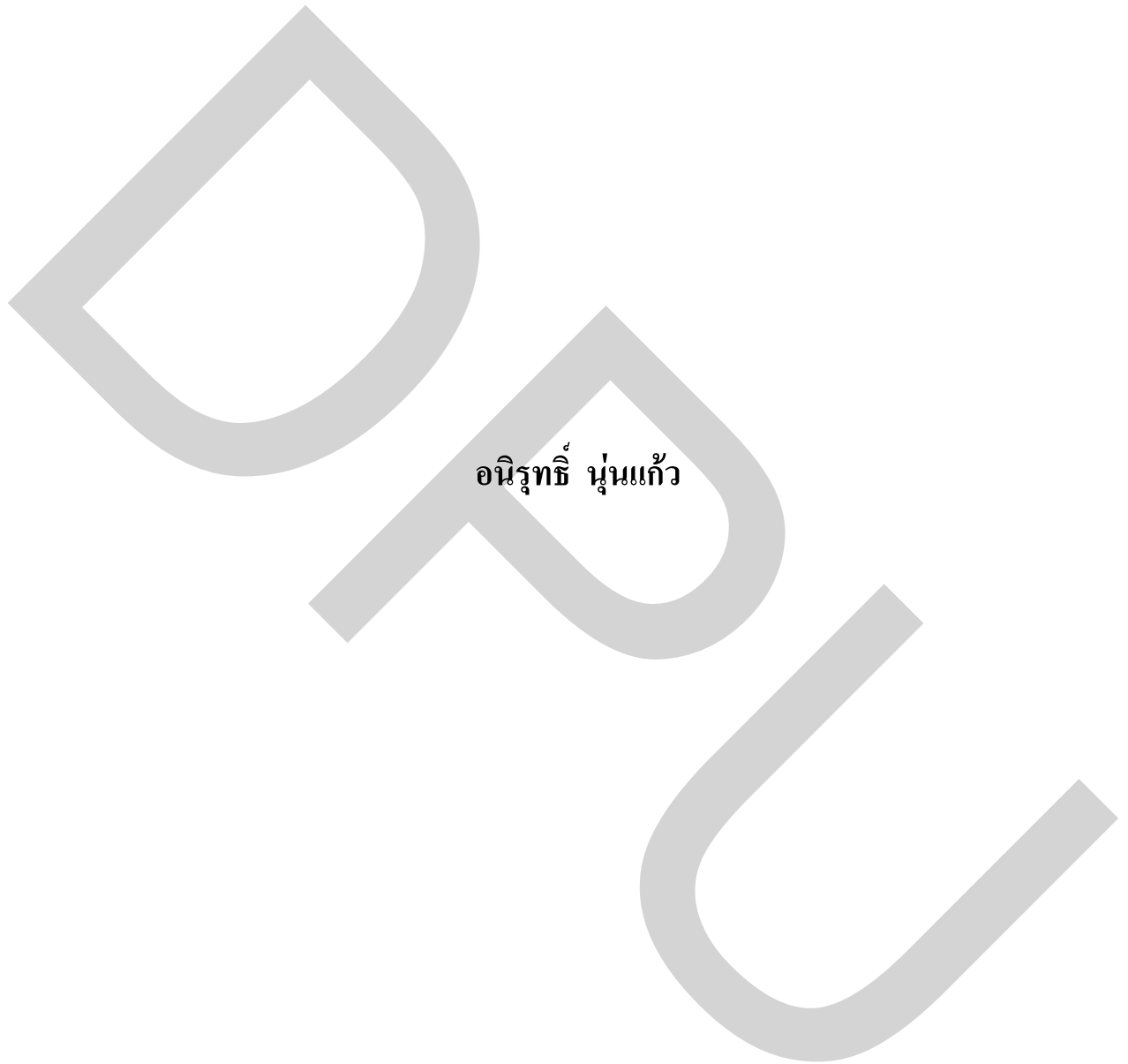


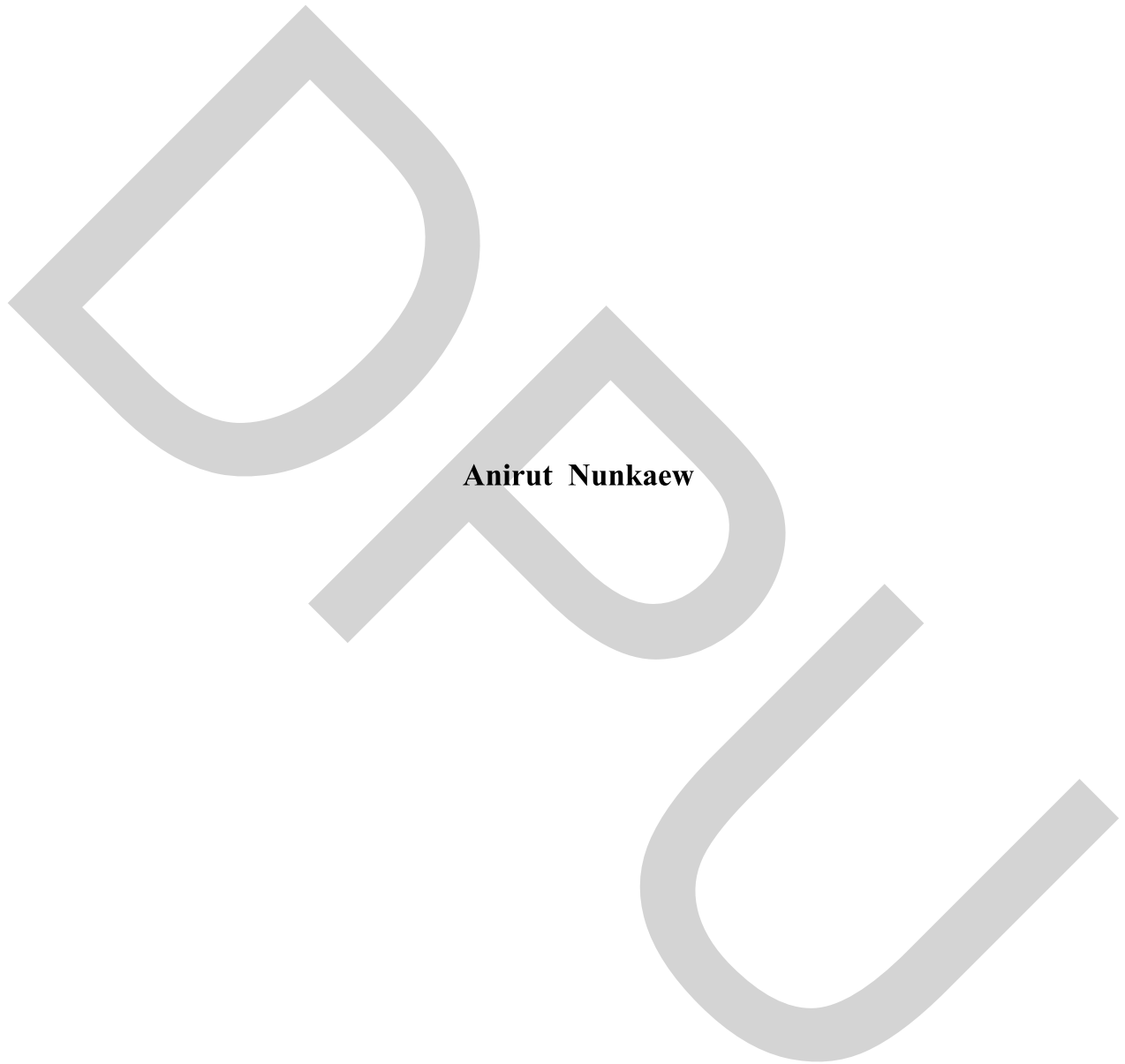
# เทคนิคค่าเกณฑ์แบบปรับตัวสำหรับการคัดเกรดภาพแผ่นยางดิบ



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต  
สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์และโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์  
มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

พ.ศ. 2555

**Adaptive Thresholding Technique for  
Grading Raw Rubber Sheet Image**



**A Thematic Paper Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements  
for the Degree of Master of Engineering  
Department of Computer and Telecommunication Engineering  
Faculty of Engineering, Dhurakij Pundit University**

**2012**

หัวข้อวิทยานิพนธ์	เทคนิคค่าเกณฑ์แบบปรับตัวสำหรับการคัดเกรด
ผู้เขียน	ภาพแผ่นยางดิบ
อาจารย์ที่ปรึกษา	อนิรุทธิ์ นุ่นแก้ว
สาขาวิชา	อาจารย์ ดร.วรพล พงษ์เพชร
ปีการศึกษา	วิศวกรรมคอมพิวเตอร์และโทรคมนาคม
	2555

### บทคัดย่อ

ในปัจจุบันการคัดเกรดคุณภาพของแผ่นยางดิบนั้นอาศัยการสังเกตด้วยตาเปล่าของผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งแผ่นยางนั้นจะถูกคัดเกรดตามปริมาณราขาวและฟองยางที่สามารถตรวจพบบนผิวและในเนื้อแผ่นยางดิบแต่ละแผ่น อย่างไรก็ตามวิธีการดังกล่าวมักจะก่อให้เกิดความเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อตา ซึ่งมีผลให้การคัดเกรดแผ่นยางดิบเกิดความไม่คงที่ ดังนั้นวิธีอัตโนมัติสำหรับช่วยคัดเกรดแผ่นยางดิบโดยใช้วิธีการประมวลผลภาพแผ่นยางดิบจึงเป็นวิธีการที่มีประโยชน์ในการช่วยลดความเครียดของกล้ามเนื้อตาให้กับผู้เชี่ยวชาญได้

วิทยานิพนธ์นี้นำเสนอเทคนิคค่าเกณฑ์แบบปรับตัวสำหรับการคัดเกรดภาพแผ่นยางดิบ ซึ่งสามารถนำมาใช้ร่วมกับระบบนำภาพเข้าเพื่อสร้างเครื่องจักรอัตโนมัติสำหรับการคัดเกรดแผ่นยางดิบ วิธีการดั้งเดิมสำหรับการประมวลผลภาพแผ่นยางดิบนั้นจะใช้ค่าเกณฑ์เฉลี่ย(average threshold) เป็นตัวกำหนดในการประมวลผลภาพ อย่างไรก็ตามค่าเกณฑ์ที่ได้จากวิธีการดังกล่าวอาจจะไม่เหมาะสมเสมอไป เนื่องจากแผ่นยางดิบนั้นได้มาจากหลายแหล่งที่มา จึงมีขอบเขตของค่าความเข้มที่กว้างมาก เทคนิคค่าเกณฑ์แบบปรับตัวที่นำเสนอใช้นั้นใช้ค่าเกณฑ์ที่ได้จากการพิจารณาค่าความเข้มของภาพแต่ละภาพ นอกจากนั้นความเข้มขององค์ประกอบ RGB ของภาพแต่ละภาพได้ถูกนำมาคำนวณหาค่าเกณฑ์ที่เหมาะสมสำหรับภาพแต่ละภาพ การหาประสิทธิภาพของเทคนิคที่นำเสนอ นั้น ผลการคัดเกรดได้ถูกนำไปเปรียบเทียบกับผลที่ได้มาจากผู้เชี่ยวชาญ โดยผลการทดสอบเทคนิคที่นำเสนอ นั้นแสดงให้เห็นว่าเทคนิคดังกล่าวแยกส่วนที่เป็นราขาวและฟองยางบนภาพของแผ่นยางดิบได้อย่างชัดเจน

Thesis Title	Adaptive Thresholding Technique for Grading Raw Rubber Sheet Image
Author	Anirut Nunkaew
Thesis Advisor	Worapol Pongpech, Ph.D.
Department	Computer and Telecommunication Engineering
Academic Year	2012

### **ABSTRACT**

At the present, raw rubber sheet grading methods are usually based on visual observation from the experts. Rubber sheet is then graded according to the quantity of white fungus and bubble, which can be visually detected on each rubber sheet, inside or on the surface of the sheet. However, this process can easily cause fatigue to ocular muscles, which leads to unreliable rubber sheet grading. Therefore, automatic method for raw rubber sheet grading by evaluating the raw rubber sheet images can be a valuable process in reducing ocular muscles strain for the experts.

This thesis proposes an adaptive thresholding technique for grading raw rubber sheet images which can later be cooperated with image acquisition system to construct automated rubber grading machine. A conventional raw rubber sheet image evaluation method utilized average image threshold value in order to obtain desired image evaluation. However, the threshold value gained from such calculation might not always be the most suitable value, given that raw rubber sheets are usually delivered from different resources, and thus possessed broad range of intensity values. The proposed adaptive thresholding technique uses threshold value obtained from considering the intensity value of each image. Additionally, intensity of RGB component of each image is utilized to identify the most suitable threshold value for each image. To determine the efficiency of the proposed technique, grading results are compared to the grading, which obtained from the experts. The experimental results of the proposed technique show that it clearly recognizes white fungus and bubble on raw rubber sheet images.



## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาจากอาจารย์ ดร.วรพล พงษ์เพ็ชร ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่ให้ความรู้ตลอดจนคำแนะนำที่ดี แนวคิดริเริ่ม แนวทางปฏิบัติ ดำเนินการวิจัยและการแก้ไขปัญหาในการทำวิจัยมาโดยตลอดแก่ผู้วิจัย อาจารย์ ดร.ประศาสน์ จันทราทิพย์และรองศาสตราจารย์ไชยันต์ สุวรรณชีวะศิริ ซึ่งสละเวลามาเป็นกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และได้ให้ข้อคิดเห็นที่เป็นประโยชน์ต่องานวิจัยรวมทั้งให้ความรู้อันเป็นประโยชน์แก่ผู้วิจัย นอกจากนี้ผู้วิจัยขอขอบพระคุณคณาจารย์ทุก ๆ ท่านในภาควิชา วิศวกรรมศาสตร์ ที่ได้ถ่ายทอดความรู้แก่ผู้วิจัยตลอดระยะเวลาการศึกษา ให้ความช่วยเหลือ ตลอดจนแนะนำกระบวนการในการทำงานให้แก่ผู้วิจัยด้วยดีเสมอมา

ผู้วิจัยขอขอบคุณ อาจารย์ ดร.ชัยพร เขมะภักตะพันธ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์อำนาจ ผดุงศิลป์ ที่ให้ความรู้และแลกเปลี่ยนมุมมองของการเป็นนักทำวิจัย คอยเตือนสติผู้วิจัยเสมอมาทำให้ผู้วิจัยมีกำลังใจในการทำวิจัย

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณมหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตที่สนับสนุนค่าใช้จ่ายและมอบทุนการศึกษาจนจบหลักสูตรการศึกษา

ผู้วิจัยขอขอบคุณเพื่อน ๆ ร่วมสาขาวิชาทุกคนที่ช่วยเหลือและให้กำลังใจกันเสมอมาตลอดระยะเวลาการศึกษา

ผู้วิจัยขอขอบคุณนายนิพนธ์ นุ่นแก้วและนายประยงค์ คลี่แก้วซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญที่ได้ทำการคัดเกรดภาพแผ่นยางดิบต้นฉบับที่ใช้ในงานวิจัยฉบับนี้และให้คำปรึกษาชี้แนะเกี่ยวกับการคัดเกรดแผ่นยางดิบ

สุดท้ายนี้ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณครอบครัวของผู้วิจัยที่คอยให้กำลังใจและให้การสนับสนุนผู้วิจัยในทุกๆด้านเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา

อนิรุทธิ์ นุ่นแก้ว

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ฉ
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ง
กิตติกรรมประกาศ.....	จ
สารบัญตาราง.....	ช
สารบัญภาพ.....	ฉ
บทที่	
1. บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	6
1.3 ขอบเขตของการวิจัย.....	6
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	7
2. แนวคิด ทฤษฎี และผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	8
2.1 ยางพาราและการคัดเกรดแผ่นยางดิบ.....	8
2.2 ภาพและการประมวลผลดิจิทัล.....	35
2.3 การวิเคราะห์ภาพแผ่นยางดิบด้วยคอมพิวเตอร์.....	60
2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	73
2.5 สรุป.....	79
3. ระเบียบวิธีวิจัย.....	80
3.1 แนวทางการวิจัยและสมมติฐานของการวิจัย.....	80
3.2 เทคนิคค่าเกณฑ์แบบปรับตัว.....	90
3.3 เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย.....	100
3.4 แผนการดำเนินงาน.....	100
3.5 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย.....	102
3.6 สรุประเบียบวิธีการวิจัย.....	103

## สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
4. ผลการทดสอบและผลการวิจัย.....	105
4.1 ผลการเก็บข้อมูลภาพแผ่นยางดิบ.....	105
4.2 ผลการทดสอบ.....	110
4.3 วิเคราะห์ผลการทดสอบ.....	112
4.4 ผลการคัดเกรดภาพเทียบกับผู้เชี่ยวชาญ.....	117
4.5 วิเคราะห์ผลการคัดเกรดภาพแผ่นยางดิบเทียบกับผู้เชี่ยวชาญ.....	119
4.6 สรุปผลการทดสอบ.....	119
5. สรุปผลการศึกษาและวิจัย.....	120
5.1 สรุปผลการศึกษาและวิจัย.....	120
5.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยในอนาคต.....	121
บรรณานุกรม.....	123
ภาคผนวก.....	129
ก ชุดภาพแผ่นยางดิบต้นฉบับสำหรับงานวิจัย.....	130
ข ชุดภาพแผ่นยางดิบต้นฉบับในขั้นตอนการเตรียมการประมวลผล.....	138
ค ชุดภาพผลลัพธ์ใช้เทคนิคค่าเกณฑ์แบบปรับตัวที่นำเสนอ.....	153
ง ชุดภาพประกอบการวิเคราะห์ภาพผลลัพธ์.....	175
ประวัติผู้เขียน.....	196

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 พื้นที่ปลูกยางพาราของประเทศไทยจำแนกตามภาคระหว่าง ปี 2549 – 2553....	1
2.1 พื้นที่ปลูกยางในต่างประเทศ.....	12
2.2 รายชื่อ 15 จังหวัดที่มีพื้นที่ปลูกยางพารามากที่สุดระหว่าง ปี2549 – 2553....	13
2.3 ปริมาณการใช้ยางธรรมชาติในประเทศแยกตามประเภทผลิตภัณฑ์.....	14
2.4 ปริมาณการส่งออกยางแผ่นรมควันแยกตามชั้น ตั้งแต่ปี 2549 – 2554.....	15
2.5 การคำนวณขนาดของไฟล์ภาพ.....	37
2.6 ย่านความถี่แสงที่สามารถมองเห็น Visible spectrum.....	39
2.7 สัญลักษณ์สำหรับสีมาตรฐานแบบ RGB.....	50
2.8 ผลการทดสอบการเลือกค่าเกณฑ์ของภาพกวาดสแกน.....	64
2.9 การเลือกค่าเกณฑ์และผลการวิเคราะห์ด้วยการสังเกตเปรียบเทียบผล กับภาพต้นฉบับ.....	66
2.10 การเลือกค่าเกณฑ์และผลการวิเคราะห์ด้วยสายตาเมื่อเปรียบเทียบผล กับภาพต้นฉบับ.....	67
2.11 การเลือกค่าเกณฑ์และผลการวิเคราะห์ด้วยสายตาเมื่อเปรียบเทียบผล กับภาพต้นฉบับ.....	68
2.12 คำสำคัญที่ใช้ในการสืบค้นและจำนวนรายการที่พบเอกสาร.....	74
2.13 ผลงานเอกสารวิชาการที่เกี่ยวข้องกับการประมวลผลภาพแผ่นยางดิบ.....	75
2.14 ผลการวัดประสิทธิภาพในการตรวจสอบราขาวและฟองอากาศ.....	77
3.1 เกณฑ์การคัดเกรดภาพแผ่นยางดิบโดยใช้สำหรับงานวิจัยนี้เท่านั้น.....	82
3.2 สรุปลักษณะภาพยางแผ่นดิบที่เป็นอุปสรรคในการวิเคราะห์..... ภาพแผ่นยางดิบ.....	83
3.3 แผนการดำเนินงาน.....	100
4.1 ค่าเกณฑ์ของภาพที่เข้าทดสอบในงานวิจัยจำนวน 40 ภาพ.....	111
4.2 เปรียบเทียบผลการใช้การประมวลผลภาพระดับเทาและเทคนิคค่าเกณฑ์ แบบปรับตัว.....	113
4.3 เปรียบเทียบผลการคัดเกรดภาพเทียบกับผู้เชี่ยวชาญ.....	117

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1.1 ต้นยางพาราในสวนยางพาราของเกษตรกร.....	1
1.2 การจัดเก็บแผ่นยางดิบที่วางซ้อนกันเป็นกอง.....	2
1.3 โรงอบรมควันยางแผ่นดิบเพื่อไล่ความชื้น.....	3
1.4 ตลาดกลางยางพาราซึ่งเจ้าหน้าที่ผู้เชี่ยวชาญกำลังการคัดเกรดยางแผ่นดิบ.....	3
1.5 ลักษณะแผ่นยางดิบที่สีเนื้ออย่างไม่สม่ำเสมอตามธรรมชาติ.....	5
2.1 สวนยางพาราที่สามารถกรีดยาง.....	10
2.2 ต้นยางพาราที่กำลังให้น้ำยางเพื่อนำน้ำยางสดไปแปรรูป.....	10
2.3 ภาพพระยารัชฎานุประดิษฐ์ มหิศรภักดี (คอซิมบี๊ ณ ระนอง) “บิดาแห่งยางพารา” .....	11
2.4 อุปกรณ์ทำแผ่นยาง.....	16
2.5 การกรีดยาง(a) และรองน้ำยางสด(b).....	17
2.6 การรวบรวมน้ำยางสด.....	18
2.7 การเตรียมกรดน้ำส้ม.....	18
2.8 การปิดฟองอากาศที่เกิดขึ้นบนผิว(a)และปิดภาชนะกันฝุ่นและ(b).....	19
2.9 การหล่อหน้าและการนวดแผ่นก้อนยาง.....	19
2.10 ตัวอุปกรณ์รีดเส้น(a)และรีดดอก(b) .....	20
2.11 การเข้าเครื่องรีดเส้น(a)และรีดดอก(b) .....	20
2.12 การล้างทำความสะอาดน้ำสุดท้าย (a) และการตากแผ่นยางดิบ(b).....	21
2.13 แผ่นยางที่มีดรวมกันวางซ้อนกันรอจำหน่าย.....	21
2.14 การขนย้ายแผ่นยาง(a)และการชั่งแผ่นยางดิบ(b) .....	22
2.15 ลักษณะกองยางที่วางเรียงซ้อนกัน.....	22
2.16 การผสมกรดน้ำส้มไม่ถูกต้องตามอัตราส่วนทำให้สีเนื้ออย่างไม่สม่ำเสมอ.....	24
2.17 ลายยางขาดไม่สม่ำเสมอและมีรอยยับกลางแผ่น.....	24
2.18 ลายยางไม่สม่ำเสมอและมีเศษไม้ติดตามผิวยาง.....	24
2.19 ยางขาดเป็นรูระหว่างการรีดแผ่น.....	25

