกล้องถ่ายภาพดิจิตอลจะประมวลผลภาพดิจิตอลอยู่ภายนอกชุดควบคุม โดยกระบวนการถ่ายภาพจะควบคุมการถ่ายภาพ จากเครื่องคอมพิวเตอร์แล้วส่ง ข้อมูลภาพเข้าสู่ขั้นตอนการประมวลผลของโปรแกรมต่อไป

**ภาพที่ 3.7** เครื่องมือเก็บภาพยางพาราแผ่นรมควัน

## 3.3 การปรับปรุงภาพก่อนนำไปวิเคราะห์

โดยการปรับปรุงภาพก่อนนำไปประมวลผลใช้กระบวนการ unsharp mask เป็นการเพิ่มความคมชัด (contrast) ระหว่างพิกเซล คือการตัดขอบให้ดูคมชัดเพื่อการประมวลผลที่ถูกต้อง




**ภาพที่ 3.8** Unsharp mask process

โดยขั้นตอนการทำภาพระดับสีเทา (intensity image or monochrome image or gray image) ภาพระดับสีเทาเป็นภาพที่แสดงค่าความเข้มแสง ณ แต่ละตำแหน่งของจุดภาพภายในภาพ ซึ่งภาพในแต่ละภาพจะมีลักษณะเป็นโทนสีเทา (gray scale) โดยค่าความเข้มแสงที่สามารถแสดงได้ (gray level) จะขึ้นอยู่กับจำนวนบิตที่ใช้แทนภาพในแต่ละภาพได้จาก $L = 2^k$ เมื่อ L คือ ระดับสีเทา และ k คือ ค่าจำนวนบิตที่ใช้แทนภาพ เช่น ภาพระดับสีเทาขนาด 8 บิตสามารถแสดงค่าระดับสีเทาได้ทั้งหมด 256 ระดับ และค่าที่เป็นไปได้คือ (0-255) ภาพระดับสีเทา (gray level image) หมายถึง ภาพที่มีค่าความสว่างของแต่ละจุดภาพอยู่ในช่วงสีดำ สีเทา เรื่อยไปจนถึงสีขาวซึ่งเป็นค่าความสว่างมากที่สุดสำหรับค่าของระดับสีเทานั้น ปกติแล้วจะเป็นกำลังของ 2 ซึ่งโดยทั่วไปที่ใช้จะเป็น 8 บิต (256 ระดับ) หรืออาจใช้จำนวนบิตมากหรือน้อยกว่านี้ขึ้นอยู่กับความละเอียดของภาพที่ความต้องการว่ามากหรือน้อยเพียงใดการแบ่งช่วงสีมี 4 gray level

ช่วง pixel intensity 0 – 63 เท่ากับ 0

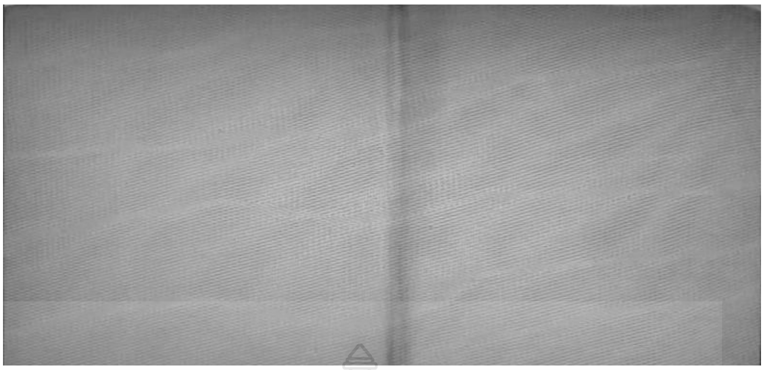
ช่วง pixel intensity 64 – 127 เท่ากับ 1

ช่วง pixel intensity 128 – 191 เท่ากับ 2

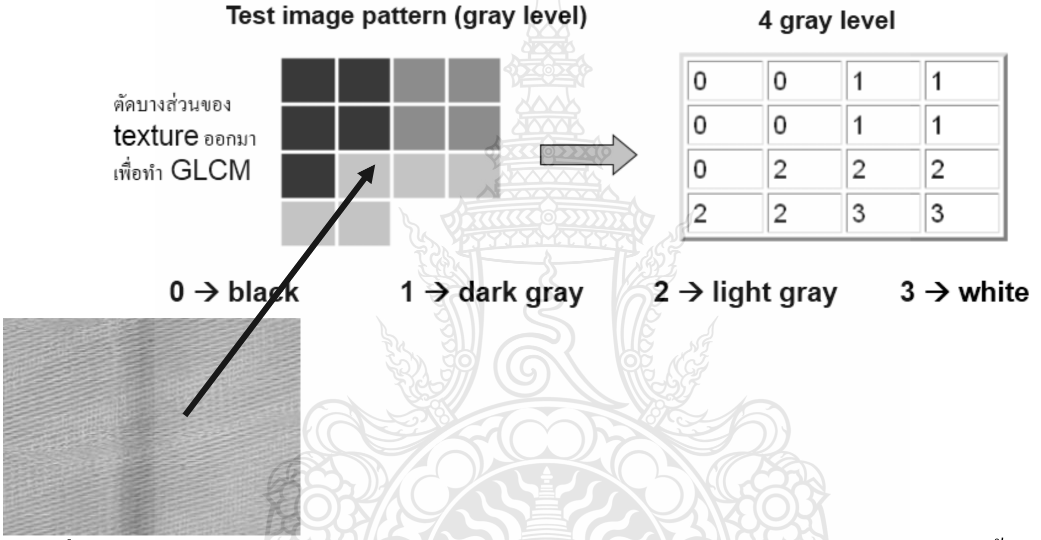
ช่วง pixel intensity 192 – 255 เท่ากับ 4

การแบ่งช่วงสีสามารถทำได้มากกว่า 4 level ตามความละเอียดของ texture

**ภาพที่ 3.9** ยางพาราแผ่นรมควันก่อนกระบวนการ Gray level



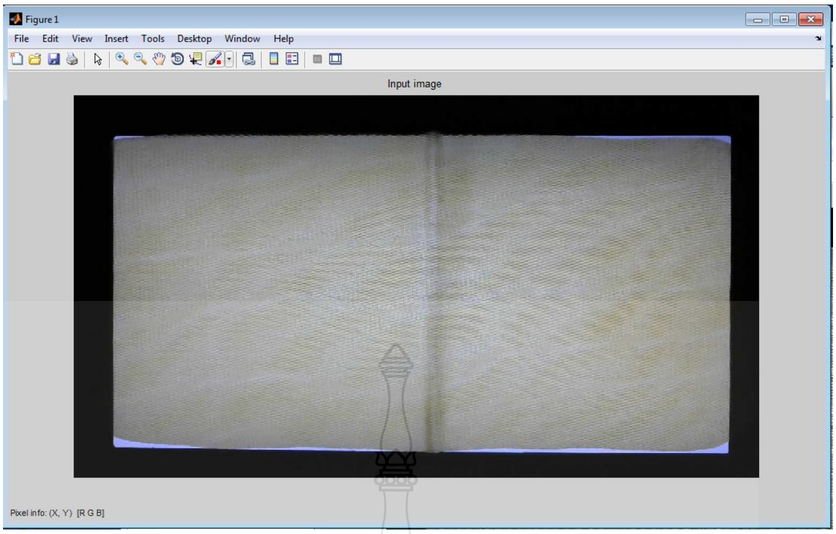
**ภาพที่ 3.10** ยางพาราแผ่นรมควันหลังกระบวนการ Gray level




**ภาพที่ 3.11** แสดงการแปลงค่า pixel โดยใช้ความสว่าง (brightness) ในระดับสีเทาที่เกิดขึ้นในรูปภาพมาแสดงผลในรูปแบบ Matrix

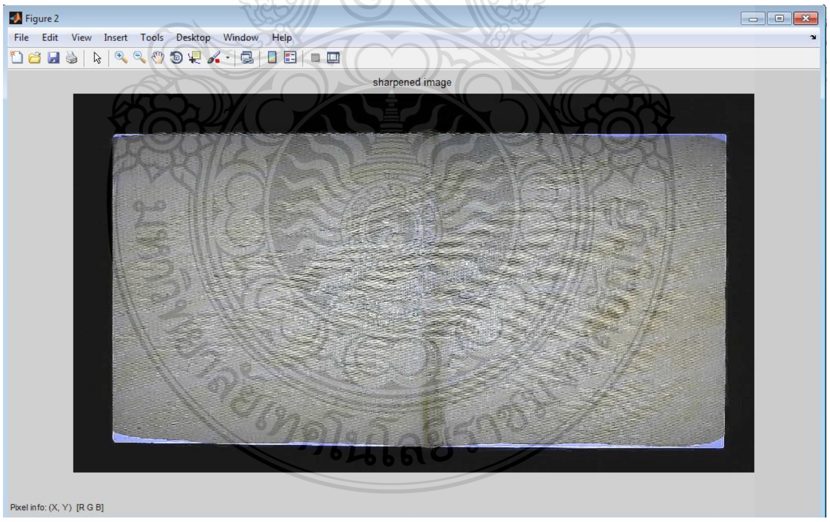
นำค่าที่ได้จากการแปลงค่าพิกเซลโดยใช้ความสว่าง (brightness) ในระดับสีเทาที่เกิดขึ้นบนภาพมาแสดงผลในรูปแบบ Matrix มาคำนวณ ผ่านตัวกรองเพื่อทำ unsharp mask เพื่อปรับปรุงขอบของภาพเพื่อให้คมชัด ดังสมการ หรือเรียกกระบวนการนี้ว่า pre-image processing

$$f = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} - \frac{1}{k} \begin{bmatrix} 1/9 & 1/9 & 1/9 \\ 1/9 & 1/9 & 1/9 \\ 1/9 & 1/9 & 1/9 \end{bmatrix} \tag{3.1}$$




**ภาพที่ 3.12** ยางพาราแผ่นรมควันก่อนการรับปรุงกระบวนการ unsharp mask

โดยภาพที่ 3.12 เป็นภาพที่ยังไม่ผ่านกระบวนการปรับปรุงโดยใช้วิธี unsharp mask จะเห็นได้ว่าบนขอบของภาพจะไม่มีความคมชัดเพื่อให้เห็นสิ่งสกปรกที่เด่นชัดจึงต้องมีการปรับปรุงภาพก่อนนำเข้าระบบไปคำนวณในทางการประมวลผลทางภาพ

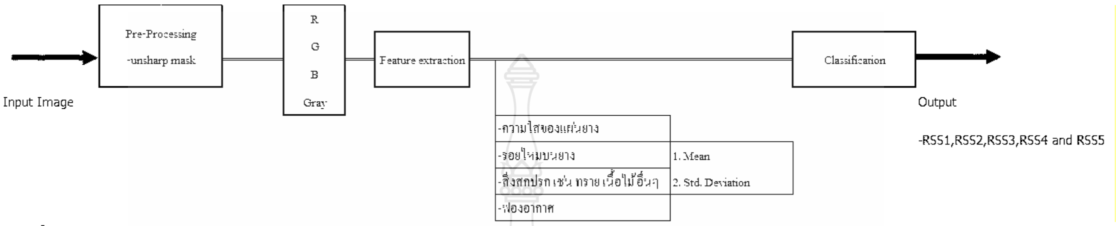



**ภาพที่ 3.13** ยางพาราแผ่นรมควันหลังการปรับปรุงกระบวนการ unsharp mask

โดยภาพที่ 3.13 เป็นภาพที่ผ่านกระบวนการปรับปรุงโดยใช้วิธี unsharp mask จะเห็นได้ว่าบนขอบของภาพจะมีความคมชัดโดยจะสามารถเห็นความคมชัดของลวดลายและสิ่งสกปรกที่เกิดขึ้นบนแผ่นยางเพื่อให้การประมวลผลทางภาพเป็นไปอย่างถูกต้องและแม่นยำ

### 3.4 สร้างเครื่องมือเพื่อสกัดคุณลักษณะของยางพาราแผ่นรมควัน

ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือเพื่อช่วยในการประมวลผลเพื่อให้มีความรวดเร็ว และแม่นยำในการประมวลผลทางภาพ โดยในงานวิจัยนี้ใช้โปรแกรม MATLAB เพื่อช่วยในการประมวลผลมีขั้นตอนดังนี้




**ภาพที่ 3.14** ผังการวิเคราะห์ระบบ

3.4.1 การออกแบบโปรแกรมเพื่อช่วยในการประมวลผลทางภาพ โดยมีขั้นตอนการประมวลผลดังภาพที่ 3.14

ขั้นที่ 1 นำภาพแผ่นยางพาราเข้าระบบ

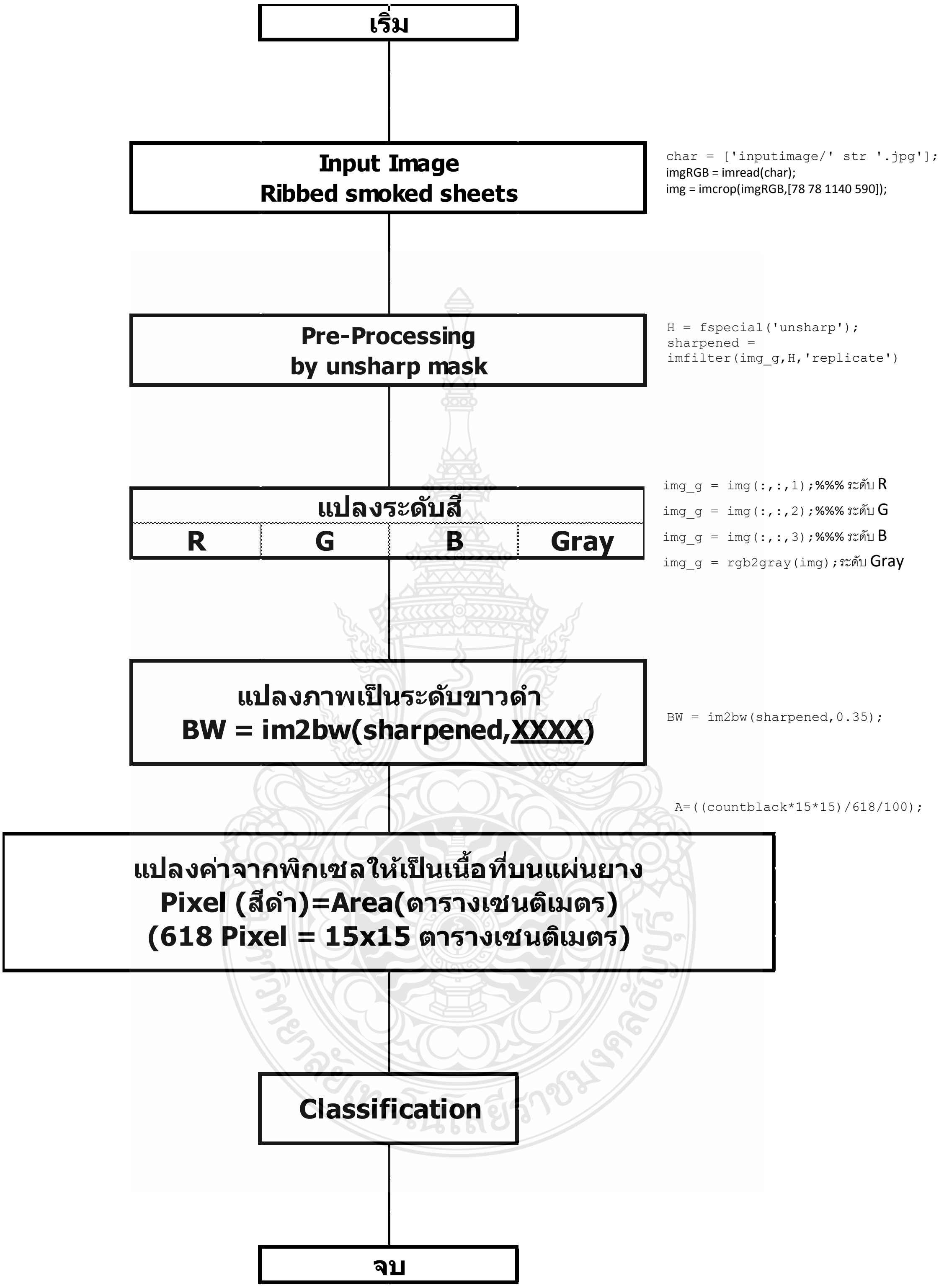
ขั้นที่ 2 ทำการปรับปรุงภาพก่อนนำเข้าระบบโดยใช้โดยใช้กระบวนการ Unsharp mask เพื่อปรับปรุงความคมชัดของภาพ

ขั้นที่ 3 แปลงภาพให้เป็นระดับสี R,G,B และ Gray เพื่อเปรียบเทียบการประมวลผลเพื่อให้การประมวลผลเหมาะสมกับสภาวะของแผ่นยาง

ขั้นที่ 4 การแปลงให้ภาพอยู่ในระดับขาวดำ เพื่อตรวจสอบสิ่งสกปรกที่ปลอมปนที่อยู่บนแผ่นยาง เช่น ความใสของแผ่นยาง, รอยไหมบนยาง, สิ่งสกปรก เช่น ทราย เนื้อไม้ อื่นๆ และฟองอากาศ

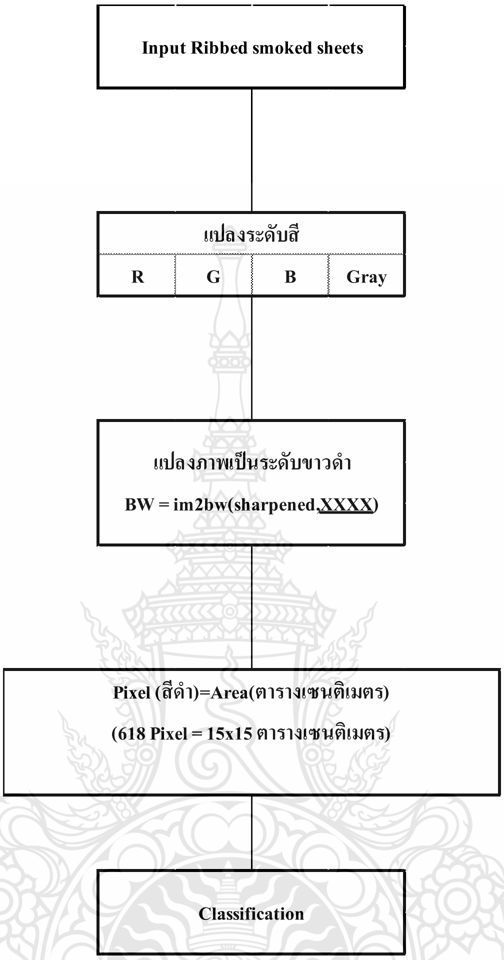
ขั้นที่ 5 การแปลงค่าจากจุดพิกเซล ให้เป็นปริมาณสิ่งสกปรกที่มีหน่วยเป็นตารางเซนติเมตรเพื่อเปรียบเทียบในแต่ละเกรดยางพารา

ขั้นที่ 6 นำความสัมพันธ์ที่ได้จากยางพาราแผ่นมาสร้างเป็นเกณฑ์ในการ classification ของเกรดยางต่อไป




**ภาพที่ 3.15** การประมวลผลของซอฟแวร์

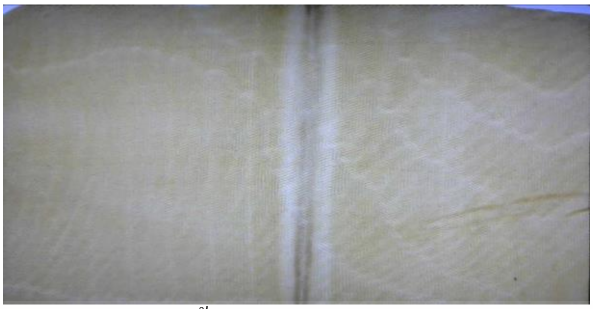
## 3.5 สกัดคุณลักษณะของยางพาราแผ่นรมควัน




**ภาพที่ 3.16** สกัดคุณลักษณะของยางพาราแผ่นรมควันในแต่ละเกรด

3.5.1 ตัวอย่างยาพาราแผ่นรมควันเกรด เกรด RSS1, RSS2, RSS3, RSS4 และ RSS5 แสดงดังนี้

**ภาพที่ 3.17** ตัวอย่างยางพาราแผ่นรมควันชั้น 1 [2]



**ภาพที่ 3.18** ตัวอย่างยางพาราแผ่นรมควันชั้น 2 [2]

**ภาพที่ 3.19** ตัวอย่างยางพาราแผ่นรมควันชั้น 3 [2]

**ภาพที่ 3.20** ตัวอย่างยางพาราแผ่นรมควันชั้น 4 [2]

**ภาพที่ 3.21** ตัวอย่างยางพาราแผ่นรมควันชั้น 5 [2]

เก็บภาพตัวอย่างยางพาราแผ่นรมควันเพื่อนำมาวิเคราะห์ เก็บภาพตัวอย่างทั้งหมด 94 ภาพ เพื่อนำมาวิเคราะห์คุณลักษณะของเกรดยางพาราในแต่ละเกรดโดยเก็บ ณ. สหกรณ์กองทุนสวนยาง อำเภอบ่อทอง

**ภาพที่ 3.22** ตัวอย่างยางพาราแผ่นรมควัน RSS1, RSS2, RSS3, RSS4 และ RSS5 [2]

**ตารางที่ 3.1** จำนวนภาพตัวอย่างยางพาราแผ่นรมควัน RSS1, RSS2, RSS3, RSS4 และ RSS5 สำหรับใช้ในการวิเคราะห์

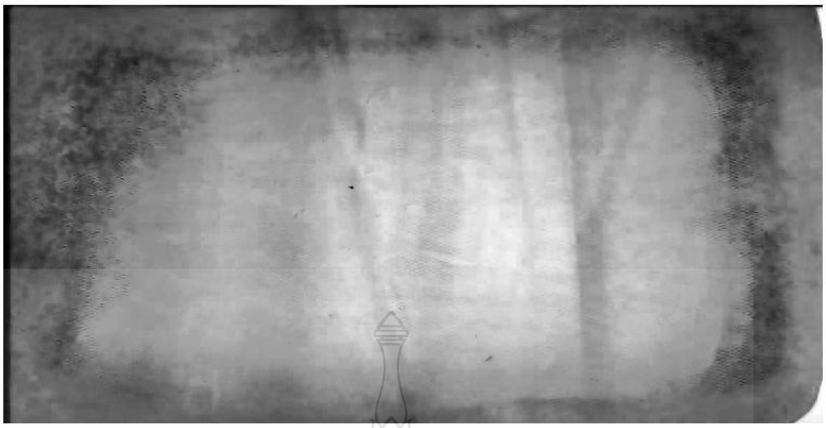
| ลำดับ | เกรด | จำนวน(แผ่น) |
|---|---|---|
| 1 | RSS 1 | 8 |
| 2 | RSS 2 | 7 |
| 3 | RSS 3 | 38 |
| 4 | RSS 4 | 30 |
| 5 | RSS 5 | 11 |
| รวม | | 94 |

3.5.2 การแปลงระดับสี R, G, B และ Gray เปรียบเทียบเพื่อตรวจสอบความคมชัดของสิ่งสกปรกของแต่ละระดับสีดังภาพต่อไปนี้

**ภาพที่ 3.23** ตัวอย่างยางพาราแผ่นรมควันชั้น 5 ของระดับสี RGB

**ภาพที่ 3.24** ตัวอย่างยางพาราแผ่นรมควันชั้น 5 ของระดับสี R

**ภาพที่ 3.25** ตัวอย่างยางพาราแผ่นรมควันชั้น 5 ของระดับสี G



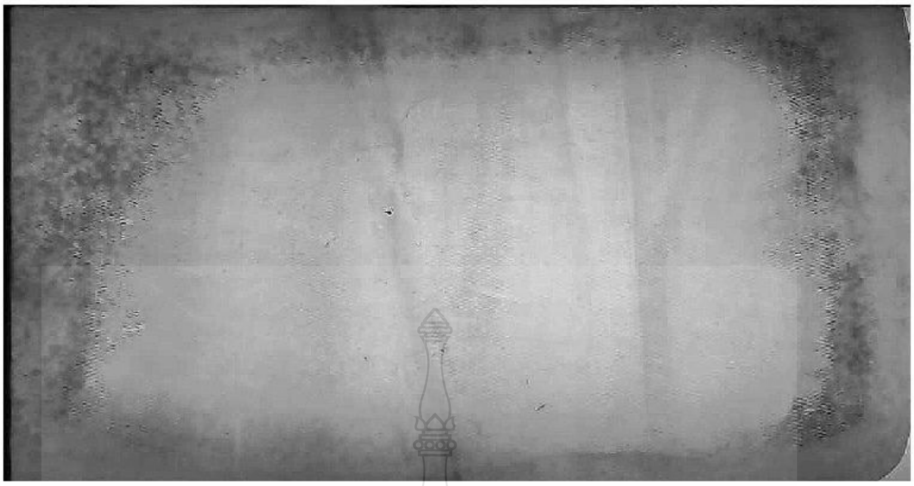
**ภาพที่ 3.26** ตัวอย่างยางพาราแผ่นรมควันชั้น 5 ของระดับสี B

**ภาพที่ 3.27** ตัวอย่างยางพาราแผ่นรมควันชั้น 5 ของระดับสี Gray

3.5.3 Pre-Processing โดยใช้กระบวนการ unsharp mask ของระดับสี R, G, B และ Gray เปรียบเทียบเพื่อตรวจสอบความคมชัดของสิ่งสกปรกของแต่ละระดับสีดังภาพต่อไปนี้

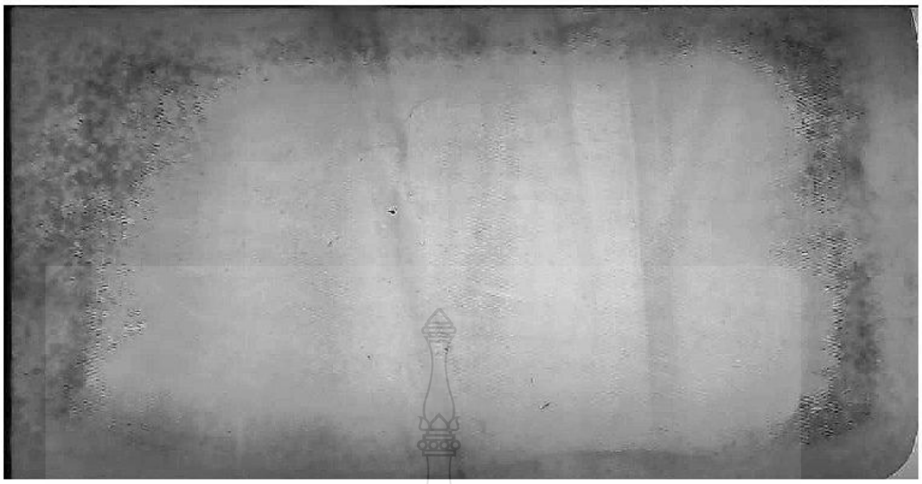
**ภาพที่ 3.28** ตัวอย่างยางพาราแผ่นรมควันชั้น 5 โดยผ่านการใช้กระบวนการ unsharp mask ของระดับสี RGB