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
2.20 เศษสิ่งสกปรก.....	25
2.21 ลายเด่นชัดแต่พบสิ่งปลอมปนในเนื้ออย่าง.....	25
2.22 การกระจายของราขาวคล้ายแป้งสีก่อนข้างขาวที่เกิดบนกองยาง.....	26
2.23 เจ้าหน้าที่ที่ชำนาญในการคัดชั้นยาง.....	27
2.24 ลักษณะแผ่นยางดิบเจ้าหน้าที่ใช้ชำนาญกำลังการคัดเกรดแยกชั้นยาง...	28
2.25 ราคาการประมูลและการรับซื้อยาง USS และRSS ณ ตลาดกลางราคา ยาง.....	29
2.26 แผนภูมิกรรมวิธีการผลิตแผ่นยางดิบ USS.....	30
2.27 ลักษณะแผ่นยางดิบแผ่นยางดิบคุณภาพ 1 (a) และแผ่นยางดิบคุณภาพ 2 (b) .....	31
2.28 ลักษณะแผ่นยางดิบแผ่นยางดิบคุณภาพ 3.....	32
2.29 เปรียบเทียบมาตรฐานการคัดเกรดแผ่นยางดิบทั้ง 4 ระดับ.....	33
2.30 ภาพระดับเทา (Gray-Scale image) .....	35
2.31 ภาพขาว-ดำ (Binary image) .....	36
2.32 ภาพสี (True Color image) .....	36
2.33 ภาพอินเดค (Index image) .....	37
2.34 ย่านความถี่แสงที่สามารถมองเห็น Visible spectrum.....	38
2.35 ระบบประมวลผลสัญญาณและกระบวนการแปลงสัญญาณ.....	39
2.36 ระบบรับและการสร้างภาพ.....	40
2.37 อุปกรณ์รับพลังงานแสงแปลงเป็นสัญญาณคลื่นไฟฟ้า.....	41
2.38 อุปกรณ์รับพลังงานแสงแปลงเป็นสัญญาณคลื่นไฟฟ้าแบบ Array.....	42
2.39 อุปกรณ์รับพลังงานแสงแปลงเป็นสัญญาณคลื่นไฟฟ้าแบบ Flat.....	42
2.40 ฟังก์ชัน $f(x,y)$ ของภาพต้นฉบับ.....	45
2.41 องค์ประกอบภาพสีแบบ RGB และจุดภาพ (Pixel) .....	47
2.42 ฟังก์ชันการจับคู่สี RGB.....	48
2.43 ฟังก์ชันการจับคู่สี RGB ในมิติ XYZ.....	49

## สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
2.44 แบบจำลองสีแบบ RGB.....	49
2.45 ภาพลือรลและภาพป่า (ภาพทางด้านซ้ายมือสว่างน้อย) .....	50
2.46 การประมวลภาพต้นฉบับ $f(x,y)$ และภาพผลลัพธ์ $G(x,y)$ หลังการประมวลผล.....	51
2.47 แสดงกระบวนการที่ดำเนินการกับภาพต้นฉบับ.....	52
2.48 แสดงกระบวนการที่ดำเนินการกับภาพต้นฉบับแบบเฉพาะบริเวณ.....	53
2.49 แสดงกระบวนการที่ดำเนินการจุดภาพ $e$ .....	54
2.50 ภาพกราฟฮิสโตแกรมที่มีการกำหนดค่าเกณฑ์แบบค่าเดียว.....	55
2.51 กราฟฮิสโตแกรมที่มีการกำหนดค่าเกณฑ์ของระดับสีเทา แบบหลายค่าและมีหลายวัตถุ.....	57
2.52 ภาพกราฟฮิสโตแกรมในลักษณะครอสโอเวอร์(Cross Over).....	58
2.53 ภาพยางแผ่นระดับค่าสีเทาและกราฟฮิสโตแกรม.....	60
2.54 ภาพยางแผ่นยางคียบและกราฟฮิสโตแกรมภาพ.....	62
2.55 ภาพยางแผ่นที่มีการปรับปรุงและกราฟฮิสโตแกรมภาพ.....	62
2.56 ภาพยางแผ่นต้นฉบับ A ภาพยางแผ่นระดับสีเทา Gray-Level และกราฟฮิสโตแกรม.....	63
2.57 ภาพกวาดสแกนแผ่นยางและภาพสองระดับ.....	64
2.58 ภาพยางแผ่นคียบที่ทดสอบภาพยางแผ่นระดับสีเทาและกราฟฮิสโตแกรม	65
2.59 เปรียบเทียบผลการประมวลผลภาพยางระดับสีเทา Gray-Level ของกราฟฮิสโตแกรม.....	66
2.60 เปรียบเทียบผลการประมวลผลภาพยางระดับสีเทา Gray-Level ของกราฟฮิสโตแกรม.....	67
2.61 เปรียบเทียบผลการประมวลผลภาพยางระดับสีเทา Gray-Level ของกราฟฮิสโตแกรม.....	68
2.62 แสดงการเปรียบเทียบลักษณะภาพและกราฟฮิสโตแกรม (Histogram)	69

## สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
2.63 เปรียบเทียบผลการเลือกค่าเกณฑ์จากกราฟฮิสโตแกรม (Histogram) ที่เลือก ค่าแตกต่างกันและผลการลัพธ์ที่ได้ภาพยางดิบภาพสองระดับ (ขาว - ดำ)....	70
2.64 เปรียบเทียบผลการเลือกค่าเกณฑ์จากกราฟฮิสโตแกรม (Histogram) ที่เลือก ค่าแตกต่างกันและผลการลัพธ์ที่ได้ภาพยางดิบภาพสองระดับ (ขาว - ดำ)....	71
2.65 เปรียบเทียบผลการเลือกค่าเกณฑ์จากกราฟฮิสโตแกรม และภาพผลลัพธ์สองระดับ.....	72
3.1 ภาพยางแผ่นดิบตัวอย่างจำนวน 3 ภาพ.....	83
3.2 ภาพแผ่นยางดิบตัวอย่าง.....	84
3.3 ตัวแปรที่เกิดขึ้นบนกราฟฮิสโตแกรม.....	87
3.4 ตัวอย่างภาพแสดงค่าระดับสีที่เหมาะสม CLabsolute  สังเกตระดับค่าสีที่มีขีดสีแดง.....	89
3.5 รูปแบบแผนผัง(Flow Chart) การประมวลผลภาพโดยรวมที่นำเสนอ.....	92
3.6 โครงสร้างรูปแบบที่นำเสนอ.....	93
3.7 กระบวนการแยกย่อยในขั้นตอนการเตรียมภาพก่อนการประมวลผล (Pre-processing) .....	94
3.8 ภาพแผ่นยางดิบระดับเทาและตามองค์ประกอบภาพของสีแดง สีเขียว.....	95
3.9 กระบวนการในขั้นตอนการประมวลผลคัดแยกตามลักษณะภาพ.....	96
3.10 กราฟฮิสโตแกรมตามองค์ประกอบภาพสี RGB และภาพ Gray-Scale.....	98
3.11 กระบวนการในขั้นตอนการประมวลผลคัดแยกตามลักษณะภาพ (Classify Processing) .....	99
3.12 เครื่องสแกนเนอร์และ Desktop Computer สำหรับเตรียมภาพแผ่นยางดิบ..	102



## สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4.1 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้เก็บภาพและช่วยในการประมวลผล..... ภาพแผ่นยางดิบ.....	105
4.2 ภาพแผ่นยางดิบตัวอย่าง.....	106
4.3 ตัวอย่างภาพแผ่นยางดิบในขั้นตอนการเตรียมภาพก่อนการประมวลผล	107
4.4 ภาพกราฟฮีสโตแกรมของภาพแผ่นยางดิบ.....	108
4.5 กราฟฮีสโตแกรมขององค์ประกอบภาพ.....	110
4.6 ผลการทดสอบด้วยการซ้อนภาพขององค์ประกอบภาพ RB.....	112
4.7 การวิเคราะห์ผลการทดสอบการประมวลผลภาพด้วยเทคนิคค่าเกณฑ์ แบบปรับตัว.....	112
4.8 เปรียบเทียบผลกับภาพต้นฉบับ.....	114
4.9 เปรียบเทียบผลภาพผลลัพธ์กับภาพต้นฉบับและกราฟฮีสโตแกรม.....	115
4.10 เปรียบเทียบผลภาพผลลัพธ์กับภาพต้นฉบับและกราฟฮีสโตแกรม.....	115
4.11 เปรียบเทียบผลภาพผลลัพธ์กับภาพต้นฉบับและกราฟฮีสโตแกรม.....	116

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

เกษตรกรทางภาคใต้ส่วนใหญ่จะทำสวนยางพาราดังในภาพที่ 1.1 ซึ่งนิยมปลูกยางพารากันอย่างแพร่หลาย ข้อมูลของทางสถาบันวิจัยยางที่ได้ทำการเก็บข้อมูลสถิติยางไทยเกี่ยวกับพื้นที่การปลูกยางพาราในแต่ละภาคของประเทศไทยในช่วงระยะเวลา 5 ปีย้อนหลัง ดังในตารางที่ 1.1 พบว่าทุกภาคของประเทศไทยนั้นมีการขยายพื้นที่โดยดูจากการเพิ่มขึ้นของจำนวนไร่ซึ่งนั่นเป็นการเพิ่มพื้นที่ในการปลูกยางพาราของชาวสวนยาง



ภาพที่ 1.1 ต้นยางพาราในสวนยางพาราของเกษตรกร

ตารางที่ 1.1 พื้นที่ปลูกยางพาราของประเทศไทยจำแนกตามภาคระหว่าง ปี 2549 – 2553

ภาค (จำนวนจังหวัด)	ปี 2549	ปี 2550	ปี 2551	ปี 2552	ปี 2553
ภาคเหนือ	218,837	399,477	600,578	693,812	853,852
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	1,539,623	2,143,216	2,799,209	2,984,097	3,362,791
ภาคกลางและภาคตะวันออก	1,644,704	1,706,067	1,977,460	2,063,418	2,174,993
ภาคใต้	10,955,548	11,113,316	11,339,698	11,512,990	11,928,375
รวมทั้งประเทศ	14,358,712	15,362,076	16,716,945	17,254,317	18,320,011

(หน่วย: ไร่)

ที่มา : สถาบันวิจัยยาง [http://www.rubberthai.com/statistic/stat\\_index.htm](http://www.rubberthai.com/statistic/stat_index.htm)

สาเหตุที่เป็นนิยมนำมาใช้เนื่องจากผลผลิตน้ำยางสดที่ได้จากต้นยางพาราสามารถนำมาแปรรูปเป็นแผ่นยางดิบเป็นวัตถุดิบที่ต้องการของโรงงานอุตสาหกรรมที่มีกระบวนการผลิตแปรรูปผลิตภัณฑ์และเครื่องอุปโภคบริโภคตัวอย่าง เช่น รองเท้ายาง (ผ้าใบ ฟองน้ำ) อะไหล่รถยนต์ พื้นรองเท้า ถุงมือยาง ยางรถจักรยานยนต์/จักรยาน ยางรัดของ ยางรถยนต์ล้อดอก สายพานยางยืด ท่อยาง อุปกรณ์กีฬา เครื่องมือทางการแพทย์/วิทยาศาสตร์ และอื่นๆ ซึ่งแผ่นยางดิบนั้นขายได้ราคาดีเป็นที่ต้องการของตลาดและความจำเป็นที่ต้องการอุปโภคจึงคาดว่าแนวโน้มในอนาคตน่าจะมีความต้องการเพิ่มมากขึ้นตามการเพิ่มของประชากร

ตลาดกลางยางพาราเป็นแหล่งรับซื้อผลผลิตจากยางจะมีเจ้าหน้าที่ผู้เชี่ยวชาญทำหน้าที่คัดคุณภาพของแผ่นยางดิบหรือที่เรียกว่า “การคัดเกรดยาง” ซึ่งเป็นการคัดแยกแผ่นยางดิบซึ่งมีความจำเป็นเนื่องจากต้องประเมินราคาของผลผลิตคือแผ่นยางดิบแล้วยังเป็นการคัดกรองวัตถุดิบที่มีคุณภาพก่อนเข้าสู่กระบวนการผลิตด้วยเป็นการช่วยลดต้นทุนได้อย่างมาก ลดการสูญเสียและสิ้นเปลืองสารเคมีในการกำจัดสิ่งเจือปนในเนื้อยาง สิ่งสกปรกเหล่านี้หากอยู่ในกระบวนการผลิตแล้วเราไม่สามารถคัดแยกออกได้ การคัดเกรดหรือการคัดแยกคุณภาพแผ่นยางดิบนั้นใช้ประสาทสัมผัสและตาของมนุษย์เป็นหลักจัดเก็บแผ่นยางดิบนั้นมักวางแผ่นยางซ้อนกันดังในภาพที่ 1.2 เพื่อรอการส่งออกและรอการป้อนเข้าสู่การผลิต



ภาพที่ 1.2 การจัดเก็บแผ่นยางดิบที่วางซ้อนกันเป็นกอง

กองแผ่นยางพาราที่วางซ้อนกันหากยางแผ่นดิบแค่เพียงบางแผ่นมีความชื้นหรือไม่แห้งจะทำให้เกิดเชื้อราและการกระจายของเชื้อราไปยังแผ่นอื่นบนกองยางจึงมีกรรมวิธีการ “อบรมควัน” ดังในภาพที่ 1.3 ซึ่งเป็นการนำแผ่นยางดิบเข้าห้องอบรมควันยางพาราซึ่งเป็นกรรมวิธีไล่ความชื้นเพื่อป้องกันการเกิดเชื้อราและทำให้สามารถเก็บยางพาราไว้ได้นาน แต่ในขั้นตอนการอบรมควัน

นั้นพบว่ามักเกิดการลามาไฟของแผ่นยางดิบซึ่งเป็นความเสียหายที่เกิดจากฟองอากาศและการเผาไหม้จากสิ่งเศษไม้ที่เจือปนในเนื้อยางเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นจึงเกิดการลุกไหม้ติดไฟของแผ่นยางพาราในห้องอบรมควันและความเสียหายนั้นไม่ได้เกิดเพียงแผ่นยางเดียวแต่ยังลามไปติดแผ่นยางที่อยู่ข้างๆ ที่อยู่ใกล้เคียงด้วยจึงเกิดความสูญเสียมากขึ้นและต่อเนื่อง ดังนั้นจะเห็นได้ว่าการคัดแยกแผ่นยางดิบมีคุณภาพออกจากกองยางคุณภาพต่ำไม่ให้ปะปนกันนั้นเป็นขั้นตอนที่สำคัญ



ภาพที่ 1.3 โรงอบรมควันยางแผ่นดิบเพื่อไล่ความชื้น



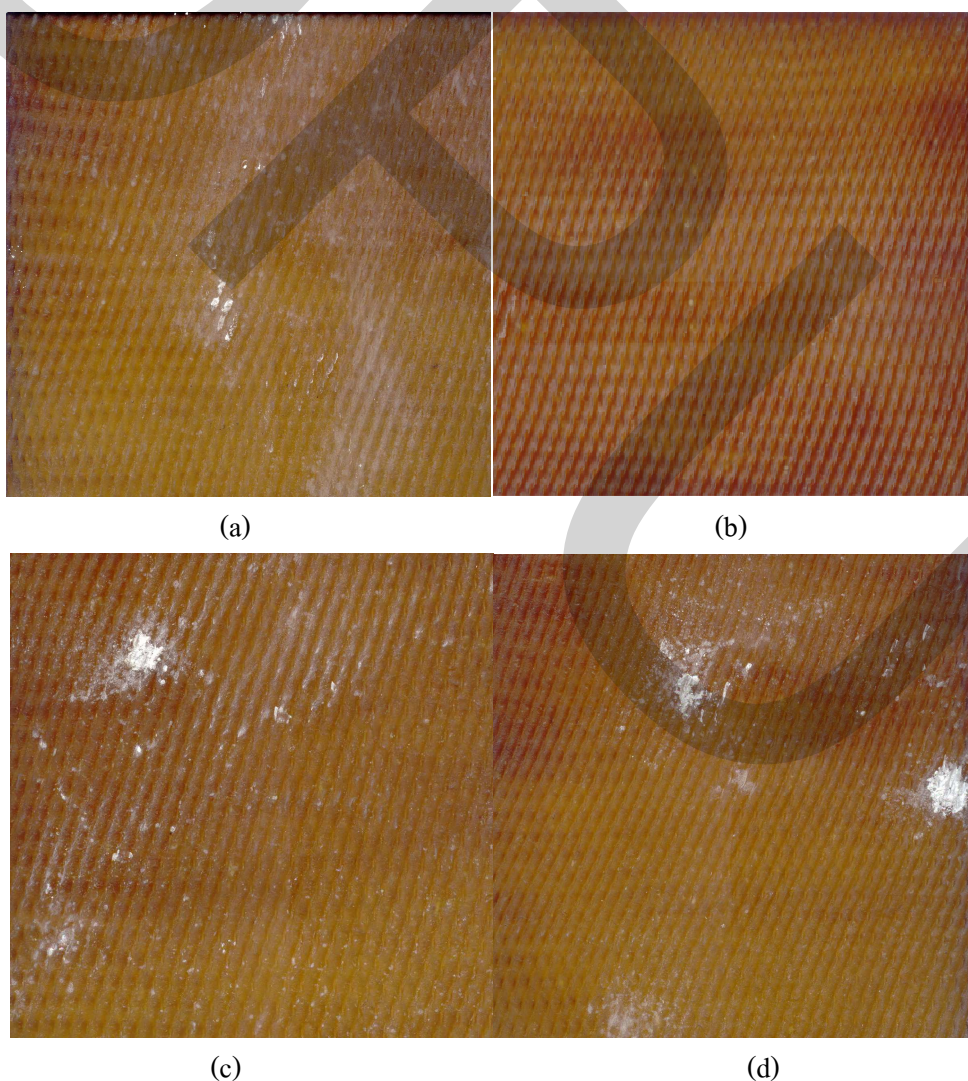
ภาพที่ 1.4 ตลาดกลางยางพาราซึ่งเจ้าหน้าที่ผู้เชี่ยวชาญกำลังการคัดเกรดยางแผ่นดิบ

ปัจจุบันการคัดเกรดแผ่นยางดิบนั้นใช้วิธีการสุ่มตรวจซึ่งกระบวนการนั้นใช้ประสาทสัมผัสและตาของมนุษย์ในการสังเกตวิเคราะห์และประเมินให้ระดับคุณภาพของแผ่นยางดิบดังในภาพที่ 1.4 วิธีการดังกล่าวยังไม่มีวิธีการที่เป็นมาตรฐานมาทดแทนหรือมีวิธีการที่ดีกว่า ถึงแม้ว่าการทำงานโดยมนุษย์มีความง่ายและละเอียดกว่าการทำงานโดยเครื่องจักรก็จริงอยู่ แต่ไม่เหมาะสมนักและเป็นการไม่สมควรหากต้องใช้ประสาทสัมผัสและตาเพื่อทำการประเมินแผ่นยางดิบที่มีปริมาณมากและการใช้สายตาสังเกตเป็นเวลานานๆ นั้นอาจเกิดการเหนื่อยล้าของการใช้ตาจนทำให้ผิดพลาดขาดความเที่ยงตรงที่มีมาตรฐาน ซึ่งการขาดความแน่นอนและเที่ยงตรง ความไม่ เป็นมาตรฐานเดียวกันในการคัดเกรดนั้นจะทำให้เกิดผลเสียและส่งผลกระทบต่อโดยตรงกับ คุณภาพของวัตถุดิบเข้าสู่กระบวนการผลิตและการแปรรูปของระบบโรงงานในภาคอุตสาหกรรม อีกทั้งจะว่าไม่เกิดความเป็นธรรมกับเกษตรกรชาวสวนยางที่นำผลผลิตมาขายจึงควรมีวิธีการอื่น ที่มาช่วยแก้ปัญหาและจัดการตรวจสอบแผ่นยางดิบที่มีปริมาณมากและทดแทนการทำงานโดยใช้ แรงงานคนในการคัดแยกซึ่งวิธีการและสิ่งที่จะมาทดแทนนั้นต้องทำงานรวดเร็วและมีมาตรฐานใน การตรวจสอบเช่นเดียวกันหรือเทียบเท่ากับการคัดเกรดโดยใช้มนุษย์

การคัดเกรดแผ่นยางดิบจึงควรนำเครื่องจักรระบบอัตโนมัติเข้ามาเพื่อแก้ไขปัญหาเป็น อย่างยิ่ง ปัจจุบันมีการนำเทคนิคการประมวลผลภาพมาประยุกต์ใช้เพื่อพัฒนาเครื่องจักรกล อัตโนมัติให้สามารถทำงานแทนมนุษย์อย่างแพร่หลายยกตัวอย่างเช่น การคัดแยกคุณภาพผลิตภัณฑ์ การตรวจสอบการบรรจุผลิตภัณฑ์ดินสอสีไม่ว่าเรียงสีถูกต้องหรือไม่ การตรวจสอบระบบการพิมพ์ ภาพสีตรวจการผิดเพี้ยนของสีว่าถูกต้องตรงตามต้นแบบหรือไม่ การตรวจสอบตลาดขายของสีฟ้า เหล่านี้นำเทคนิคของการประมวลผลภาพมาช่วยในการตรวจสอบทั้งสิ้น เนื่องจากงานที่ได้กล่าวมา นั้นเป็นงานมีปริมาณมาก กระบวนการทำซ้ำต่อเนื่องที่ค่อนข้างจะหนักหากจะใช้คนทำงานเพื่อ ตรวจสอบ เครื่องจักรกลอัตโนมัติก็นำเข้ามาทดแทนการใช้แรงงานคนมากขึ้นเนื่องจาก เครื่องจักรอัตโนมัติสามารถทำงานได้รวดเร็ว ทำงานได้ต่อเนื่องโดยปริมาณงานนั้นครั้งละ มากๆ และสามารถปรับการทำงานใหม่ได้สะดวก ซึ่งจะเห็นได้จากเครื่องจักรกลที่อยู่ใช้งานใน กระบวนการผลิตของโรงงานอุตสาหกรรม แต่การที่เครื่องจักรจะสามารถประมวลผลแบบ อัตโนมัติได้นั้น ต้องมีรูปแบบระบบและกระบวนการทำงานที่มีลำดับขั้นตอน ส่วนสำคัญที่เป็น หัวใจหลักในการประมวลผลข้อมูลให้กับระบบอัตโนมัติที่เรียกว่า “สมองกล” สำหรับหน่วย ประมวลผลข้อมูลนั้นจะต้องทำการจัดการกับข้อมูลซึ่งในที่นี้คือ “ข้อมูลภาพดิจิทัล” โดยต้องมีการ คำนวณคิดวิเคราะห์ข้อมูลและแก้ปัญหาที่มีลำดับขั้นตอนนั้นเรียกว่า “อัลกอริทึม”



การประยุกต์ใช้การประมวลผลภาพเพื่อพัฒนาและสร้างเครื่องจักรกลที่ช่วยในการคัดเกรดแผ่นยางดิบอัด โนมัตตินั้นสามารถช่วยในการวิเคราะห์ภาพและหาปริมาณพื้นที่ที่สนใจในภาพได้ แต่ต้องทำการแยกคุณลักษณะของวัตถุที่สนใจซึ่งมักถูกเรียกว่า “Object” ออกจากส่วนที่เป็นพื้นหลังซึ่งมักถูกเรียกว่า “Background” แล้วจึงทำการหาพื้นที่ส่วนที่สนใจโดยการนับจำนวนจุดภาพ คุณลักษณะเฉพาะที่จะสามารถใช้ระบุส่วนต่างในภาพนั้นอาจจะหมายถึงความแตกต่างของค่าสีของส่วนที่เป็นวัตถุหรือพื้นหลัง ขนาดของวัตถุหรือลักษณะรูปร่างซึ่งสามารถนำมาใช้เป็นตัวบ่งชี้เพื่อใช้ในการแยกส่วนที่เป็นวัตถุและพื้นหลังได้สำหรับในเรื่องของการคัดเกรดแผ่นยางดิบนั้นผู้ทำการคัดเกรดนั้นมักตรวจหาปริมาณราขาว ฟองยาง และสีของเนื้อยางเพื่อหาปริมาณราขาวบนแผ่นยางเปรียบเทียบกับสัดส่วนร้อยละของพื้นที่ของปริมาณราขาวและฟองยางต่อพื้นที่เนื้อยางด้วยตา



ภาพที่ 1.5 ลักษณะแผ่นยางดิบที่สีเนื้อยางไม่สม่ำเสมอตามธรรมชาติ

งานวิจัยการประมวลผลภาพด้วยคอมพิวเตอร์เพื่อช่วยในวิเคราะห์ภาพนั้นพยายามจะหา สัดส่วนของพื้นที่สีขาวและฟองยางต่อพื้นที่เป็นเนื้อยาง แต่อุปสรรคการประมวลผลภาพแผ่นยาง ดิบนั้นเกิดจากลักษณะสีที่เกิดขึ้น โดยธรรมชาติของสีเนื้อยาง ลักษณะสีของส่วนที่เป็นเนื้อยางที่ เกิดขึ้นในภาพนั้นไม่ได้มีค่าสีระดับเดียวซึ่งจะสังเกตมองเห็นสีของส่วนที่เป็นเนื้อยางนั้นไม่ สม่าเสมอหรือมีระดับเดียวทั้งภาพดังในภาพที่ 1.5 แม้ว่าสีของเนื้อยางภายในภาพนั้นมีสีที่ค่อนข้าง เหลืองแต่ไม่ได้มีสีเหลืองที่มีระดับค่าสีเดียวทั้งภาพนั่นเอง การอ้างอิงระดับค่าสีที่เหมาะสมกับภาพ นั้นเป็นสิ่งที่สำคัญมากในงานวิจัย จึงเป็นเรื่องที่ยากในการจำแนก ในวิทยานิพนธ์นี้จึงเป็นการ นำเสนอวิธีการอีกรูปแบบหนึ่งเพื่อที่จะทำให้สามารถวิเคราะห์ภาพยางแผ่นดิบและทำการคัดเกรด ภาพยางแผ่นดิบโดยใช้วิธีการที่ไม่ซับซ้อนมากนักซึ่งหลักการพื้นฐานและขั้นตอนการประมวลผลภาพ จะเริ่มด้วยบทที่ 2 โดยกล่าวถึงหลักการทั่วไปรวมถึงงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและนำเสนอระเบียบวิธีการ วิจัยซึ่งจะช่วยแสดงถึงวิธีการแก้ไขปัญหาที่นำเสนอโดยละเอียดในบทที่ 3 เก็บผลการทดสอบใน บทที่ 4 พร้อมทั้งทำการวิเคราะห์ผลการทดสอบภาพผลลัพธ์ที่ผ่านการประมวลผลจากการใช้ เทคนิคที่นำเสนอ และจะกล่าวบทสรุปของการวิจัยและข้อเสนอแนะสำหรับผู้ที่ต้องการศึกษาต่อ ในบทที่ 5 ตามลำดับ

## 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาการประมวลผลภาพดิจิทัลโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยวิเคราะห์และประมวลผล
2. เพื่อแสดงให้เห็นกระบวนการคัดเกรดภาพแผ่นยางดิบโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ
3. เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนางานวิจัยการวิเคราะห์ภาพต่อไปในอนาคต

## 1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1. ตัวอย่างภาพแผ่นยางดิบที่ใช้ในงานวิจัยนี้ใช้การกวาดสแกนภาพจำนวน 40 ภาพ
2. วิเคราะห์ภาพแผ่นยางดิบและประเมินตรวจสอบบริเวณสีขาวและฟองยางในภาพ
3. เสนอขั้นตอนการคัดเกรดภาพแผ่นยางดิบด้วยคอมพิวเตอร์นั้นใช้สัดส่วนของพื้นที่เป็นสีขาว และฟองยางต่อพื้นที่เป็นส่วนเนื้อยางในภาพ
4. ผลการคัดเกรดภาพแผ่นยางดิบเทียบผลลัพธ์กับการประเมิน โดยผู้เชี่ยวชาญ
5. การประมวลผลภาพด้วยคอมพิวเตอร์นั้นใช้โปรแกรมช่วย MATLAB

#### 1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ทำให้ได้มาซึ่งแนวทางในการวิเคราะห์ภาพแผ่นยางดิบโดยอาศัยการประมวลผลภาพ ซึ่งกระบวนการของอัลกอริทึมที่ใช้สามารถตรวจสอบประเมินราคาและฟองยางที่ปรากฏในภาพแผ่นยางดิบที่ไม่ซับซ้อนไม่มากนัก ช่วยให้เกิดกระบวนการคัดเกรดแผ่นยางดิบความเป็นมาตรฐานในการตรวจสอบเดียวกัน สามารถแก้ไขปัญหาข้อจำกัดและลดขั้นตอนในการหาลักษณะเด่นของสียางที่ต้องอาศัยเก็บตัวอย่างสีแผ่นยางข้อมูลค่าทางสถิติ สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการสร้างเครื่องคัดเกรดหรือคัดแยกยางในอนาคต สร้างแนวทางให้กับผู้ทำงานวิจัยที่ต้องวิเคราะห์ภาพผิวของวัสดุหรือผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะพื้นผิวที่คล้ายกับแผ่นยางดิบและยังสามารถนำเทคนิคในงานวิจัยนี้ไปประยุกต์ใช้ตามความเหมาะสมได้ในอนาคต



## บทที่ 2

### หลักการประมวลผลภาพและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้จะกล่าวถึงข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับยางพารา กรรมวิธีการทำยางและการคัดเกรดแผ่นยางดิบ พื้นฐานการประมวลผลภาพและการวิเคราะห์ภาพด้วยคอมพิวเตอร์รวมถึงงานวิจัยที่เกี่ยวข้องซึ่งรายละเอียดนั้นจะอธิบายตามลำดับ

#### 2.1 ยางพาราและการคัดเกรดยาง

ยางพาราเป็นชื่อต้นไม้ที่ให้ผลผลิตออกมาเป็นน้ำยางพาราโดยต้องทำการกรีดเปลือกเป็นรอยเฉียงให้น้ำยางไหลลงในภาชนะที่รองรับแล้วจึงนำน้ำยางสดเข้าสู่กรรมวิธีการทำยางแผ่นเพื่อจำหน่าย แผ่นยางดิบนั้นเป็นวัตถุดิบที่สำคัญสำหรับอุตสาหกรรมการผลิตการแปรรูปผลิตภัณฑ์ที่จะนำแผ่นยางดิบนั้นไปแปรรูปต่อไปทำผลิตภัณฑ์หลากหลายเช่น ยางรถยนต์ ยางรัดของ ยางลบ ถุงยางอนามัย ถุงมือทางการแพทย์ อุปกรณ์กีฬา ลูกบอล รองเท้า รองเท้าแตะฟองน้ำ และอื่นอีกมากมาย ฯลฯ

ประวัติยางพารานั้นมีแหล่งกำเนิดและกระจายพันธุ์มาจากทางแถบอเมริกาใต้และอเมริกากลาง ตั้งแต่อดีตกาลชาวพื้นเมืองในอเมริกากลางและอเมริกาใต้เรียกต้นไม้ที่ให้ยางว่า “คาอูท์ชุก” (Caoutchouc) แปลว่าต้นไม้ร้องไห้ ชนพื้นเมืองโบราณในแถบอเมริกากลางต้นยางพารามาใช้ประโยชน์มากมาย ยกตัวอย่างเช่น ชาวมายันเล่น tlachler ซึ่งคล้ายกีฬาบาสเก็ตบอลด้วยลูกบอลที่ทำขึ้นเองและใช้วงแหวนทำด้วยหินเป็นตะกร้ารับลูกบอล วิธีการป้อนลูกบอลนั้นจะเก็บน้ำยางมารวมไฟให้จับตัวแล้วจึงป้อนเป็นลูกบอล ส่วนชนพื้นเมืองในแถบอะเมซอนนั้นจะจุ่มเท้าลงในน้ำยางแล้วอังไฟเมื่อน้ำยางจับตัวแข็ง ก็จะกลายเป็นรองเท้ากันน้ำอย่างดี ต่อมาพวกยุโรปที่ไปพบเห็นเริ่มคิดประดิษฐ์ โดยนำเสื่อคลุม และหมวกของคนจุ่มลงไปน้ำยางแล้วอังไฟ ก็จะได้หมวกและเสื่อกันน้ำเช่นกัน

จนถึงปี พ.ศ. 2313 (ค.ศ.1770) โจเซฟ ปริสตี จึงพบว่า ยางสามารถบรยดำของดินสอได้โดยที่กระดาษไม่เสีย จึงเรียกยางว่า ยางลบหรือตัวลบ [Rubber] ซึ่งเป็น คำเรียกเฉพาะในอังกฤษและฮอลแลนด์เท่านั้น ส่วนในประเทศยุโรปอื่นๆ ในสมัยนั้นล้วนเรียกยางว่า คาอูท์ชุกทั้งสิ้น จนถึงสมัยที่โลกได้มีการปลูกยางกันมากในประเทศแถบอเมริกาใต้นั้น จึงได้ค้นพบว่า พันธุ์ยางที่มีคุณภาพดีที่สุดคือยางพันธุ์ Hevea Brasiliensis ซึ่งมีคุณภาพดีกว่าพันธุ์ Hevea ธรรมดา

จึงมีการปลูกและซื้อขายยางพันธุ์ดังกล่าวกันมากและศูนย์กลางของการซื้อขายยางก็อยู่ที่เมืองท่าชื่อ พารา (Para) บนฝั่งแม่น้ำอะเมซอน ประเทศบราซิล ด้วยเหตุดังกล่าว ยางพันธุ์ Hevea Brasiliensis ซึ่งเป็นชื่อพฤกษศาสตร์ และจึงมีชื่อเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า ยางพารา ซึ่งชื่อสามัญและเป็นชื่อที่ใช้เรียกกันแพร่หลายจนถึงทุกวันนี้ องค์การสากลระหว่างประเทศได้ยอมรับคำว่า “ยางพารา” (Para Rubber) เป็นตัวแทนของยางธรรมชาติ (<http://www.reothai.co.th/Para1.htm>)

การผลิตยางในโลกสมัยก่อนปี พ.ศ.2443 (ค.ศ. 1900) นั้น ส่วนมากจะเป็นยางที่ปลูกในประเทศแถบอเมริกาใต้คือ บราซิล โคลัมเบีย และปานามาเป็นส่วนใหญ่ นอกจากนั้นยังมียางที่ได้จากรัสเซีย และแอฟริกาเป็นบางส่วน ในปี พ.ศ.2398 (ค.ศ. 1855) โทมัส แชนคอกจึงนำความคิดไปปรึกษาเซอร์โจเซฟ สุกเกอร์ เพราะเขาคิดว่าหากยุโรปยังคงต้องพึ่งยางที่มาจากแหล่งเดิมๆ เพียงอย่างเดียวไม่ได้ เนื่องจากยางเริ่มมีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์มากขึ้นแล้วโลกจึงมีความต้องการใช้ยางเป็นจำนวนมากและในอนาคตอาจจะเกิดความขาดแคลนยางขึ้นได้ จึงน่าที่จะหาที่ใหม่ๆ ในส่วนอื่นๆ ของโลกเพื่อปลูกยางเอาไว้บ้าง แต่เนื่องจากชาวยุโรปในยุคนั้นยังไม่มีใครรู้จักยางกันมากนักว่า ยางมีหน้าตาเป็นอย่างไร หรือแม้กระทั่งได้ยางมาอย่างไรจากต้นอะไร ดังนั้นจึงไม่ได้รับความสนใจเท่าที่ควร จนกระทั่งในปี พ.ศ.2414 (ค.ศ.1871) จึงมีผู้นำภพวาดต้นยางมาให้ เซอร์โจเซฟ สุกเกอร์ ดูท่านจึงมีความสนใจในการปลูกยางมากขึ้น และท่านจึงได้ปรึกษากับเซอร์คลีเมนส์ มาร์คแฮม ซึ่งเป็นผู้ช่วยเลขาธิการประจำทำเนียบผู้ว่าการประจำอินเดียความพยายามที่จะนำยางมาปลูกในเอเชียจึงเกิดขึ้นเป็นครั้งแรก

ในช่วงเวลาเดียวกันนั้นสถานการณ์ยางในประเทศแถบอเมริกาใต้ไม่ค่อยดีนัก เนื่องจากในสภาวะที่โลกมีความต้องการยางสูงมาก ชาวสวนยางใน โคลัมเบียและปานามาจึงโหมกรีดยางกันอย่างหนัก จนในที่สุด ต้นยางในประเทศนั้นจึงได้รับความบอบช้ำมาก และตายหมดจนไม่มีต้นยางเหลืออยู่ในแถบนั้นอีกเลย

เซอร์คลีเมนส์จึงนำพันธุ์ยางมาทดลองปลูกในอินเดียเป็นครั้งแรก แต่ไม่ประสบความสำเร็จ จึงได้ทดลองปลูกยางในดินแดนต่างๆ ที่เป็นอาณานิคมของอังกฤษ ในที่สุดจึงพบว่าในดินแดนแหลมมลายูเป็นที่ที่ยางจะเจริญเติบโตได้ดีที่สุดและพันธุ์ยางที่ดีที่สุดคือยางพันธุ์ Hevea Brasiliensis ดังนั้นตั้งแต่ปี พ.ศ.2425 (ค.ศ.1882) ยางพาราจึงเป็นที่นิยมปลูกกันอย่างแพร่หลายในแหลมมลายู ในระยะแรกเริ่ม ยางพาราจะปลูกกันมากในดินแดนอาณานิคมของอังกฤษและฮอลแลนด์เป็นส่วนใหญ่ นอกจากนั้นเยอรมันก็ปลูกยางไว้ที่แอฟริกาบ้าง และบางส่วนเป็นยางในประเทศรัสเซีย ด้วยเหตุที่ยางพาราเป็นที่นิยมปลูกกันมากในเอเชียอาจเนื่องมาจากในเอเชียมีองค์ประกอบต่างๆ ที่เหมาะสมในการปลูก ทั้งสภาพดินฟ้าอากาศ ภูมิประเทศ สภาพดิน และ

ปริมาณฝน รวมทั้งแรงงานที่หาได้ง่าย ประกอบกับคุณสมบัติทางการเกษตรและการพาณิชย์ของ  
ยางเองเช่น



ภาพที่ 2.1 สวนยางพาราที่สามารถกรีดน้ำยาง



ภาพที่ 2.2 ต้นยางพาราที่กำลังให้น้ำยางเพื่อนำน้ำยางสดไปแปรรูป

สำหรับการกำเนิดสวนยางพาราและในประเทศไทยนั้นน่าจะมีการนำต้นยางพาราเข้ามาปลูกในประเทศไทยตั้งแต่สมัยที่ยังใช้ชื่อว่า "สยาม" ประมาณกันว่าควรเป็นหลัง พ.ศ. 2425 ความคิดที่จะนำยางพาราเข้ามาปลูกเกิดขึ้นเมื่อพระยารัชฎานุประดิษฐ์ มหิศรภักดี สมุหเทศาภิบาลมณฑลภูเก็ต มีชื่อเดิมว่า คอซิมบี๊ ณ ระนอง ได้เดินทางไปดูงานในประเทศมลายูเห็นชาวมลายูปลูกยางกันมีผลดีมากก็เกิดความสนใจที่จะนำยางเข้ามาปลูกในประเทศไทยบ้าง แต่พันธุ์ยางสมัยนั้นฝรั่งซึ่งเป็นเจ้าของสวนยาง หวงมาก ทำให้ไม่สามารถนำพันธุ์ยางกลับมาได้ในการเดินทางครั้งนั้น



ภาพที่ 2.3 ภาพพระยารัชฎานุประดิษฐ์ มหิศรภักดี (คอซิมบี๊ ณ ระนอง) “บิดาแห่งยางพารา”

จนกระทั่ง พ.ศ. 2444 พระสกล สदानพิทักษ์ เดินทางไปที่ประเทศอินโดนีเซีย จึงมีโอกาสนำกล้าต้นยางกลับมาได้ โดยจัดการเอากล้ายางมาหุ้มรากด้วยสาละซุบน้ำแล้วหุ้มทับด้วยกระดาษหนังสือพิมพ์อีกชั้นหนึ่งจึงบรรจุลงถังไม้ฉ่ำน้ำใส่เรือกลไฟซึ่งเป็นเรือส่วนตัว รีบเดินทางกลับประเทศไทยทันที ยางที่นำมาครั้งนี้มีจำนวน 4 ถัง พระสกลได้นำมาปลูกไว้ที่บริเวณหน้าบ้านพักที่อำเภอกันตัง จังหวัดตรัง ซึ่งปัจจุบันนี้ยังเหลือให้เห็นเป็นหลักฐานเพียงต้นเดียว อยู่บริเวณหน้าสหกรณ์การเกษตรกันตัง และจากยางรุ่นแรกนี้ได้ขยายเนื้อที่ปลูกออกไป จนมีเนื้อที่ปลูกประมาณ 45 ไร่ นับได้ว่า พระสกลสदानพิทักษ์ คือผู้เป็นเจ้าของสวนยางคนแรกในประเทศไทย (<http://www.rubber.co.th/web/technique3.php>)

จากนั้นท่านพระยารัชฎานุประดิษฐ์ได้ส่งคนไปเรียนวิธีปลูกยางซึ่งล้วนแต่เป็นเจ้าเมือง นายอำเภอ กำนันและผู้ใหญ่บ้านเพื่อนำความรู้มาสอนประชาชน พร้อมกันนั้นท่านก็สั่งให้นำพันธุ์ยางไปแจกจ่ายและส่งเสริมให้ราษฎรปลูกทั่วไปซึ่งในยุคนั้น อาจกล่าวได้ว่าเป็นยุคต้นยาง และ

ชาวบ้านจึงเรียกยางพารานี้ว่า“ยางเทศา”ด้วยเหตุนี้ พระยารัษฎานุประดิษฐ์ มหิศรภักดี จึงได้รับการยกย่องและให้เกียรติเป็น “บิดาแห่งยางพารา”

ความนิยมการปลูกยางพารานั้นมิได้มีแค่ประเทศไทยเท่านั้นจากข้อมูลในตารางที่ 2.1 ซึ่งให้เห็นถึงความนิยมของประเทศต่างๆ ดูจากปริมาณพื้นที่การเพาะปลูกยางซึ่งมีการปลูกยางนั้นมีทั้งสวนขนาดใหญ่และสวนที่มีขนาดเล็ก จำนวนพื้นที่มากสูงสุด 5 อันดับแรกของประเทศต่างซึ่งสามารถเรียงลำดับได้ดังนี้ได้แก่ อินโดนีเซีย ไทย มาเลเซีย จีน และเวียดนาม เป็นต้น จากข้อมูลดังกล่าวชี้ให้เห็นว่ายางพารานั้นเป็นต้นไม้ที่ประเทศต่างๆ นิยมปลูกทั่วโลกและเห็นความสำคัญของไม้ชนิดนี้