**ภาพที่ 3.29** ตัวอย่างยางพาราแผ่นรมควันชั้น 5 โดยผ่านการใช้กระบวนการ unsharp mask ของระดับสี R



**ภาพที่ 3.30** ตัวอย่างยางพาราแผ่นรมควันชั้น 5 โดยผ่านการใช้กระบวนการ unsharp mask ของระดับสี G

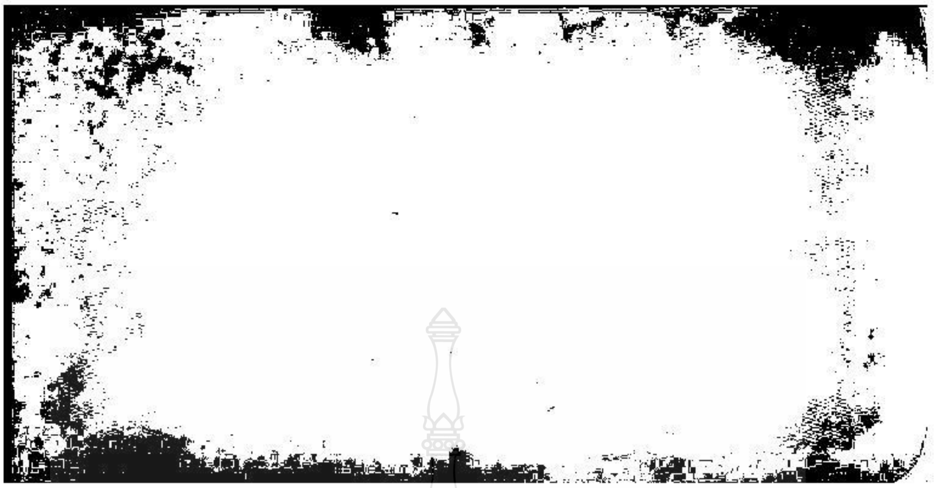
**ภาพที่ 3.31** ตัวอย่างยางพาราแผ่นรมควันชั้น 5 โดยผ่านการใช้กระบวนการ unsharp mask ของระดับสี B



**ภาพที่ 3.32** ตัวอย่างยางพาราแผ่นรมควันชั้น 5 โดยผ่านการใช้กระบวนการ unsharp mask ของระดับสี Gray

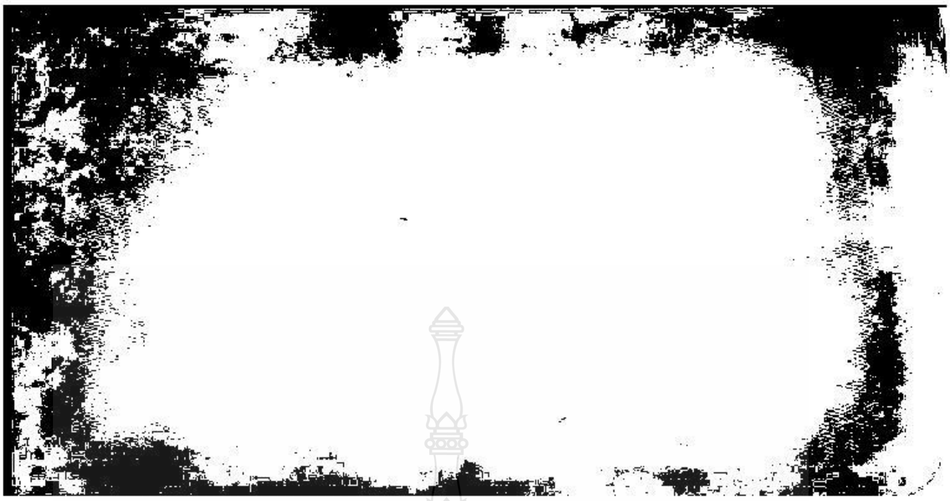
3.5.4 การแปลงภาพเป็นลักษณะขาวดำโดยการตัด เทรชโฮล (threshold) จากภาพ สีเทา (gray scale) ถ้าจุดพิกเซลใดมีค่าความเข้มสีเทาต่ำกว่าค่าเทรชโฮล (threshold) ที่ 35 เปอร์เซ็นต์คือเท่ากับค่าความเข้มข้นบนจุดภาพ 89.25 จะมีค่าเป็น 0 (สีดำ) เพื่อดูสิ่งสิ่งปลอมปน ของระดับสี R, G, B และ Gray เปรียบเทียบเพื่อตรวจสอบความคมชัดของสิ่งสกปรกของแต่ละระดับสีดังภาพต่อไปนี้

**ภาพที่ 3.33** ตัวอย่างยางพาราแผ่นรมควันชั้น 5



**ภาพที่ 3.34** ตัวอย่างยางพาราแผ่นรมควันชั้น 5 โดยผ่านการใช้กระบวนการแปลงเป็นภาพขาวดำของระดับสี R

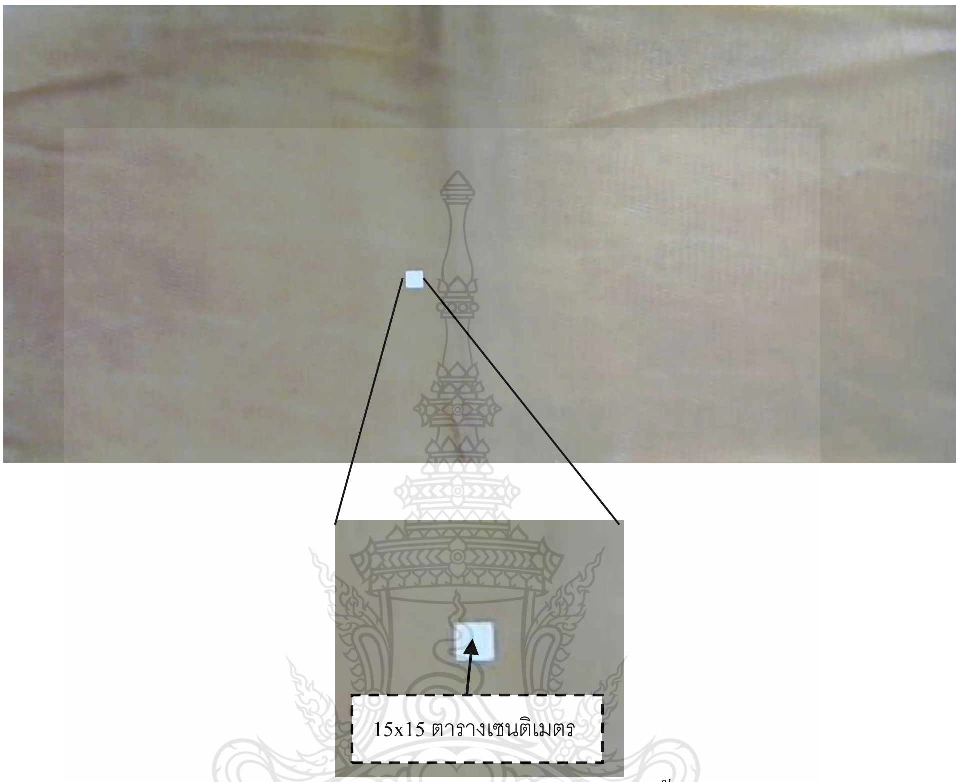
**ภาพที่ 3.35** ตัวอย่างยางพาราแผ่นรมควันชั้น 5 โดยผ่านการใช้กระบวนการแปลงเป็นภาพขาวดำของระดับสี G



**ภาพที่ 3.36** ตัวอย่างยางพาราแผ่นรมควันชั้น 5 โดยผ่านการใช้กระบวนการแปลงเป็นภาพขาวดำของระดับสี B

**ภาพที่ 3.37** ตัวอย่างยางพาราแผ่นรมควันชั้น 5 โดยผ่านการใช้กระบวนการแปลงเป็นภาพขาวดำของระดับสี Gray

3.5.5 เปรียบเทียบจำนวนจุดสิ่งสกปรก (หน่วยพิกเซล) เป็นพื้นที่ (หน่วยตารางเซนติเมตร) โดยขนาดพื้นที่ 15x15 ตารางเซนติเมตร มีค่าเท่ากับ 618 พิกเซล




**ภาพที่ 3.38** เปรียบเทียบจำนวนจุดสิ่งสกปรก (หน่วยพิกเซล) เป็นพื้นที่ (หน่วยตารางเซนติเมตร)

# บทที่ 4
# ผลการวิจัย

โดยในบทนี้ จะกล่าวถึงผลการทดลองเปรียบเทียบสิ่งสกปรก และความใสบนแผ่นยางในแต่ละเกรดเป็นองค์ประกอบหลักในการตัดสินใจ เพื่อมาทดลองสร้างเป็นโปรแกรมเพื่อประมวลผลทางภาพในการคัดแยกเกรดยางพาราแผ่นรมควันโดยมีการทดลองดังนี้

4.1 ทดลองเปรียบเทียบสิ่งสกปรกบนแผ่นยางในระดับสี R จำนวน 94 แผ่น

4.2 ทดลองเปรียบเทียบสิ่งสกปรกบนแผ่นยางในระดับสี G จำนวน 94 แผ่น

4.3 ทดลองเปรียบเทียบสิ่งสกปรกบนแผ่นยางในระดับสี B จำนวน 94 แผ่น

4.4 ทดลองเปรียบเทียบสิ่งสกปรกบนแผ่นยางในระดับสี Gray จำนวน 94 แผ่น

จุดมุ่งหมายของการทดลองเปรียบเทียบสิ่งสกปรกโดยใช้เทคนิคการประมวลผลทางภาพในการทดลองในระดับสี R,G,B และ Gray เพื่อทดลองการแยกกลุ่มของแต่ละเกรด โดยศึกษาระดับการเปลี่ยนแปลงของปริมาณสิ่งสกปรกและความใสบนแผ่นยาง ในแต่ละเกรดจากนั้นนำช่วงของสิ่งสกปรกและความใสที่ได้มาทดลองสร้างเป็นโปรแกรมการแยกเกรดยางพาราแผ่นรมควัน จากนั้นทดลองเปรียบเทียบผลความถูกต้องของการคัดแยกโดยใช้ยางพาราแผ่นรมควันตัวอย่าง RSS1, RSS2, RSS3, RSS4 และ RSS5 มีผลการทดลองดังต่อไปนี้

4.5 สรุปเปรียบเทียบค่า ค่าเฉลี่ย และค่าการกระจาย ของสิ่งสกปรกบนแผ่นยางในระดับสี R, G, B และ Gray จำนวน 94 แผ่น

4.6 ผลการทดลองใช้โปรแกรมในการแยกเกรดยางพาราแผ่นรมควันทั้งหมด 94 แผ่น ที่ใช้ในการวิเคราะห์

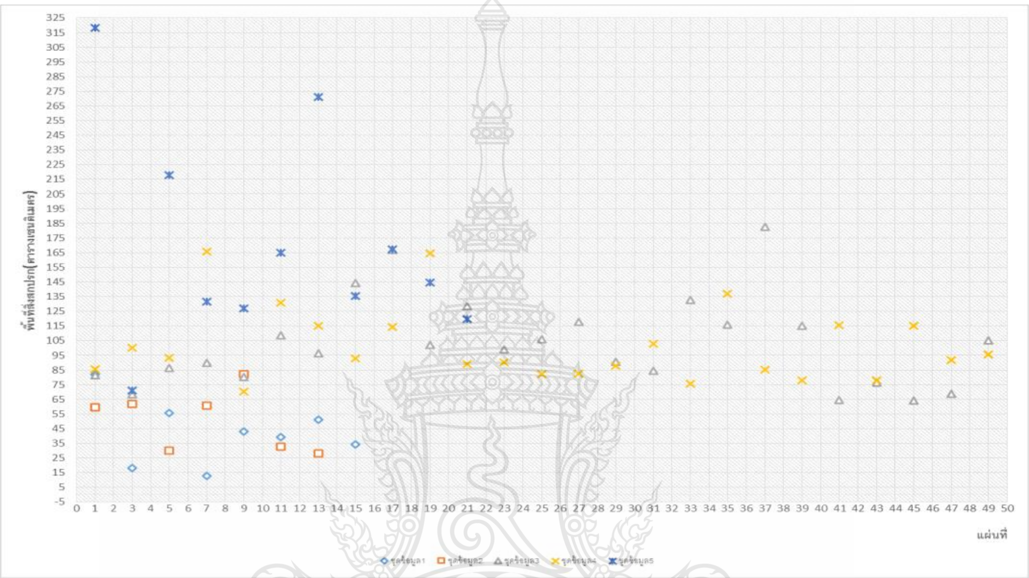
4.7 ผลการทดลองใช้โปรแกรมในการแยกเกรดยางพาราแผ่นรมควันทั้งหมด 50 แผ่น โดยได้จากการสุ่มตัวอย่าง

4.8 ผลการทดลองใช้โปรแกรมในการแยกเกรดยางพาราแผ่นรมควันทั้งหมด 68 แผ่น โดยได้จากการสุ่มตัวอย่างยางพาราเกรด RSS3 จำนวน 38 แผ่น และยางพาราเกรด RSS4 จำนวน 30 แผ่น โดยนำมาปรับปรุงช่วงของสิ่งสกปรกที่ระดับสี G

4.9 ผลการทดลองตรวจสอบความใสบนแผ่นยางของเกรด RSS1, RSS2, RSS3, RSS4 และ RSS5

## 4.1 ทดลองเปรียบเทียบสิ่งสกปรกบนแผ่นยางในระดับสี R จำนวน 94 แผ่น

ผลการวิเคราะห์สิ่งสกปรกบนแผ่นยางพาราแผ่นรมควันตัวอย่างทั้งหมดจำนวน 94 แผ่น ระดับสี R ในระบบ RGB เมื่อเทียบกับพื้นที่ทั้งหมดของแผ่นยางคือ 46x90 ตารางเซนติเมตร ที่ความละเอียดของพิกเซลเท่ากับ 591x1141 พิกเซล โดยแกนตั้ง แทนปริมาณสิ่งสกปรกที่มีหน่วยเป็น ตารางเซนติเมตร และแกนนอน คือลำดับของแผ่นยางแผ่นที่ 1 ถึง 49



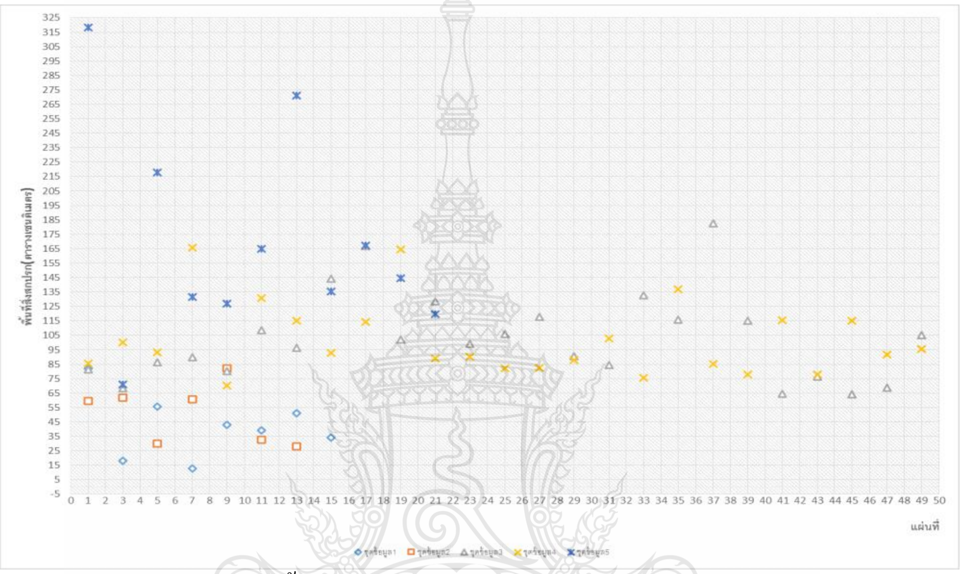

**ภาพที่ 4.1** กราฟผลการวิเคราะห์พื้นที่สกปรกของแผ่นยางเกรด RSS1, RSS2, RSS3, RSS4 และ RSS5 จำนวน 94 แผ่นของระดับสี R

**ตารางที่ 4.1** สรุปผลการวิเคราะห์พื้นที่สกปรกของแผ่นยางจำนวน 94 แผ่นของระดับสี R

| ระดับสี RED (R) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Descriptive Statistics | | | | | |
| **เกรด** | **จำนวนแผ่น** | **Minimum** | **Maximum** | **Mean** | **Std. Deviation** |
| RSS1 | 8 | 12.30 | 86.12 | 43.28 | 23.20 |
| RSS2 | 7 | 29.63 | 85.68 | 50.98 | 20.84 |
| RSS3 | 38 | 62.51 | 188.76 | 101.06 | 27.40 |
| RSS4 | 30 | 75.60 | 171.23 | 106.44 | 25.34 |
| RSS5 | 11 | 69.09 | 318.81 | 171.76 | 69.05 |

### 4.2 ทดลองเปรียบเทียบสิ่งสกปรกบนแผ่นยางในระดับสี G จำนวน 94 แผ่น

ผลการวิเคราะห์สิ่งสกปรกบนแผ่นยางพาราแผ่นรมควันตัวอย่างทั้งหมดจำนวน 94 แผ่น ระดับสี G ในระบบ RGB เมื่อเทียบกับพื้นที่ทั้งหมดของแผ่นยางคือ 46x90 ตารางเซนติเมตร ที่ความละเอียดของพิกเซลเท่ากับ 591x1141 พิกเซล โดยแกนตั้ง แทนปริมาณสิ่งสกปรกที่มีหน่วยเป็น ตารางเซนติเมตร และแกนนอน คือลำดับของแผ่นยางแผ่นที่ 1 ถึง 49



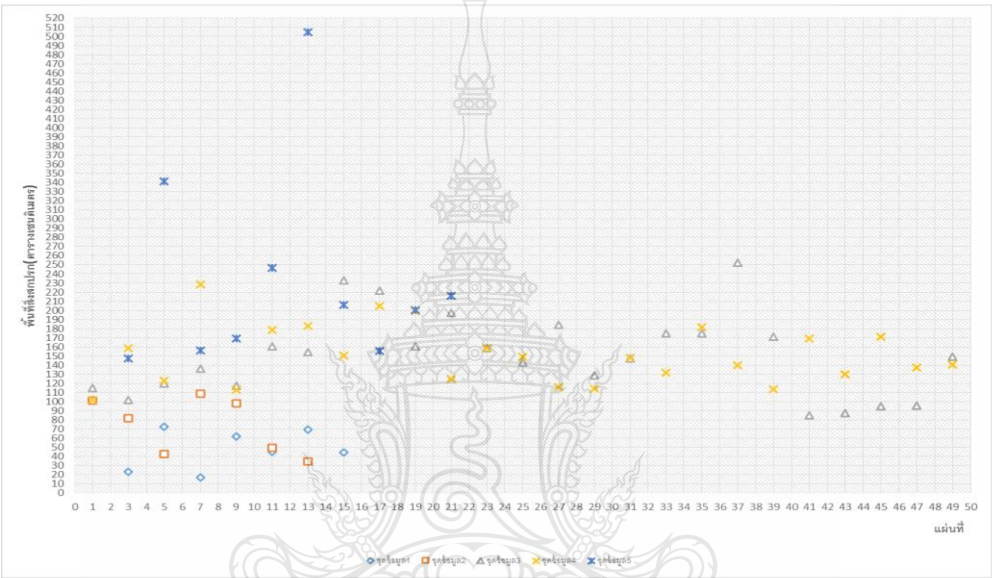

**ภาพที่ 4.2** กราฟผลการวิเคราะห์พื้นที่สกปรกของแผ่นยางเกรด RSS1, RSS2, RSS3, RSS4 และ RSS5 จำนวน 94 แผ่นของระดับสี G

**ตารางที่ 4.2** สรุปผลการวิเคราะห์พื้นที่สกปรกของแผ่นยางจำนวน 94 แผ่นของระดับสี G

| ระดับสี GREEN (G) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Descriptive Statistics | | | | | |
| **เกรด** | **จำนวนแผ่น** | **Minimum** | **Maximum** | **Mean** | **Std. Deviation** |
| RSS1 | 8 | 12.79 | 82.07 | 42.02 | 21.94 |
| RSS2 | 7 | 28.10 | 82.22 | 50.79 | 20.65 |
| RSS3 | 38 | 58.27 | 182.56 | 97.42 | 27.58 |
| RSS4 | 30 | 70.27 | 165.65 | 103.27 | 25.90 |
| RSS5 | 11 | 70.90 | 318.34 | 169.86 | 72.15 |

## 4.3 ทดลองเปรียบเทียบสิ่งสกปรกบนแผ่นยางในระดับสี B จำนวน 94 แผ่น

ผลการวิเคราะห์สิ่งสกปรกบนแผ่นยางพาราแผ่นรมควันตัวอย่างทั้งหมดจำนวน 94 แผ่น ระดับสี B ในระบบ RGB เมื่อเทียบกับพื้นที่ทั้งหมดของแผ่นยางคือ 46x90 ตารางเซนติเมตร ที่ความละเอียดของพิกเซลเท่ากับ 591x1141 พิกเซล โดยแกนตั้ง แทนปริมาณสิ่งสกปรกที่มีหน่วยเป็น ตารางเซนติเมตร และแกนนอน คือลำดับของแผ่นยางแผ่นที่ 1 ถึง 49



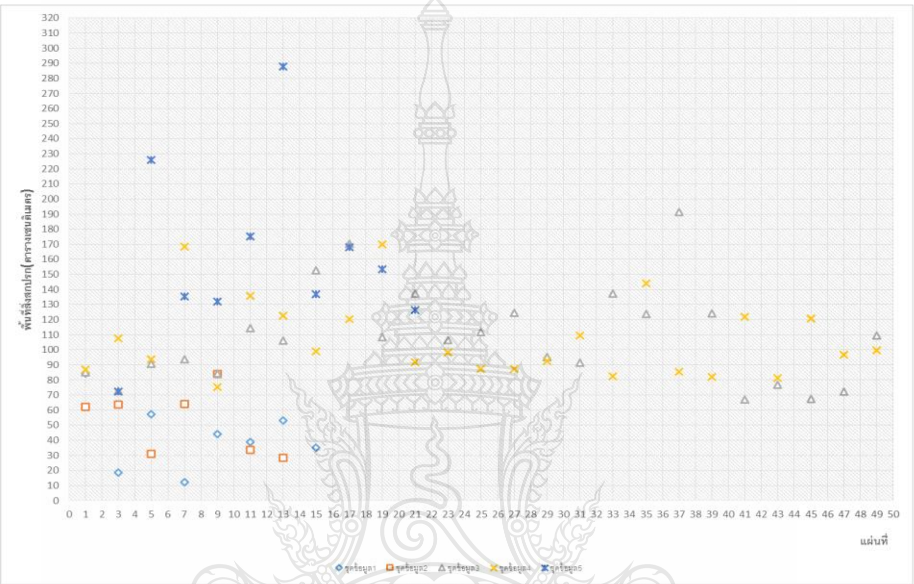

**ภาพที่ 4.3** กราฟผลการวิเคราะห์พื้นที่สกปรกของแผ่นยางเกรด RSS1, RSS2, RSS3, RSS4 และ RSS5 จำนวน 94 แผ่นของระดับสี B

**ตารางที่ 4.3** สรุปผลการวิเคราะห์พื้นที่สกปรกของแผ่นยางจำนวน 94 แผ่นของระดับสี B

| ระดับสี BLUE (B) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Descriptive Statistics | | | | | |
| เกรด | จำนวนแผ่น | Minimum | Maximum | Mean | Std. Deviation |
| RSS1 | 8 | 17.3374 | 101.4102 | 54.4587 | 27.6805 |
| RSS2 | 7 | 34.5473 | 108.6226 | 73.7465 | 30.8581 |
| RSS3 | 38 | 74.1189 | 252.4187 | 142.2677 | 42.0441 |
| RSS4 | 30 | 101.5558 | 228.6553 | 153.2971 | 31.6932 |
| RSS5 | 11 | 147.2985 | 539.0279 | 261.9737 | 139.8925 |

### 4.4 ทดลองเปรียบเทียบสิ่งสกปรกบนแผ่นยางในระดับสี Gray จำนวน 94 แผ่น

ผลการวิเคราะห์สิ่งสกปรกบนแผ่นยางพาราแผ่นรมควันตัวอย่างทั้งหมดจำนวน 94 แผ่น ระดับสี Gray ในระบบ RGB เมื่อเทียบกับพื้นที่ทั้งหมดของแผ่นยางคือ 46x90 ตารางเซนติเมตร ที่ความละเอียดของพิกเซลเท่ากับ 591x1141 พิกเซล โดยแกนตั้ง แทนปริมาณสิ่งสกปรกที่มีหน่วยเป็นตารางเซนติเมตร และแกนนอน คือลำดับของแผ่นยางแผ่นที่ 1 ถึง 49



**ภาพที่ 4.4** กราฟผลการวิเคราะห์พื้นที่สกปรกของแผ่นยางเกรด RSS1, RSS2, RSS3, RSS4 และ RSS5 จำนวน 94 แผ่นของระดับสี Gray

**ตารางที่ 4.4** สรุปผลการวิเคราะห์พื้นที่สกปรกของแผ่นยางจำนวน 94 แผ่นของระดับสี Gray

| ระดับสี GRAY | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Descriptive Statistics | | | | | |
| **เกรด** | **จำนวนแผ่น** | **Minimum** | **Maximum** | **Mean** | **Std. Deviation** |
| RSS1 | 8 | 12.2112 | 84.2221 | 42.9689 | 22.7785 |
| RSS2 | 7 | 28.4454 | 83.9964 | 52.4074 | 21.3919 |
| RSS3 | 38 | 62.8362 | 191.4794 | 102.5363 | 28.9615 |
| RSS4 | 30 | 75.3532 | 169.7876 | 108.1942 | 26.1994 |
| RSS5 | 11 | 72.2002 | 337.2269 | 177.2982 | 77.3708 |

**4.5 สรุป เปรียบเทียบค่า ค่าเฉลี่ย และค่าการกระจาย ของสิ่งสกปรกบนแผ่นยางในระดับสี R, G, B และ Gray**

โดยเป็นตารางสรุปค่าสิ่งสกปรกเมื่อเทียบกับพื้นที่ทั้งหมดของแผ่นยางคือ 46x90 ตารางเซนติเมตร ที่ความละเอียดของพิกเซลเท่ากับ 591x1141 พิกเซล แยกเป็นระดับสี R, G, B และ Gray จำนวน 94 แผ่น โดยนำค่าที่แสดงคือ ค่าเฉลี่ย (mean) และ ค่าการกระจาย (deviation) โดยผลที่แสดงมีหน่วยเป็นตารางเซนติเมตร ดังตารางที่ 4.5