ตารางที่ 2.1 พื้นที่ปลูกยางในต่างประเทศ (หน่วย:1,000 เฮกตาร์)

ลำดับที่	ประเทศ (Country)	ปี(year)	ขนาด ใหญ่	ขนาด เล็ก	พื้นที่โดยรวม
1	อินโดนีเซีย (Indonesia)	2010	-	-	3,445.0
2	ไทย (Thailand)	2010	-	-	2,785.0
3	มาเลเซีย (Malaysia)	2010	64.0	956.4	1,020.4
4	จีน (China)	2010	-	-	1,005.0
5	เวียดนาม (Vietnam)	2010	358.9	381.1	740.0
6	อินเดีย (India)	2010	70.0	642.5	712.5
7	เมียนมาร์ (Myanmar)	2006	46.0	58.8	295.0
8	โก้ตดิวัร์ (Cote D'Ivoire)	2010	49.7	130.3	180.0
9	ไนจีเรีย (Nigeria)	2009	61.0	112.0	173.0
10	บราซิล (Brazil)	2010	-	-	169.5

ที่มา: สถาบันวิจัยยาง [http://www.rubberthai.com/statistic/stat\\_index.htm](http://www.rubberthai.com/statistic/stat_index.htm)

ปัจจุบันมีผู้นิยมปลูกเป็นสวนยางมากขึ้นและได้มีการขยายพื้นที่ปลูกยางไปในจังหวัดภาคใต้รวม 14 จังหวัด ตั้งแต่ชุมพรไปถึงจังหวัดที่ติดชายแดนประเทศมาเลเซียและมีพื้นที่ปลูกยางรวมทั้งประเทศนั้นจำนวนหลายล้านไร่ซึ่งกระจายกันอยู่ในภาคต่างๆ ทั่วประเทศ ทั้งภาคใต้ ภาคตะวันออกและภาคตะวันออกเฉียงเหนือเป็นแหล่งปลูกยางใหม่และในอนาคตคาดแนวโน้มน่าจะมีโอกาสเพิ่มขึ้นอีกสามารถดูข้อมูลพื้นที่การปลูกยางพาราจากในตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 รายชื่อ 15 จังหวัดที่มีพื้นที่ปลูกยางพารามากที่สุด ปีระหว่าง 2549 – 2553 (หน่วย:ไร่)

จังหวัด	ปี 2549	ปี 2550	ปี 2551	ปี 2552	ปี 2553
1. สุราษฎร์ธานี	1,807,643	1,830,161	1,871,907	1,900,561	1,929,778
2. สงขลา	1,418,927	1,444,012	1,444,302	1,461,249	1,518,500
3. นครศรีธรรมราช	1,368,042	1,400,808	1,447,643	1,469,569	1,504,017
4. ตรัง	1,311,635	1,309,313	1,310,188	1,332,412	1,365,210
5. ยะลา	1,026,563	1,046,438	1,046,872	1,060,920	1,091,027
6. นราธิวาส	995,529	1,004,532	1,005,871	1,005,846	1,007,850
7. ระยอง	602,547	616,956	701,732	718,607	744,708
8. หนองคาย	425,216	531,520	637,824	648,973	838,290
9. กระบี่	602,147	610,147	625,231	627,265	634,489
10. จันทบุรี	364,786	369,750	463,799	470,234	479,192
11. ชุมพร	453,039	459,039	464,662	465,664	557,057
12. เลย	195,925	241,513	382,497	427,083	461,968
13. อุดรธานี	101,986	219,270	295,000	315,049	325,866
14. ปัตตานี	287,830	294,607	295,185	302,344	309,246
15. สตูล	282,485	289,811	290,019	300,014	320,258

ที่มา: สถาบันวิจัยยาง [http://www.rubberthai.com/statistic/stat\\_index.htm](http://www.rubberthai.com/statistic/stat_index.htm)

สำหรับองค์การสากลระหว่างประเทศได้ยอมรับคำว่า “ยางพารา” (Para Rubber) เป็นตัวแทนของยางธรรมชาติ ประเทศไทยได้เลื่อนฐานะจากการเป็นผู้นำเข้ามาเป็นประเทศผู้ผลิตและส่งออกยางอันดับ 1 ของโลก ปัจจุบันนั้นผลผลิตยางมีประมาณ 2.6 ล้านตันโดยส่งออกประมาณ 2.3 ล้านตัน(89%) ผลิตเพื่อการส่งออกร้อยละ 11% ใช้ในอุตสาหกรรมภายในประเทศภาคอุตสาหกรรมนั้นจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องใช้ยางธรรมชาติเพื่อเป็นยางพาราวัลดูดิบซึ่งเป็นหัวใจที่สำคัญในการที่ผลิตสินค้าและผลิตภัณฑ์ที่จำเป็นที่เราใช้กันในชีวิตประจำวันมากมายดังในตารางที่ 2.3 จะเห็นได้ว่ามีแนวโน้มและมีความต้องการปริมาณมากเพิ่มขึ้นทุกปี

ตารางที่ 2.3 ปริมาณการใช้ยางธรรมชาติในประเทศแยกตามประเภทผลิตภัณฑ์ (หน่วย:เมตริกตัน)

ลำดับ	ประเภทผลิตภัณฑ์	2550	2551	2552	2553
1	ยางยานพาหนะ	170,893	208,886	233,257	290,982
2	ยางยืด	72,193	54,108	50,107	46,064
3	ถุงมือยาง	54,808	52,436	42,635	49,663
4	ยางรถจักรยานยนต์	29,589	29,614	22,787	24,262
5	ยางรัดของ	17,232	21,657	23,806	13,101
6	ถุงยางอนามัย	291	281	1,396	8,563
7	รองเท้า	4,759	5,055	5,419	4,950
8	สายพาน	1,370	1,862	2,457	2,763
9	กาว	2,430	2,591	1,659	2,036
10	หลอดดอก	6,212	5,943	2,153	2,452
11	อะไหล่รถยนต์	1,435	2,091	1,556	1,704
12	พื้นรองเท้า	4,162	1,249	1,422	1,289
13	เครื่องมือทางการแพทย์	840	831	1,706	1,185
14	ท่อยาง	964	940	529	636
15	ผลิตภัณฑ์ฟองน้ำ	419	395	371	326
16	อื่นๆ	5,922	9,517	8,003	8,661
	รวม	373,659	397,595	399,415	458,637

ที่มา: สถาบันวิจัยยาง [http://www.rubberthai.com/statistic/stat\\_index.htm](http://www.rubberthai.com/statistic/stat_index.htm)

ข้อมูลจากทางสถาบันวิจัยยางที่ได้เก็บข้อมูลทางสถิติของปริมาณการส่งออกยางแผ่นรมควันแยกตามชั้น ตั้งแต่ปี 2549 – 2554 ซึ่งแสดงรายละเอียดข้อมูลในตารางที่ 2.4 ข้อมูลดังกล่าวชี้ให้เห็นถึงปริมาณการส่งออกยางแผ่นรมควันแยกตามชั้นหรือเกรดยางนั้นอย่างชั้น 3 และชั้น 4 นั้นมีปริมาณการส่งออกนั้นค่อนข้างมากเนื่องจากเป็นแผ่นยางดิบที่พ่อค้าคนกลางหรือกลุ่มนายทุนรับซื้อมาจากเกษตรกรชาวสวนยางโดยตรงก่อนที่จะนำมาผ่านกระบวนการอบรมควันไล่ความชื้นและนำไปขายหรือส่งออกอีกทีหนึ่ง ซึ่งจะเห็นได้ว่ายางชั้นนี้มีปริมาณการส่งออกมากเพราะความสามารถของเกษตรกรชาวสวนที่สามารถแปรรูปแผ่นยางดิบได้ปริมาณมาก

ตารางที่ 2.4 ปริมาณการส่งออกยางแผ่นรมควันแยกตามชั้น ตั้งแต่ปี 2549 – 2554 (หน่วย: ไร่)

ปี	ชั้น 1x	ชั้น 1	ชั้น 2	ชั้น 3	ชั้น 4	ชั้น 5	รวม
2549	997	13,756	1,630	769,487	149,965	3,149	938,984
2550	1,087	11,070	2,185	696,020	147,870	3,094	861,326
2551	768	12,882	3,821	639,863	137,185	2,030	796,549
2552	1,037	7,159	4,111	600,206	80,302	1,695	694,510
2553	980	6,965	6,224	599,028	104,062	2,182	719,442
2554*	922	9,688	7,440	617,925	111,009	300	747,284

หมายเหตุ. \*หมายถึง ปริมาณการเบื้องต้นจากข้อมูลขอส่งออก

ที่มา: สถาบันวิจัยยาง, เข้าถึง 2 ม.ค. 2554. จาก[http://www.rubberthai.com/statistic/stat\\_index.htm](http://www.rubberthai.com/statistic/stat_index.htm)

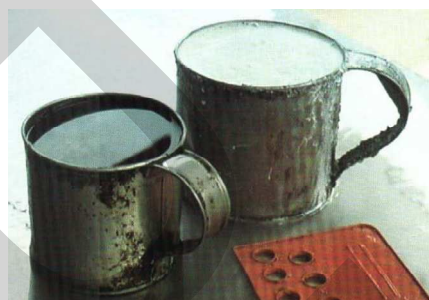


### 2.1.1 กรรมวิธีการทำแผ่นยางดิบ (สถาบันวิจัยยาง, การผลิตยางแผ่นคุณภาพดี.(2551).)

การแปรรูปน้ำยางสดให้เป็นแผ่นยางดิบคุณภาพดีนั้นจากเอกสารคำแนะนำเรื่อง “การผลิตยางแผ่นคุณภาพดี” ซึ่งเป็นเอกสารที่สถาบันวิจัยยาง กรมการเกษตรได้จัดทำเพื่อให้เกษตรกรชาวสวนยางนำไปใช้ปฏิบัติทำให้ได้แผ่นยางดิบที่มีคุณภาพดีและขายยางแผ่นในราคาสูงตรงตามที่ต้องการ สำหรับขั้นตอนการผลิตแผ่นยางดิบคุณภาพดีนั้นจะมุ่งเน้นและคำนึงถึงเรื่องความสะอาดปราศจากสิ่งเจือปนเป็นหลัก โดยเริ่มจากเตรียมอุปกรณ์ที่สะอาดซึ่งประกอบด้วย ตัวกรองซึ่งเป็นตะแกรงเบอร์ 40 และ 60 ถาดจับตัวยาง(ตะกง) ถังใส่น้ำขนาด 200 ลิตร ถังใส่น้ำปากกว้าง ถังพลาสติกทนกรดหรืออ่างกระเบื้องเคลือบ ใบบายสำหรับกวนน้ำยางและปาดยางโต๊ะขนาดยาง กระจ่างตวงน้ำยางและน้ำ เครื่องรีดยางชนิดเรียบและชนิดดอก เป็นต้น



(a)



(b)



(c)



(d)

ภาพที่ 2.4 อุปกรณ์ทำแผ่นยาง (a) ตัวกรองซึ่งเป็นตะแกรงเบอร์ 40 และ 60  
 (b) กระจ่างตวงน้ำยางและใบบายสำหรับกวนน้ำยางและปาด  
 (c) ถาดจับตัวยาง (ตะกง) (d) เครื่องรีดยางชนิดเรียบและชนิดดอก

### 2.1.2 หลักการทำแผ่นยางดิบ (สถาบันวิจัยยาง, การผลิตยางแผ่นคุณภาพดี.(2551).)

หลักการที่สำคัญในแปรรูปน้ำยางสดเป็นแผ่นยางดิบนั้นมีด้วยกัน 3 ส่วนคือ การเจือจางและการจับตัวที่เป็นหลักการที่หัวใจที่สำคัญในการผลิตแผ่นยางดิบ ส่วนแรกคือการกรองเพื่อป้องกันไม่ให้มีสิ่งสกปรกเจือปน โดยจะเทน้ำยางสดลงบนตะแกรงหยาบ 40 ที่ซ้อนบนตะแกรงเบอร์ 60 ซึ่งมีความละเอียดกว่า โดยต้องกรองทั้งน้ำยางและน้ำที่จะใช้ในกระบวนการผลิต เมื่อกรองเสร็จต้องรีบทำความสะอาดตะแกรงทันที ส่วนที่สองคือการเจือจาง เป็นการปรับสภาพน้ำยางให้ความเข้มข้นเหมาะสมในการจับตัวและทำการรีดแผ่นและที่สำคัญทำให้เกิดฟองน้อย โดยใช้อัตราส่วนน้ำยาง 3 ส่วน ผสมน้ำสะอาด 2 ส่วน ส่วนที่สามคือการจับตัวยาง ให้ใช้น้ำกรดที่มีคุณภาพดีและมีความเข้มข้นเหมาะสม การเตรียมกรดนั้นใช้กรดฟอร์มิกเข้มข้น 2 ซ้อนแกงผสมน้ำสะอาด 3 กระป๋องนม โดยจะตักกรดเทใส่ในน้ำกวนให้เข้ากัน ซึ่งน้ำกรดที่ผสมแล้วนั้นสามารถใช้ทำยางได้ 3 แผ่น

สำหรับวิธีการผลิตแผ่นยางดิบนั้นบริเวณทำยางแผ่น อุปกรณ์รวมถึงเครื่องจักรต้องสะอาด และต้องทำให้อุปกรณ์เปียกน้ำก่อนเพื่อป้องกันยางติด ลำดับขั้นตอนนั้นค่อนข้างที่จะมีความซับซ้อนและต้องอาศัยความชำนาญซึ่งจะอธิบายขั้นตอนพอสังเขปพอให้เห็นกระบวนการผลิตก่อนที่จะมาเป็นแผ่นยางดิบตามลำดับดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 การกรีดยางและรองน้ำยางด้วยถ้วยรองน้ำยางดังในภาพที่ 2.5 (a) และ (b) เทน้ำยางสดรวมกัน ยาง 1 แผ่น ใช้น้ำยาง 3 ลิตรผสมน้ำ 2 ลิตร เทน้ำยาง 3 ลิตรลงในตะกวง เทน้ำ 2 ลิตรผสมลงในตะกวง



(a)



(b)

ภาพที่ 2.5 การกรีดยาง(a) และรองน้ำยางสด(b)

ขั้นตอนที่ 2 เทน้ำยางสดรวมกัน ยาง 1 แผ่นใช้น้ำยาง 3 ลิตรผสมน้ำ 2 ลิตร เทน้ำยาง 3 ลิตรลงในตะกวด เทน้ำ 2 ลิตรผสมลงในตะกวด ดังในภาพที่ 2.6



(a)



(b)

ภาพที่ 2.6 การรวบรวมน้ำยางสด(a)และ(b)

ขั้นตอนที่ 3 กรดฟอร์มิกความเข้มข้นประมาณร้อยละ 90 ผสมน้ำให้เจือจางเหลือร้อยละ 2 โดยใช้น้ำ 3 กระป๋องนม ใช้ กรด 2 ซ้อนแกงผสมลงในน้ำ ใช้กรดที่เจือจางแล้ว 1 กระป๋องนม ต่อยาง 1 แผ่น ดังในภาพที่ 2.7



(a)



(b)

ภาพที่ 2.7 การเตรียมกรดน้ำส้ม(a)และ(b)



ขั้นตอนที่ 4 เทกรดที่เจือจางแล้วในตะกวง กวนน้ำยางให้เข้ากัน กวาดฟองอากาศออกให้หมด ปาดฟองอากาศที่เกิดขึ้นบนผิวน้ำยางและขอบๆตะกวง เติมน้ำลงในตะกวงจนท่วมผิวน้ำยางเพื่อ กันดำและสะดวกในการนำยางออกจากตะกวง ปิดฝาตะกวงทิ้งไว้รอน้ำยางจับตัว 3- 45 นาที ดังใน ภาพที่ 2.8



(a)



(b)

ภาพที่ 2.8 การปาดฟองอากาศที่เกิดขึ้นบนผิว(a) และปิดภาชนะกันฝุ่น (b)

ขั้นตอนที่ 5 ดังในภาพที่ 2.9 (a) (b) (c)และ(d) เมื่อยางแข็งตัวใช้น้ำหล่อ เตรียมเทยาง เพื่อนวดยาง เทยางลงบนโต๊ะนวดยาง นวดยางให้มีความหนาประมาณ 1 เซนติเมตร กว่าลงบนโต๊ะ นวด และทำการนวดไล่ทั้งสองข้างจนทั่วแผ่น จนมีความหนา 1 เซนติเมตรนำยางที่นวดแล้ววาง ซ้อนกันโดยมีแผ่นพลาสติกคั่นกลางกันยางติดกัน



(a)



(b)

ภาพที่ 2.9 การหล่อหน้า (a) และการนวดแผ่นก้อนยาง (b)

ขั้นตอนที่ 6 เครื่องรีดแผ่นยางดิบตั้งในภาพที่ 2.10 (a) และ(b) โดยจะนำยางเข้ารีดเส้น 3-4 ครั้ง ดังในภาพที่ 2.11 (a) และ (b) ให้มีความหนา 3-4 มิลลิเมตรและเข้าเครื่องรีดดอก 1 ครั้ง ให้มีความหนาไม่เกิน 2 มิลลิเมตร



(a)



(b)

ภาพที่ 2.10 ตัวอุปกรณ์รีดเส้น(a)และรีดดอก(b)



(a)



(b)

ภาพที่ 2.11 การเข้าเครื่องรีดเส้น(a)และรีดดอก(b)

นำยางที่นวดแล้วเข้าเครื่องรีดเส้น 3-4 ครั้งจนมีความหนาประมาณ 4-5 มิลลิเมตรและเข้าเครื่องรีดดอก 1 ครั้ง ให้มีความหนา 3-4 มิลลิเมตร เป็นขั้นการรีดน้ำออกโดยใช้จักรรีดยาง รีดจนน้ำออกมากที่สุด ดังในภาพที่ 2.11

ขั้นตอนที่ 7 ล้างน้ำให้สะอาด ผึ่งในที่ร่มดังในภาพที่ 2.12 (a) และ(b) เป็นภาพที่แสดง การล้างแผ่นยางที่รีดแล้วด้วยน้ำสะอาดนำยางผึ่งในร่มและไม่วางซ้อนกัน โดยโรงฟึงควรมีอากาศ ถ่ายเทดี ขั้นตอนลำดับสุดท้ายเป็นการรวบรวมแผ่นยางที่แห้งแล้ว วางซ้อนกันในที่สะอาดไม่มี ละอองฝุ่นและสิ่งปนเปื้อนต่างๆ เพื่อรอจำหน่ายต่อไปดังในภาพที่ 2.13



(a)



(b)

ภาพที่ 2.12 การล้างทำความสะอาดน้ำสุดท้าย (a) และการตากแผ่นยางดิบ (b)



ภาพที่ 2.13 แผ่นยางที่มัดรวมกันวางซ้อนกันรอจำหน่าย



บรรยากาศการซื้อขายแผ่นยางดิบนั้นจะมีการขนย้ายแผ่นยางดิบไปยังหน่วยรับซื้อซึ่งจะมัดยางเป็น โดยการซ้อนยางป็นมัดโดยมัดละ 10 แผ่น ดังภาพในที่ 2.14 (a) และภาพที่ 2.14 (b) เป็นการหาน้ำหนักของยาง โดยการชั่งน้ำหนักโดยใช้ตาชั่งเพื่อหาปริมาณน้ำหนักและนำไปคูณกับระดับคุณภาพที่เจ้าหน้าที่ประเมินเกรดยางให้ เช่น ยกตัวอย่างเช่น ราคาการรับซื้อ ณ วันนั้น คุณภาพยางเกรด 3 ราคา 120 ต่อกิโลกรัม หากปริมาณน้ำหนักเท่ากับ 100 กิโลกรัม มูลค่าราคายาง จะเท่ากับ 12,000 บาท เป็นต้นหลังจากที่มีการรับซื้อแผ่นยางดิบแล้วนั้นการวางซ้อนกันรอ กระบวนการอบรมควันและป้อนเข้าสู่โรงงานต่อไป ดังภาพที่ 2.15 (a)



(a)



(b)

ภาพที่ 2.14 การขนย้ายแผ่นยาง(a)และการชั่งแผ่นยางดิบ(b)



ภาพที่ 2.15 ลักษณะกองยางที่วางเรียงซ้อนกัน

### 2.1.3 วิเคราะห์กรรมวิธีการแปรรูปน้ำยางดิบและตำหนิของแผ่นยางดิบ

สำหรับขั้นตอนการผลิตแผ่นยางดิบคุณภาพดีนั้นจะมุ่งเน้นและคำนึงถึงเรื่องความสะอาดปราศจากสิ่งเจือปนเป็นหลักซึ่งเป็นการเตรียมการแผ่นยางเพื่อผลิตยางแผ่นรมควันต่อไป กรรมวิธีการแปรรูปน้ำยางดิบนั้นมีความสำคัญมากการขาดความชำนาญและการปฏิบัติตามกรรมวิธีที่ถูกต้องจะทำให้เกิดตำหนิยางซึ่งจะส่งผลกระทบต่อโดยตรงกับการขายผลผลิตที่ทำให้ราคาตกต่ำ อีกทั้งยังมีกลไกทางการตลาดที่ขึ้นอยู่กับความต้องการแผ่นยางดิบเป็นวัตถุดิบหรืออาจหมายถึงสภาวะปริมาณยางที่เป็นที่ต้องการในช่วงเวลา ณ ขณะนั้นตลาดมีความต้องการมากหรือน้อยซึ่งเป็นปัจจัยหลักในการกำหนดราคาซึ่งอาจทำให้ราคาแผ่นยางดิบนั้นอาจมีราคาสูงขึ้นหรือต่ำลงได้

อย่างไรก็ตามกรรมวิธีการแปรรูปน้ำยางดิบนั้นเป็นสิ่งที่เกษตรกรต้องคำนึงถึงและให้ความสำคัญในการแปรรูปน้ำยางดิบมาเป็นแผ่นยางดิบที่เป็นความต้องการของตลาดจากการศึกษาพบว่าในทุกขั้นตอนของการแปรรูปน้ำยางดิบนั้นล้วนแล้วแต่มีความสำคัญและต้องอาศัยความชำนาญของเกษตรกรตั้งแต่กระบวนการปลูก การกรีด ทำยางแผ่น จนถึงการจัดเก็บยางเพื่อส่งออกขาย จากการวิเคราะห์กรรมวิธีการแปรรูปน้ำยางดิบดังต่อไปนี้

1. เกิดจากอุปกรณ์ที่ไม่มาตรฐานเช่นในกรณีที่จะกงไม่มาตรฐานส่งผลถึงน้ำหนักยางต่อแผ่นไม่ได้มาตรฐานตามไปด้วย
2. การผสมอัตราส่วนของกรดน้ำส้มทำให้สีของเนื้อยางไม่สม่ำเสมอดังในภาพที่ 2.16
3. กรรมวิธีไม่ถูกต้องในการตากผึ่งแดดดังในภาพที่ 2.17 ลายยางขาดไม่สม่ำเสมอเกิดรอยยับตรงกลางแผ่นซึ่งอาจขึ้นตอนการนำยางผาดไม้
4. ไม้ผาดสำหรับตากแผ่นยางไม่สะอาดดังในภาพที่ 2.18 มีเศษไม้ติดตามผิวยาง
5. การนวดยางและการยางรีดไม่ถูกต้องกรรมวิธีไม่ถูกต้องยางขาดเป็นรูระหว่างการรีดแผ่นดังภาพที่ 2.19
6. การกรองเศษผงไม่หมดจึงมีสิ่งสกปรกติดผิวเนื้อยางดังในภาพที่ 2.20
7. ไม่ทำความสะอาดอุปกรณ์เครื่องรีดยางแม้เลยจะเดินชัดแต่พบสิ่งปลอมปนในเนื้อยางและผิวยางดังในภาพที่ 2.21
8. การกระจายของราขาวคล้ายแป้งสีค่อนข้างขาวที่เกิดบนกองยางดังในภาพที่ 2.22 ซึ่งอาจจะพบเห็นเป็นเรื่องปกติตามธรรมชาติที่เห็นตามโรงเก็บยางที่ไม่ได้มาตรฐาน

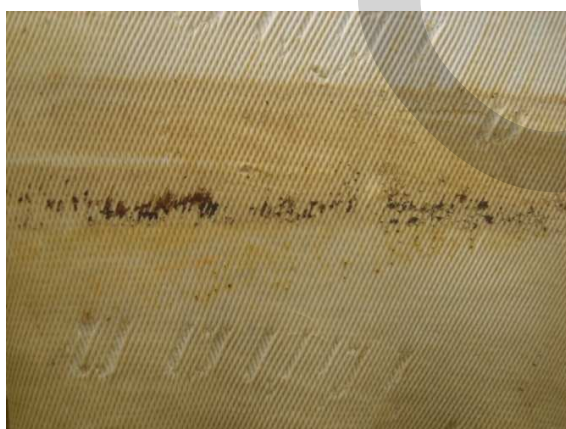




ภาพที่ 2.16 การผสมกรดน้ำส้มไม่ถูกต้องตามอัตราส่วนทำให้สีเนื้ออย่างไม่สม่ำเสมอ



ภาพที่ 2.17 ลายขวางขาดไม่สม่ำเสมอและมีรอยยับกลางแผ่น



ภาพที่ 2.18 ลายขางไม่สม่ำเสมอและมีเศษไม้ติดตามผิวขาง



ภาพที่ 2.19 ขางขาดเป็นรูระหว่างการรีดแผ่น



ภาพที่ 2.20 เศษสิ่งสกปรก



ภาพที่ 2.21 ลายเด่นชัดแต่พบสิ่งปลอมปนในเนื้อขาง



ภาพที่ 2.22 การกระจายของราชวกล้ายแป็งสีก่อนข้างขาวที่เกิดบนกองยาง

จากภาพที่ลักษณะแผ่นยางดิบหลังจากขั้นตอนการแปรรูปนั้นทำให้เห็นถึงความไม่มาตรฐานในขั้นตอนการแปรรูปน้ำยางดิบมาเป็นแผ่นยางดิบก่อนเข้ากระบวนการคัดเกรดซึ่งเป็นปัจจัยที่มีผลทำให้ลักษณะของแผ่นยางนั้นมีความแตกต่างกันในทางกายภาพซึ่งอาจสังเกตด้วยสายตา สีไม่สม่ำเสมอ ลายยางไม่สม่ำเสมอ สีไม่เท่าทั่วทั้งแผ่น ราชว สิ่งสกปรกเศษไม้ และ ยางขาดเป็นรูไม้ได้มาตรฐาน สิ่งต่างๆ เหล่านี้ส่งผลกับลักษณะแผ่นยางดิบทั้งสิ้นซึ่งลักษณะแผ่นยางดิบนี้ค่อนข้างหลากหลาย ปัจจัยอีกส่วนหนึ่งซึ่งอาจจะมองข้ามไปไม่ได้ นั่นคือพันธุ์ยางที่เกษตรกรนิยมปลูกเพื่อผลิตน้ำยางสดนั้นพบว่ามีหลายพันธุ์ ยกตัวอย่างเช่น สถาบันวิจัยยาง 251 สถาบันวิจัยยาง 266 BPM 24 และ RRIM 600 เป็นต้นซึ่งถือว่าเป็นพันธุ์ยางชั้น 1 ซึ่งเป็นข้อมูลวิชาการของสถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์แนะนำให้ปลูกได้เนื่องจากเหมาะสมในหลายเรื่องทนต่อโรค สามารถปลูกได้ในพื้นที่จำกัดแม้พื้นที่ลาดเอียงและหน้าดินตื้น ที่สำคัญคือให้ผลผลิตมากต่อปีและอายุการให้ผลผลิต 9-10 ปี

นอกเหนือจากการกรีดยูปกรณที่สะอาด ไร่สิ่งแปลกปลอมที่ปนมากับน้ำยางสดก่อนนำมาทำการแปรรูป นั้นอาจหมายถึงเศษกิ่งไม้ ใบไม้ ดิน ซึ่งอยู่ในสวนยางพาราและน้ำฝนซึ่งบ่อยครั้งพบว่าหลังจากที่กรีดยางสดและรองน้ำยางด้วยถ้วยรองน้ำยางและเกิดฝนตกทำให้ได้น้ำยางคุณภาพไม่ดี เนื่องจากน้ำฝนไหลลงในถ้วยปะปนกับน้ำยางสด และในบางกรณีเกิดจากไม่ทำความสะอาดถ้วยรองน้ำยาง อุบัติเหตุไม่ว่าจะเป็นจะเป็นของการที่ไวต่อความชื้นซึ่งเป็นสาเหตุของเชื้อราสูญเสียเนื้อยางและเกิดการแพร่เชื้อของราไปยังแผ่นอื่นที่อยู่ในกองยางที่วางซ้อนกันก่อให้เกิดความสูญเสียและส่งผลโดยตรงคุณภาพของแผ่นยางดิบซึ่งจะได้อธิบายต่อหัวข้อต่อไป การคัดเกรดยาง

#### 2.1.4 การคัดเกรดแผ่นยางดิบ

การคัดเกรดแผ่นยางดิบนั้นเป็นการประเมินโดยใช้เจ้าหน้าที่และผู้เชี่ยวชาญที่ต้องอาศัยประสาทสัมผัสและการสังเกตด้วยตาเพื่อวิเคราะห์ประเมินให้ระดับคุณภาพแผ่นยางดิบโดยการสุ่มตัวอย่างแผ่นยางดิบจากกองยางที่เรียงซ้อนกันในแต่ละมัด การคัดคุณภาพแผ่นยางดิบจะใช้สายตาและประสบการณ์เพื่อให้สามารถใช้วิจารณญาณในการคัดคุณภาพได้ถูกต้องมากที่สุด การนำยางมาขายเกษตรกรชาวสวนยางพารามักมัดแผ่นยางดิบมาเป็นห่อ ๆ ละประมาณ 10 แผ่น ดังหากผู้คัดคุณภาพตรวจพบแผ่นยางดิบที่มีคุณภาพไม่ดีหรือคุณภาพต่ำอยู่ในมัดนั้น ก็จะคัดคุณภาพยางมัดนั้นเป็นยางคุณภาพต่ำทันที บ่อยครั้งที่เกษตรกรนำยางเกรดคุณภาพต่ำมาปะปนในห่อแผ่นยางดิบคุณภาพดีจึงถูกประเมินยางคุณภาพต่ำ การคัดเกรดแผ่นยางดิบนั้นใช้เกณฑ์การประเมินคุณภาพตามมาตรฐานแผ่นยางดิบคุณภาพดีซึ่งแบ่งได้ 4 ระดับโดยสำนักงานตลาดกลางยางพาราได้กำหนดคุณภาพแผ่นยางดิบ เพื่อใช้เป็นมาตรฐานที่ชาวสวนยางสามารถไปปฏิบัติได้ เมื่อนำยางมาขายที่ตลาดกลางยางพาราจะขายได้ราคาตรงตามมาตรฐาน โดยจะมีเจ้าหน้าที่ที่ชำนาญในการคัดชั้นยางคอยดูแลให้เป็นด้วยความยุติธรรมดังในภาพที่ 2.23



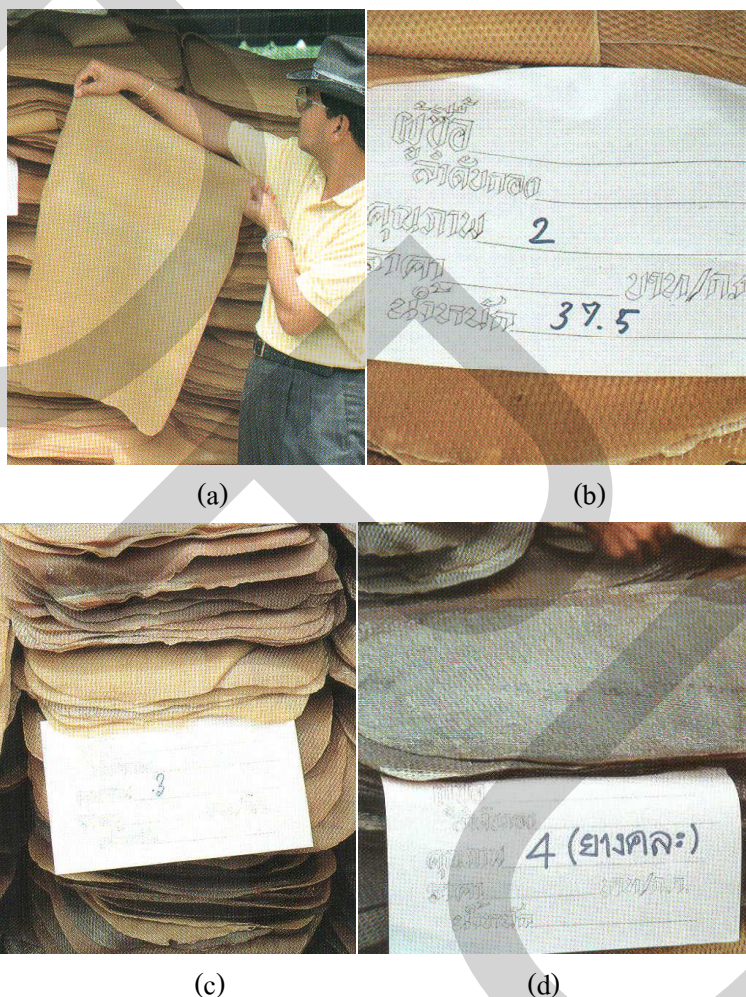
ภาพที่ 2.23 เจ้าหน้าที่ที่ชำนาญในการคัดชั้นยาง

ที่มา: สำนักงานตลาดกลางยางพารา เข้าถึง 12 ก.พ. 2554. จาก

<http://www.aopdr01.doae.go.th/standarddrysheet%20and%20cuplump.htm>



การคัดเกรดนั้นขึ้นอยู่กับลักษณะยางซึ่งสามารถดูเนื้อยางที่ดีได้จากภาพที่ 2.24 (a) และเจ้าหน้าที่ที่ชำนาญในการคัดเกรดยางใช้ประสาทสัมผัสและการสังเกตด้วยตา ส่วนในภาพที่ 2.24 (b) และ(c) นั้นแสดงถึงลักษณะยางแผ่นยางดิบที่มีคุณภาพต่ำชั้น 2 และ 3 ตามลำดับในภาพ และสำหรับภาพที่ 24 (d) แสดงถึงลักษณะยางแผ่นยางดิบที่มีคุณภาพต่ำชั้น 4 ซึ่งถือว่าราคาต่ำสุด



ภาพที่ 2.24 ลักษณะแผ่นยางดิบเจ้าหน้าที่ใช้ชำนาญกำลังการคัดเกรดแยกชั้นยาง

ที่มา: สถาบันวิจัยยาง กรมการเกษตร, วารสารยางพารา ปี 12 (2) 2535. (น. 112-118).

สำหรับการซื้อขายยางพารานั้นปัจจุบันตลาดกลางแบ่งประเภทการรับซื้อออกเป็น 3 ประเภทใหญ่คือ แผ่นยางดิบ(Unsmoked sheet,USS) ยางแผ่นรมควัน(RSS) น้ำยางสด (Field Latex) ซึ่งตลาดกลางยางพารานั้นจะกำหนดคุณภาพตามลักษณะของยางซึ่งมีหลายระดับ สำหรับ

ราคานี้จะใช้การรับซื้อคร่าวละมากๆ นั้นจะโดยใช้วิธีการประมูลราคาขาย ดังนั้นราคาขายจะเปลี่ยนแปลงปรับราคาสูงขึ้นและลดลงตามกลไกความต้องการของตลาด การซื้อขายคิดมูลค่าขายพาราต่อน้ำหนักยาง (บาท/กก.) ดังตัวอย่างในภาพที่ 25 ราคาการประมูลและการรับซื้ออย่าง USS และRSS ณ ตลาดกลางยางพารา

**ราคาประมูลและปริมาณยางที่ซื้อขาย  
ณ ตลาดกลางยางพารา**

วันที่ 20 กรกฎาคม 2554 Date : July 20, 2011

**ยางแผ่นดิบ (USS)**

ตลาดกลางยางพารา Rubber Market	ราคาซื้อขายที่ตลาดกลางยางพารา (บาท/กก.) Price (Bath/KG.)				ปริมาณซื้อขายที่ตลาดกลางยางพารา (กก.) Quantity (KG.)				น้ำยางสด Field Latex
	ยางแผ่นดิบ คุณภาพ 3 (USS 3) ความชื้น 3-5%	ยางแผ่นดิบ คุณภาพ 3 ความชื้น 3-5%	ยางแผ่นดิบ คุณภาพ 3 ความชื้น 5-7%	ยางแผ่นดิบ คุณภาพ 3 ความชื้น 7-10%	ยางแผ่น ดิบ คุณภาพ 3 (USS 3) ความชื้น 3-5%	ยางแผ่น ดิบ คุณภาพ 3 ความชื้น 5-7%	ยางแผ่น ดิบ คุณภาพ 3 ความชื้น 7-10%	ยางแผ่น ดิบ คุณภาพ 3 ความชื้น 7-10%	
สงขลา Songkhla	130.10	129.59	125.55	-	26,900	33,300	20,600	-	127.00
สุราษฎร์ธานี Surathani	131.05	-	-	-	3,600	-	-	-	-
นครศรีธรรมราช NakonSithammarat	130.25	129.50	-	-	65,000	7,000	-	-	-
ยะลา Yala	129.59	129.59	128.00	117.50	-	-	-	6,653	-
บุรีรัมย์ Burirum	129.11	127.60	-	-	33,178	11,960	-	-	-
หนองคาย Nongkhai	-	-	-	-	-	-	-	-	-

(a)

**ยางแผ่นรมควัน (RSS)**

ตลาดกลางยางพารา Rubber Market	ราคาขายซื้อขายที่ตลาดกลาง (บาท / กก.) Price (Bath/KG.)					ปริมาณยางซื้อขายที่ ตลาดกลาง (กก.) Quantity (KG.)
	ชั้น 1-3	ชั้น 4	ชั้น 5	ชั้น ฟอง	ชั้น Cutting	
สงขลา Songkhla	134.51	132.60	130.51	128.60	127.52	241,900
สุราษฎร์ธานี Surathani	134.51	132.29	124.00	121.00	120.00	12,000
นครศรีธรรมราช NakonSithammarat	134.89	132.76	132.02	130.52	126.88	190,000
ยะลา Yala	132.50	132.00	131.50	131.50	122.00	-
บุรีรัมย์ Burirum	-	-	-	-	-	-
หนองคาย Nongkhai	-	-	-	-	-	-

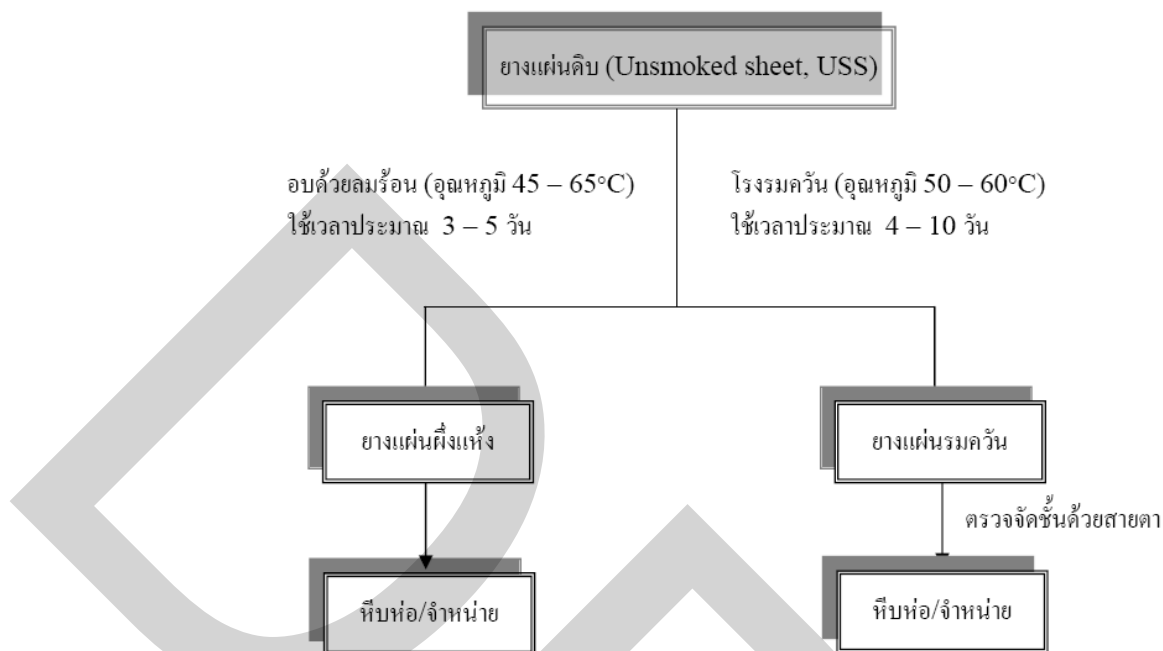
หมายเหตุ ยางแผ่นดิบ ปิดประมูลเวลา 10.30 น. ยางแผ่นรมควัน เวลา 11.00 น.  
ราคาอ้างอิงหลัง ยางแผ่นรมควัน

(b)

ภาพที่ 2.25 ราคาการประมูลและการรับซื้ออย่าง USS และRSS ณ ตลาดกลางราคาขาย

ที่มา: สถาบันวิจัยยาง กรมการเกษตร: เข้าถึง 10 ก.ค. 2554. จาก

[http://www.rubberthai.com/price/price\\_index.htm](http://www.rubberthai.com/price/price_index.htm)



ภาพที่ 2.26 แผนภูมิกรรมวิธีการผลิตแผ่นยางดิบ USS

ที่มา: สถาบันวิจัยยาง กรมการเกษตร, ข้อมูลวิชาการยางพารา 2553 (2553).

จากภาพที่ 2.26 นั้นแผนภูมิกรรมวิธีการผลิตแผ่นยางดิบ USS แสดงกระบวนการขั้นตอนจากยางดิบจนถึงขั้นตอนการการหีบห่อนั้นเกษตรกรยังใช้การสังเกตด้วยตาในการคัดแยกคุณภาพจัดชั้นระดับคุณภาพก่อนการหีบห่อเพื่อรอจำหน่ายซึ่งค่อนข้างจะต้องอาศัยความชำนาญในการคัดแยกเช่นกัน ในการนำยางมาขายเกษตรกรชาวสวนยางพารามักมัดแผ่นยางดิบมาเป็นห่อ ๆ ละประมาณ 10 แผ่น ดังนั้น หากผู้คัดคุณภาพตรวจพบแผ่นยางดิบที่มีคุณภาพไม่ดีหรือคุณภาพต่ำอยู่ในมัดนั้น ก็จะคัดคุณภาพยางมัดนั้นเป็นยางคุณภาพต่ำทันที จึงไม่ควรใส่ยางคุณภาพต่ำมาในห่อแผ่นยางดิบคุณภาพดี ควรแยกไว้ต่างหาก ในการคัดคุณภาพแผ่นยางดิบจะใช้สายตาประสบการณ์ เพื่อให้สามารถใช้วิจารณญาณในการคัดคุณภาพได้ถูกต้องมากที่สุด อาศัยเกณฑ์การประเมินคุณภาพตามมาตรฐานแผ่นยางดิบคุณภาพดีซึ่งได้กล่าวไว้แล้วในขั้นต้นนั้นสำหรับแผ่นยางดิบคุณภาพดีหมายถึงแผ่นยางดิบคุณภาพ 1 แผ่นยางดิบคุณภาพ 2 และ แผ่นยางดิบคุณภาพ 3 เท่านั้น การคัดเกรดของเจ้าหน้าที่หรือผู้ชำนาญการดูตามลักษณะแผ่นยางดิบแบ่งรายละเอียดดังนี้

### ลักษณะแผ่นยางคิบคุณภาพดี

แผ่นยางคิบคุณภาพ 1 มีลักษณะเรียงตามความสำคัญ ดังต่อไปนี้

1. แผ่นยางมีความสะอาดและปราศจากฟองอากาศตลอดแผ่น
2. มีความชื้นในแผ่นยางไม่เกิน 1.5%
3. แผ่นยางมีความยืดหยุ่นดี และมีลายดอกเด่นชัดตลอดแผ่น
4. แผ่นยางบาง มีความหนาของแผ่นยางไม่เกิน 3 มิลลิเมตร
5. เนื้อยางแห้งใส มีสีสวยสม่ำเสมอตลอดแผ่น ลักษณะสีเหลืองทองหรือเหลืองอ่อนไม่มีสีคล้ำหรือรอยดำ

6. แผ่นยางมีน้ำหนักเฉลี่ยต่อแผ่น 0.8-1.2 กก.