**ตารางที่ 4.5** สรุปเปรียบเทียบค่า ค่าเฉลี่ย และค่าการกระจาย ของสิ่งสกปรกบนแผ่นยางในระดับสี R, G, B และ Gray จำนวน 94 แผ่น

| เกรด | RED | | GEEN | | BLUE | | GRAY | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Mean | Std. Deviation | Mean | Std. Deviation | Mean | Std. Deviation | Mean | Std. Deviation |
| RSS1 | 43.28 | 23.20 | 42.02 | 21.94 | 54.46 | 27.68 | 42.97 | 22.78 |
| RSS2 | 50.98 | 20.84 | 50.79 | 20.65 | 73.75 | 30.86 | 52.41 | 21.40 |
| RSS3 | 101.06 | 27.40 | 97.42 | 27.58 | 142.27 | 42.04 | 102.54 | 28.96 |
| RSS4 | 106.44 | 25.34 | 103.27 | 25.90 | 153.30 | 31.69 | 108.19 | 26.20 |
| RSS5 | 171.76 | 69.05 | 169.86 | 72.15 | 261.97 | 139.89 | 177.30 | 77.37 |

**4.6 ผลการทดลองใช้โปรแกรมในการแยกเกรดยางพาราแผ่นรมควันทั้งหมด 94 แผ่น ที่ใช้ในการวิเคราะห์**

ขั้นตอนตรวจสอบความถูกต้องโดยการนำแผ่นยางที่นำมาวิเคราะห์ทั้งหมด 94 แผ่น ใช้ค่าเฉลี่ยของสิ่งสกปรกที่ระดับสี R, G, B และ Gray ที่มีหน่วยเป็นตารางเซนติเมตร มาแบ่งเกณฑ์เพื่อสร้างเป็นช่วงในการแบ่งเกรดยางพาราแผ่นรมควันบนมีการแบ่งช่วงสิ่งสกปรกดังต่อไปนี้

4.6.1 ที่ระดับสี R มีช่วงของสิ่งสกปรกคือ

4.6.1.1 ที่ RSS1 ช่วงสิ่งสกปรกน้อยกว่า 47.13 ตารางเซนติเมตร

4.6.1.2 ที่ RSS2 ช่วงสิ่งสกปรกมากกว่า 47.13 ตารางเซนติเมตรถึงน้อยกว่าเท่ากับ 76.02 ตารางเซนติเมตร

4.6.1.3 ที่ RSS3 ช่วงสิ่งสกปรกมากกว่า 76.02 ตารางเซนติเมตรถึงน้อยกว่าเท่ากับ 103.75 ตารางเซนติเมตร

4.6.1.4 ที่ RSS4 ช่วงสิ่งสกปรกมากกว่า 103.75 ตารางเซนติเมตรถึงน้อยกว่าเท่ากับ 139.1 ตารางเซนติเมตร

4.6.1.5 ที่ RSS5 ช่วงสิ่งสกปรกมากกว่า 139.1 ตารางเซนติเมตร

4.6.2 ที่ระดับสี G มีช่วงของสิ่งสกปรกคือ

4.6.2.1 ที่ RSS1 ช่วงสิ่งสกปรกน้อยกว่า 46.40 ตารางเซนติเมตร

4.6.2.2 ที่ RSS2 ช่วงสิ่งสกปรกมากกว่า 46.40 ตารางเซนติเมตรถึงน้อยกว่าเท่ากับ 74.10 ตารางเซนติเมตร

4.6.2.3 ที่ RSS3 ช่วงสิ่งสกปรกมากกว่า 74.10 ตารางเซนติเมตรถึงน้อยกว่าเท่ากับ 100.34 ตารางเซนติเมตร

4.6.2.4 ที่ RSS4 ช่วงสิ่งสกปรกมากกว่า 100.34 ตารางเซนติเมตรถึงน้อยกว่าเท่ากับ 136.56 ตารางเซนติเมตร

4.6.2.5 ที่ RSS5 ช่วงสิ่งสกปรกมากกว่า 136.56 ตารางเซนติเมตร

4.6.3 ที่ระดับสี B มีช่วงของสิ่งสกปรกคือ

4.6.3.1 ที่ RSS1 ช่วงสิ่งสกปรกน้อยกว่า 64.10 ตารางเซนติเมตร

4.6.3.2 ที่ RSS2 ช่วงสิ่งสกปรกมากกว่า 64.10 ตารางเซนติเมตรถึงน้อยกว่าเท่ากับ 108.00ตารางเซนติเมตร

4.6.3.3 ที่ RSS3 ช่วงสิ่งสกปรกมากกว่า 108.00 ตารางเซนติเมตรถึงน้อยกว่าเท่ากับ 147.78 ตารางเซนติเมตร

4.6.3.4 ที่ RSS4 ช่วงสิ่งสกปรกมากกว่า 147.78 ตารางเซนติเมตรถึงน้อยกว่าเท่ากับ 207.63 ตารางเซนติเมตร

4.6.3.5 ที่ RSS5 ช่วงสิ่งสกปรกมากกว่า 207.63 ตารางเซนติเมตร

4.6.4 ที่ระดับสี Gray มีช่วงของสิ่งสกปรกคือ

4.6.4.1 ที่ RSS1 ช่วงสิ่งสกปรกน้อยกว่า 47.68 ตารางเซนติเมตร

4.6.4.2 ที่ RSS2 ช่วงสิ่งสกปรกมากกว่า 47.68 ตารางเซนติเมตรถึงน้อยกว่าเท่ากับ 77.47ตารางเซนติเมตร

4.6.4.3 ที่ RSS3 ช่วงสิ่งสกปรกมากกว่า 77.47 ตารางเซนติเมตรถึงน้อยกว่าเท่ากับ 105.36ตารางเซนติเมตร

4.6.4.4 ที่ RSS4 ช่วงสิ่งสกปรกมากกว่า 105.36 ตารางเซนติเมตรถึงน้อยกว่าเท่ากับ 142.74 ตารางเซนติเมตร

4.6.4.5 ที่ RSS5 ช่วงสิ่งสกปรกมากกว่า 142.74 ตารางเซนติเมตร

มีผลการทดลองโดยใช้ช่วงของสิ่งสกปรกที่ระดับสี R, G, B และ Gray จำนวนทั้งหมด 94 แผ่น

**ตารางที่ 4.6** ผลการทดลองโดยใช้โปรแกรมในการคัดแยกที่ระดับสี R

| | RSS1 (แผ่น) | RSS2 (แผ่น) | RSS3 (แผ่น) | RSS4 (แผ่น) | RSS5 (แผ่น) | ความถูกต้อง (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **RSS1 ที่ระดับสี R** | 5 | 2 | 1 | | | 62.50 |
| **RSS2 ที่ระดับสี R** | 3 | 3 | 1 | | | 42.86 |
| **RSS3 ที่ระดับสี R** | | 7 | 16 | 12 | 3 | 42.11 |
| **RSS4 ที่ระดับสี R** | | 2 | 16 | 8 | 4 | 26.67 |
| **RSS5 ที่ระดับสี R** | | 1 | | 4 | 6 | 54.55 |

**ตารางที่ 4.7** ผลการทดลองโดยใช้โปรแกรมในการคัดแยกที่ระดับสี G

| | RSS1 (แผ่น) | RSS2 (แผ่น) | RSS3 (แผ่น) | RSS4 (แผ่น) | RSS5 (แผ่น) | ความถูกต้อง (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **RSS1 ที่ระดับสี G** | 5 | 2 | 1 | | | 62.50 |
| **RSS2 ที่ระดับสี G** | 3 | 3 | 1 | | | 42.86 |
| **RSS3 ที่ระดับสี G** | | 7 | 17 | 11 | 3 | 44.74 |
| **RSS4 ที่ระดับสี G** | | 1 | 18 | 7 | 4 | 23.33 |
| **RSS5 ที่ระดับสี G** | | 1 | | 4 | 6 | 54.55 |

**ตารางที่ 4.8** ผลการทดลองโดยใช้โปรแกรมในการคัดแยกที่ระดับสี B

| | RSS1 (แผ่น) | RSS2 (แผ่น) | RSS3 (แผ่น) | RSS4 (แผ่น) | RSS5 (แผ่น) | ความถูกต้อง (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **RSS1 ที่ระดับสี B** | 5 | 3 | | | | 62.50 |
| **RSS2 ที่ระดับสี B** | 3 | 3 | 1 | | | 42.86 |
| **RSS3 ที่ระดับสี B** | | 8 | 12 | 15 | 3 | 31.58 |
| **RSS4 ที่ระดับสี B** | | 1 | 13 | 15 | 1 | 50.00 |
| **RSS5 ที่ระดับสี B** | | | 1 | 5 | 8 | 72.73 |

**ตารางที่ 4.9** ผลการทดลองโดยใช้โปรแกรมในการคัดแยกที่ระดับสี Gray

| | RSS1 (แผ่น) | RSS2 (แผ่น) | RSS3 (แผ่น) | RSS4 (แผ่น) | RSS5 (แผ่น) | ความถูกต้อง (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **RSS1 ที่ระดับสี Gray** | 5 | 2 | 1 | | | 62.50 |
| **RSS2 ที่ระดับสี Gray** | 3 | 3 | 1 | | | 42.86 |
| **RSS3 ที่ระดับสี Gray** | | 8 | 13 | 14 | 3 | 34.21 |
| **RSS4 ที่ระดับสี Gray** | | 1 | 17 | 8 | 4 | 26.67 |
| **RSS5 ที่ระดับสี Gray** | | 1 | | 4 | 6 | 54.55 |

## 4.7 ผลการทดลองใช้โปรแกรมในการแยกเกรดยางพาราแผ่นรมควันทั้งหมด 50 แผ่น โดยได้จากการสุ่มตัวอย่าง

ขั้นตอนตรวจสอบความถูกต้องโดยการนำแผ่นยางจากการสุ่มตัวอย่างทั้งหมด 50 แผ่น ใช้ค่าเฉลี่ยของสิ่งสกปรกที่ระดับสี R, G, B และ Gray ที่มีหน่วยเป็นตารางเซนติเมตร มาแบ่งเกณฑ์เพื่อสร้างเป็นช่วงในการแบ่งเกรดยางพาราแผ่นรมควันบนมีการแบ่งช่วงสิ่งสกปรกดังต่อไปนี้

4.7.1 ที่ระดับสี R มีช่วงของสิ่งสกปรกคือ

4.7.1.1 ที่ RSS1 ช่วงสิ่งสกปรกน้อยกว่า 47.13 ตารางเซนติเมตร

4.7.1.2 ที่ RSS2 ช่วงสิ่งสกปรกมากกว่า 47.13 ตารางเซนติเมตรถึงน้อยกว่าเท่ากับ 76.02 ตารางเซนติเมตร

4.7.1.3 ที่ RSS3 ช่วงสิ่งสกปรกมากกว่า 76.02 ตารางเซนติเมตรถึงน้อยกว่าเท่ากับ 103.75 ตารางเซนติเมตร

4.7.1.4 ที่ RSS4 ช่วงสิ่งสกปรกมากกว่า 103.75 ตารางเซนติเมตรถึงน้อยกว่าเท่ากับ 139.1 ตารางเซนติเมตร

4.7.1.5 ที่ RSS5 ช่วงสิ่งสกปรกมากกว่า 139.1 ตารางเซนติเมตร

4.7.2 ที่ระดับสี G มีช่วงของสิ่งสกปรกคือ

4.7.2.1 ที่ RSS1 ช่วงสิ่งสกปรกน้อยกว่า 46.40 ตารางเซนติเมตร

4.7.2.2 ที่ RSS2 ช่วงสิ่งสกปรกมากกว่า 46.40 ตารางเซนติเมตรถึงน้อยกว่าเท่ากับ 74.10 ตารางเซนติเมตร

4.7.2.3 ที่ RSS3 ช่วงสิ่งสกปรกมากกว่า 74.10 ตารางเซนติเมตรถึงน้อยกว่าเท่ากับ 100.34 ตารางเซนติเมตร

4.7.2.4 ที่ RSS4 ช่วงสิ่งสกปรกมากกว่า 100.34 ตารางเซนติเมตรถึงน้อยกว่าเท่ากับ 136.56 ตารางเซนติเมตร

4.7.2.5 ที่ RSS5 ช่วงสิ่งสกปรกมากกว่า 136.56 ตารางเซนติเมตร

4.7.3 ที่ระดับสี B มีช่วงของสิ่งสกปรกคือ

4.7.3.1 ที่ RSS1 ช่วงสิ่งสกปรกน้อยกว่า 64.10 ตารางเซนติเมตร

4.7.3.2 ที่ RSS2 ช่วงสิ่งสกปรกมากกว่า 64.10 ตารางเซนติเมตรถึงน้อยกว่าเท่ากับ 108.00ตารางเซนติเมตร

4.7.3.3 ที่ RSS3 ช่วงสิ่งสกปรกมากกว่า 108.00 ตารางเซนติเมตรถึงน้อยกว่าเท่ากับ 147.78 ตารางเซนติเมตร

4.7.3.4 ที่ RSS4 ช่วงสิ่งสกปรกมากกว่า 147.78 ตารางเซนติเมตรถึงน้อยกว่าเท่ากับ 207.63 ตารางเซนติเมตร

4.7.3.5 ที่ RSS5 ช่วงสิ่งสกปรกมากกว่า 207.63 ตารางเซนติเมตร

4.7.4 ที่ระดับสี Gray มีช่วงของสิ่งสกปรกคือ

4.7.4.1 ที่ RSS1 ช่วงสิ่งสกปรกน้อยกว่า 47.68 ตารางเซนติเมตร

4.7.4.2 ที่ RSS2 ช่วงสิ่งสกปรกมากกว่า 47.68 ตารางเซนติเมตรถึงน้อยกว่าเท่ากับ 77.47ตารางเซนติเมตร

4.7.4.3 ที่ RSS3 ช่วงสิ่งสกปรกมากกว่า 77.47 ตารางเซนติเมตรถึงน้อยกว่าเท่ากับ 105.36ตารางเซนติเมตร

4.7.4.4 ที่ RSS4 ช่วงสิ่งสกปรกมากกว่า 105.36 ตารางเซนติเมตรถึงน้อยกว่าเท่ากับ 142.74 ตารางเซนติเมตร

4.7.4.5 ที่ RSS5 ช่วงสิ่งสกปรกมากกว่า 142.74 ตารางเซนติเมตร

มีผลการทดลองโดยใช้ช่วงของสิ่งสกปรกที่ระดับสี R, G, B และ Gray จำนวนทั้งหมด 94 แผ่น

**ตารางที่ 4.10** ผลการทดลองโดยใช้โปรแกรมในการคัดแยกที่ระดับสี R

| | **RSS1 (แผ่น)** | **RSS2 (แผ่น)** | **RSS3 (แผ่น)** | **RSS4 (แผ่น)** | **RSS5 (แผ่น)** | **ความถูกต้อง (%)** |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **RSS1 ที่ระดับสี R** | 5 | 2 | 3 | | | 50 |
| **RSS2 ที่ระดับสี R** | 4 | 4 | 2 | | | 40 |
| **RSS3 ที่ระดับสี R** | | 3 | 5 | 2 | | 50 |
| **RSS4 ที่ระดับสี R** | 2 | 1 | 6 | | 1 | 0 |
| **RSS5 ที่ระดับสี R** | | 1 | | 2 | 7 | 70 |

**ตารางที่ 4.11** ผลการทดลองโดยใช้โปรแกรมในการคัดแยกที่ระดับสี G

| | **RSS1 (แผ่น)** | **RSS2 (แผ่น)** | **RSS3 (แผ่น)** | **RSS4 (แผ่น)** | **RSS5 (แผ่น)** | **ความถูกต้อง (%)** |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **RSS1 ที่ระดับสี G** | 5 | 2 | 3 | | | 50 |
| **RSS2 ที่ระดับสี G** | 4 | 4 | 2 | | | 40 |
| **RSS3 ที่ระดับสี G** | | 3 | 6 | 1 | | 60 |
| **RSS4 ที่ระดับสี G** | 2 | | 7 | | 1 | 0 |
| **RSS5 ที่ระดับสี G** | | 1 | | 2 | 7 | 70 |

**ตารางที่ 4.12** ผลการทดลองโดยใช้โปรแกรมในการคัดแยกที่ระดับสี B

| | **RSS1 (แผ่น)** | **RSS2 (แผ่น)** | **RSS3 (แผ่น)** | **RSS4 (แผ่น)** | **RSS5 (แผ่น)** | **ความถูกต้อง (%)** |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **RSS1 ที่ระดับสี B** | 5 | 5 | | | | 50 |
| **RSS2 ที่ระดับสี B** | 4 | 5 | 1 | | | 50 |
| **RSS3 ที่ระดับสี B** | | 3 | 5 | 2 | | 50 |
| **RSS4 ที่ระดับสี B** | 1 | 2 | 3 | 3 | 1 | 30 |
| **RSS5 ที่ระดับสี B** | | | 1 | 2 | 7 | 70 |

**ตารางที่ 4.13** ผลการทดลองโดยใช้โปรแกรมในการคัดแยกที่ระดับสี Gray

| | **RSS1 (แผ่น)** | **RSS2 (แผ่น)** | **RSS3 (แผ่น)** | **RSS4 (แผ่น)** | **RSS5 (แผ่น)** | **ความถูกต้อง (%)** |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **RSS1 ที่ระดับสี Gray** | 5 | 2 | 3 | | | 50 |
| **RSS2 ที่ระดับสี Gray** | 4 | 4 | 2 | | | 40 |
| **RSS3 ที่ระดับสี Gray** | | 3 | 5 | 2 | | 50 |
| **RSS4 ที่ระดับสี Gray** | 2 | | 7 | | 1 | 0 |
| **RSS5 ที่ระดับสี Gray** | | 1 | | 2 | 7 | 70 |

**4.8 ผลการทดลองใช้โปรแกรมในการแยกเกรดยางพาราแผ่นรมควันทั้งหมด 68 แผ่น โดยได้จากการสุ่มตัวอย่างยางพาราเกรด RSS3 จำนวน 38 แผ่น และยางพาราเกรด RSS4 จำนวน 30 แผ่นโดยนำมาปรับปรุงช่วงของสิ่งสกปรกที่ระดับสี G**

ขั้นตอนตรวจสอบความถูกต้องโดยการนำแผ่นยางที่นำมาวิเคราะห์ทั้งหมด 68 แผ่น ใช้ค่าเฉลี่ยของสิ่งสกปรกที่ระดับสี G ซึ่งเป็นระดับสีที่มองเห็นสิ่งสกปรกเด่นชัดที่สุด ที่มีหน่วยเป็นตารางเซนติเมตร โดยมีการปรับปรุงช่วงในการแบ่งเกรดโดยมีการแบ่งช่วงสิ่งสกปรกดังต่อไปนี้

4.8.1 ที่ระดับสี G มีช่วงของสิ่งสกปรกคือ

4.8.1.1 ที่ RSS3 ช่วงสิ่งสกปรกมากกว่า 50 ตารางเซนติเมตรถึงน้อยกว่าเท่ากับ 147 ตารางเซนติเมตร

4.8.1.2 ที่ RSS4 ช่วงสิ่งสกปรกมากกว่า 147 ตารางเซนติเมตรถึงน้อยกว่าเท่ากับ 290 ตารางเซนติเมตร

มีผลการทดลองโดยใช้ช่วงของสิ่งสกปรกที่ระดับสี G จำนวนทั้งหมด 68 แผ่น

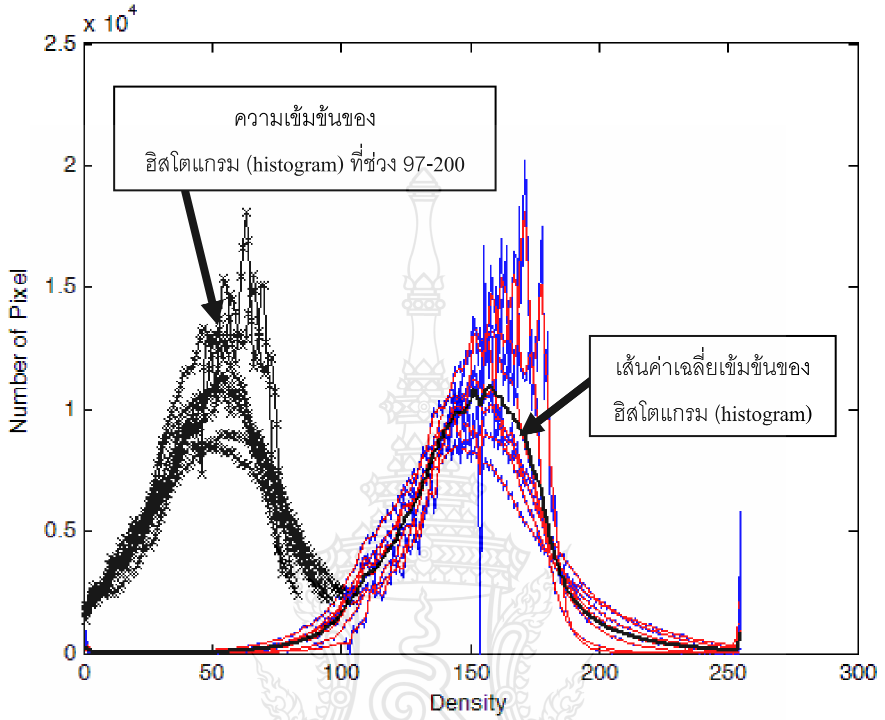
**ตารางที่ 4.14** ผลการทดลองโดยใช้โปรแกรมในการคัดแยกที่ระดับสี G โดยมีการปรับปรุงช่วงของสิ่งสกปรก

| | **RSS3 (แผ่น)** | **RSS4 (แผ่น)** | **ความถูกต้อง (%)** |
|---|---|---|---|
| **RSS3 ที่ระดับสี G** | 19 | 19 | 50.00 |
| **RSS4 ที่ระดับสี G** | 13 | 17 | 56.67 |

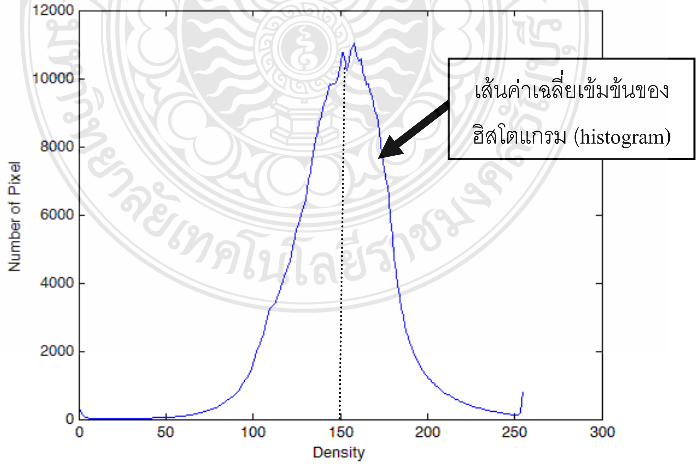
**4.9 ผลการทดลองตรวจสอบความใสบนแผ่นยางของเกรด RSS1, RSS2, RSS3, RSS4 และ RSS5**

โดยการทดลองเพื่อตรวจสอบความใสของยางพาราแผ่นในแต่ละเกรด โดยตรวจสอบความเข้มข้นที่ระดับสีเทา 0-255 ทั่วทั้งแผ่นของแผ่นยางพาราแผ่นรมควัน โดยตรวจสอบจากความเข้มข้นของ ฮิสโตแกรม (histogram) บนจุดภาพในแต่ละ พิกเซลโดยใช้ระดับสีที่เห็นสิ่งสกปรกได้เด่นชัดที่สุดคือรูปแบบระดับสี B โดยใช้ภาพแผ่นยางพาราทั้งหมด 94 แผ่น ได้ผลการทดลองดังนี้

4.9.1 ตรวจสอบความใสของแผ่นยางทั่วทั้งแผ่นจากความเข้มข้นของ ฮิสโตแกรม (histogram) บนจุดภาพของยางพาราแผ่นรมควันชั้นที่ 1 (RSS1) ที่ระดับสี B จำนวน 8 แผ่นโดยได้ผลการทดลองดังต่อไปนี้



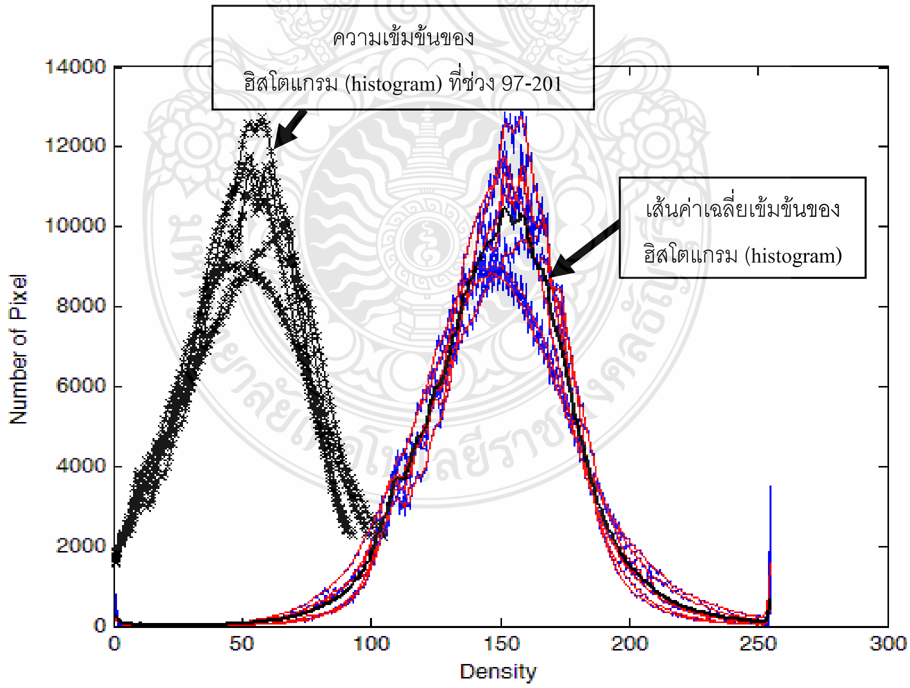

**ภาพที่ 4.5** ความเข้มข้นของฮิสโตแกรม (histogram) แทนค่าความใสของยางพาราแผ่นยางเกรด RSS1 จำนวน 8 แผ่นของระดับสี B



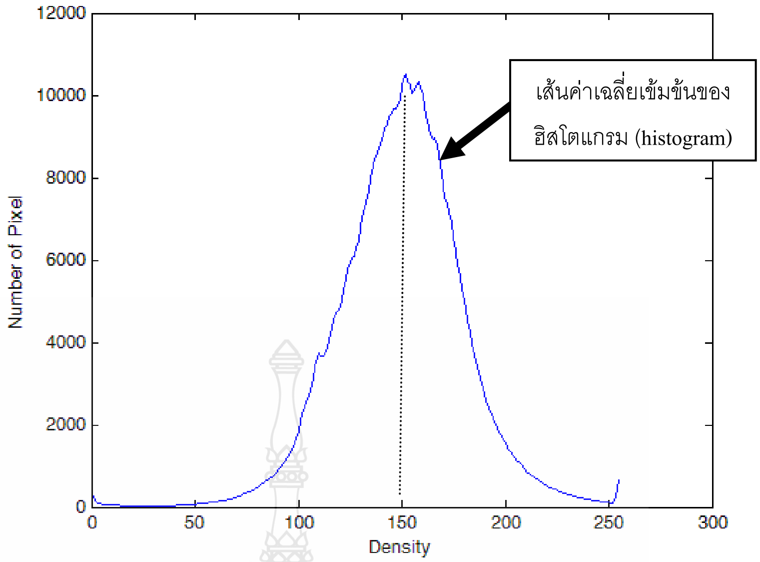

**ภาพที่ 4.6** เฉลี่ยความเข้มข้นของฮิสโตแกรม (histogram) แทนค่าความใสของยางพาราแผ่นยางเกรด RSS1 จำนวน 8 แผ่นของระดับสี B

โดยผลการทดลองเพื่อตรวจสอบความใสบนภาพยางพาราแผ่นรมควันชั้นที่ 1 (RSS1) ที่ระดับสี B ดังภาพที่ 4.5 โดยที่แกนนอนแท่นความเข้มข้นของฮิสโตแกรม (histogram) อยู่ที่ 0-255 และ แกนตั้งแทนจำนวนพิกเซลบนจุดภาพของความเข้มข้นของฮิสโตแกรม (histogram) นั้นๆ จากผลการทดลองดังกล่าวพบว่า ความใสบนภาพยางพาราแผ่นรมควันชั้นที่ 1 (RSS1) จำนวน 8 แผ่นที่ระดับสี B โดยตัดช่วงของความเข้มข้นของฮิสโตแกรม (histogram) มาทำการวิเคราะห์ปรากฏว่า ยางพาราแผ่นรมควันชั้นที่ 1 (RSS1) โดยผลการทดลองดังนี้ ช่วงความเข้มข้นของ ฮิสโตแกรม (histogram) อยู่ที่ 97-200, ค่าเฉลี่ยน้อยสุดของความเข้มข้นของฮิสโตแกรม (histogram) เท่ากับ 103, ค่าเฉลี่ยมากสุดของความเข้มข้นของฮิสโตแกรม (histogram) เท่ากับ193 และเฉลี่ยจำนวนพิกเซล (pixel) สูงสุดที่ความเข้มข้นของฮิสโตแกรม (histogram) เท่ากับ 211,776 โดยถ้าสังเกตจากลักษณะกราฟ ดังภาพที่ 4.6 ค่าเฉลี่ยเข้มข้นของฮิสโตแกรม (histogram) เป็นรูประฆังคว่ำที่สมมาตรกันโดยแบ่งครึ่งที่ ความเข้มข้นของฮิสโตแกรม (histogram) ที่ประมาณ 150 ที่ระดับความเข้มข้น 0-255

4.9.2 ตรวจสอบความใสของแผ่นยางทั่วทั้งแผ่นจากความเข้มข้นของ ฮิสโตแกรม (histogram) บนจุดภาพของยางพาราแผ่นรมควันชั้นที่ 2 (RSS2) ที่ระดับสี B จำนวน 7 แผ่นโดยได้ผลการทดลองดังต่อไปนี้



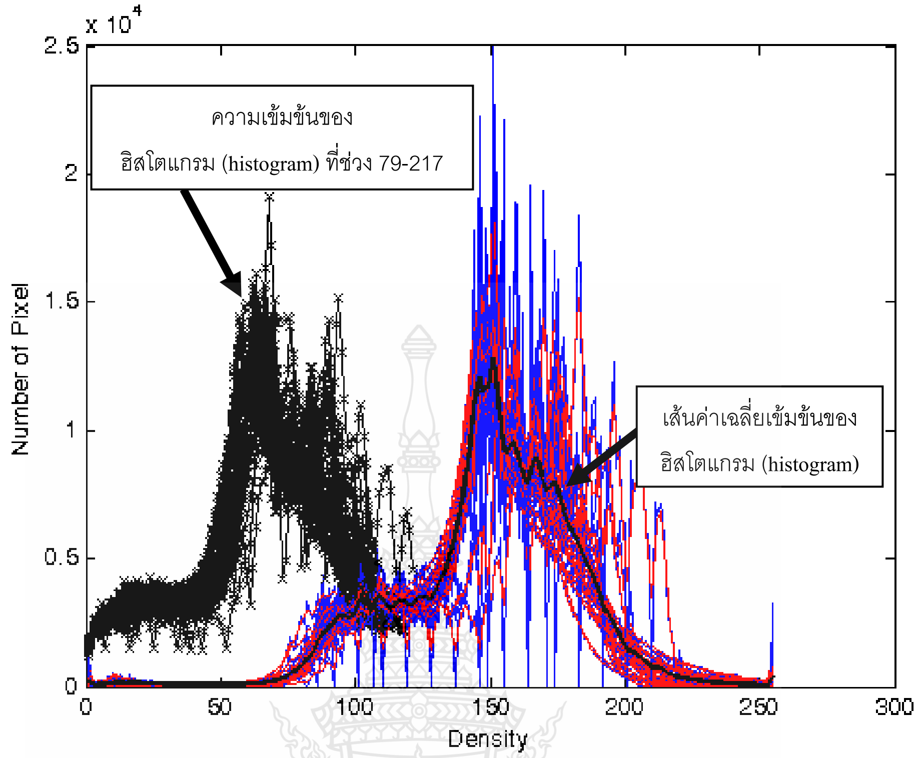

**ภาพที่ 4.7** ความเข้มข้นของฮิสโตแกรม (histogram) แทนค่าความใสของยางพาราแผ่นยางเกรด RSS2 จำนวน 7 แผ่นของระดับสี B



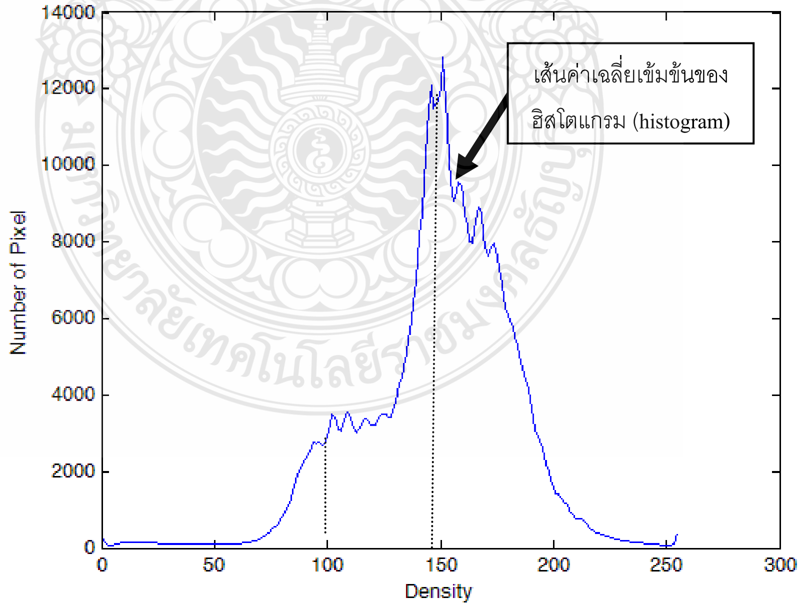

**ภาพที่ 4.8** เฉลี่ยความเข้มข้นของฮิสโตแกรม (histogram) แทนค่าความใสของยางพาราแผ่นยางเกรด RSS2 จำนวน 7 แผ่นของระดับสี B

โดยผลการทดลองเพื่อตรวจสอบความใสบนภาพยางพาราแผ่นรมควันชั้นที่ 2 (RSS2) ที่ระดับสี B ดังภาพที่ 4.7 โดยที่แกนนอนแท่นความเข้มข้นของฮิสโตแกรม (histogram) อยู่ที่ 0-255 และ แกนตั้งแทนจำนวนพิกเซลบนจุดภาพของความเข้มข้นของฮิสโตแกรม (histogram) นั้นๆ จากผลการทดลองดังกล่าวพบว่า ความใสบนภาพยางพาราแผ่นรมควันชั้นที่ 2 (RSS2) จำนวน 7 แผ่นที่ระดับสี B โดยตัดช่วงของความเข้มข้นของฮิสโตแกรม (histogram) มาทำการวิเคราะห์ปรากฏว่ายางพาราแผ่นรมควันชั้นที่ 2 (RSS2) โดยผลการทดลองดังนี้ ช่วงความเข้มข้นของ ฮิสโตแกรม (histogram) อยู่ที่ 97-201, ค่าเฉลี่ยน้อยสุดของความเข้มข้นของฮิสโตแกรม (histogram) เท่ากับ 101, ค่าเฉลี่ยมากสุดของความเข้มข้นของฮิสโตแกรม (histogram) เท่ากับ 195 และเฉลี่ยจำนวนพิกเซล (pixel) สูงสุดที่ความเข้มข้นของฮิสโตแกรม (histogram) เท่ากับ 192,706 โดยถ้าสังเกตจากลักษณะกราฟ ดังภาพที่ 4.8 ค่าเฉลี่ยเข้มข้นของฮิสโตแกรม (histogram) เป็นรูประฆังคว่ำที่สมมาตรกันโดยแบ่งครึ่งที่ ความเข้มข้นของฮิสโตแกรม (histogram) ที่ประมาณ 150 ที่ระดับความเข้มข้น 0-255

4.9.3 ตรวจสอบความใสของแผ่นยางทั่วทั้งแผ่นจากความเข้มข้นของ ฮิสโตแกรม (histogram) บนจุดภาพของยางพาราแผ่นรมควันชั้นที่ 3 (RSS3) ที่ระดับสี B จำนวน 38 แผ่นโดยได้ผลการทดลองดังต่อไปนี้



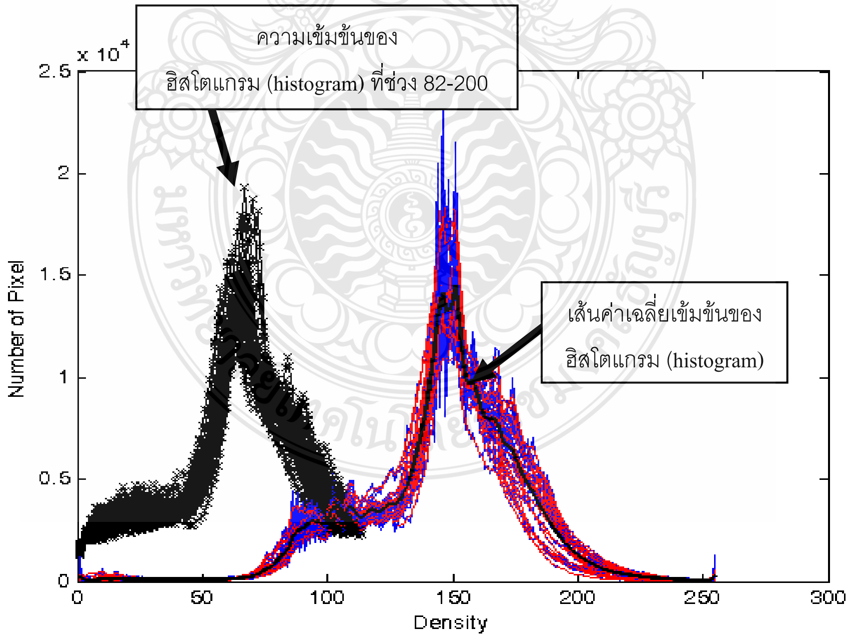

**ภาพที่ 4.9** ความเข้มข้นของฮิสโตแกรม (histogram) แทนค่าความใสของยางพาราแผ่นยางเกรด RSS3 จำนวน 38 แผ่นของระดับสี B



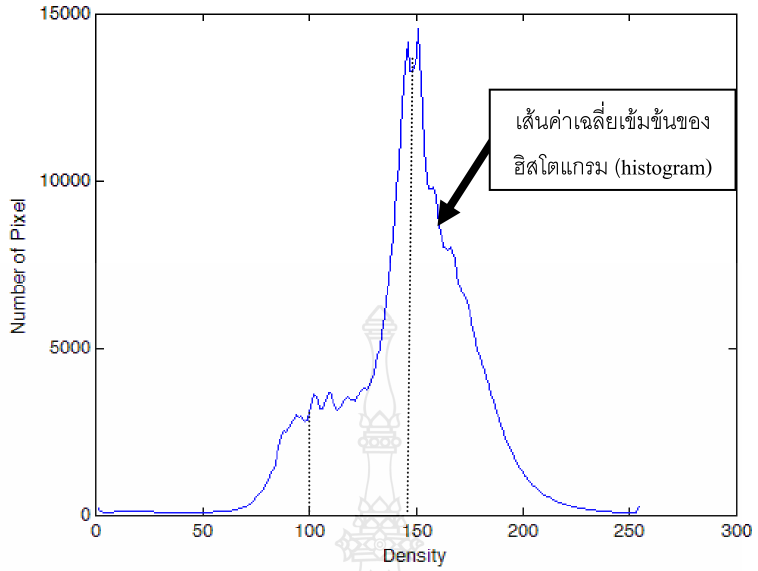

**ภาพที่ 4.10** เฉลี่ยความเข้มข้นของฮิสโตแกรม (histogram) แทนค่าความใสของยางพาราแผ่นยางเกรด RSS3 จำนวน 38 แผ่นของระดับสี B

โดยผลการทดลองเพื่อตรวจสอบความใสบนภาพยางพาราแผ่นรมควันชั้นที่ 3 (RSS3) ที่ระดับสี B ดังภาพที่ 4.9 โดยที่แกนนอนแท่นความเข้มข้นของฮิสโตแกรม (histogram) อยู่ที่ 0-255 และ แกนตั้งแทนจำนวนพิกเซลบนจุดภาพของความเข้มข้นของฮิสโตแกรม (histogram) นั้นๆ จากผลการทดลองดังกล่าวพบว่า ความใสบนภาพยางพาราแผ่นรมควันชั้นที่ 3 (RSS3) จำนวน 38 แผ่นที่ระดับสี B โดยตัดช่วงของความเข้มข้นของฮิสโตแกรม (histogram) มาทำการวิเคราะห์ปรากฏว่า ยางพาราแผ่นรมควันชั้นที่ 3 (RSS3) โดยผลการทดลองดังนี้ ช่วงความเข้มข้นของ ฮิสโตแกรม (histogram) อยู่ที่ 79-217, ค่าเฉลี่ยน้อยสุดของความเข้มข้นของฮิสโตแกรม (histogram) เท่ากับ 88, ค่าเฉลี่ยมากสุดของความเข้มข้นของฮิสโตแกรม (histogram) เท่ากับ 197 และเฉลี่ยจำนวนพิกเซล (pixel) สูงสุดที่ความเข้มข้นของฮิสโตแกรม (histogram) เท่ากับ 248,487 โดยถ้าสังเกตจากลักษณะกราฟ ดังภาพที่ 4.10 ค่าเฉลี่ยเข้มข้นของฮิสโตแกรม (histogram) เป็นรูประฆังคว่ำที่ไม่สมมาตรกัน โดยมีลักษณะยอดของรูประฆังคว่ำมีสองยอด ด้วยค่าความเข้มข้นของฮิสโตแกรม (histogram) ของยอดที่หนึ่งจะอยู่ที่ประมาณ 150 และอีกยอดจะอยู่ที่ประมาณ 100 ที่ระดับความเข้มข้น 0-255

4.9.4 ตรวจสอบความใสของแผ่นยางทั่วทั้งแผ่นจากความเข้มข้นของ ฮิสโตแกรม (histogram) บนจุดภาพของยางพาราแผ่นรมควันชั้นที่ 4 (RSS4) ที่ระดับสี B จำนวน 30 แผ่นโดยได้ผลการทดลองดังต่อไปนี้



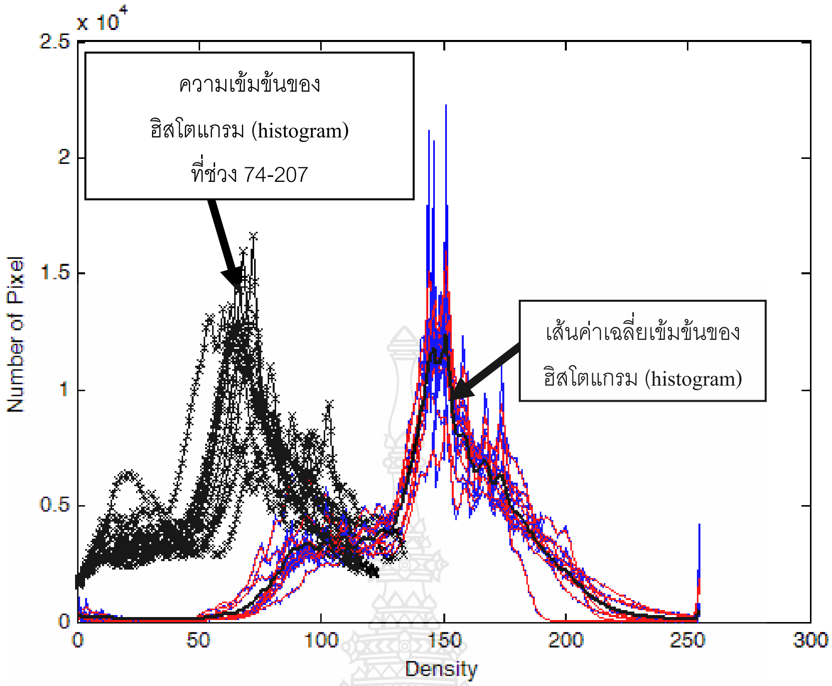

**ภาพที่ 4.11** ความเข้มข้นของฮิสโตแกรม (histogram) แทนค่าความใสของยางพาราแผ่นยางเกรด RSS4 จำนวน 30 แผ่นของระดับสี B



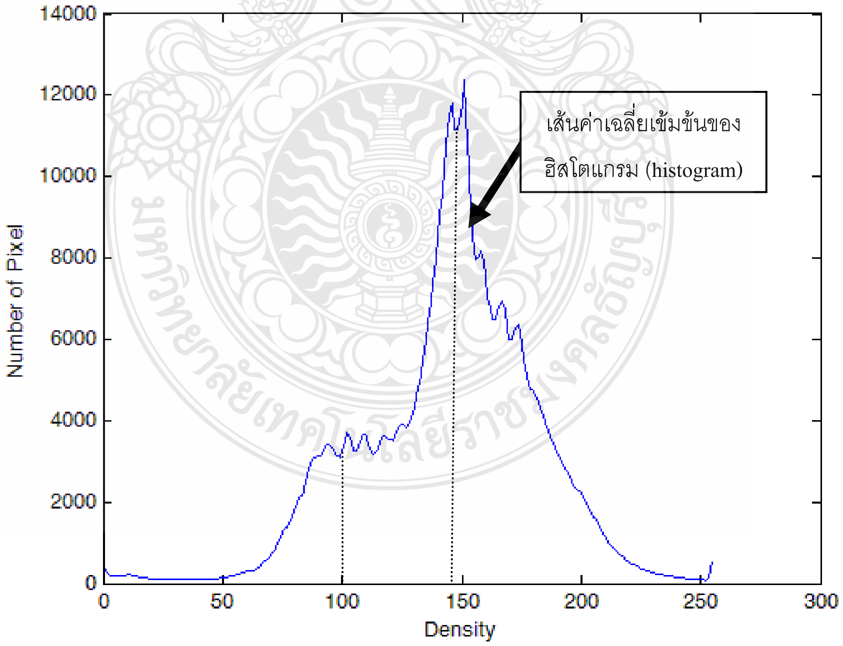

**ภาพที่ 4.12** เฉลี่ยความเข้มข้นของฮิสโตแกรม (histogram) แทนค่าความใสของยางพาราแผ่นยางเกรด RSS4 จำนวน 30 แผ่นของระดับสี B

โดยผลการทดลองเพื่อตรวจสอบความใสบนภาพยางพาราแผ่นรมควันชั้นที่ 4 (RSS4) ที่ระดับสี B ดังภาพที่ 4.11 โดยที่แกนนอนแทนความเข้มข้นของฮิสโตแกรม (histogram) อยู่ที่ 0-255 และ แกนตั้งแทนจำนวนพิกเซลบนจุดภาพของความเข้มข้นของฮิสโตแกรม (histogram) นั้นๆ จากผลการทดลองดังกล่าวพบว่า ความใสบนภาพยางพาราแผ่นรมควันชั้นที่ 4 (RSS4) จำนวน 38 แผ่นที่ระดับสี B โดยตัดช่วงของความเข้มข้นของฮิสโตแกรม (histogram) มาทำการวิเคราะห์ปรากฏว่า ยางพาราแผ่นรมควันชั้นที่ 4 (RSS4) โดยผลการทดลองดังนี้ ช่วงความเข้มข้นของ ฮิสโตแกรม (histogram) อยู่ที่ 82-200, ค่าเฉลี่ยน้อยสุดของความเข้มข้นของฮิสโตแกรม (histogram) เท่ากับ 86, ค่าเฉลี่ยมากสุดของความเข้มข้นของฮิสโตแกรม (histogram) เท่ากับ 192 และเฉลี่ยจำนวนพิกเซล (pixel) สูงสุดที่ความเข้มข้นของฮิสโตแกรม (histogram) เท่ากับ 268,016 โดยถ้าสังเกตจากลักษณะกราฟ ดังภาพที่ 4.12 ค่าเฉลี่ยเข้มข้นของฮิสโตแกรม (histogram) เป็นรูประฆังคว่ำที่ไม่สมมาตรกัน โดยมีลักษณะยอดของรูประฆังคว่ำมีสองยอด ด้วยค่าความเข้มข้นของฮิสโตแกรม (histogram) ของยอดที่หนึ่งจะอยู่ที่ประมาณ 150 และอีกยอดจะอยู่ที่ประมาณ 100 ที่ระดับความเข้มข้น 0-255

4.9.5 ตรวจสอบความใสของแผ่นยางทั่วทั้งแผ่นจากความเข้มข้นของ ฮิสโตแกรม (histogram) บนจุดภาพของยางพาราแผ่นรมควันชั้นที่ 5 (RSS5) ที่ระดับสี B จำนวน 11 แผ่นโดยได้ผลการทดลองดังต่อไปนี้




**ภาพที่ 4.13** ความเข้มข้นของฮิสโตแกรม (histogram) แทนค่าความใสของยางพาราแผ่นยางเกรด RSS5 จำนวน 11 แผ่นของระดับสี B




**ภาพที่ 4.14** เฉลี่ยความเข้มข้นของฮิสโตแกรม (histogram) แทนค่าความใสของยางพาราแผ่นยางเกรด RSS5 จำนวน 11 แผ่นของระดับสี B

โดยผลการทดลองเพื่อตรวจสอบความใสบนภาพยางพาราแผ่นรมควันชั้นที่ 5 (RSS5) ที่ระดับสี B ดังภาพที่ 4.13 โดยที่แกนนอนแท่นความเข้มข้นของฮิสโตแกรม (histogram) อยู่ที่ 0-255 และ แกนตั้งแทนจำนวนพิกเซลบนจุดภาพของความเข้มข้นของฮิสโตแกรม (histogram) นั้นๆ จากผลการทดลองดังกล่าวพบว่า ความใสบนภาพยางพาราแผ่นรมควันชั้นที่ 5 (RSS5) จำนวน 38 แผ่นที่ระดับสี B โดยตัดช่วงของความเข้มข้นของฮิสโตแกรม (histogram) มาทำการวิเคราะห์ปรากฏว่า ยางพาราแผ่นรมควันชั้นที่ 5 (RSS5) โดยผลการทดลองดังนี้ ช่วงความเข้มข้นของ ฮิสโตแกรม (histogram) อยู่ที่ 74-207, ค่าเฉลี่ยน้อยสุดของความเข้มข้นของฮิสโตแกรม (histogram) เท่ากับ 83, ค่าเฉลี่ยมากสุดของความเข้มข้นของฮิสโตแกรม (histogram) เท่ากับ 201 และเฉลี่ยจำนวนพิกเซล (pixel) สูงสุดที่ความเข้มข้นของฮิสโตแกรม (histogram) เท่ากับ 228,205 โดยถ้าสังเกตจากลักษณะกราฟ ดังภาพที่ 4.14 ค่าเฉลี่ยเข้มข้นของฮิสโตแกรม (histogram) เป็นรูประฆังคว่ำที่ไม่สมมาตรกัน โดยมีลักษณะยอดของรูประฆังคว่ำมีสองยอด ด้วยค่าความเข้มข้นของฮิสโตแกรม (histogram) ของยอดที่หนึ่งจะอยู่ที่ประมาณ 150 และอีกยอดจะอยู่ที่ประมาณ 100 ที่ระดับความเข้มข้น 0-255 แต่จะมีปริมาณความเข้มข้นของเข้มข้นของฮิสโตแกรม (histogram) ที่ต่ำกว่ายางพาราแผ่นรมควันเกรดอื่นเนื่องจากมีสิ่งสกปรกที่มากกว่า

# บทที่ 5

## สรุปผลงานวิจัยและข้อเสนอแนะ

งานวิทยานิพนธ์นี้เป็นการสรุปผลการทดลอง และการเปรียบเทียบผลที่ได้จากบทที่ 4 ที่ได้ศึกษาเทคนิคการคัดแยกเกรดมาตรฐานยางพาราแผ่นรมควัน และนำเทคนิคการประมวลผลทางภาพมาช่วยในการคัดแยกเกรด โดยการวิเคราะห์ข้อมูลใช้ยางพาราแผ่นรมควันเกรด RSS1, RSS2, RSS3,RSS4 และ RSS5 โดยแยกออกเป็น 3 ส่วนดังนี้

1. นำช่วงการเปลี่ยนแปลงของสิ่งสกปรกของแต่ละเกรดมาพัฒนาเป็นโปรแกรมเพื่อช่วยในการคัดแยก จำนวน 94 แผ่น จากภาพแผ่นยางพาราที่นำมาวิเคราะห์เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของโปรแกรม

2. นำช่วงการเปลี่ยนแปลงของสิ่งสกปรกของแต่ละเกรดมาพัฒนาเป็นโปรแกรมเพื่อช่วยในการคัดแยกโดยสุ่มตัวอย่างยางพาราแผ่นรมควัน จำนวน 50 แผ่น

3. การทดลองตรวจสอบความใสบนแผ่นยางของเกรด RSS1, RSS2, RSS3, RSS4 และ RSS5 จำนวน 94 แผ่น จากภาพแผ่นยางพาราที่นำมาวิเคราะห์

### 5.1 สรุปผลงานวิจัย

5.1.1 จากการศึกษาทดลองเปรียบเทียบสิ่งสกปรกบนแผ่นยางในระดับสี R, G, B และ Gray โดยการนำช่วงการเปลี่ยนแปลงของสิ่งสกปรกของแต่ละเกรดมาพัฒนาเป็นโปรแกรมเพื่อช่วยในการคัดแยก จำนวน 94 แผ่น จากภาพแผ่นยางพาราที่นำมาวิเคราะห์เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของโปรแกรม จากผลการทดลองในบทที่ 4 พบว่าที่ระดับสี B ได้ค่าความถูกต้องเฉลี่ยในแต่ละเกรดมากที่สุดคือ เกรด RSS1 ที่ระดับสี B มีค่าความถูกต้อง 62.50%, เกรด RSS2 ที่ระดับสี B มีค่าความถูกต้อง 42.86%, เกรด RSS3 ที่ระดับสี B มีค่าความถูกต้อง 31.58%, เกรด RSS4 ที่ระดับสี B มีค่าความถูกต้อง 50.00%, และ เกรด RSS5 ที่ระดับสี B มีค่าความถูกต้อง 72.73%