7. แผ่นยางเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ขนาดกว้าง 38-46 เซนติเมตร ยาว 80-90 เซนติเมตร



ภาพที่ 2.27 ลักษณะแผ่นยางคิบแผ่นยางคิบคุณภาพ 1 (a) และแผ่นยางคิบคุณภาพ 2 (b)

แผ่นยางคิบคุณภาพ 2 มีลักษณะเรียงตามความสำคัญ ดังต่อไปนี้

1. แผ่นยางมีความสะอาดตลอดแผ่น หรืออาจมีสิ่งสกปรกและฟองอากาศอยู่ในแผ่นยางได้บ้างเล็กน้อย
2. มีความชื้นในแผ่นยางไม่เกิน 2%
3. แผ่นยางมีความยืดหยุ่นดี และมีลายดอกเด่นชัด
4. แผ่นยางบาง มีความหนาของแผ่นยางไม่เกิน 4 มิลลิเมตร
5. เนื้อยางแห้งมีสีสม่ำเสมอตลอดแผ่นลักษณะสีค่อนข้างคล้ำหรืออาจมีรอยดำได้บ้างเล็กน้อย

6. แผ่นยางมีน้ำหนักเฉลี่ยต่อแผ่น 1-1.2 กก.

7. แผ่นยางเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ขนาดกว้าง 38-46 เซนติเมตร ยาว 80-90 เซนติเมตร



แผ่นยางดิบคุณภาพ 3 มีลักษณะเรียงตามความสำคัญ ดังต่อไปนี้

1. แผ่นยางมีความสะอาดหรืออาจมีสิ่งสกปรกและฟองอากาศอยู่ในแผ่นยางได้บ้างเล็กน้อย
2. มีความชื้นในแผ่นยางไม่เกิน 3%
3. แผ่นยางมีความยืดหยุ่นดี และมีลายดอกเด่นชัด
4. แผ่นยางค่อนข้างหนา มีความหนาของแผ่นยางไม่เกิน 4 มิลลิเมตร
5. เนื้อยางแห้งมีสีคล้ำทึบ ไม่โปร่งใสเท่าที่ควร
6. มีน้ำหนักเฉลี่ยต่อแผ่นไม่เกิน 1.5 กก.
7. แผ่นยางเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ขนาดกว้าง 38-46 เซนติเมตร ยาว 80-90 เซนติเมตร



ภาพที่ 2.28 ลักษณะแผ่นยางดิบแผ่นยางดิบคุณภาพ 3

แผ่นยางดิบคุณภาพ 4 มีลักษณะเรียงตามความสำคัญ ดังต่อไปนี้

1. แผ่นยางมีความสะอาดหรืออาจมีสิ่งสกปรกและฟองอากาศอยู่ในแผ่นยางได้บ้าง
2. มีความชื้นในแผ่นยางไม่เกิน 4.5%
3. แผ่นยางมีความยืดหยุ่นดี และมีลายดอกเด่นชัด
4. แผ่นยางหนา มีความหนาของแผ่นยางไม่เกิน 4 มิลลิเมตร
5. เนื้อยางแห้งมีสีคล้ำทึบ ไม่โปร่งใส
6. แผ่นยางมีน้ำหนักเฉลี่ยต่อแผ่นไม่เกิน 1.5 กก.
7. แผ่นยางเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ขนาดกว้าง 38-46 เซนติเมตร ยาว 80-90 เซนติเมตร

ขอสรุปมาตรฐานการคัดเกรดแผ่นยางดิบและเพื่อให้เห็นความแตกต่างของลักษณะของแผ่นยางดิบในแต่ละระดับเกรดซึ่งจะแสดงให้เห็นถึงคุณลักษณะของแผ่นยางดิบในแต่ละระดับเกรดทั้ง 4 ระดับดังในภาพที่ 2.29

ลำดับ	ลักษณะมาตรฐาน	คุณภาพ 1	คุณภาพ 2	คุณภาพ 3	คุณภาพ 4
1	ขนาดแผ่นยาง	เป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า กว้าง 38-46 ซม ยาว .80-90 ซม.			
2	ความหนาของ (มิลลิเมตร)	< 3	≤ 4	≤ 4	≤ 4
3	น้ำหนักเฉลี่ยต่อแผ่น (กรัม)	800-1.200	1.000-1200	≤ 1.500	≤ 1.500
4	ความยืดหยุ่นดี	ลายลอกแผ่นชัดตลอดแผ่น	ลายลอกแผ่นชัด	ลายลอกแผ่นชัด	ลายลอกแผ่นชัด
5	ความสะอาด	ปราศจากฟองอากาศตลอดแผ่น	อาจมีสิ่งตกปรกและฟองอากาศอยู่ในแผ่นยางได้บ้างเล็กน้อย	อาจมีสิ่งตกปรกและฟองอากาศอยู่ในแผ่นยางได้บ้าง	อาจมีสิ่งตกปรกและฟองอากาศอยู่ในแผ่นยางได้บ้าง
6	ความชื้นในแผ่นยาง	< 1.5 %	< 2 %	< 3 %	< 4.5 %
7	สีของยาง	สีเหลืองทอง เหลืองอ่อน สีชมพูเข้มตลอดแผ่นทั่วทั้งใบ	ลักษณะสีค่อนข้างดำ สีชมพูเข้มตลอดแผ่น อาจมีรอยสีน้ำตาลได้บ้างเล็กน้อย	สีคล้ำค่อนข้างเทา ไม่โปร่งใสมากเกินไป	สีทึบไม่โปร่งใสมาก

ภาพที่ 2.29 เปรียบเทียบมาตรฐานการคัดเกรดแผ่นยางดิบทั้ง 4 ระดับ

วิธีการคัดเกรดยางในปัจจุบันนั้นใช้วิธีการสุ่มตรวจโดยใช้ประสาทสัมผัสและสายตาของผู้ประเมินอาจเป็นเจ้าของพื้นที่หรือผู้เชี่ยวชาญซึ่งจะมีการกำหนดเกณฑ์การประเมินคัดเกรดแผ่นยางดิบซึ่งออกโดยกระทรวงเกษตรในการให้ระดับคุณภาพตามลักษณะของสภาพของแผ่นยางดิบซึ่งสรุปหลักเกณฑ์ได้ดังภาพที่ 2.29 การเปรียบเทียบมาตรฐานการคัดเกรดแผ่นยางดิบทั้ง 4 ระดับซึ่งสรุปหลักเกณฑ์มาตรฐานลักษณะของยางแผ่นคุณภาพดีในการคัดคุณภาพแผ่นยางดิบสำหรับขั้นตอนการคัดเกรดนั้นเจ้าหน้าที่จะทำการดึงสุ่มตัวอย่างแผ่นยางดิบจากมัดยางหรือกองยาง 1-2 แผ่นเพื่อใช้เป็นตัวแทนของแผ่นยางดิบมัดนั้นหรือกองนั้น จากนั้นจะเจ้าหน้าที่ประเมินแผ่นยางดิบคุณภาพโดยเปรียบเทียบเกณฑ์แล้วให้ระดับคุณภาพ มูลค่าหรือราคาแผ่นยางดิบนั้นอาจมีการเปลี่ยนแปลงโดยราคาต่อหน่วยน้ำหนักนั้นอาจมีการผันผวนขึ้นอยู่กับกลไกตลาดและความต้องการของภาคอุตสาหกรรม การคัดเกรดยางนั้นมีความสำคัญเนื่องจากเป็นตัวแปรที่สำคัญในการที่จะไปผูกกับปริมาณต่อหน่วยน้ำหนักเป็นกิโกรัมของแต่ละระดับคุณภาพแผ่นยางดิบจึงได้มูลค่าแผ่นยางดิบทั้งหมดที่นำมาขาย

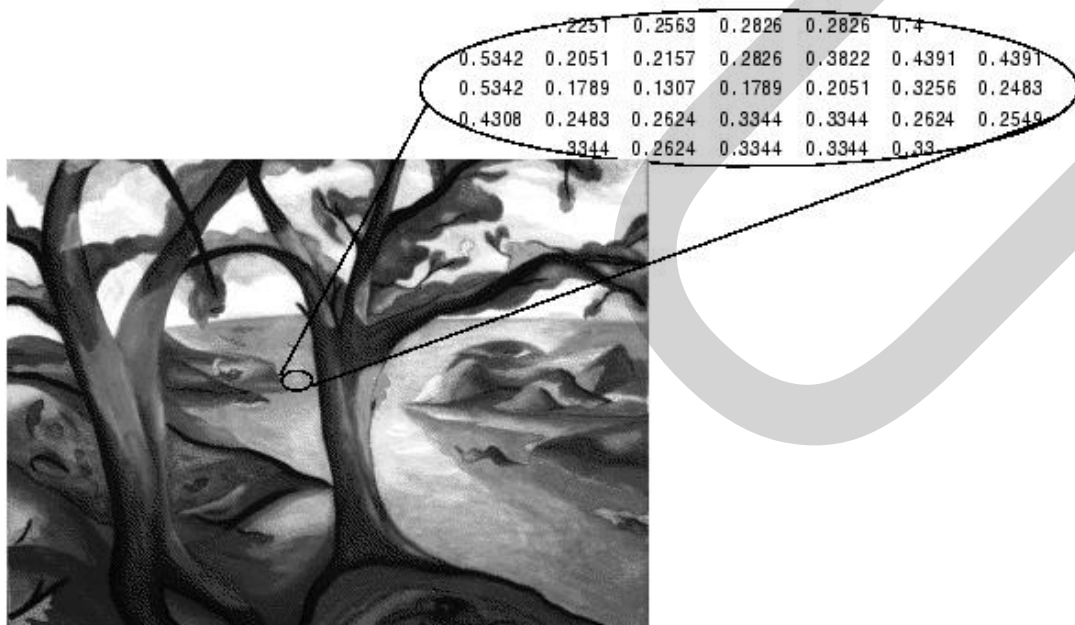
ในหัวข้อนี้ทำให้เห็นภาพรวมและเรื่องราวที่เกี่ยวข้องกับขบวนการแปรรูปของแผ่นคิบ วิธีการปฏิบัตินั้นต้องอาศัยความชำนาญของเกษตรกรอยู่มากทุกขั้นตอนต้องสะอาด ความไม่มาตรฐานของอุปกรณ์และการเจือปนสิ่งแปลกพิเศษไม้นั้นอาจทำให้เกิดผลเสียหายกับขบวนการได้ดังที่ได้อธิบายไปแล้ว การเก็บรักษาขบวนการที่เรียงซ้อนทับกันและต้องหลีกเลี่ยงความชื้น การหีบห่อเพื่อรอจำหน่ายที่ต้องจัดเรียงคัดแยกคุณภาพขบวนการโดยการประสาทสัมผัสและการสังเกตด้วยตาของเกษตรกรเองเป็นคัดแยกเพื่อไม่ให้ขบวนการต่ำปะปนกับขบวนการชั้นดีที่มีคุณภาพสูงซึ่งหากเป็นเช่นนั้นเมื่อถึงขั้นตอนจำหน่ายและต้องผ่านการคัดเกรดขบวนการที่โดยเจ้าหน้าที่หรือผู้เชี่ยวชาญโดยใช้วิธีการสุ่มตรวจโดยใช้ประสาทสัมผัสด้วยสายตาอาจทำให้ผลการประเมินคัดเกรดขบวนการต่ำซึ่งจะทำให้ไม่ได้ราคาอย่างที่ควรจะเป็น การคัดเกรดโดยใช้การสุ่มตรวจนั้นเป็นวิธีการปฏิบัติที่ใช้กันในปัจจุบันเนื่องจากเกษตรกรทำการกรีดยางสดแทบทุกวันจึงมีแผ่นขบวนการออกสู่ตลาดกลางขบวนการค่อนข้างมาก การคัดเกรดขบวนการปริมาณมาก ๆ นั้นแม้จะมีความชำนาญในการสังเกตด้วยตาและประสาทสัมผัสก็อาจเกิดความไม่มาตรฐานในการคัดเกรดเนื่องจากการล้าของสายตาจนทำให้การประเมินไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่เป็นหลักเกณฑ์ในการปฏิบัติ

หลักการปฏิบัติที่มีการต้องอาศัยการสังเกตกับเป็นข้อสังเกตเปรียบเทียบเราสามารถถ่ายภาพหรือภาพสแกนแผ่นขบวนการเป็นตัวแทนของแผ่นขบวนการจริงเพื่อเข้าประมวลผลภาพดิจิทัลและทำให้คอมพิวเตอร์นั้นช่วยสามารถวิเคราะห์ภาพการประมวลผลภาพและสามารถบอกระดับได้จากการหาเอกลักษณ์ของบริเวณที่เรียกว่า “เชื้อราขาวและฟองยาง” ซึ่งมีสีขาว แต่การประเมินปริมาณขบวนการนั้นค่อนข้างซับซ้อนดังที่กล่าวที่ได้อธิบายมาแล้วในตอนต้น แนวทางที่จะช่วยในคัดเกรดขบวนการแผ่นคิบนั้นอาจจะต้องอาศัยเครื่องจักรที่สามารถวิเคราะห์ภาพขบวนการที่ทำงานเช่นเดียวกับการวิเคราะห์ของเจ้าหน้าที่ การที่จะทำให้เครื่องจักรนั้นสามารถทำงานเช่นเดียวกับมนุษย์โดยอาศัยขบวนการขั้นตอนที่เราเรียกว่า “อัลกอริทึม” ซึ่งเป็นส่วนที่ต้องมีสำหรับหน่วยประมวลผลของเครื่องจักรซึ่งอาจหมายถึงคอมพิวเตอร์ประมวลผลและมีหน่วยความจำไม่มากนัก หลักการในเบื้องต้นนั้นหน่วยประมวลผลคือต้องรับข้อมูลเข้าสู่ส่วนประมวลผลซึ่งข้อมูลที่จะกล่าวถึงในงานวิจัยฉบับนี้นั้นหมายถึงข้อมูลภาพแผ่นขบวนการซึ่งอยู่ในรูปแบบดิจิทัลซึ่งเป็นรูปที่หน่วยประมวลผลเข้าใจข้อมูลและสามารถทำการวิเคราะห์ข้อมูลประมวลผลข้อมูลได้ โดยหลักการจะขออธิบายหลักการพื้นฐานเกี่ยวกับภาพดิจิทัล การสร้างภาพดิจิทัลและการประมวลผลภาพรวมถึงการวิเคราะห์ภาพด้วยคอมพิวเตอร์ล้วนแล้วแต่เป็นหลักการที่สำคัญที่จะนำไปสู่การสร้างขบวนการขั้นตอนซึ่งเป็นส่วนที่สำคัญให้หน่วยประมวลผลของเครื่องจักรสามารถวิเคราะห์ภาพได้จะกล่าวในหัวข้อต่อไป

## 2.2 ภาพและการประมวลผลภาพดิจิทัล

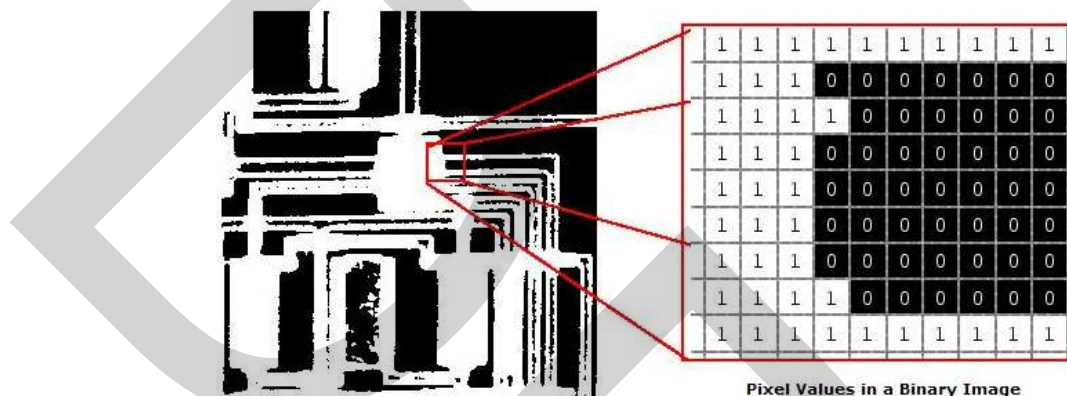
ภาพดิจิทัลหมายถึงฟังก์ชันความเข้มแสงสองมิติ  $f(x,y)$  โดยที่  $x$  และ  $y$  นั้นแทนพิกัดตำแหน่ง และค่าของ  $f$  ที่จุดใดๆ  $(x,y)$  เป็นสัดส่วนกับความสว่างหรือระดับสีเทา(Gray-level) ของภาพที่จุดนั้นๆ ภาพดิจิทัล (Digital Image) คือ ข้อมูลภาพ  $f(x,y)$  ซึ่งถูกทำให้เป็นค่าดีสกรีตทั้งค่าพิกัดและค่าความสว่างของข้อมูลความสว่างด้วยเลขขนาด 8 บิต ซึ่งจะทำการแทนค่าข้อมูลโดยที่ค่าระดับเทาที่ 0 แทนความสว่างน้อยหรือสีดำ ค่าระดับเทาที่ 255 แทนความสว่างมากหรือสีขาว ซึ่งเราเรียกภาพชนิดนี้ว่า “ภาพระดับสีเทา(Gray level Image)” อาจพิจารณาอยู่ในรูปแบบของเมทริกซ์ข้อมูลภาพตามประเภทของภาพซึ่งของลักษณะภาพและข้อมูลของภาพในการจัดเก็บจะแตกต่างกันไปตามข้อมูลภาพนั่นเองดังตัวอย่างดังในภาพที่ 2.30, ภาพที่ 2.31, ภาพที่ 2.32 และภาพที่ 2.33 (Rafael C. Gonzalez, Richard E. Woods, and Steven L. Eddins. (2004). Digital Image Processing Using MATLAB.)

ภาพระดับเทา (Gray-Scale image) คือภาพที่แสดงและแทนค่าสีของพิกเซลภาพแบบช่วงของค่าสีอยู่ ระหว่าง 0 – 255 ซึ่งแทนค่าสีดำเท่ากับ 0 จัดว่ามีระดับความเข้มแสงน้อยที่สุดและค่าสีขาวเท่ากับ 255 ที่มีระดับความเข้มแสงมากจะสว่างมาก สำหรับค่าสีในแต่ละพิกเซลนั้นเป็นไปตามความเข้มแสงดังในภาพที่ 2.30



ภาพที่ 2.30 ภาพระดับเทา (Gray-Scale image)

ภาพขาว-ดำ (Binary image) คือภาพที่มีลักษณะภาพแบบสองระดับซึ่งจะมีเพียงพิกเซลที่เป็นสีขาวและสีดำเท่านั้น ซึ่งข้อมูลภาพจะจัดเก็บข้อมูลของแต่ละพิกเซลอาจกำหนดให้มีค่าพิกเซลสีดำให้มีค่าข้อมูลเท่ากับ 0 ซึ่งหมายถึงจุดภาพสีขาวและกำหนดให้มีค่าพิกเซลสีขาวให้มีค่าเท่ากับ 1 หมายถึงจุดภาพสีขาวดังแสดงในภาพที่ 2.31 ด้านล่าง



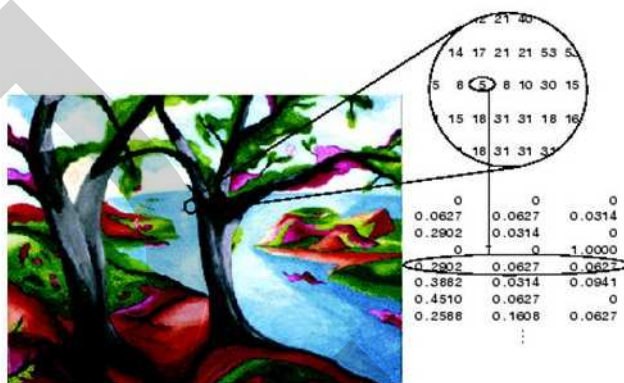
ภาพที่ 2.31 ภาพขาว-ดำ (Binary image)

ภาพสี (Color image) คือภาพที่แสดงค่าสีของพิกเซลภาพด้วยค่าสีแบบ RGB ซึ่งแต่ละพิกเซลนั้นจะประกอบไปด้วยองค์ประกอบภาพทั้ง 3 สีประกอบด้วย สีแดง(Red) สีเขียว(Green) สีน้ำเงิน(Blue) ซึ่งแต่ละพิกเซลจะเก็บค่าความเข้มของแต่ละแถบแสงที่ซ้อนกันดังในภาพที่ 2.33



ภาพที่ 2.32 ภาพสี (Color image)

ภาพแบบอินเดก (Index image) คือภาพที่แสดงค่าพิกเซลที่ถูกจัดการทำค่าดัชนีตามตารางสีที่ถูกกำหนดใหม่ซึ่งค่าสีในข้อมูลเมทริกซ์ภาพนั้นจะเก็บเป็นค่าจำนวนเต็มดังในภาพที่ 2.33



ภาพที่ 2.33 ภาพแบบอินเดก (Index image)

รูปแบบของไฟล์ภาพ (Image File Format) การจัดเก็บข้อมูลรูปภาพในคอมพิวเตอร์นั้น จะทำการเข้ารหัสตามมาตรฐานการจัดเก็บข้อมูลที่ถูกออกแบบมาซึ่งแต่ละรูปแบบมีข้อดีและข้อเสียที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับนำไปใช้งาน โดยแต่ละรูปแบบนั้นสามารถดูได้จากนามสกุลของไฟล์ข้อมูลภาพเช่น GIF, JPEG, TIFF, RAW, PNG, BMP และ PCX เป็นต้น