5.1.2 จากการศึกษาทดลองเปรียบเทียบสิ่งสกปรกบนแผ่นยางในระดับสี R, G, B และ Gray โดยการนำช่วงการเปลี่ยนแปลงของสิ่งสกปรกของแต่ละเกรดมาพัฒนาเป็นโปรแกรมเพื่อช่วยในการคัดแยก จากการสุ่มตัวอย่างยางพาราแผ่นรมควัน จำนวน 50 แผ่น จากผลการทดลองในบทที่ 4 พบว่าที่ระดับสี B ได้ค่าความถูกต้องเฉลี่ยในแต่ละเกรดมากที่สุดคือ เกรด RSS1 ที่ระดับสี B มีค่าความถูกต้อง 50%, เกรด RSS2 ที่ระดับสี B มีค่าความถูกต้อง 50%, เกรด RSS3 ที่ระดับสี B มีค่าความ

ถูกต้อง 50%, เกรด RSS4 ที่ระดับสี B มีค่าความถูกต้อง 30%, และ เกรด RSS5 ที่ระดับสี B มีค่าความถูกต้อง 70%

5.1.3 การทดลองตรวจสอบความใสบนแผ่นยางของเกรด RSS1, RSS2, RSS3, RSS4 และ RSS5 จำนวน 94 แผ่น จากภาพแผ่นยางพาราที่นำมาวิเคราะห์ การทดลองเพื่อตรวจสอบความใสของยางพาราแผ่นในแต่ละเกรด ตรวจสอบความเข้มข้นที่ระดับสีเทา 0-255 ทั่วทั้งแผ่นของแผ่นยางพาราแผ่นรมควัน โดยตรวจสอบจากความเข้มข้นของฮิสโตแกรม (histogram) บนจุดภาพในแต่ละ พิกเซล (pixel) โดยใช้ระดับสีที่เห็นสิ่งสกปรกได้เด่นชัดที่สุดคือรูปแบบระดับสี B จากการทดลองพบว่า ยางพาราแผ่นรมควันชั้นที่ 1 (RSS1) และ ยางพาราแผ่นรมควันชั้นที่ 2 (RSS2) มีลักษณะความเข้มข้นของฮิสโตแกรมที่ใกล้เคียงกันโดยสังเกตจากลักษณะกราฟจะเป็นรูประฆังคว่ำที่สมมาตรกันโดยแบ่งครึ่งที่ค่าความเข้มข้นของฮิสโตแกรมที่ 150 จากระดับสีเทา 0-255, ยางพาราแผ่นรมควันชั้นที่ 3 (RSS3) และ ยางพาราแผ่นรมควันชั้นที่ 4 (RSS4) มีลักษณะความเข้มข้นของฮิสโตแกรมที่ใกล้เคียงกันโดยสังเกตจากลักษณะกราฟจะเป็นรูประฆังคว่ำที่ไม่สมมาตรกันโดยลักษณะกราฟจะเบ้ไปทางด้านซ้ายที่ช่วงระดับความเข้มข้นของฮิสโตแกรม 60 ถึง 140 จากระดับสีเทา 0-255 แสดงว่าความใสของยางพาราแผ่นรมควันชั้นที่ 3 และ 4 มีความใสลดลงเมื่อสังเกตจากความเข้มข้นของฮิสโตแกรม และ ยางพาราแผ่นรมควันชั้นที่ 5 (RSS5) มีลักษณะความเข้มข้นของฮิสโตแกรมที่เมื่อสังเกตจากลักษณะกราฟจะเป็นรูประฆังคว่ำที่ไม่สมมาตรกัน โดยลักษณะกราฟจะเบ้ไปทางด้านซ้ายที่ช่วงระดับความเข้มข้นของฮิสโตแกรม 50 ถึง 130 จากระดับสีเทา 0-255 แสดงว่าความใสของยางพาราแผ่นรมควันชั้นที่ 5 มีความใสในปริมาณที่น้อยกว่ายางพาราแผ่นรมควันชั้นที่ 1, 2, 3 และ 4 เมื่อสังเกตจากความเข้มข้นของฮิสโตแกรม

## 5.2 ข้อเสนอแนะ

ในการทำวิจัยการคัดแยกเกรดมาตรฐานยางพาราแผ่นรมควันโดยใช้วิธีการประมวลผลด้วยภาพโดยทำการวิจัยเป็นเชิงคุณภาพ จะเห็นได้ว่าเป็นระบบทำงานเป็นการสุ่มตัวอย่างเก็บผลและทดลองผล จึงทำให้การเก็บผลการทดลองนั้นบางตัวแปรไม่สามารถควบคุมได้ เท่าที่ควรจึงให้ข้อเสนอแนะไว้สำหรับผู้ที่สนใจในการนำไปพัฒนาหรือทำการศึกษาเพิ่มเติม

5.2.1 ควรมีการวิเคราะห์เพิ่มเติมในด้านเทคนิคการคัดแยกเกรดในแต่ละเกรดเพราะบางเทคนิคที่นำมาวิเคราะห์ยังไม่คอบคุม เช่น สีรา, สีของเศษไม้และเศษหิน และรูปร่างของสิ่งสกปรกเป็นต้น

5.2.2 ควรมีการศึกษาข้อดีและข้อด้อยของการคัดแยกเกรดยางพาราโดยใช้สายตามนุษย์ เพื่อนำมาเป็นข้อมูลสำหรับวิเคราะห์ยางพาราในแต่ละเกรด

5.2.3 ควรเก็บตัวอย่างยางพาราแผ่นรมควันในแต่ละเกรดให้มีปริมาณมากขึ้นเพื่อให้การสามารถวิเคราะห์ความแตกต่างของแต่ละเกรดได้อย่างแม่นยำขึ้น

5.2.4 ควรที่จะศึกษาเพิ่มเติมในด้านการใช้แสงไฟที่ทำให้กล้องสามารถมองเห็นได้เหมือนหรือแต่งต่างจากสายตามนุษย์ว่ามีผลกระทบต่อการประมวลผลด้วยภาพหรือไม่

5.2.5 ควรที่จะศึกษาเพิ่มเติมในด้านเทคนิคการถ่ายภาพเพื่อใช้ในการประมวลผลด้วยภาพ

# บรรณานุกรม


[1] สถาบันวิจัยยางกรมวิชาการเกษตรข้อมูลวิชาการยางพารา พ.ศ. 2550 www.rubberthai.com (9 August 2014)

[2] เก็บภาพจาก สหกรณ์กองทุนสวนยางอำเภอบ่อทอง จำกัด 341 หมู่ 1 ตำบลบ่อทอง อำเภอบ่อทอง จังหวัดชลบุรี 20270 (26 September 2014)

[3] นายจิรายุทธ พัดประดิษฐ์ และนายธเนศ สื่อเสาวลักษณ์ **เครื่องคัดขนาดคุณภาพผลสับปะรดด้วยการประมวลผลภาพ** ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเครื่องกล ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ พ.ศ.2553

[4] นายปฐมพล ฟักทอง และนายพยุง มีสัจ **การค้นคืนข้อมูลพระเครื่องจากภาพดิจิทัลโดยเทคนิคการสกัดคุณลักษณะและวิธีเพื่อนบ้านใกล้สุด** ภาควิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ พ.ศ. 2555

[5] นายสิทธิโชค อุ่นแก้ว **การศึกษาวิธีการตรวจสอบราขาวบนผิวเนื้อยางแผ่น โดยใช้วิธีการประมวลผลภาพ** ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ พ.ศ. 2550

[6] นายปรัชญา บำรุงกุล **ระบบคัดแยกคุณภาพยางพาราโดยการประมวลผลภาพ** สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า และสารสนเทศ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี พ.ศ. 2550

[7] นายชาตรี กอบัวแก้ว **การจำแนกพระผงโดยการเปรียบเทียบลักษณะพิเศษ** สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ ภาควิชาคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร พ.ศ. 2550

[8] ร้อยโท ปฐมพล ฟักทอง **การจำแนกพระเครื่องด้วยเทคนิคการสกัดคุณลักษณะเด่นแบบพื้นผิวโดยการใช้วิธี K-nearest neighbor** ภาควิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ พ.ศ. 2553

[9] Alasdair McAndrew. (2004) **“An Introduction to Digital Image Processing with Matlab Notes for SCM2511 Image Processing 1”** Victoria University of Technology

[10] De Matos G. (1994) **"Neural Networks for forcasting foreign exchange rates**. M.Sc. thesis Canada University of Manitoba.

# บรรณานุกรม (ต่อ)

[11] Ader, H. J. and Bramsen, I. (1998) "**Representation of a structural equation model as a neural Network**" Carleton University, Canada.

[12] Coulibaly, P., Anctil, F. and Bobee, B. (2000) "**Daily reservoir inflow forecasting using artificial neural networks with stopped training approach**" McMaster University.

[13] De Matos, G. (1994) **Neural Networks for forcasting foreign exchange rates**. M.Sc. thesis Canada University of Manitoba.

[14] Limin, F. (1994) **Neural Networks in Computer Intelligence**. New York McGraw-Hill, Inc. New York, NY, USA ©1994

[15] Parker, D. (1982) "**Learning-logic. Center for Computational Research in Economics and Management Science"** Massachusetts Institute of Technology**.**

[16] รายละเอียดกล้องเว็บแคม Logitech HD Webcam C310 (http://www.logitech.com/th-th/product/hd-webcam-c310)

[17] **Image Processing Toolbox™ R2013b**, The MathWorks, Inc, 1993–2013

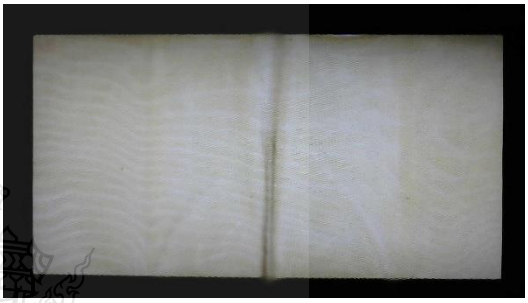
# ภาคผนวก

**ภาคผนวก ก**

**ตัวอย่างยางพาราแผ่นรมควันจำนวน 94 แผ่นสำหรับใช้ในการวิเคราะห์**

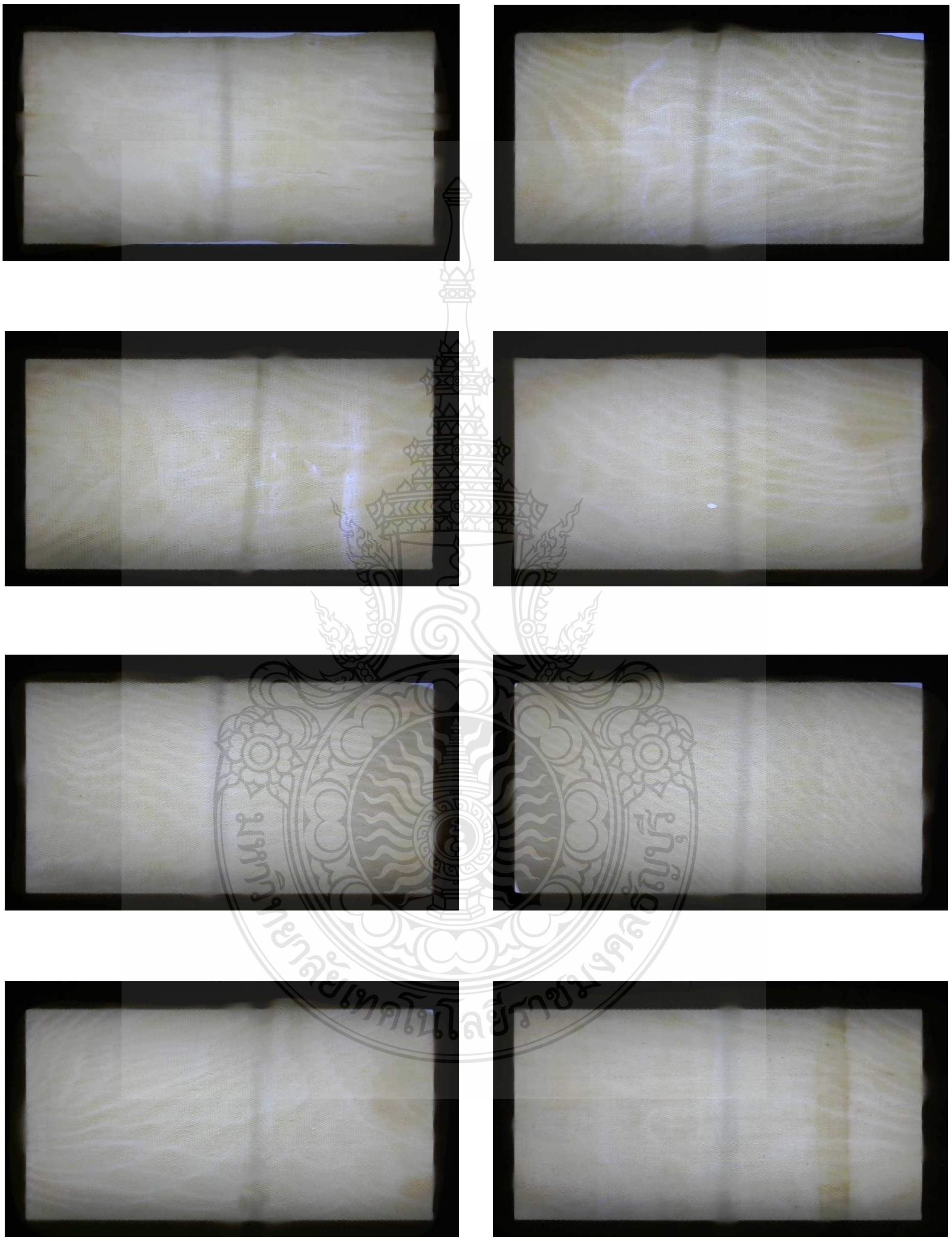
**ยางพาราแผ่นรมควันชั้น 1 (RSS1)**

**ยางพาราแผ่นรมควันชั้น 2 (RSS2)**

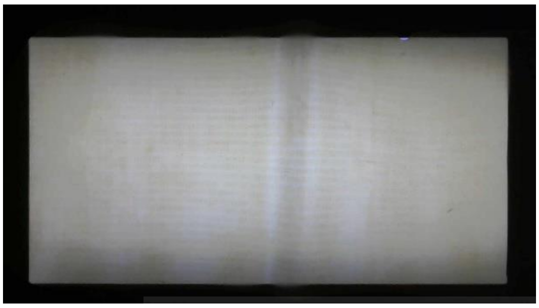
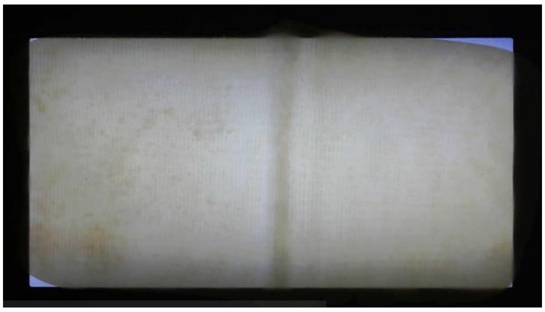
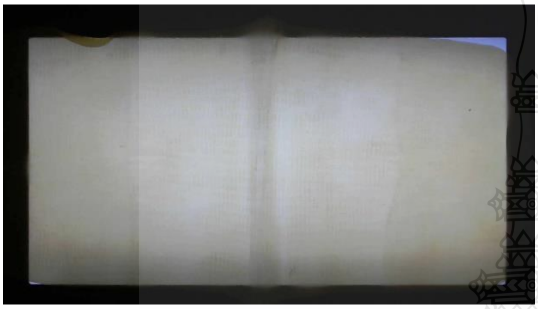
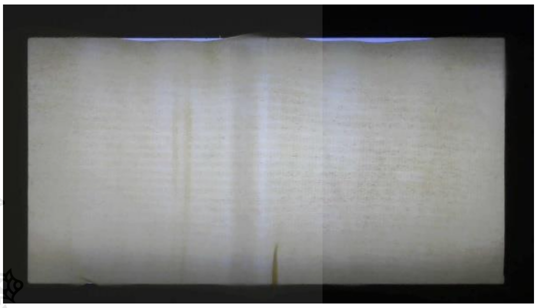


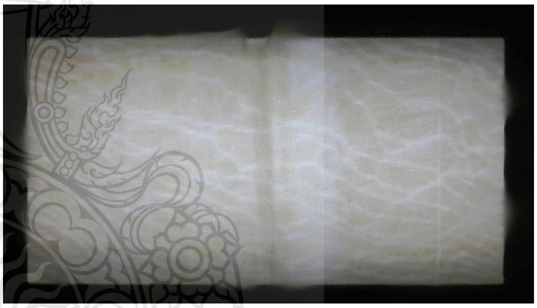
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

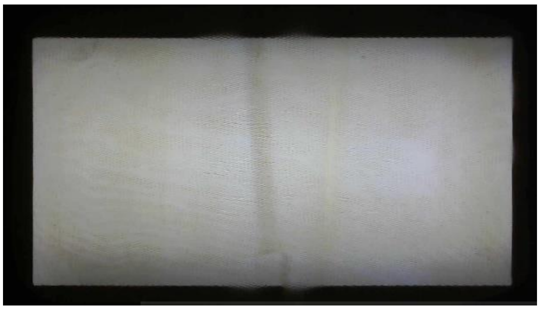
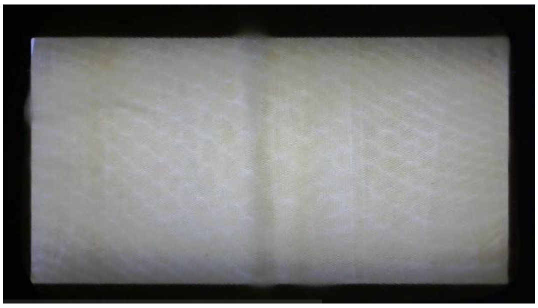
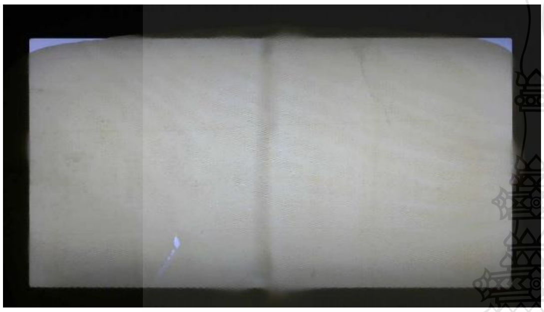
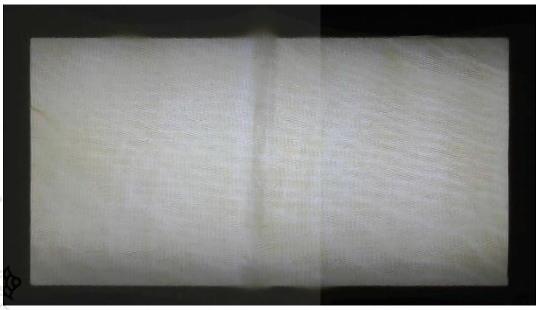
**ยางพาราแผ่นรมควันชั้น 3 (RSS3)**



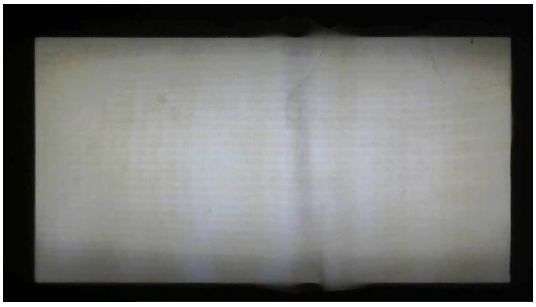
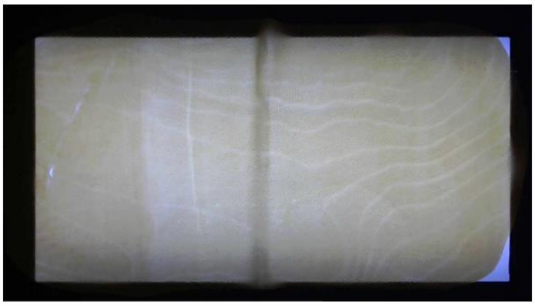
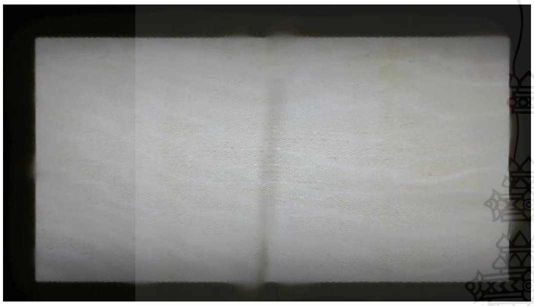
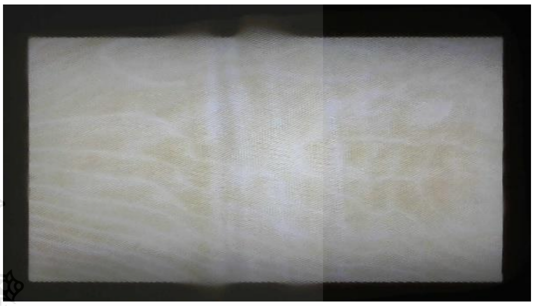
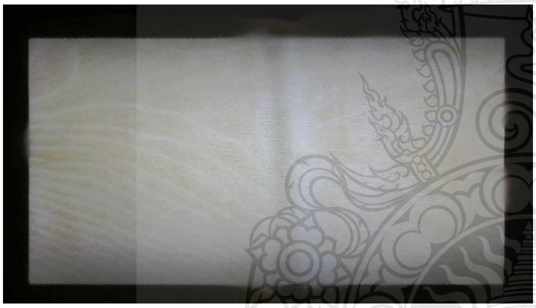
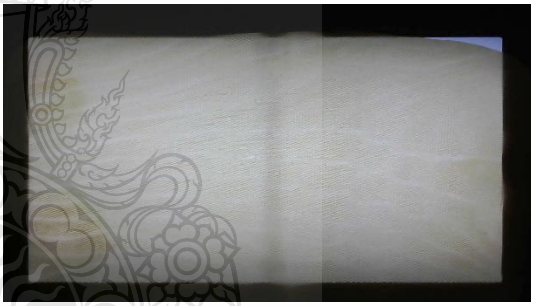
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

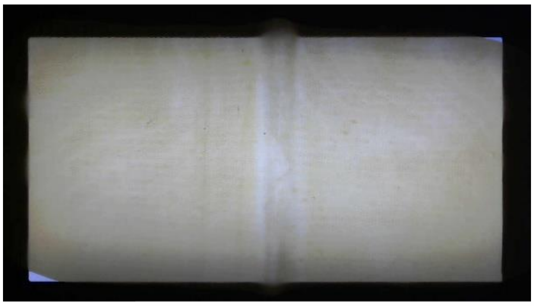





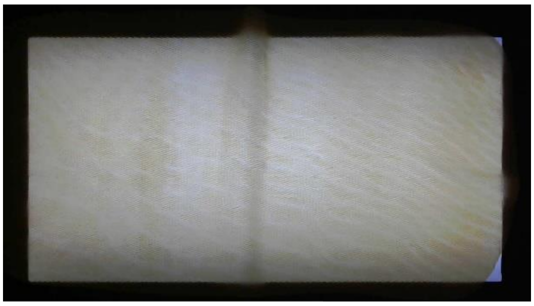


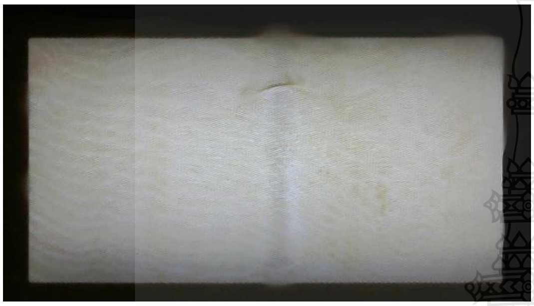





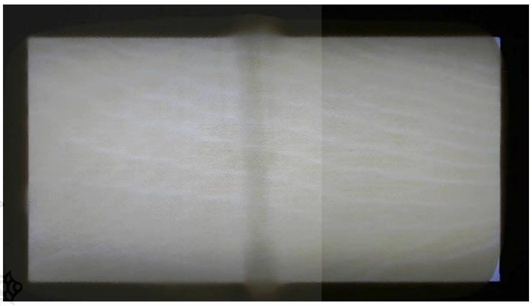
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี



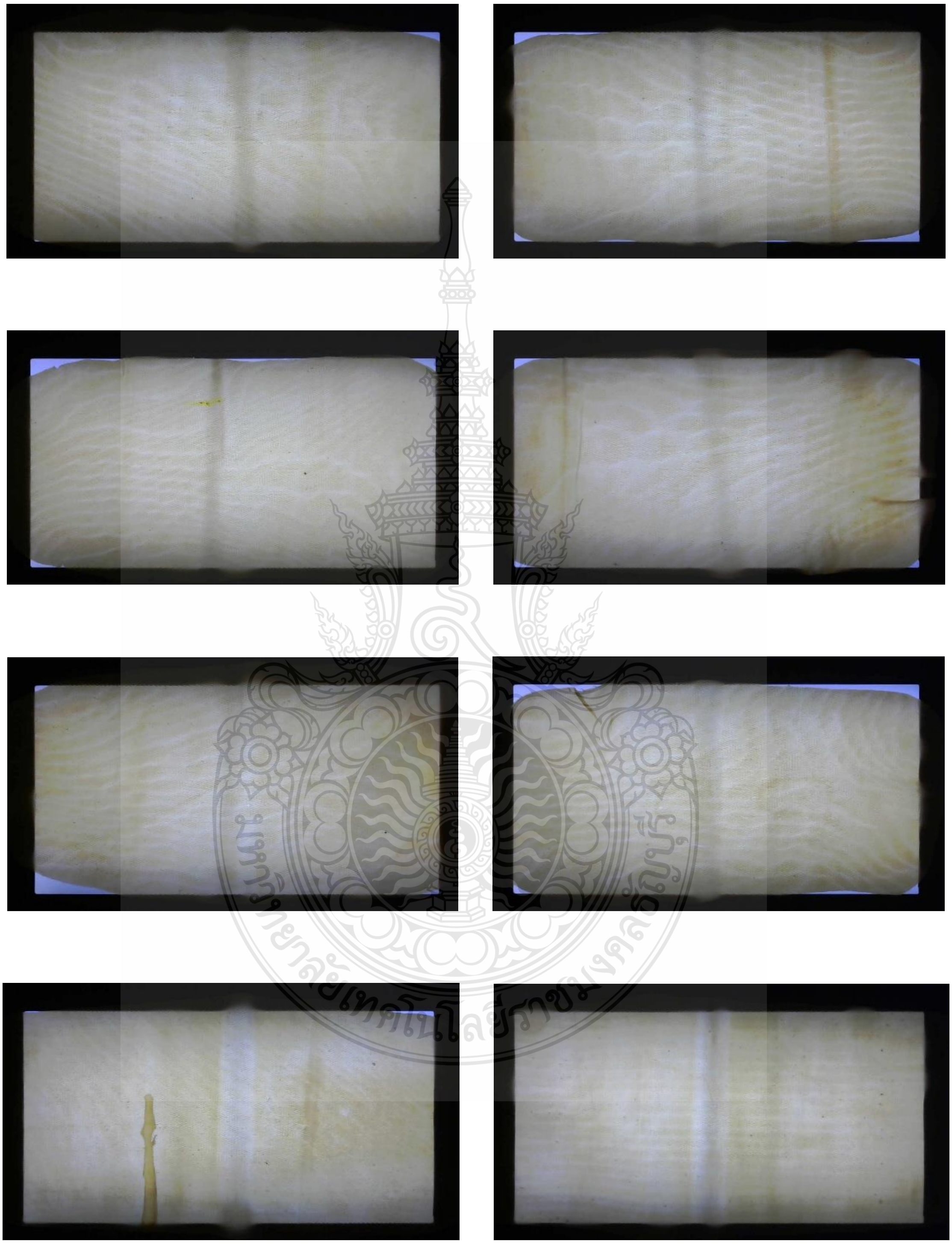


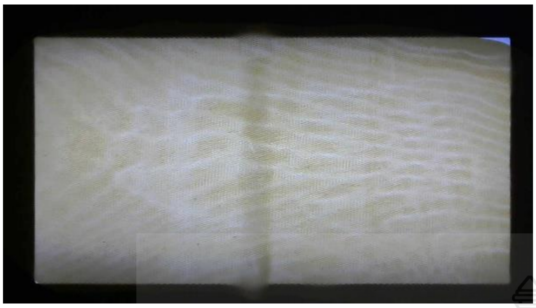


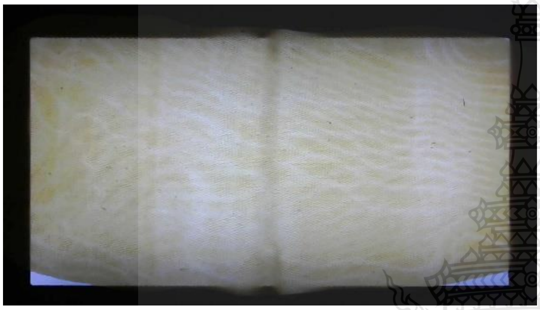
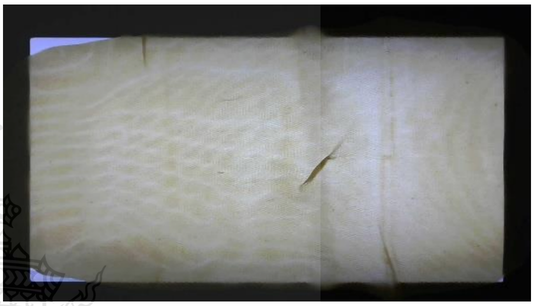


มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

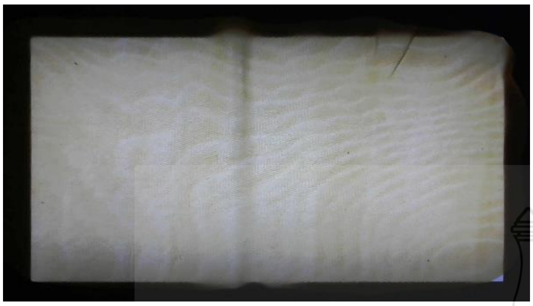
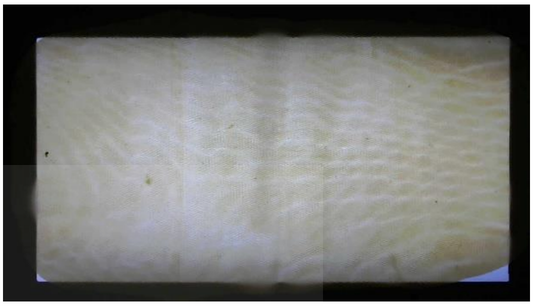
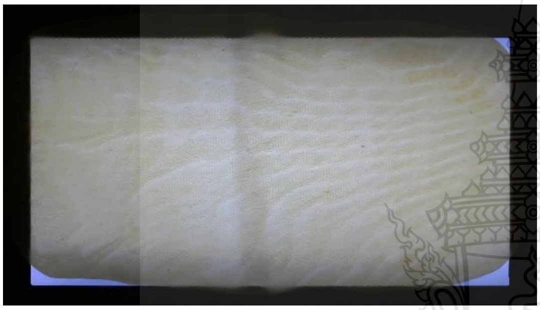
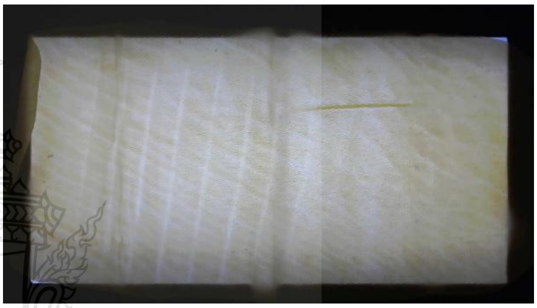
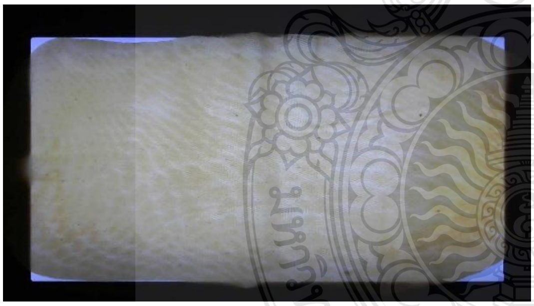
**ยางพาราแผ่นรมควันชั้น 4 (RSS4)**

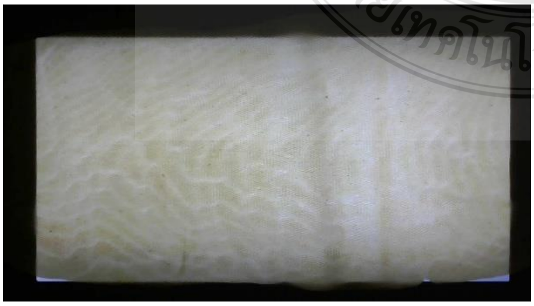
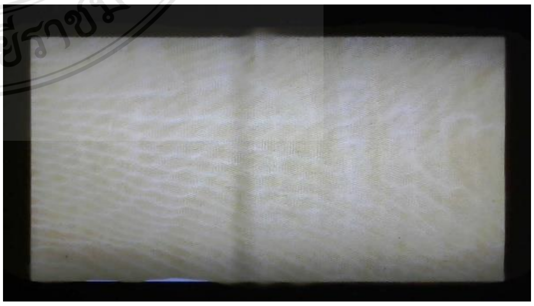




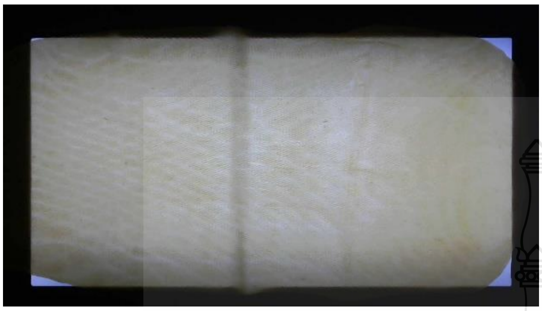
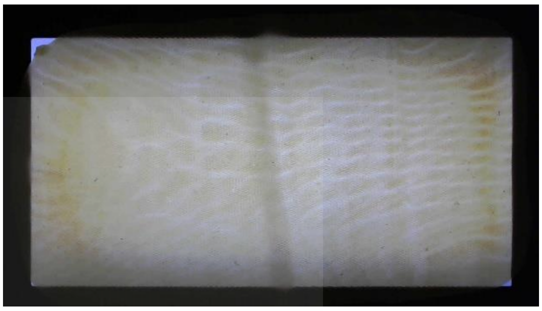



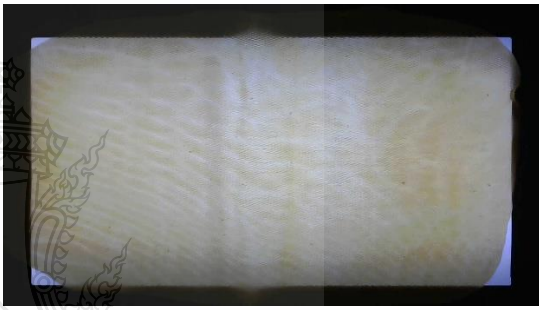
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

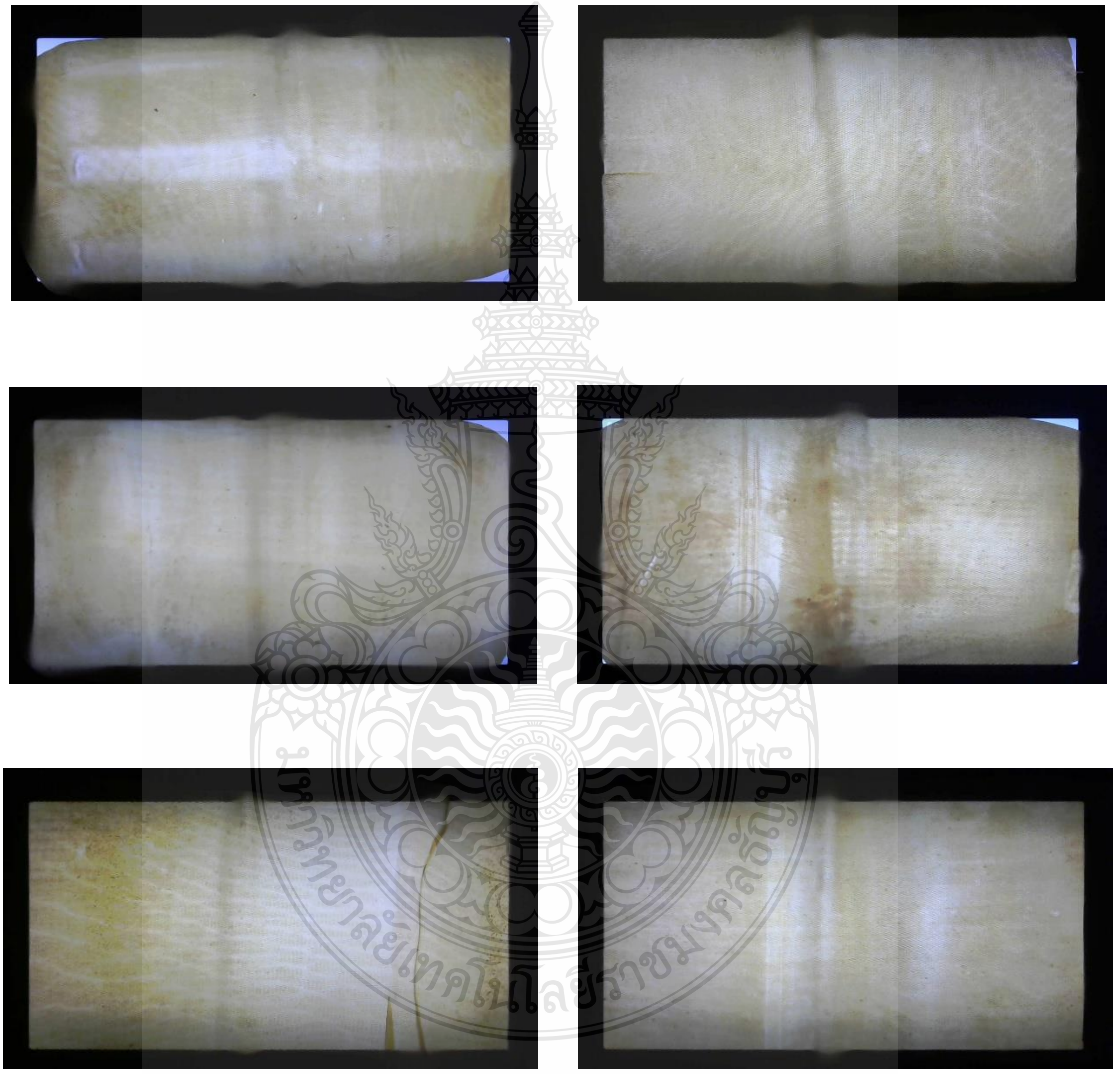



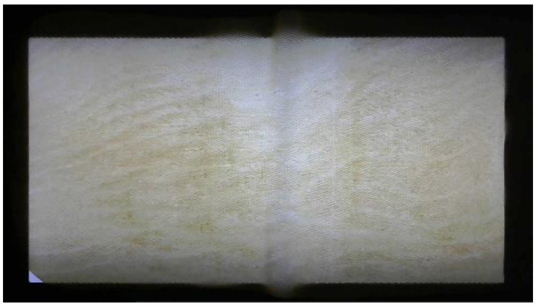
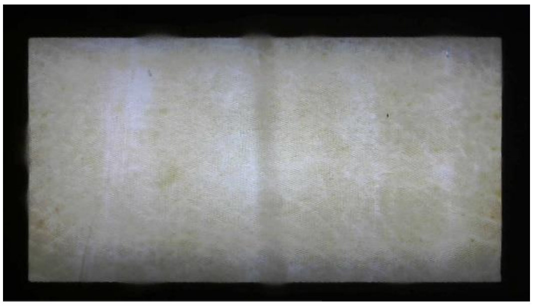
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

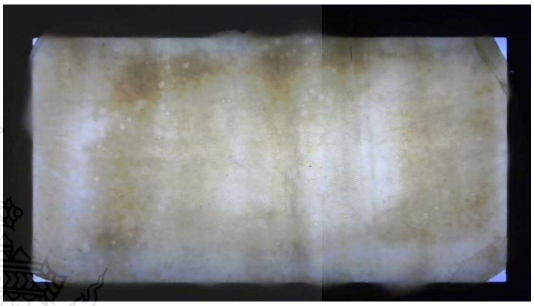





**ยางพาราแผ่นรมควันชั้น 5 (RSS5)**





**ภาคผนวก ข**

**ผลสิ่งสกปรกที่สกัดจากยางพาราแผ่นรมควันตัวอย่าง 94 แผ่น**

**ผลสิ่งสกปรกยางพาราแผ่นรมควันระดับสี R**

| แผ่นที่ | RSS1 | RSS2 | RSS3 | RSS4 | RSS5 |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 86.1153 | 59.341 | 84.0874 | 90.2876 | 318.8119 |
| 2 | 19.1396 | 63.2549 | 72.2294 | 105.932 | 69.0947 |
| 3 | 57.4842 | 31.125 | 90.5752 | 95.4393 | 202.409 |
| 4 | 12.3022 | 54.6408 | 92.8726 | 162.8192 | 136.0631 |
| 5 | 43.1978 | 85.682 | 83.0243 | 75.6226 | 130.6092 |
| 6 | 40.1068 | 33.1893 | 117.0328 | 129.6371 | 173.5922 |
| 7 | 53.3738 | 29.6323 | 106.1141 | 120.3641 | 256.8677 |
| 8 | 34.5328 | | 143.3301 | 99.2913 | 132.2658 |
| 9 | | | 160.9005 | 106.733 | 190.5546 |
| 10 | | | 108.0947 | 171.2257 | 153.2658 |
| 11 | | | 134.5158 | 91.8823 | 125.8799 |
| 12 | | | 103.0959 | 93.6408 | |
| 13 | | | 112.7694 | 85.3034 | |
| 14 | | | 120.4951 | 87.3896 | |
| 15 | | | 95.5449 | 93.7245 | |
| 16 | | | 91.6383 | 108.3422 | |

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล

**ผลสิ่งสกปรกยางพาราแผ่นรมควันระดับสี R (ต่อ)**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 17 | | | 136.9333 | 81.2876 | |
| 18 | | | 122.858 | 142.6347 | |
| 19 | | | 188.7561 | 90.2002 | |
| 20 | | | 122.7379 | 82.358 | |
| 21 | | | 68.3337 | 121.8313 | |
| 22 | | | 77.5959 | 75.6007 | |
| 23 | | | 67.3544 | 118.6675 | |
| 24 | | | 71.9272 | 93.9248 | |
| 25 | | | 103.6748 | 98.858 | |
| 26 | | | 96.2985 | 102.2694 | |
| 27 | | | 109.6857 | 84.8847 | |
| 28 | | | 89.8216 | 151.2197 | |
| 29 | | | 62.858 | 135.7063 | |
| 30 | | | 68.5886 | 96.2367 | |
| 31 | | | 102.2767 | | |
| 32 | | | 86.5667 | | |
| 33 | | | 62.5085 | | |
| 34 | | | 99.568 | | |
| 35 | | | 85.0595 | | |
| 36 | | | 112.4563 | | |
| 37 | | | 82.7985 | | |
| 38 | | | 105.426 | | |

**ผลสิ่งสกปรกยางพาราแผ่นรมควันระดับสี G**

| แผ่นที่ | RSS1 | RSS2 | RSS3 | RSS4 | RSS5 |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 82.0704 | 59.6104 | 81.5643 | 85.7803 | 318.3422 |
| 2 | 18.0765 | 61.8786 | 68.3774 | 100.1141 | 70.9041 |
| 3 | 55.7585 | 30.1638 | 86.1954 | 93.2002 | 217.9078 |
| 4 | 12.7864 | 60.8738 | 89.767 | 165.6481 | 131.7124 |
| 5 | 42.9102 | 82.216 | 80.2973 | 70.2706 | 127.1614 |
| 6 | 39.2184 | 32.6978 | 108.6262 | 130.7002 | 164.7633 |
| 7 | 51.0291 | 28.0959 | 96.4733 | 115.0231 | 271.0194 |
| 8 | 34.3471 | | 144.3532 | 92.8726 | 135.2512 |
| 9 | | | 166.8896 | 114.3786 | 167.3483 |
| 10 | | | 102.2075 | 164.3774 | 144.5206 |
| 11 | | | 128.3629 | 89.0279 | 119.5777 |
| 12 | | | 98.8908 | 90.2985 | |
| 13 | | | 105.8155 | 82.3325 | |
| 14 | | | 117.7063 | 82.46 | |
| 15 | | | 90.4733 | 87.8265 | |
| 16 | | | 84.4697 | 102.983 | |

**ผลสิ่งสกปรกยางพาราแผ่นรมควันระดับสี G (ต่อ)**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 17 | | | 132.9284 | 75.6371 | |
| 18 | | | 115.9879 | 136.875 | |
| 19 | | | 182.5558 | 85.1687 | |
| 20 | | | 115.2816 | 77.9636 | |
| 21 | | | 64.591 | 115.4345 | |
| 22 | | | 76.3434 | 77.9818 | |
| 23 | | | 64.0449 | 115.2706 | |
| 24 | | | 68.9053 | 91.6893 | |
| 25 | | | 105.091 | 95.6359 | |
| 26 | | | 98.3883 | 97.1869 | |
| 27 | | | 108.2476 | 84.5461 | |
| 28 | | | 89.3592 | 150.2803 | |
| 29 | | | 60.7209 | 135.1383 | |
| 30 | | | 67.2706 | 92.0752 | |
| 31 | | | 94.3653 | | |
| 32 | | | 81.1493 | | |
| 33 | | | 58.267 | | |
| 34 | | | 93.2949 | | |
| 35 | | | 82.2197 | | |
| 36 | | | 113.1481 | | |
| 37 | | | 79.7476 | | |
| 38 | | | 99.6917 | | |

**ผลสิ่งสกปรกยางพาราแผ่นรมควันระดับสี B**

| แผ่นที่ | RSS1 | RSS2 | RSS3 | RSS4 | RSS5 |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 101.4102 | 101.0206 | 114.8119 | 101.5558 | 539.0279 |
| 2 | 23.2464 | 82.0049 | 102.0036 | 158.7451 | 147.2985 |
| 3 | 72.7718 | 42.5825 | 120.1238 | 123.0182 | 341.3374 |
| 4 | 17.3374 | 108.6226 | 136.1541 | 228.6553 | 155.949 |
| 5 | 61.8932 | 97.9842 | 117.3823 | 113.0024 | 168.9794 |
| 6 | 44.9308 | 49.4636 | 160.4017 | 178.6784 | 246.7828 |
| 7 | 69.5316 | 34.5473 | 153.943 | 182.9818 | 504.7536 |
| 8 | 44.5485 | | 233.0352 | 150.3022 | 205.7367 |
| 9 | | | 221.6104 | 204.8483 | 155.2864 |
| 10 | | | 160.4053 | 198.9138 | 200.5922 |
| 11 | | | 197.1481 | 124.9333 | 215.9672 |
| 12 | | | 158.5413 | 158.6468 | |
| 13 | | | 143.159 | 149.1408 | |
| 14 | | | 184.216 | 116.0643 | |
| 15 | | | 128.7743 | 114.5097 | |
| 16 | | | 147.6226 | 147.7755 | |

**ผลสิ่งสกปรกยางพาราแผ่นรมควันระดับสี B (ต่อ)**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 17 | | | 174.6917 | 132.0218 | |
| 18 | | | 174.8956 | 181.4563 | |
| 19 | | | 252.4187 | 139.9078 | |
| 20 | | | 170.9709 | 113.7306 | |
| 21 | | | 85.1032 | 168.9102 | |
| 22 | | | 87.2949 | 130.0158 | |
| 23 | | | 95.2318 | 171.142 | |
| 24 | | | 95.8216 | 137.6978 | |
| 25 | | | 149.432 | 140.4138 | |
| 26 | | | 148.551 | 153.0947 | |
| 27 | | | 136.2015 | 132.6262 | |
| 28 | | | 110.4794 | 195.9976 | |
| 29 | | | 79.1723 | 190.1723 | |
| 30 | | | 74.1189 | 159.9539 | |
| 31 | | | 148.9951 | | |
| 32 | | | 128.2427 | | |
| 33 | | | 94.0995 | | |
| 34 | | | 148.3799 | | |
| 35 | | | 126.5061 | | |
| 36 | | | 185.807 | | |
| 37 | | | 110.5012 | | |
| 38 | | | 149.9235 | | |

**ผลสิ่งสกปรกยางพาราแผ่นรมควันระดับสี Gray**

| แผ่นที่ | RSS1 | RSS2 | RSS3 | RSS4 | RSS5 |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 84.2221 | 62.1335 | 84.9830 | 86.8908 | 337.2269 |
| 2 | 18.4988 | 63.6917 | 72.7172 | 107.7233 | 72.2002 |
| 3 | 57.3786 | 30.8701 | 90.6954 | 93.5388 | 225.7500 |
| 4 | 12.2112 | 64.0667 | 93.7100 | 168.4879 | 135.5534 |
| 5 | 44.2536 | 83.9964 | 84.1456 | 75.3532 | 131.9745 |
| 6 | 38.9090 | 33.6481 | 114.3568 | 135.7573 | 175.3434 |
| 7 | 52.9951 | 28.4454 | 106.2197 | 122.6796 | 287.7051 |
| 8 | 35.2828 | | 152.4976 | 99.0328 | 136.8641 |
| 9 | | | 170.2646 | 120.3495 | 168.1493 |
| 10 | | | 108.5061 | 169.7876 | 153.2549 |
| 11 | | | 137.3701 | 91.9478 | 126.2585 |
| 12 | | | 106.3653 | 98.1626 | |
| 13 | | | 111.8337 | 87.3240 | |
| 14 | | | 124.3034 | 87.1274 | |
| 15 | | | 95.2973 | 92.5995 | |
| 16 | | | 91.5947 | 109.6529 | |

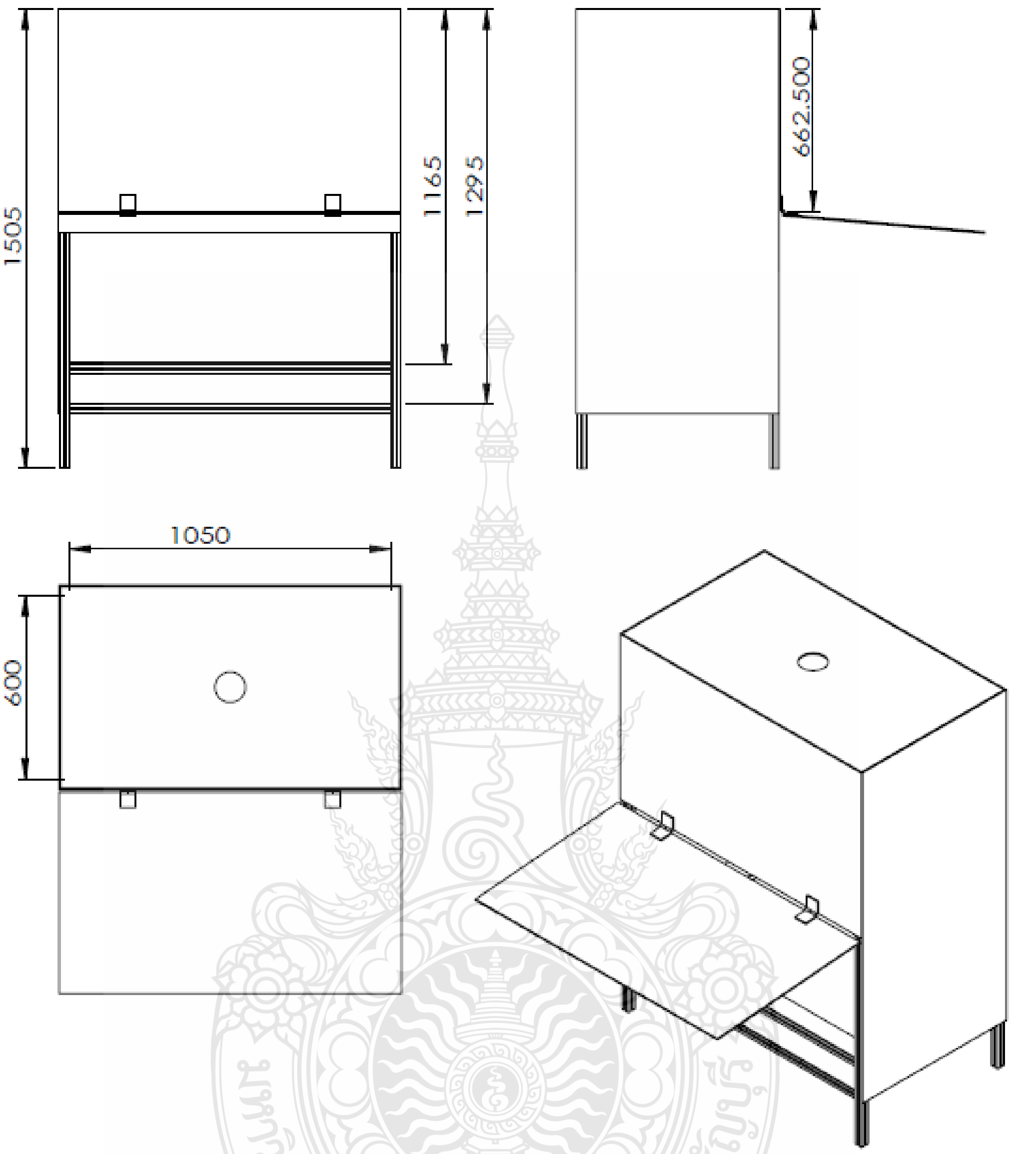
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล

**ผลสิ่งสกปรกยางพาราแผ่นรมควันระดับสี Gray (ต่อ)**

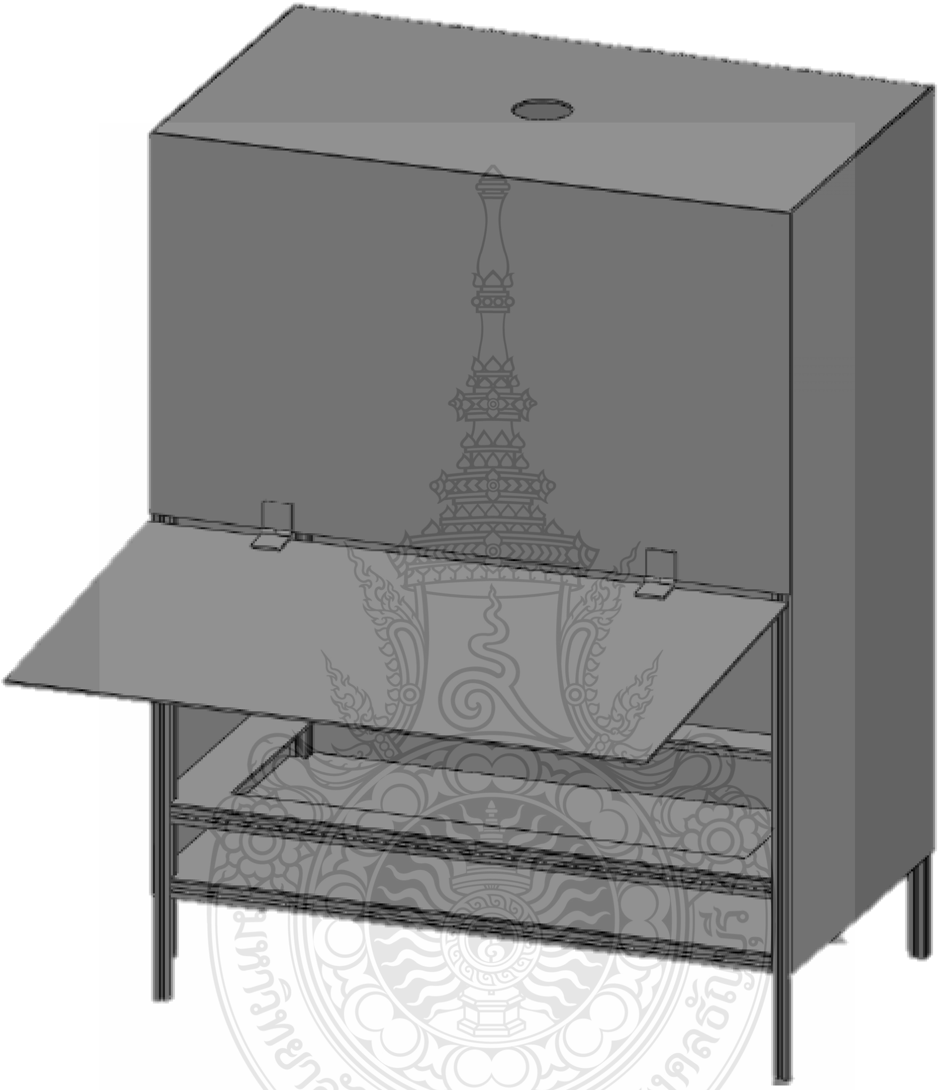
| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 17 | | | 137.2791 | 82.5874 | |
| 18 | | | 123.6845 | 143.8726 | |
| 19 | | | 191.4794 | 85.4454 | |
| 20 | | | 123.9466 | 81.8629 | |
| 21 | | | 66.9721 | 121.9879 | |
| 22 | | | 76.8131 | 81.4369 | |
| 23 | | | 67.2160 | 120.7828 | |
| 24 | | | 72.1383 | 96.8265 | |
| 25 | | | 109.6311 | 99.8083 | |
| 26 | | | 102.3968 | 102.8010 | |
| 27 | | | 111.2039 | 88.8422 | |
| 28 | | | 91.5109 | 153.4442 | |
| 29 | | | 62.9454 | 141.2112 | |
| 30 | | | 66.7427 | 98.5012 | |
| 31 | | | 101.5194 | | |
| 32 | | | 86.5267 | | |
| 33 | | | 62.8362 | | |
| 34 | | | 99.3823 | | |
| 35 | | | 87.2585 | | |
| 36 | | | 121.1286 | | |
| 37 | | | 82.6675 | | |
| 38 | | | 106.2415 | | |

**ภาคผนวก ค**

**แบบเครื่องมือเก็บภาพระบบปิดสำหรับงานวิจัย**




มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี



**ภาคผนวก ง**

**ผลงานตีพิมพ์เผยแพร่**

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

TSAE
2015
การประชุมวิชาการ
สมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย
ระดับชาติ ครั้งที่ 16 ประจำปี 2558
และระดับนานาชาติ ครั้งที่ 8
The 16th TSAE National Conference and
the 8th TSAE International Conference
(TSAE 2015)
ณ ศูนย์นิทรรศการและการประชุมไบเทค
บางนา กรุงเทพมหานคร
17-19 มีนาคม 2558
จัดโดย
สมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย
TSAE
สนับสนุนโดย
vnu exhibitions
asia pacific

## Scientific Committee

| | | |
|---|---|---|
| 1 | Prof. Dr. Somchart Soponronnarit | Chair's Committee |
| 2 | Assoc. Prof. Dr. Winit Chinsuwan | Committee |
| 3 | Assoc. Prof. Dr. Panmanas Sirisomboon | Committee |
| 4 | Assoc. Prof. Dr. Sakamon Devahastin | Committee |
| 5 | Assoc. Prof. Dr. Somkiat Prachayawarakorn | Committee |
| 6 | Assoc. Prof. Dr. Adisak Nathakaranakule | Committee |
| 7 | Asst. Prof. Dr. Verachai Arjharn | Committee |
| 8 | Asst. Prof. Dr. Somposh Sudajan | Committee |
| 9 | Asst. Prof. Dr. Sunate Surbkar | Committee |
| 10 | Dr. Wanrat Abdullakasim | Committee |
| 11 | Dr. Nyanakorn Sutassanamarlee | Committee |
| 12 | Dr. Anuchit Chamsing | Committee |
| 13 | Dr. Vasu Udompetaikul | Committee |
| 14 | Dr. Danuwat Thangdee | Committee |
| 15 | Dr. Damorn Bunturat | Committee |
| 16 | Prof. Vijaya Raghavan | Committee |
| 17 | Prof. Arun S. Mujumdar | Committee |
| 18 | Asst. Prof. Munehiro Tanaka | Committee |
| 19 | Dr. George Srzednicki | Committee |
| 20 | Asst. Prof. Dr. Rose Prabin Kingsly Ambrose | Committee |
| 21 | Asst. Prof. Dr. Klein E. Ileleji | Committee |
| 22 | Prof. Dr. Xiao Dong Chen | Committee |
| 23 | Prof. Donald C. Slack | Committee |
| 24 | Prof. Dr. Dirk E Maier | Committee |
| 25 | Prof. Ito Nobutaka | Committee |
| 26 | Prof. Dr.Chin Chen Hsieh | Committee |
| 27 | Mrs. Dares Kittiyopas | Committee |
| 28 | Mr. Akkapol Senanarong | Committee |
| 29 | Mr. Viboon Thepent | Committee |
| 30 | Mr. Cherawat Munkit | Committee and Secretary |
| 31 | Asst. Prof. Dr. Prasan Choomjaihan | Committee and Asst. Secretary |
| 32 | Dr. Watcharapol Chayaprasert | Committee and Asst. Secretary |

## รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ (REVIEWER)

1 ศ. ดร. สมชาติ โสภณรณฤทธิ์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
Prof. Dr. Somchart Soponronnarit

2 รศ. ดร. สักกมน เทพหัสดิน ณ อยุธยา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
Assoc. Prof. Dr. Sakamon Devahastin

3 รศ. ดร. อนุพันธ์ เทอดวงศ์วรกุล มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
Assoc. Prof. Dr. Anupun Terdwongworakul

4 ดร. วันรัฐ อับดุลลากาซิม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
Dr. Wanrat Abdullakasim

5 ดร. วัชรพล ชยประเสริฐ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
Dr. Watcharapol Chayaprasert

6 ผศ. สมชาย ชวนอุดม มหาวิทยาลัยขอนแก่น
Asst. Prof. Somchai

7 ดร. ดนุวัศ ทางดี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ วิทยาเขตปราจีนบุรี
Dr. Danuwat Thangdee

8 ดร. กฤษฎากร บุดดาจันทร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ วิทยาเขตปราจีนบุรี
Dr. Khridsadakhon Booddachan

9 รศ. เสมอขวัญ ตันติกุล มหาวิทยาลัยแม่โจ้
Assoc. Prof. Samerkhwan Tantikul

10 ผศ. ดร. สุเนตร สืบค้า มหาวิทยาลัยแม่โจ้
Asst. Prof. Dr. Sunate Surbkar

11 ดร. ญาณากร สุทัสนมาลี มหาวิทยาลัยแม่โจ้
Dr. Nyanakorn Sutassanamarlee

12 รศ. ดร. ปานมนัส ศิริสมบูรณ์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
Assoc. Prof. Dr. Panmanas Sirisomboon

13 รศ. สาทิป รัตนภาสกร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
Assoc. Prof. Satip Rattanapaskorn

14 ผศ. ดร. ประสันต์ ชุ่มใจหาญ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
Asst. Prof. Dr. Prasan Choomjaihan

15 ผศ. ดร.ทรงวุฒิ แสงจันทร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
Asst. Prof. Dr. Songvoot Sangchan

16 ดร. วสุ อุดมเพทยกุล สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
Dr. Vasu Udompetaikul

## รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ (REVIEWER)

| | | | |
|---|---|---|---|
| 17 | ดร. รัชดาภรณ์ | แก้วกล่ำ | มหาวิทยาลัยบูรพา |
| | Dr. Rachadaporn Kaewklum | | |
| 18 | ผศ. ดร.จตุรงค์ | ลังกาพินธุ์ | สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล ธัญบุรี |
| | Dr. Jaturong Langkapin | | |
| 19 | ดร. ดร.สานิตย์ดา | เตียวต่อย | สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล ธัญบุรี |
| | Asst. Prof. Sanidda Tiewtoy | | |
| 20 | ดร. อนุชิต | ฉ่ำสิงห์ | กรมวิชาการเกษตร |
| | Dr. Anuchit Chamsing | | |
| 21 | นาย วิบูลย์ | เทเพนทร์ | กรมวิชาการเกษตร |
| | Mr. Viboon Thepent | | |
| 22 | นาง ดาเรศร์ | กิตติโยภาส | กรมส่งเสริมการเกษตร |
| | Mrs. Dares Kittiyopas | | |
| 23 | นาย ชีรวรรธก์ | มั่นกิจ | กรมส่งเสริมการเกษตร |
| | Mr. Cherawat Munkit | | |

TOT-01 การศึกษาระยะห่างที่เหมาะสมของโรงเรือนแบบอุโมงค์โดยการใช้พลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ ........ 124

TPT-04 ออกแบบ และพัฒนากลไกการปลิดและเก็บใบอ้อย ........ 125

TPT-05 ผลกระทบของอุณหภูมิที่มีผลต่อการอบแห้งมะพร้าวขูดด้วยเครื่องอบแห้งแบบสเปาเต็ดเบด. 126

TPT-06 การทดสอบความสามารถในการปกป้องผลแอปเปิ้ลด้วยกระดาษจากฟางข้าวด้วยวิธีการทดสอบแบบ ballistic pendulum ........ 127

TPT-07 ออกแบบและพัฒนาระบบปรับอากาศและระบบทำความเย็นสำหรับการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์พืช ........ 128

TPT-08 การปรับปรุงประสิทธิภาพโรงสีข้าวชุมชน: กรณีศึกษา ชุมชนลานตากฟ้า_อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม ........ 129

TPT-09 คุณลักษณะและแบบจำลองการอบแห้งของไบโอฟล็อก ........ 130

TPT-10 การพัฒนาเครื่องอบแห้งด้วยไอน้ำร้อนยวดยิ่งที่สภาวะความดันต่ำ ........ 131

TPT-11 มุมครีบวงเดือนที่มีผลต่อสมรรถนะในการกะเทาะข้าวโพดของชุดกะเทาะแบบไหลตามแกน.. 132

TPT-12 ศึกษาและพัฒนาเทคโนโลยีการอบแห้งเนื้อมังคุดด้วยเครื่องอบแห้งลมร้อนแบบต่อเนื่อง ....... 133

TPT-13 การศึกษาวิธีการเพิ่มคุณค่าของข้าวคุณภาพต่ำ: กรณีศึกษาการเพิ่มคาเทชินในเมล็ดข้าวโดยกระบวนการทำข้าวนึ่ง ........ 134

TPT-14 การคัดแยกเกรดมาตรฐานยางพาราแผ่นรมควัน โดยใช้วิธีการประมวลผลด้วยภาพ .............. 135

TPT-16 การใช้โรงตากพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับเครื่องอบลมร้อนแบบชั้นวางสำหรับอบแห้งผักและผลไม้ ........ 136

TPT-17 ออกแบบ และพัฒนาเตาชีวมวลกำเนิดลมร้อนสำหรับเครื่องอบแห้งกาแฟอาราบิกาแบบโรตารี ........ 137

TPT-20 การออกแบบและพัฒนาเครื่องตัดชิ้นข้าวยัดไส้ปุ่นปลาทู ........ 138

TPT-21 การศึกษาสมบัติเชิงกลของต้นมันสำปะหลัง ........ 139

TPT-22 อิทธิพลของการอบแห้งถั่วเขียวเริ่มงอกต่อสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ ........ 140

TSWE-01 การพัฒนาแหล่งน้ำขนาดเล็กขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นกรณีศึกษา องค์การบริหารส่วนจังหวัดลำปาง ........ 141

TSWE-03 การศึกษาการแทนที่ค่าสูญหายแบบหลายตัวแปรสำหรับการพยากรณ์ระดับน้ำลุ่มน้ำปากพนัง ........ 142

TSWE-05 อิทธิพลของปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปีต่อผลผลิตอ้อยโรงงานในพื้นที่ภาคกลางเขต 7 .............. 143

TAM-02 Test and Development Project on Weeding machine for Longan Orchard.......... 144

TAM-04 Effect of Rice Field Size on Land Preparation Performance of a Small Tractor .. 145

# การคัดแยกเกรดมาตรฐานยางพาราแผ่นรมควัน โดยใช้วิธีการประมวลผลด้วยภาพ
# Ribbed of standard smoked sheets by using image processing


*วรวุฒิ กังหัน[1] มนูศักดิ์ จานทอง[2]

[1] ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ถนนรังสิต – นครนายก ตำบลคลองหก อำเภอธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี 12110
วรวุฒิ กังหัน E-mail : worawut.millcon2557@gmail.com
[2] ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ถนนรังสิต – นครนายก ตำบลคลองหก อำเภอธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี 12110
มนูศักดิ์ จานทอง E-mail : manusak.j@en.rmutt.ac.th



***บทคัดย่อ***

ในปัจจุบันยางพาราถือเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญอย่างหนึ่งของประเทศไทย เพื่อให้ได้มาซึ่งผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพต้องผ่านกระบวกการผลิตในภาคอุตสาหกรรมในหลายขั้นตอน ในปัจจุบันขั้นตอนการคัดแยกเกรดยางพารา ยังไม่มีเทคโนโลยีใดที่จะนำมาใช้ทดแทนผู้เชี่ยวชาญในการแบ่งเกรดยางพาราแผ่นรมควัน ในการคัดแยกโดยการใช้สายตาของมนุษย์มีโอกาสเกิดความผิดพลาดขึ้นได้สูง เนื่องจากช่วงสายตาของมนุษย์ในแต่ละบุคคลไม่เท่ากัน ผู้วิจัยจึงศึกษาการคัดแยกเกรดมาตรฐานยางพาราแผ่นรมควัน โดยนำเทคนิคการประมวลผลทางภาพมาช่วยในการคัดแยก โดยสกัดคุณลักษณะเด่น (Feature Extraction) จากการวิเคราะห์โครงร่างพื้นผิวภาพ โดยใช้วิธีเมทริกซ์ความสัมพันธ์ของระดับสีเทา GLCM : Gray-Level Co-Occurrence Matrices เพื่อเก็บค่าทางสถิติจากการวิเคราะห์โครงร่างพื้นผิวภาพ 10 รูปแบบ โดยใช้ระดับลำดับสถิติอันดับ 1 สามารถสกัดได้จากค่าของภาพต้นฉบับ (original- image) โดยดูจากค่าความลึก และความเข้มข้นของฮีสโตแกรม โดยที่ไม่ต้องคำนึงถึงความสัมพันธ์ระหว่างจุดภาพใกล้เคียง คือรูปแบบ Autocorrelation และ Correlation และ ลำดับสถิติอันดับ 2 สามารถสกัดได้จากค่าเมทริกซ์ (GLCM) โดยดูจากค่าความเข้มระดับเทาที่ใกล้เคียงกันในตำแหน่งแต่ละจุดภาพโดยมีค่าคุณลักษณะโครงร่างที่ คือรูปแบบ Cluster Shade, Dissimilarity, Homogeneity, Entropy, Sum Variance, Sum Entropy, Difference Entropy และ Information measure of correlation จากนั้นใช้โมเดลโครงข่ายประสาทเทียมเป็นแบบแพรกระจายย้อนกลับ (backpropagation neuron network) กำหนดพารามิเตอร์โครงสร้าง 20x18x5 สวน transfer function ใช้ 'tansig' 'tansig' 'purelin' และ training function ใช้ 'trainrp' โดยทุกโครงสรางกำหนดจำนวนรอบเรียนรู้ (epochs) ไวที่ 1000 รอบ กำหนดเปาหมายคาความผิดพลาด (goal) ไวที่ $1 \times 10^{-5}$ ในการประมวลผลเพื่อแยกเกรดยางพาราแผ่นรมควันในแต่ละเกรด

ผลการทดลองงานวิจัยนี้ใช้การเปรียบเทียบระดับในระบบ RGB เพื่อเปรียบเทียบความถูกต้องในการคัดแยกยางพาราแผ่นรมควันในแต่ละเกรด โดยใช้ตัวอย่างภาพยางพาราแผ่นรมควัน ขนาด 1280x720 พิกเซล จำนวน 145 ภาพ แยกเป็นภาพระดับ R ได้ความถูกต้อง 88.90% , ระดับ G ได้ความถูกต้อง 88.28% ,ระดับ B ได้ความถูกต้อง 91.72% และระดับ Gray ได้ความถูกต้อง 84.62%



***คำหลัก:*** ประมวลผลด้วยภาพ, เทคนิคการสกัดคุณลักษณะพื้นผิวเมทริกซ์สีเทา, โครงข่ายประสาทเทียม

**RIBBED OF STANDARD SMOKED SHEETS BY USING IMAGE PROCESSING**

*Worawut KUNGHUN[1] and Mnusak JANTHONG[2]

[1] *Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Thanyaburi, Rangsit-Nakhonnayok Rd. (Klong6), Thanyaburi Pathum Thani 12110*

[2] *Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Thanyaburi, Rangsit-Nakhonnayok Rd. (Klong6), Thanyaburi Pathum Thani 12110*

**Corresponding author: Worawut KUNGHUN E-mail: worawut.millcon2557@gmail.com**

## ABSTRACT

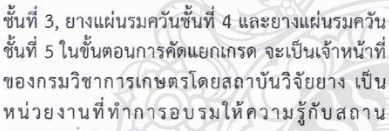
In the present, rubber trees are regarded as one of Thailand's important industrial drops. For them to become quality products, they had to pass several steps of the manufacturing process in the industrial sector. In the present there are no technologies that can be used to replace specialists in the steps for the grade sorting of smoked rubber sheets. Sorting with the usage of human eyesight is highly prone to error, as the eyesight of each individual is not equal. The researcher saw this section of the problem and thus studied the standard grade sorting of smoked rubber sheets with image processing techniques to aid in the sorting process. Feature extraction was used on the analyses of image surface frameworks, where GLCM: Gray-Level Co-Occurrence Matrices were used to collect the statistical values of 10 different formats of image structure frameworks. The first level of statistical order was extracted from the values of the original image by viewing the depth and intensity of the histograms without considering the relationship between the neighboring pixels of autocorrelation and correlation, and the second level of statistical order was extracted from the values of the GLCM by viewing the gray intensity levels of each neighboring pixels, where the layout features were Cluster Shade, Dissimilarity, Homogeneity, Entropy, Sum Variance, Sum Entropy, Difference Entropy, and the Information measure of correlation. After that, a backpropagation neuron network model was used with structure parameters of 20x18x5. The transfer function used 'tansig', 'tansig', and 'purelin'. The training function used 'trainrp'. Every structure regulated the number of epochs at 1000 rounds. The goal error value was $1\times10^{-5}$ in the processing for the sorting of smoked rubber sheets of each grade.

The results of this research's experiments compared levels of the RGB color model to compare the accuracy of the sorting of each grade of smoked rubber sheets, where 145 samples of smoked rubber sheet samples, each sized 1280x720 pixels, were used. Results of accuracy can be separated as 88.80%for R-levels, 88.28% for G-levels, 91.72% for B-levels, and 84.62% for Gray levels.

***Keywords:*** image processing; gray-level co-occurrence matrices feature extraction; neural network

**1. บทนำ**

ยางพารา เป็นพืชอุตสาหกรรมที่สำคัญของประเทศไทย และภูมิภาคอาเซียน และส่งออกอันดับหนึ่งของโลก โดยมีพื้นที่ปลูกยางสำรวจโดยกรมวิชาการเกษตร พบว่ามีพื้นที่ปลูกยาง 18.76 ล้านไร่ [1] ก่อให้เกิดกิจกรรมต่อเนื่องทั้งภาคการผลิต ภาคอุตสาหกรรม และภาคการตลาด กรมวิชาการเกษตรโดยสถาบันวิจัยยาง เป็นหน่วยงานหลักในการค้นคว้าวิจัย และพัฒนายางพารารวมทั้งการประสานงานระหว่างประเทศกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง จึงรวบรวมข้อมูลผลการค้นคว้าวิจัย และพัฒนายางทุกด้านทั้งด้านการผลิตยาง เศรษฐกิจและการตลาดการแปรรูปยางอุตสาหกรรมผลิตยาง อุตสาหกรรมไม้ยาง ตลอดจนการควบคุมพระราชบัญญัติ และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับยางพาราทั้งในประเทศ และองค์การยางระหว่างประเทศ การควบคุมการซื้อขายยางพาราในประเทศ เป็นหน้าที่ของกรมวิชาการเกษตรโดยสถาบันวิจัยยางเป็นผู้กำหนดมาตรฐานยางพาราในการคัดแยกเกรดยางพาราแผ่นรมควันซึ่งยางพาราในประเทศไทยมีการแบ่งเกรดมาตรฐาน โดยกำหนดจากข้อบังคับตามพระราชบัญญัติควบคุมยาง พ.ศ. 2542 [1] โดยการคัดแยกเกรดยางพาราแผ่นรมควัน มีการแบ่งเกรดยางพาราแผ่นรมควัน 5 เกรด คือ ยางแผ่นรมควันชั้นที่1, ยางแผ่นรมควันชั้นที่ 2, ยางแผ่นรมควันชั้นที่ 3, ยางแผ่นรมควันชั้นที่ 4 และยางแผ่นรมควันชั้นที่ 5 ในขั้นตอนการคัดแยกเกรด จะเป็นเจ้าหน้าที่ของกรมวิชาการเกษตรโดยสถาบันวิจัยยาง เป็นหน่วยงานที่ทำการอบรมให้ความรู้กับสถานประกอบการในวิธีในการคัดแยกเกรด



รูปที่ 1 มาตรฐานเกรดยางพาราแผ่นรมควัน RSS 1, RSS 2, RSS 3, RSS 4 และ RSS 5

รูปที่ 2 กระบวนการแยกยางพาราแผ่นรมควันโดยใช้กำลังคน [2]

จากกระบวนการผลิตยางแผ่นดังรูปที่ 2 ในปัจจุบันขั้นตอนการคัดแยกเกรดยางพาราแผ่นรมควันโดยการใช้สายตามนุษย์ในการคัดแยก คนที่จะคัดแยกได้ต้องได้รับการฝึกอบรม กับสถาบันวิจัยยาง อย่างน้อย 2-3 เดือนและต้องทดลองงานจริง จะเห็นได้ว่าคนที่จะสามารถคัดแยกเกรดยางพาราได้นั้นต้องเสียค่าใช้จ่ายและเวลาเพื่อฝึกอบรมจากเจ้าหน้าที่ ในการคัดแยกเกรดยางพาราแผ่นรมควัน และจากการที่ได้ลงสำรวจและเก็บข้อมูล สหกรณ์กองทุนสวนยางอำเภอบ่อทอง จำกัด 341 หมู่ 1 ตำบลบ่อทอง อำเภอบ่อทอง จังหวัดชลบุรี ซึ่ง ได้พบว่า การคัดแยกด้วยการใช้สายตาของมนุษย์มีโอกาสเกิดความผิดพลาดขึ้นได้สูง เนื่องจากช่วงสายตาของมนุษย์ในแต่ละคนไม่เท่ากัน และในปัจจุบันยังไม่มีเทคโนโลยีใดที่จะนำมาใช้ทดแทนผู้เชี่ยวชาญในการแบ่งเกรดยางพาราแผ่นรมควัน

ด้วยเหตุนี้ ผู้ทำวิจัยจึงเห็นปัญหาที่เกิดขึ้นจึงทำการคิดค้นเครื่องมือเพื่อช่วยในการคัดแยกเกรดยางพาราแผ่นรมควันที่สามารถคัดแยกให้ได้ตรงกับมาตรฐานยางพาราแผ่นรมควันของกรมวิชาการเกษตรโดยสถาบันวิจัยยาง

**2. วัตถุประสงค์**

1. เพื่อศึกษาเทคนิคการคัดแยกเกรดมาตรฐานยางพาราแผ่นรมควัน
2. เพื่อศึกษาการใช้ข้อมูลภาพ และเทคนิคการประมวลผลทางภาพมาช่วยในการคัดแยกเกรดมาตรฐานยางพาราแผ่นรมควัน

## 3. อุปกรณ์และวิธีการ

การออกแบบชุดอุปกรณ์คัดแยกเกรดมาตรฐานยางพาราแผ่นรมควัน มีวัตถุประสงค์ของการออกแบบคือในกระบวนการตรวจสอบมียางแผ่นจำนวนมาก ที่มีความแตกต่างกันทางด้านสีของเนื้อยางแผ่น สามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่องสัมพันธ์กันของทุกส่วนรวมถึงความทนทาน และน้ำหนักเบาเพื่อเป็นต้นแบบในการประยุกต์ใช้งานต่อไปด้วยเหตุนี้ คณะผู้วิจัยได้เลือกใช้โครงสร้างแบบปิดเพราะจะสามารถควบคุมปริมาณแสงได้อย่างคงที่ ซึ่งเครื่องคัดแยกเกรดมาตรฐานยางพาราแผ่นรมควัน นี้เป็นเครื่องต้นแบบที่ออกแบบเพื่อนำไปสู่การพัฒนาเป็นเครื่องจักรกลในการคัดแยกเกรดมาตรฐานยางพาราแผ่นรมควัน แบบอัตโนมัติต่อไป