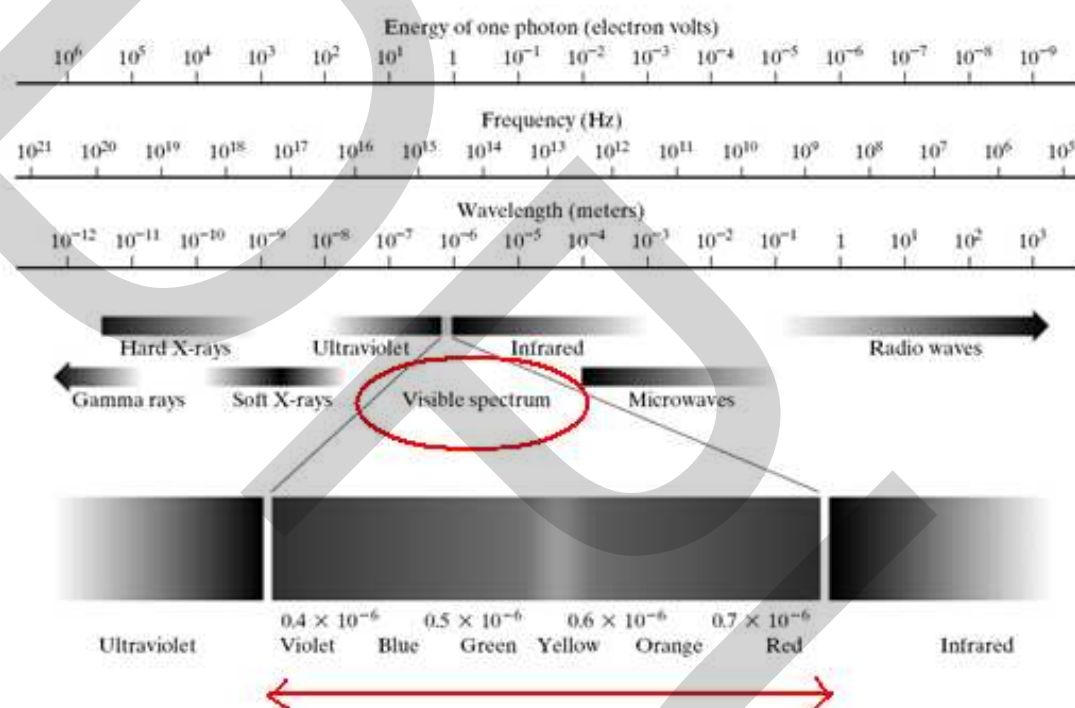
ขนาดของไฟล์ภาพ (Image File Size) ขึ้นอยู่กับขนาดของภาพและจำนวนบิตที่ใช้ในการแสดงค่าสี ซึ่งทั้งสองส่วนนี้เป็นปัจจัยหลักที่จะทำให้ขนาดของไฟล์มีขนาดใหญ่หรือเล็กซึ่งหมายถึงพื้นที่ที่ต้องใช้ในการจัดเก็บข้อมูลมากหรือน้อยด้วยยกตัวอย่าง

ตารางที่ 2.5 การคำนวณขนาดของไฟล์ภาพ

ลักษณะภาพ	ขนาดภาพ	ความละเอียด (bits)	จำนวนแถบสี	ขนาดไฟล์ภาพ(Bytes)
ภาพขาวดำ	1024 x 1024	1	1	131,072
ภาพระดับเทา	1024 x 1024	8	1	1048,576
ภาพสี	1024 x 1024	8	3	3145,728

ตาของมนุษย์ สามารถรับรู้ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า อยู่ในช่วงแคบ ๆ คือ ช่วงระหว่าง 780 - 380 นาโนเมตร (nm.) ซึ่งช่วงนี้เรียกว่า ช่วงคลื่นที่มองเห็น ได้ (Visible Spectrum / Visible Light) หรือเรียกสั้น ๆ ว่า “แสง (Light) ” ย่านความถี่แสงที่สามารถมองเห็น (Visible spectrum) ซึ่งเป็น

ย่านความถี่ที่ประสาทตาสามารถรับสัญญาณภาพได้ มีความถี่ของสัญญาณอยู่ในช่วงความถี่ 0.4 - 0.7 MHz ซึ่งอยู่ระหว่างย่านความถี่เหนือม่วง Ultraviolet และย่านความถี่แสงอินฟราเรด Infrared แสงที่มองเห็น เป็นสีต่าง ๆ นี้ เกิดจากความยาวคลื่น และความถี่ที่ต่างกัน โดยความยาวคลื่น (Wavelength) เป็นตัวกำหนด สี (Hue) และ Amplitude เป็นตัวกำหนด ความสว่างของสี (Brightness) ความยาวคลื่น ของสีที่มองเห็นมีดังในภาพที่ 2.34

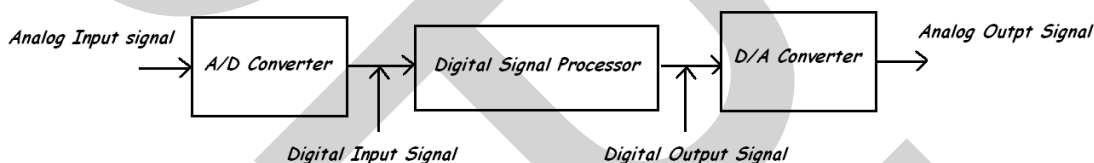


ภาพที่ 2.34 ย่านความถี่แสงที่สามารถมองเห็น Visible spectrum

สำหรับย่านความถี่แสงที่สามารถมองเห็น Visible spectrum ซึ่งเป็นแสงสีต่างๆที่เรามองเห็นนั้นมีช่วงความถี่และความยาวคลื่นเป็นดังที่ได้แสดงในตารางที่ 2.6

ตารางที่ 2.6 ย่านความถี่แสงที่สามารถมองเห็น Visible spectrum

Color	Frequency	Wavelength
แสงสีม่วง (violet)	668–789 THz	380–450 nm
แสงสีน้ำเงิน (blue)	631–668 THz	450–475 nm
แสงสีฟ้า (Cyan)	606–630 THz	476–495 nm
แสงสีเขียว (green)	526–606 THz	495–570 nm
แสงสีเหลือง (yellow)	508–526 THz	570–590 nm
แสงสีส้ม (orange)	484–508 THz	590–620 nm
แสงสีแดง (red)	400–484 THz	620–750 nm



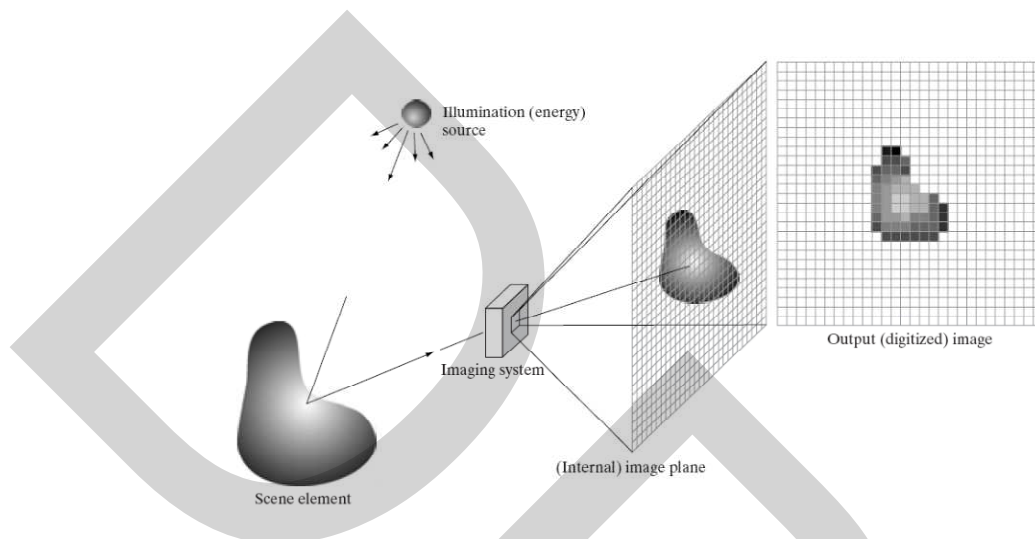
ภาพที่ 2.35 ระบบประมวลผลสัญญาณและกระบวนการแปลงสัญญาณ

ก่อนที่จะมาได้มาซึ่งข้อมูลภาพแบบดิจิทัลหรือที่เรียกว่า “ภาพดิจิทัล” ที่ทำให้คอมพิวเตอร์สามารถอ่านข้อมูลและแปลข้อมูลนั้นออกมาเป็นภาพซึ่งถูกแสดงผลทางจอคอมพิวเตอร์ (Monitor) หรืออุปกรณ์แสดงผลสัญญาณภาพดิจิทัลได้นั้นต้องมีอุปกรณ์รับสัญญาณภาพที่เรียกว่า “เซ็นเซอร์” ซึ่งทำหน้าที่รับพลังงานแสงและเปลี่ยนเป็นสัญญาณทางไฟฟ้าและต้องแปลงสัญญาณดังกล่าวอาจเรียกว่า “อนาล็อก” เป็นสัญญาณทางดิจิทัล (Analog to digital, A/D) นั้น การเชื่อมโยงฟังก์ชันต่อเนื่องไปยังฟังก์ชันไม่ต่อเนื่อง Discrete Sampling เป็นการสุ่มสัญญาณที่มี

ลักษณะของสัญญาณที่ต่อเนื่องแบบ Sine เป็นฟังก์ชันต่อเนื่อง อยู่ในภาพที่เรียกว่า Continuous การเชื่อมโยงตัวแปรต่อเนื่องไปยังตัวแปรที่ไม่ต่อเนื่อง เรียกว่า Quantization กระบวนการซึ่งที่เป็นข้อมูลสัญญาณทางดิจิทัล (Digital signal) ซึ่งเป็นสัญญาณข้อมูลภาพนั้นที่ทำให้คอมพิวเตอร์สามารถเข้าใจเป็นแปลงข้อมูลดังกล่าวมาเป็นภาพสัญญาณที่คอมพิวเตอร์แปลข้อมูลมาเป็นภาพดิจิทัลได้ ข้อมูลสัญญาณอยู่ Discrete เรียกว่า สัญญาณไม่ต่อเนื่อง กระบวนการสร้างภาพ

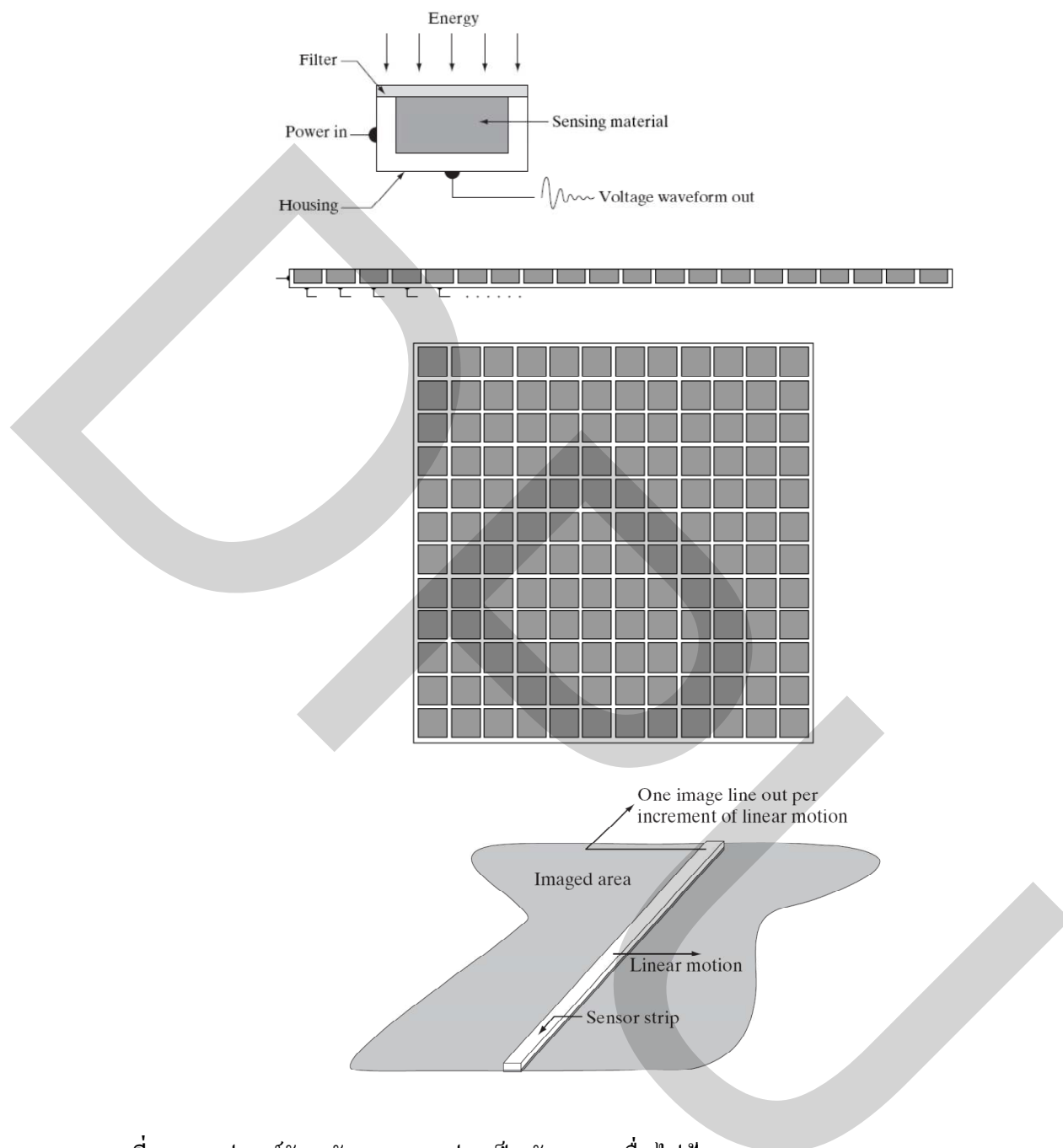


รับและแบบจำลองภาพนั้นการได้มาของภาพ (Image Acquisition) การสุ่มภาพ (Image Sampling)  
การจัดระดับค่าของแสง (Image Quantization)



ภาพที่ 2.36 ระบบรับและการสร้างภาพ

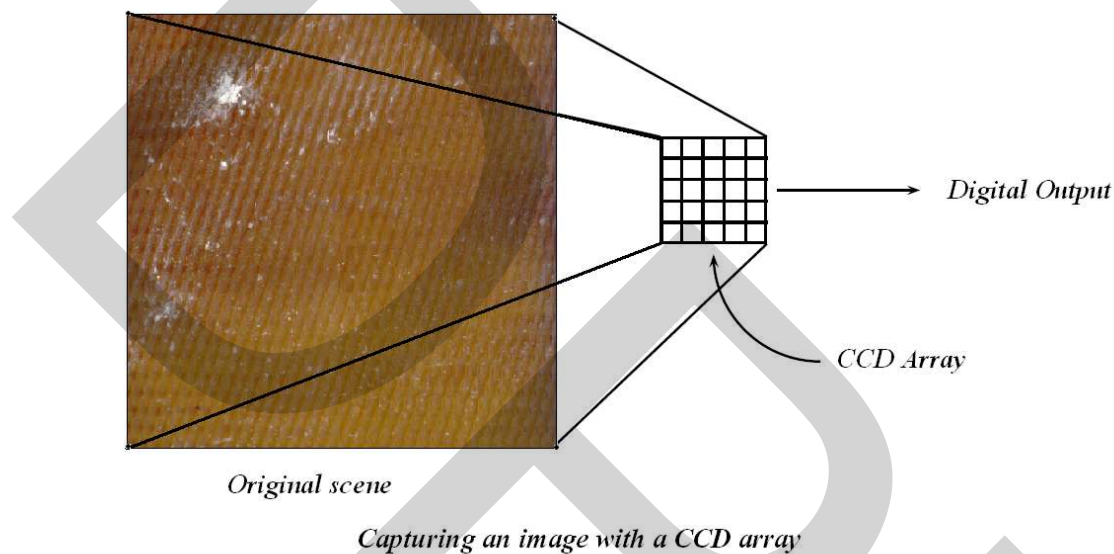
การรับภาพโดยใช้ Array sensor อาจจะเป็น CCD การรับข้อมูลภาพ (Image acquisition) ซึ่งประกอบด้วยอุปกรณ์ที่ไวต่อสเปกตรัมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ระดับพลังงานคลื่นถูกจัดให้สัดส่วนเป็นสัญญาณไฟฟ้าและสัญญาณไฟฟ้าให้อยู่ในรูปของข้อมูลภาพแบบดิจิทัลซึ่งสามารถนำเข้าเครื่องคอมพิวเตอร์ประมวลผลเป็นสัญญาณดิจิทัล ตามภาพที่ 2.36 อุปกรณ์รับพลังงาน Energy ซึ่งพลังงานที่ว่านี้คือพลังงานแสงในย่านความถี่ที่สามารถมองเห็นและเปลี่ยนพลังงานให้อยู่ในรูปแบบคลื่นแรงดันทางไฟฟ้า Voltage waveform ดังแสดงในภาพที่ 2.37



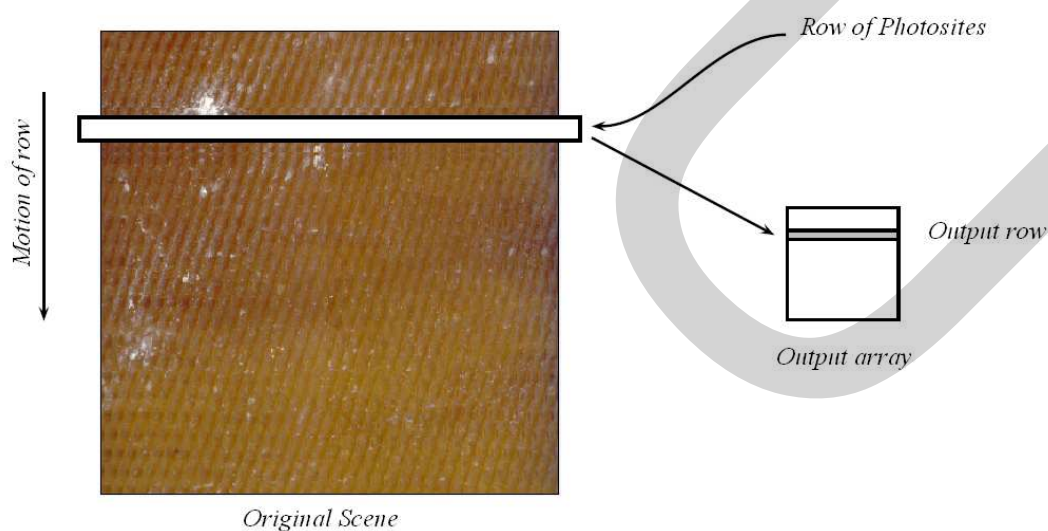
ภาพที่ 2.37 อุปกรณ์รับพลังงานแสงแปลงเป็นสัญญาณคลื่น ไฟฟ้า

อุปกรณ์ในภาพที่ 2.37 นั้นเป็นลักษณะของอุปกรณ์รับพลังงานแสงแปลงเป็นสัญญาณคลื่น ไฟฟ้าที่เรียกว่า “Sensor” ซึ่งอุปกรณ์รับพลังงานแสงที่ได้แสดงในภาพนั้นมี 3 ลักษณะเป็นภาพเรียงลงมาตามลำดับคือเป็นแบบเดี่ยว (Single image sensor) แบบเป็นเส้นเดี่ยว (Line sensor) และแบบ Array sensor

สำหรับสแกนเนอร์นั้นการทำงานของตัวตรวจรู้ที่รับพลังงานแสงแปลงเป็นสัญญาณคลื่นไฟฟ้าเดียวกันกับกล้องถ่ายภาพ เพียงแต่ตัวตรวจรู้มีลักษณะการจัดเรียงกันเป็นแผงเส้นตรง และเคลื่อนที่กวาดสแกนเนอร์พื้นที่ที่ต้องเก็บภาพอาจจะจัดเก็บข้อมูลจากนั้นจึงแปลงสัญญาณคลื่น ไฟฟ้านั้นเป็นสัญญาณข้อมูลภาพซึ่งการทำงานนั้นแสดงดังในภาพที่ 2.38 และ 2.39



ภาพที่ 2.38 อุปกรณ์รับพลังงานแสงแปลงเป็นสัญญาณคลื่น ไฟฟ้าแบบ Array



ภาพที่ 2.39 อุปกรณ์รับพลังงานแสงแปลงเป็นสัญญาณคลื่น ไฟฟ้าแบบ Flat

### 2.2.1 รูปแบบข้อมูลภาพ

ฟังก์ชันของข้อมูลภาพจะหมายถึงฟังก์ชันค่าความสว่างในสองมิติซึ่งอธิบายโดยค่า  $f(x,y)$  เมื่อค่าหรือค่าแอมพลิจูด  $f$  ที่โคออดิเนต  $(x,y)$  จะเป็นค่าความเข้มขึ้นหรือค่าความสว่างของภาพที่ตำแหน่งนั้น โดย  $f(x,y)$  เป็นรูปแบบของพลังงานที่มีค่ามากกว่าศูนย์แต่เกินอินฟินิตี้ ดังสมการที่ 2.1

$$0 < f(x,y) < \infty \quad \text{สมการที่ 2.1}$$

ภาพที่ปรากฏแก่สายตามนุษย์นั้นจะเกิดมาจากการสะท้อนของแสงจากวัตถุ โดยธรรมชาติของฟังก์ชัน  $f(x,y)$  จะเป็นลักษณะที่ประกอบด้วยสององค์ประกอบคือ (1) จำนวนแหล่งกำเนิดแสงที่ตกกระทบบนฉากจนเกิดเป็นรูปภาพขึ้น (2) ปริมาณแสงที่สะท้อนโดยวัตถุในฉากซึ่งสามารถอธิบายโดยองค์ประกอบให้แสงสว่าง (Lumintion Component) และการสะท้อนแสง (Reflecltance Component) แทนด้วย  $i(x,y)$  และ  $r(x,y)$  ตามลำดับซึ่งฟังก์ชัน  $i(x,y)$  และ  $r(x,y)$  ร่วมกันสร้างค่า  $f(x,y)$  ดังสมการที่ 2.2 สมการที่ 2.3 และสมการที่ 2.4 ตามลำดับ

$$f(x,y) = i(x,y)r(x,y) \quad \text{สมการที่ 2.2}$$

เมื่อ

$$0 < i(x,y) < \infty \quad \text{สมการที่ 2.3}$$

และ

$$0 < r(x,y) < 1 \quad \text{สมการที่ 2.4}$$

สมการที่ 2.4 แสดงได้ว่าค่าการสะท้อนแสงจะอยู่ในย่าน 0 คือเป็นการเกิดการดูดกลืนแสงหมด (Total Absorptiion) ถึงค่า 1 คือ เกิดการสะท้อนแสงหมด (Total reflectance) ธรรมชาติของ  $i(x,y)$  จะถูกพิจารณาโดยแหล่งกำเนิดแสงและ  $r(x,y)$  จะถูกพิจารณาโดยลักษณะของวัตถุที่จะสะท้อน