รูปที่ 3 โครงสร้างเครื่องมือเก็บภาพระบบปิด

### 3.1 ภาพ (Image)

ขนาดภาพที่นำมาวิเคราะห์ 1280x720 pixel ใช้กล้องเว็บแคมเป็นตัวเก็บข้อมูลภาพของแผ่นยางพารารมควัน จำนวน 145 ภาพ จากการสุ่มจากเตาอบรมควันที่ขนาด 30 ตัน หนึ่งเตาในการถ่ายภาพแผ่นยางพารารมควันจะทำการควบคุมปริมาณแสงอยู่ในช่วง 700-800 ลักซ์ โดยขนาดมาตรฐานยางพาราแผ่นรมควัน จากกรมวิชาการเกษตร คือ กว้าง 38-46 เซนติเมตร และความยาว 80-90 เซนติเมตรในการคัดเกรดของแผ่นยางพารารมควันจะไม่คำนึงถึงความชื้นและความหนาของยางพาราแผ่นรมควัน การแบ่งเกรดแผ่นยางพาราแผ่นรมควันแบ่งตามมาตรฐานกรมวิชาการงานเกษตรคือ มาตรฐานยางแผ่นรมควันชั้น 1, มาตรฐานยางแผ่นรมควันชั้น 2, มาตรฐานยางแผ่นรมควันชั้น 3, มาตรฐานยางแผ่นรมควันชั้น 4, และมาตรฐานยางแผ่นรมควันชั้น 5

โดยหน่วยพื้นฐานของภาพ เรียกว่า จุดภาพ (pixel) โดยจุดภาพหมายถึง จุดภาพในรูปภาพที่รวมกันเป็นภาพขึ้น มีตำแหน่งพิกัด (x, y) และค่าความเข้ม (intensity) ของภาพ

รูปที่ 4 ตัวอย่างยางพาราแผ่นรมควันแต่ละเกรด

ตารางที่ 1 ตัวอย่างยาพาราแผ่นรมควันในแต่ละเกรด (แผ่น)

| Grad | R | G | B | Gray |
|---|---|---|---|---|
| RSS1 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| RSS2 | 15 | 15 | 15 | 15 |
| RSS3 | 50 | 50 | 50 | 50 |
| RSS4 | 50 | 50 | 50 | 50 |
| RSS5 | 20 | 20 | 20 | 20 |

โดยภาพที่นำมาวิเคราะห์ของงานวิจัยคือ ภาพระดับสีเทา (Grayscale Image) จะอยู่ในรูปแบบของความเข้มแสงในแต่ละจุดภาพ โดยจะมีระดับความเข้มสีเทาคือ 0-255 (8 bit) โดยสีดำจะแทนด้วยค่าตัวเลข 255 สีขาวจะแทนด้วยค่าของตัวเลขคือ 0 รวมทั้งสิ้น 256 ระดับสี ถึงแม้ว่าภาพระดับสีเทามีความซับซ้อนมากกว่าภาพ ขาว – ดำ แต่ภาพระดับ สีเทา สามารถให้ข้อมูลได้กว้างขวางมากกว่า ภาพ ขาว – ดำ เนื่องจากภาพระดับสีเทาเกิดจากการแปลงภาพสีในระบบ RGB มาเป็นภาพระดับสีเทา โดยใช้สูตรทางคณิตศาสตร์ ดังสมการที่ (1)

$$Gray = 0.299 \times R + 0.587 \times G + 0.114 \times B \quad (1)$$

### 3.2 การสกัดคุณลักษณะพิเศษจากภาพ

การสกัดคุณลักษณะพิเศษจากภาพ(Feature Extraction) เป็นวิธีหาจุดเด่นของภาพ เพื่อลดขนาดข้อมูล (Dimension) ของภาพ สำหรับการวิเคราะห์โครงร่างของภาพจะอาศัยเมทริกซ์ที่เรียกว่า Gray-Tone Spatial-Dependence Matrices หรือ Gray-Level Co-Occurrence Matrices (GLCM) การคำนวณหาค่าลักษณะเด่นจากการวิเคราะห์โครงร่างพื้นผิวภาพ โดยการสกัดจากเมทริกซ์นี้ฟังก์ชั่น Gray-Level Co-Occurrence Matrices (GLCM) ใน MATLAB เพื่อนับนับจำนวนความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้น (occurrence) โดยการนับจำนวนคู่จุดภาพ ที่อยู่ใกล้กัน (Neighboring Cells) นับค่าในระดับแนวนอน (Horizontal) และระดับแนวตั้ง (Vertical) ของภาพ

ลำดับสถิติอันดับ 1 สามารถสกัดได้จากค่าของภาพต้นฉบับ (Original Image) ได้เลย โดยดูจากค่าความลึกและความเข้มข้นของฮีสโตแกรม โดยที่ไม่ต้องคำนึงถึงความสัมพันธ์ ระหว่างจุดภาพใกล้เคียง การหาคุณลักษณะโครงร่างในแบบนี้ได้แก่การหาค่าของ Entropy ดังแสดงได้ดังสมการที่ 2

$$\text{Entropy} = -\sum_{i=0}^{N-1}\sum_{j=0}^{N-1} p(i,j)\log(p(i,j)) \qquad (2)$$

การหาค่าคุณลักษณะโครงร่างในแบบ Autocorrelation เป็นการหาค่าความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างขนาดของพื้นที่กับลักษณะของพื้นผิวโดยดูจากความเข้มข้นของพื้นผิวทั่วทั้งภาพ โดยคำนวณได้จากสมการที่ 3

$$\text{Autocorrelation} = \frac{\sum_{u=0}^{N}\sum_{v=0}^{N} I(u,v)I(u+x,v+y)}{\sum_{u=0}^{N}\sum_{v=0}^{N} I^2(u,v)} \qquad (3)$$

ลำดับสถิติอันดับ 2 สามารถหาได้จาก แมทริกซ์ GLCM โดยดูจากค่าความเข้มระดับเทาที่ใกล้เคียงกันในตำแหน่งแต่ละจุดภาพโดยมีค่าคุณลักษณะโครงร่างที่หาได้ดังสมการดังต่อไปนี้

$$\text{Correlation} = \frac{\sum_{i=0}^{N-1}\sum_{j=0}^{N-1} (i\cdot j)p(i,j)-\mu_x\mu_y}{\sigma_x\sigma_y} \qquad (4)$$

$$\text{Cluster Shade} = \sum_{i=0}^{N-1}\sum_{j=0}^{N-1}\{i+j-\mu_x-\mu_y\}^3\times P(i,j) \qquad (5)$$

$$\text{Dissimilarity} = \sum_{i,j=0}^{N-1} P(i,j)\,|\,i-j\,| \qquad (6)$$

$$\text{Homogeneity} = \sum_{i,j=0}^{N-1}\frac{P(i,j)}{1+|i-j|} \qquad (7)$$

$$\text{Sum variance} = \sum_{i=2}^{2N_g} (i-(iP_{x+y}(i)))^2 P_{x+y}(i) \qquad (8)$$

$$\text{Sum entropy} = -\sum_{i=2}^{2N_g} P_{x+y}(i)\log\{P_{x+y}(i)\} \qquad (9)$$

$$\text{Difference entropy} = -\sum_{i=0}^{N_g-1} P_{x-y}(i)\log\{p_{x-y}(i)\} \qquad (10)$$

$$\text{Information measure of correlation} = \frac{Entropy-HXY_1}{\max\{HX,HY\}} \qquad (11)$$

$j$ = ระดับสีเทาตั้งแต่ 0 ถึง 255 (พิกเซลใกล้เคียง)

$i$ = ระดับสีเทาตั้งแต่ 0 ถึง 255 (พิกเซลอ้างอิง)

$x$ = ตำแหน่งพิกเซลแถวที่ $i$

$y$ = ตำแหน่งพิกเซลหลักที่ $j$

$N = N_g$ = จำนวนของระดับสีเทาบนวัตถุที่สนใจ

$P_x(i) = \sum_{i=0}^{N-1} P(i,j)$ , $P_y(j) = \sum_{i=0}^{N-1} P(i,j)$

$p(i,j)$ = ความน่าจะเป็นของพิกเซลตำแหน่งแถวที่ $i$ และ ตำแหน่งหลักที่ $j$

$\sigma_i$ = ความเบี่ยงเบนมาตรฐานค่าระดับสีเทาพิกเซลอ้างอิง

$\sigma_j$ = ความเบี่ยงเบนมาตรฐานระดับสีเทาพิกเซลใกล้เคียง

$\sigma_x, \sigma_y$ = ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของ $p_x$ และ $p_y$

$\mu_i$ = ค่าเฉลี่ยระดับสีเทาพิกเซลอ้างอิง

$\mu_j$ = ค่าเฉลี่ยระดับสีเทาพิกเซลใกล้เคียง

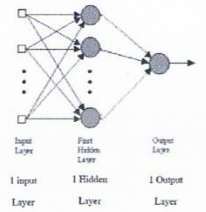
$\mu_x, \mu_y$ = ค่าเฉลี่ยของ $p_x$ และ $p_y$

$HX, HY$ = ค่า entropy ของ $p_x$ และ $p_y$

$$HXY_1 = \sum_i \sum_j P(i,j)\log\{P_x(i)P_y(i)\}$$

### 3.3 โครงข่ายประสาทเทียมเพื่อใช้ในการคัดแยก

โครงข่ายประสาทเทียม คือ แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นเพื่อจำลองการทำงานของโครงข่ายประสาทในสมองมนุษย์ โดยที่โครงข่ายประสาทของมนุษย์ประกอบด้วยเซลล์ประสาท (neuron) และจุดประสานประสาท หรือไซแนปส์ (synapses) โดยโครงสร้างของการส่งสัญญาณประสาทประกอบจากการเชื่อมต่อระหว่างเซลล์ประสาทหลายพันล้านเซลล์ เซลล์ประสาทแต่ละเซลล์ประกอบด้วยแขนงรับสัญญาณประสาทซึ่งเป็นเสมือนหน่วยรับข้อมูลป้อนเข้า เรียกว่า เดนไดรท์ (dendrites) และส่วนปลายของเซลล์ประสาท ในการส่งสัญญาณประสาทซึ่งเป็นเสมือนหน่วยส่งข้อมูลออกของเซลล์ เรียกว่าแอคซอน (axon) โดยงานวิจัยนี้ใช้การแพร่ย้อนกลับ (back- propagation) การเรียนรู้แบบมีการควบคุม (Supervised Learning) ขั้นตอนคำนวณค่าความผิดพลาด จะถูกคำนวณที่หน่วยประมวลผลทั้งหมด และคำนวณค่าน้ำหนักที่เปลี่ยนของทุกการเชื่อมโยง การคำนวณนี้เริ่มที่ชั้นส่งข้อมูลออก และแพร่ย้อนกลับไปยังชั้นรับข้อมูลป้อนเข้า ขั้นปรับปรุงความผิดพลาดเกิดหลังจากที่ดำเนินการแพร่เดินหน้าแล้ว หน่วยประมวลผลแต่ละหน่วย ในชั้นส่งข้อมูลออกจะให้ค่าผลลัพธ์ที่ต้องนำมาเปรียบเทียบกับค่าผลลัพธ์เป้าหมายในชุดการสอน ความแตกต่างนั้นคือ ค่าความผิดพลาดสำหรับแต่ละหน่วยในชั้นส่งข้อมูลออก ซึ่งค่าน้ำหนักของทุกการเชื่อมโยงไปยังชั้นส่งข้อมูลออก จะถูกปรับ จากนั้นค่าความผิดพลาด ของหน่วยในชั้นแอบแฝง จะถูกปรับเช่นกัน กระบวนการนี้จะดำเนินไปจนกระทั่งจะถึงชั้นรับข้อมูลป้อนเข้าค่าความผิดพลาด




รูปที่ 5 โครงสร้างโครงข่ายประสาทเทียม

ตารางที่ 2 กำหนดพารามิเตอร์ โครงข่ายประสาทเทียม

| | |
|---|---|
| Neuron | 20x18x5 |
| Input layer | tansig |
| Hidden layer | tansig |
| Output layer | purelin |
| training function | trainrp |
| net.trainParam.epochs | 1000 |
| net.trainParam.show | 10 |
| net.trainParam.goal | $1\times10^{-5}$ |

### 4. ผลการทดลอง

ในการทดลองใช้แผ่นยางพารารมควันจำนวน 145 แผ่น ทดลองผล ณ สหกรณ์กองทุนสวนยางอำเภอบ่อทอง จำกัด เป็นพื้นที่ต้นแบบในงานวิจัย ใช้ขนาดมาตรฐานยางพาราแผ่นรมควัน จากกรมวิชาการเกษตร [1] คือ กว้าง 38-46 เซนติเมตร และความยาว 80-90 เซนติเมตร ในการคัดเกรดของแผ่นยางพารารมควันจะไม่คำนึงถึง ความชื้นและความหนา ของยางพาราแผ่นรมควัน การแบ่งเกรดแผ่นยางพาราแผ่นรมควันแบ่งตามมาตรฐานกรมวิชาการงานเกษตรคือ มาตรฐานยางแผ่นรมควันชั้น 1, มาตรฐานยางแผ่นรมควันชั้น 2, มาตรฐานยางแผ่นรมควันชั้น 3, มาตรฐานยางแผ่นรมควันชั้น 4, และมาตรฐานยางแผ่นรมควันชั้น 5 ทดสอบในสภาพแวดล้อมแบบปิดเดียวกันโดยทำการควบคุมปริมาณแสงคงที่ กับภาพแม่แบบ ดึงคุณลักษณะเด่น 10 เครื่องมือคือ Autocorrelation, Correlation, Cluster Shade, Dissimilarity, Homogeneity, Entropy, Sum Variance, Sum

Entropy, Difference Entropy และ Information measure of correlation ผลผลการทดลองงานวิจัย ดัง ตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการทดลอง

| ระดับ | อัตราความถูกต้องของการจำแนก% |
|---|---|
| R | 88.90% |
| G | 88.28% |
| B | 91.72% |
| Gray | 84.62% |

**5. บทสรุป**

จากผลการทดสอบคัดแยกเกรดยางพาราแผ่นรมควัน โดยการประมวลผลด้วยภาพโดยใช้ คุณสมบัติของความใส ,สิ่งสกปรก และความสม่ำเสมอของสีบนแผ่นยาง จากผลการทดสอบยาพาราแผ่นรมควันตัวอย่าง 145 แผ่น แยกเป็นภาพระดับ R ได้ความถูกต้อง 88.90% , ระดับ G ได้ความถูกต้อง 88.28% , ระดับ B ได้ความถูกต้อง 91.72% และระดับ Gray ได้ความถูกต้อง 84.62% โดยระดับ R, G และ B ได้ความถูกต้องที่สูง อาจเนื่องจากการแยกเป็นแต่ละระดับสีทำให้ความซับซ้อนของแต่ละพิกเซลน้อยลง ส่งผลทำให้การเรียนรู้ของโครงข่ายประสาทเทียม ส่งผลให้ค่าความถูกต้องที่สูง ส่วนระดับ Gray ได้ความถูกต้องที่ต่ำ อาจเนื่องจากใช้ระดับ RGB จากนั้นแปลงเป็น Gray ทำให้มีความซับซ้อนของแต่ละพิกเซลสูง ส่งผลทำให้การเรียนรู้ของโครงข่ายประสาทเทียม ส่งผลให้ค่าความถูกต้องที่ต่ำ ซึ่งแนวทางในการพัฒนาจำเป็นต้องอาศัยหลักการต่างๆ เนื่องด้วยความซับซ้อนของแผ่นยางและในแต่ละเกรดมีความใกล้เคียงกันมาก เพื่อให้การคัดแยกเหมาะสมกับงาน และเหมาะกับพื้นที่นั้นๆ ซึ่งผู้ทำการศึกษาปัญหาวิจัยนี้ได้เสนอแนวทางอีกหนึ่งแนวทางในการคัดแยกชั้นคุณภาพยางพาราแผ่นรมควัน

**6. กิตติกรรมประกาศ**

งานวิจัยนี้ขอขอบคุณ ทางสหกรณ์กองทุนสวนยางอำเภอบ่อทอง จำกัด 341 หมู่ 1 ตำบลบ่อทอง อำเภอบ่อทอง จังหวัดชลบุรี 20270 และผู้มีสาวนเกี่ยวข้องที่ให้ความอนุเคราะห์สำหรับการเก็บข้อมูล และทดลองผลและสิ่งที่อำนวยความสะดวกระหว่างการปฏิบัติงานวิจัยในแต่ละขั้นตอนของงานวิจัยเป็นอย่างดี

**7. เอกสารอ้างอิง**

[1] สถาบันวิจัยยางกรมวิชาการเกษตรข้อมูลวิชาการยางพารา. (2550). สืบค้นจาก : www.rubberthai.com (9 สิงหาคม 2557)

[2] เก็บภาพจาก สหกรณ์กองทุนสวนยางอำเภอบ่อทอง จำกัด 341 หมู่ 1 ตำบลบ่อทอง อำเภอบ่อทอง จังหวัดชลบุรี 20270 สืบค้นจาก : http://www.coopthai.com/bothongrubber/ (26 กันยายน 2557)

[3] นายจิรายุทธ พัดประดิษฐ์ และนายธเนศ สื่อเสาวลักษณ์. (2553). เครื่องคัดขนาดคุณภาพผลสับปะรด ด้วยการประมวลผลภาพ ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเครื่องกล ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

[4] นายปฐมพล ฟักทอง และนายพยุง มีสัจ. (2555). การค้นคืนข้อมูลพระเครื่องจากภาพดิจิทัลโดยเทคนิคการสกัดคุณลักษณะและวิธีเพื่อนบ้านใกล้สุด ภาควิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

[5] นายสิทธิโชค อุ่นแก้ว. (2550). การศึกษาวิธีการ5 ตรวจสอบราขาวบนผิวเนื้อยางแผ่น โดยใช้วิธีการประมวลผลภาพ ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่

[6] นายปรัชญา บำรุงกุล. (2550). กุล ระบบคัดแยกคุณภาพยางพาราโดยการประมวลผลภาพ สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า และสารสนเทศ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

[7] นายชาตรี กอบัวแก้ว. (2550). การจำแนกพระผงโดยการเปรียบเทียบลักษณะพิเศษ สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ ภาควิชาคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยศิลปกร

[8] ร้อยโท ปฐมพล ฟักทอง. (2553). การจำแนกพระเครื่องด้วยเทคนิคการสกัดคุณลักษณะเด่นแบบพื้นผิวโดยการใช้วิธี K-nearest neighbor ภาควิชา

เทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
[9] รศ.ดร.สมเกียรติ อุดมหรรษากุล การประมวลผลภาพดิจิตอลเบื้องต้น (Fundamentals of Digital Image Processing) ครั้งที่พิมพ์ 1/2554
[10] Alasdair McAndrew an Introduction to Digital Image Processing with Matlab Notes for SCM2511 Image Processing 1 School of Computer Science and Mathematics
Victoria University of Technology
[11] Howard Demuth and Mark Beale (2002). Neural Network Toolbox for Use with MATLAB
[12] De Matos, G. (1994). Neural Networks for forcasting foreign exchange rates. M.Sc. thesis Canada : University of Manitoba
[13] Limin, F. (1994). Neural Networks in Computer Intelligence. New York : Mcgraw-Hill.

**TPT-14**

# การคัดแยกเกรดมาตรฐานยางพาราแผ่นรมควัน โดยใช้วิธีการประมวลผลด้วยภาพ

*วรวุฒิ กังหัน[1] มนูศักดิ์ จานทอง[2]

[1] *ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี*
*ถนนรังสิต – นครนายก ตำบลคลองหก อำเภอธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี 12110*

[2] *ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี*
*ถนนรังสิต – นครนายก ตำบลคลองหก อำเภอธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี 12110*

วรวุฒิ กังหัน E-mail : worawut.millcon2557@gmail.com มนูศักดิ์ จานทอง E-mail : manusak.j@en.rmutt.ac.th

## บทคัดย่อ

ในปัจจุบันยางพาราถือเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญอย่างหนึ่งของประเทศไทย เพื่อให้ได้มาซึ่งผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพต้องผ่านกระบวกการผลิตในภาคอุตสาหกรรมในหลายขั้นตอน ในปัจจุบันขั้นตอนการคัดแยกเกรดยางพารา ยังไม่มีเทคโนโลยีใดที่จะนำมาใช้ทดแทนผู้เชี่ยวชาญในการแบ่งเกรดยางพาราแผ่นรมควัน ในการคัดแยกโดยการใช้สายตาของมนุษย์มีโอกาสเกิดความผิดพลาดขึ้นได้สูง เนื่องจากช่วงสายตาของมนุษย์ในแต่ละบุคคลไม่เท่ากัน ผู้วิจัยจึงศึกษาการคัดแยกเกรดมาตรฐานยางพาราแผ่นรมควัน โดยนำเทคนิคการประมวลผลทางภาพมาช่วยในการคัดแยก โดยสกัดคุณลักษณะเด่น (Feature Extraction) จากการวิเคราะห์โครงร่างพื้นผิวภาพ โดยใช้วิธีเมทริกซ์ความสัมพันธ์ของระดับสีเทา GLCM : Gray-Level Co-Occurrence Matrices เพื่อเก็บค่าทางสถิติจากการวิเคราะห์โครงร่างพื้นผิวภาพ 10 รูปแบบ โดยใช้ระดับลำดับสถิติอันดับ 1 สามารถสกัดได้จากค่าของภาพต้นฉบับ (original- image) โดยดูจากค่าความลึก และความเข้มข้นของฮีสโตแกรม โดยที่ไม่ต้องคำนึงถึงความสัมพันธ์ระหว่างจุดภาพใกล้เคียง คือรูปแบบ Autocorrelation และ Correlation และ ลำดับสถิติอันดับ 2 สามารถสกัดได้จากค่าเมทริกซ์ (GLCM) โดยดูจากค่าความเข้มระดับเทาที่ใกล้เคียงกันในตำแหน่งแต่ละจุดภาพโดยมีค่าคุณลักษณะโครงร่างที่ คือรูปแบบ Cluster Shade, Dissimilarity, Homogeneity, Entropy, Sum Variance, Sum Entropy, Difference Entropy และ Information measure of correlation จากนั้นใช้โมเดลโครงข่ายประสาทเทียมเป็นแบบแพร่กระจายย้อนกลับ (backpropagation neuron network) กำหนดพารามิเตอร์โครงสร้าง 20x18x5 ส่วน transfer function ใช้ 'tansig' 'tansig' 'purelin' และ training function ใช้ 'trainrp' โดยทุกโครงสร้างกำหนดจำนวนรอบเรียนรู้ (epochs) ไว้ที่ 1000 รอบ กำหนดเป้าหมายค่าความผิดพลาด (goal) ไว้ที่ $1 \times 10^{-5}$ ในการประมวลผลเพื่อแยกเกรดยางพาราแผ่นรมควันในแต่ละเกรด

ผลการทดลองงานวิจัยนี้ใช้การเปรียบเทียบระดับในระบบ RGB เพื่อเปรียบเทียบความถูกต้องในการคัดแยกยางพาราแผ่นรมควันในแต่ละเกรด โดยใช้ตัวอย่างภาพยางพาราแผ่นรมควัน ขนาด 1280x720 พิกเซล จำนวน 145 ภาพ แยกเป็นภาพระดับ R ได้ความถูกต้อง 88.90%, ระดับ G ได้ความถูกต้อง 88.28%, ระดับ B ได้ความถูกต้อง 91.72% และระดับ Gray ได้ความถูกต้อง 84.62%

**คำสำคัญ:** ประมวลผลด้วยภาพ, เทคนิคการสกัดคุณลักษณะพื้นผิวเมทริกซ์สีเทา, โครงข่ายประสาทเทียม

สมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย
THAI SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERING

# Letter of Attendance

This is to certify that

**Worawut KUNGHUN**

has officially been presented (TPT14) in The 16th TSAE National Conference
and The 8th TSAE International Conference (TSAE 2015)
held at Bangkok International Trade and Exhibition Centre, Bangna, Bangkok Thailand

March 17-19, 2015

Dares Kittiyopas
Chair, Organizing CommitteeTSAE2015

ที่อยู่ : อาคาร 5 ชั้น 5 กองส่งเสริมวิศวกรรมเกษตร กรมส่งเสริมการเกษตร ถนนพหลโยธิน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพ 10900 โทร 0 2940 6183 โทรสาร 0 2940 6185
address: Agricultural Engineering Promotion Division Phaholyothin Rd., Chatuchak, Bangkok 10900, THAILAND. Tel +66-2940-6175, Fax +66-2940-6185 www.tsae.asia

# ประวัติผู้เขียน

| | |
|---|---|
| **ชื่อ - นามสกุล** | นายวรวุฒิ  กังหัน |
| **วัน เดือน ปีเกิด** | 2 มีนาคม 2532 |
| **ที่อยู่** | 88 หมู่ที่ 5 ซ. 5 บ.ปงท่าข้าม ต.บ้านปง อ.สูงเม่น จ.แพร่ 54130 |
| **ประวัติการศึกษา** | สำเร็จการศึกษาระดับ ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต (คอบ.) สาขา วิศวกรรมเครื่องกล คณะ ครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ปี พ.ศ.2554 |

**ประวัติการทำงาน (ถ้ามี)**

| | |
|---|---|
| พ.ศ. 2552-2554 | เข้าร่วมชมรมติวเตอร์ วิชาคณิตศาสตร์และวิชาวิศวกรรม กับทาง สโมสรนักศึกษาและ ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล ของ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ระดับ ปริญญาตรี |
| พ.ศ. 2553-2554 | เข้าทำงานเป็นติวเตอร์ วิชาคณิตศาสตร์ และวิชาวิศวกรรม ใน โรงเรียนกวดวิชา Good Tutor ระดับ ปริญญาตรี โดยสอนนักศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ |
| พ.ศ. 2554 | ครูฝึกสอนโรงเรียนพระรามหกเทคโนโลยี แผนกเทคนิคพื้นฐาน |
| พ.ศ. 2555 | เข้าทำงานเป็นติวเตอร์ วิชาคณิตศาสตร์ ในโรงเรียนกวดวิชา หมูน้อย ระดับ มัธยมศึกษาตอนต้นและมัธยมศึกษาตอนปลาย โดย สอนนักเรียน Gifted โรงเรียนมัธยมวัดสิงห์, โรงเรียนเทพศิรินทร์ นนทบุรี |
| พ.ศ. 2555-2556 | บรรจุครูประจำแผนกช่างกลโรงงาน  วิทยาลัยเทคโนโลยีกรุงธน |
| พ.ศ. 2557 - ปัจจุบัน | วิศวกร แผนกเครื่องกล บริษัท มิลล์คอน สตีล จำกัด (มหาชน) ครูพิเศษประจำแผนกช่างกลโรงงาน  วิทยาลัยเทคโนโลยีกรุงธน |