ค่าความสว่างของภาพโมนอภาพ ที่โคออดิเนท  $f(x,y)$  ก็คือระดับสีเทา (I)ของภาพที่จุดนั้น จากสมการ (3.2) ถึง (3.4) จะให้ค่า  $I$  จะอยู่ในย่านดังสมการ

$$L_{min} < i < L_{max}$$

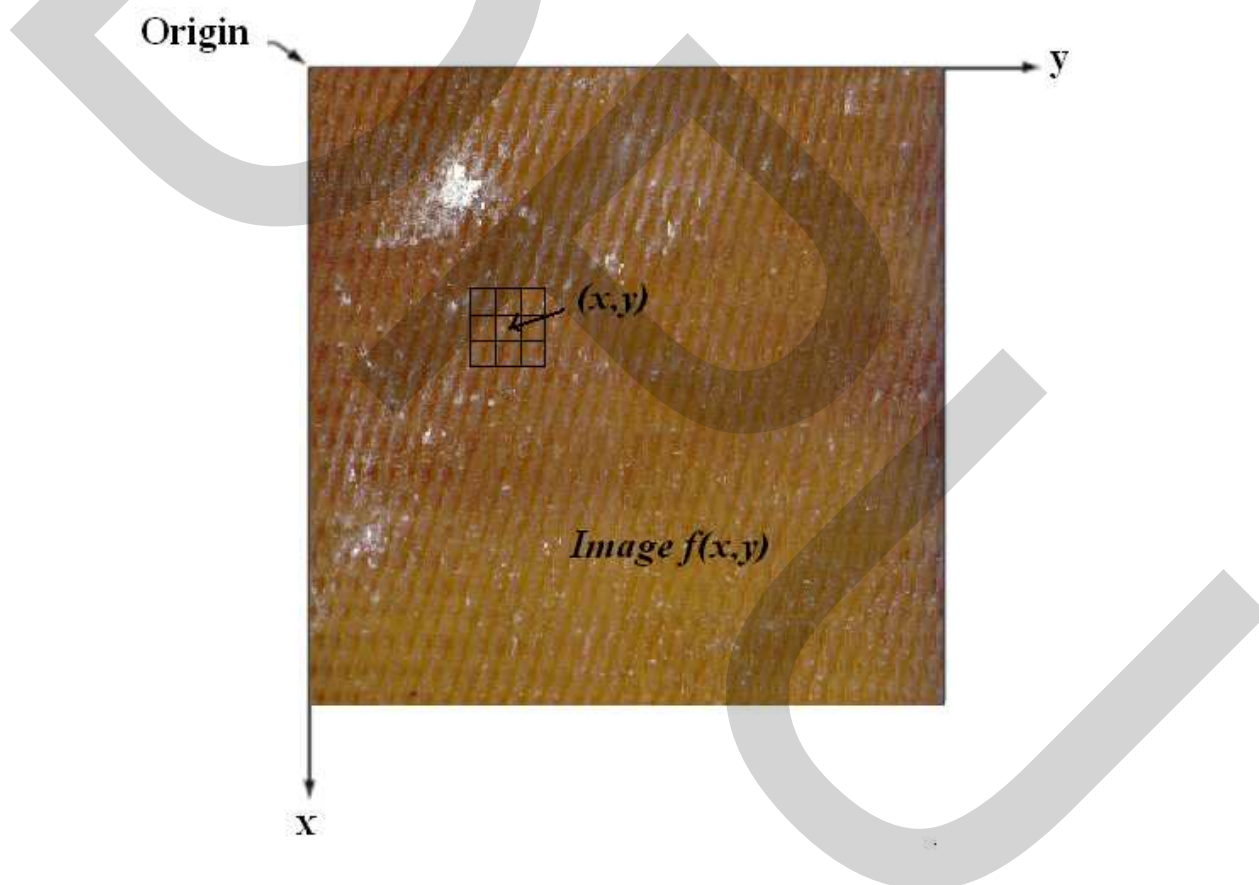
สมการที่ 2.5

ตามทฤษฎี แล้วต้องการค่า  $L_{min}$  ที่เป็นค่าบวก และค่า  $L_{max}$  จะต้องจำกัด ในทางปฏิบัติ โดยภาพที่ นำมาประยุกต์ใช้งานจะมีค่า  $L_{min} = 0.005$  และค่า  $L_{max} = 100$  ค่าระหว่าง  $[L_{min}, L_{max}]$  จะเป็นค่าระดับสีเทาซึ่งส่วนใหญ่จะมีการเลื่อนไปใช้ระหว่าง  $[0, L-1]$  เมื่อค่า  $L=0$  จะเป็นค่าระดับสีดำและค่า  $L=L-1$  เป็นค่าระดับสีขาว ค่าระหว่าง  $[0, L-1]$  จะเป็นค่า ระดับสีเทาที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่องจากระดับสีดำไปยังสีขาว ซึ่งรูปภาพโมนอโครมโดยทั่วไปมักจะแสดง ข้อมูล 8 บิตต่อจุดภาพ ซึ่งประกอบด้วยระดับสีเทา 256 ระดับ  $L$  หรือค่า ระดับสีเทาจะแปรจากระดับ 0 ถึง 255 จากความเหมาะสมกับกรรมวิธีทางคอมพิวเตอร์ ฟังก์ชันรูปภาพ  $f(x, y)$  จะ ต้องการดิจิทัลไนน์ทั้งทางสเปเชียลและทางแอนพลิจูดการดิจิทัลไนน์ทางโคออดิเนททางสเปเชียล  $(x,y)$  เรียกว่า การแซมปีงภาพ (Image sampling) และการดิจิทัลไนน์ทางแอนพลิจูดเรียกว่าการควอนไตน์ระดับสีเทา (Gray-level Quantization)

ภาพดิจิทัล (Digital Image) คือ  $f(x,y)$  ซึ่งถูกทำให้เป็นค่าดิจิทัลทั้งค่าพิกัดและค่าความสว่างของข้อมูลความสว่างด้วยเลขขนาด 8 บิต ซึ่งจะทำการแทนค่าข้อมูลโดยที่ค่าระดับเทาที่ 0 แทนความสว่างน้อยหรือสีดำ ค่าระดับเทาที่ 255 แทนความสว่างมากหรือสีขาว ซึ่งเราเรียกรูปภาพชนิดนี้ว่าภาพระดับเทา (Gray level Image) ภาพระดับขาวเทา  $M \times N$  อาจจะถูกพิจารณาในรูปแบบของเมทริกซ์ขนาด  $M \times N$  ซึ่งค่าอินเด็กซ์ของเมทริกซ์ ระบุจุดในภาพและค่าของเมทริกซ์ที่ตำแหน่งดังกล่าวแทนค่าระดับเทาที่จุดนั้น เราเรียกหน่วยเล็กที่สุดของภาพดิจิทัลว่าพิกเซล

การแสดงภาพดิจิทัลและการแทนภาพดิจิทัลมักถูกแทนด้วยฟังก์ชันสองมิติอยู่ในรูป  $f(x,y)$  โดยแกน  $f(x,y)$  จะเป็นตำแหน่งแทนบอกพิกัดทางสเปเชียลในการ์ดิเชียล ส่วนค่าฟังก์ชันจะเป็นระดับของความสว่าง ณ จุดภาพดังกล่าว ซึ่งบางครั้งจะเรียกว่าค่าระดับสีเทา (Brightness or Grey level) ในแต่ละภาพจะมีจำนวนระดับสีเทาก็ระดับก็ขึ้นอยู่กับจำนวนบิตที่นำมาเข้ารหัสว่ามีจำนวนกี่บิต (bit) ในบางครั้ง ถ้ากำหนดฟังก์ชันหรือค่าระดับสีเทาอยู่ในแกน  $Z$  ก็จะสามารถพล็อตข้อมูลดิจิทัลเป็นข้อมูล 3 มิติได้ แต่การมองภาพเป็นการมองภาพแนวตั้งฉาก ดังนั้นค่าความสูงของระดับสีเทาในแกน  $Z$  จึงถูกปรับเปลี่ยนให้เป็นขาวดำของจุดภาพในรูปแบบสองมิติแทนดังรูปสองมิติดังแสดงในภาพที่ 3.1 ถ้าหากจุดภาพที่อยู่ชิดติดกันมีความแตกต่างของ

ระดับสีเทาสูงก็จะเกิดเป็นขอบของวัตถุในภาพขึ้น การเปลี่ยนแปลงค่าระดับสีเทาของจุดภาพต่างๆ นี้เองจะทำให้ผู้มองสามารถแยกแยะรายละเอียดของภาพหรือจำแนก(Classify)วัตถุต่างๆ ในภาพได้ เนื่องจากตำแหน่งโคออดิเนต  $(x,y)$  จะเป็นเลขจำนวนเต็ม (Integer) ดังนั้นแต่ละตำแหน่งโคออดิเนตจึงเป็นจุดภาพที่เรียกกันว่าพิกเซล (Pixel หรือ Picture Element) โดยขนาดของภาพขึ้นอยู่กับค่า  $x$  และค่า  $y$  ที่แตกต่างกันไป ดังตัวอย่างที่ 3.1 เป็นภาพขนาด  $512 \times 512$  จุดภาพและค่าความสว่างของแต่ละจุดภาพจะถูกเข้ารหัสไว้ 8 บิต จะได้ความแตกต่างของความสว่างหรือระดับสีเทาเป็น 256 ระดับและจุดมุมบนซ้ายของภาพจะเป็นออริจินอล ซึ่งเป็นตำแหน่งเริ่มต้นของภาพคือ  $(0,0)$



ภาพที่ 2.40 ฟังก์ชัน  $f(x,y)$  ของภาพต้นฉบับ

### 2.2.2 การแสดงภาพดิจิทัล

ภาพดิจิทัลเป็นการแสดงผลภาพในลักษณะสองมิติในหน่วยที่เรียกว่า “พิกเซลหรือจุดภาพ” ภาพดิจิทัลสามารถนิยามเป็นฟังก์ชันสองมิติ  $f(x,y)$  โดยที่  $x$  และ  $y$  เป็นบอกพิกัดตำแหน่งของภาพ ถ้ากำหนดให้ภาพ  $f(x,y)$  มีขนาด  $M$  แถว และ  $N$  คอลัมน์ และส่วนขนาดหรือแอมพลิจูดของ  $f$  ที่พิกัด  $(x,y)$  ใดๆ ภายในภาพคือค่าความเข้มแสงของภาพ (Intensity) หรือความสว่าง (Brightness) ที่ตำแหน่งนั้นๆ เมื่อ  $(x,y)$  และแอมพลิจูดของ  $f$  เป็นค่าจำกัด (Finite value) จึงเรียกรูปภาพนี้ว่าเป็นภาพดิจิทัล (Digital Image) และพิกัดตำแหน่งของจุดกำเนิด (Origin) ของภาพคือที่ตำแหน่ง  $(x,y) = (0,0)$  แล้ว จะสามารถเขียนสมการให้อยู่ในรูปดังสมการที่

$$f(x,y) = \begin{bmatrix} f(0,0) & f(0,1) & \dots & f(0,N-1) \\ f(1,0) & f(1,1) & \dots & f(1,N-1) \\ f(2,0) & f(2,1) & \dots & f(2,N-1) \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ f(M-1,0) & f(M-1,1) & \dots & f(M-1,N-1) \end{bmatrix} \quad \text{สมการที่ 2.6}$$

ภาพดิจิทัลสามารถนิยามเป็นฟังก์ชันสองมิติ  $f(x,y)$  นั้นสามารถแทนด้วยเมทริกซ์ขนาด  $M \times N$  โดยที่สมาชิกของเมทริกซ์  $f(M,N)$  ซึ่งสมาชิกตำแหน่งแถวที่  $M$  และคอลัมน์ที่  $N$  สามารถเขียนแทนดังในสมการเมทริกซ์ที่

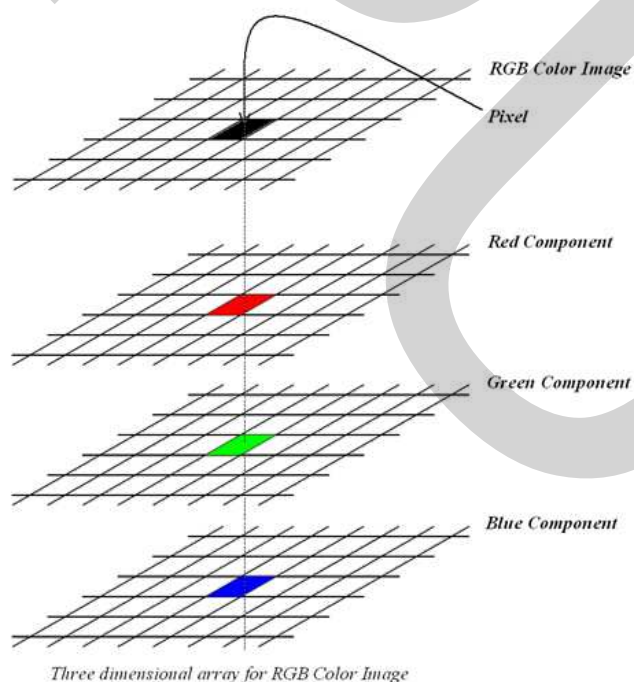
$$f = \begin{bmatrix} f(1,1) & f(1,2) & \dots & f(1,N) \\ f(2,1) & f(2,2) & \dots & f(2,N) \\ f(3,1) & f(3,2) & \dots & f(3,N) \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ f(M,1) & f(M,2) & \dots & f(M,N) \end{bmatrix} \quad \text{สมการที่ 2.7}$$

ในกรณีที่เป็นภาพขาวดำ  $f(M,N)$  ค่าระดับสีเทา (Gray-level) และในกรณีที่เป็นภาพสีนั้นภาพจะถูกแทนด้วย 3 เมทริกซ์คือ เมทริกซ์  $R(M,N)$  เมทริกซ์  $G(M,N)$  และเมทริกซ์  $B(M,N)$  ในการแทนค่าสีของภาพสีเอาท์พุทจะเกิดได้จากการผสมค่าสีขององค์ประกอบภาพสีที่ประกอบไปด้วยค่าสีแดง (Red,R) ค่าสีเขียว (Green,G) และค่าสีน้ำเงิน (Blue,B) ยกตัวอย่างเช่น หากพิกเซลที่ตำแหน่ง  $(1,1)$  นั้นมีสีแดงจะแทนค่าเมทริกซ์ถูกแทนด้วยเมทริกซ์  $R(1,1) = 1$  เมทริกซ์  $G(1,1) = 0$  และเมทริกซ์  $B(1,1) = 0$

$$R = \begin{bmatrix} R(1,1) & R(1,2) & \dots & R(1,N) \\ R(2,1) & R(2,2) & \dots & R(2,N) \\ R(3,1) & R(3,2) & \dots & R(3,N) \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ R(M,1) & R(M,2) & \dots & R(M,N) \end{bmatrix} \quad \text{สมการที่ 2.8}$$

$$G = \begin{bmatrix} G(1,1) & G(1,2) & \dots & G(1,N) \\ G(2,1) & G(2,2) & \dots & G(2,N) \\ G(3,1) & G(3,2) & \dots & G(3,N) \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ G(M,1) & G(M,2) & \dots & G(M,N) \end{bmatrix} \quad \text{สมการที่ 2.9}$$

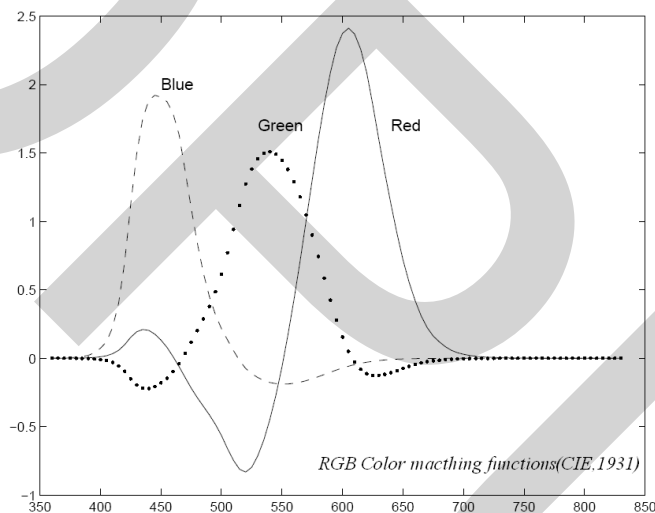
$$B = \begin{bmatrix} B(1,1) & B(1,2) & \dots & B(1,N) \\ B(2,1) & B(2,2) & \dots & B(2,N) \\ B(3,1) & B(3,2) & \dots & B(3,N) \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ B(M,1) & B(M,2) & \dots & B(M,N) \end{bmatrix} \quad \text{สมการที่ 2.10}$$



ภาพที่ 2.41 องค์ประกอบภาพสีแบบ RGB และจุดภาพ (Pixel)



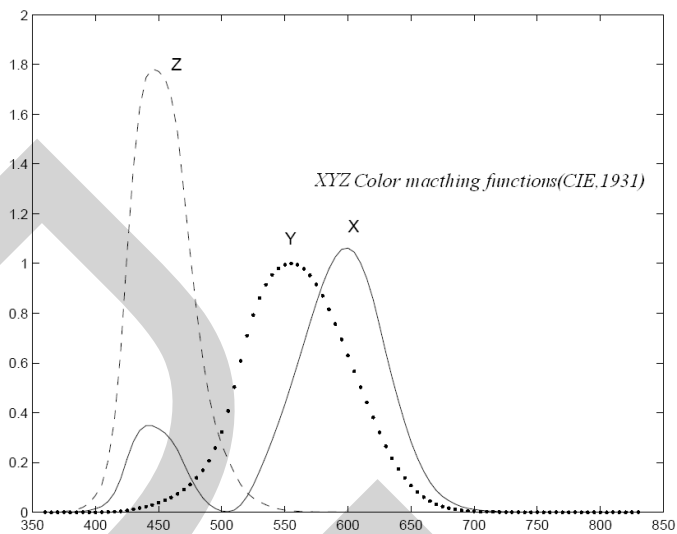
องค์ประกอบภาพสีแบบ RGB และจุดภาพ (Pixel) ในภาพที่ 2.41 นั้นทำให้เข้าใจลักษณะของจุดภาพภาพซึ่งมีองค์ประกอบภาพสีที่มีสีทั้ง 3 องค์ประกอบมาผสมกันเป็นจุดภาพที่มีทั้งสีแดง สีเขียวและสีน้ำเงิน เป็นองค์ประกอบหลัก ขออธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับการมองเห็นเป็นสีนั้นเกิดจากแสงที่เรามองเห็นนั้นเกี่ยวข้องกับเรื่องของพลังงานคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่ได้ถูกกำหนดคดขององค์กรที่รับผิดชอบมาตรฐานของสีโดยเฉพาะนั้นคือองค์กร CIE (Commission Internationale d'Eclairage) ซึ่งได้กำหนดค่าของความยาวคลื่น (Wavelength) ของสีแดง สีเขียวและสีน้ำเงินโดยได้กำหนดในปี ค.ศ.1931 ซึ่งแสดงในภาพที่ 2.42 ฟังก์ชันการจับคู่สี RGB ซึ่งเป็นค่าความเข้มระดับเทา รูปกราฟนั้นมีที่เป็นค่าลบและค่าบวก จึงปรับกราฟใหม่เป็นฟังก์ชันการจับคู่สี RGB ในมิติ XYZ เพื่อให้ค่าที่นำไปวาดกราฟนั้นมีแต่ค่าบวกตามภาพที่ 2.43



ภาพที่ 2.42 ฟังก์ชันการจับคู่สี RGB

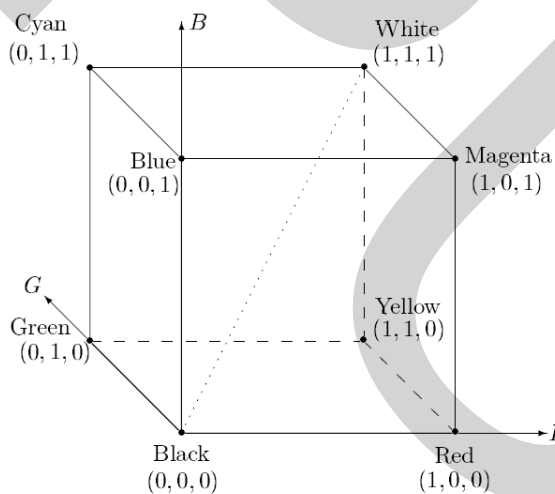
$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.431 & 0.322 & 0.178 \\ 0.222 & 0.707 & 0.071 \\ 0.020 & 0.130 & 0.939 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} \quad \text{สมการที่ 2.11}$$

$$\begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 3.063 & -1.393 & -0.476 \\ -0.969 & 1.876 & 0.042 \\ 0.068 & -0.229 & 1.069 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} \quad \text{สมการที่ 2.12}$$



ภาพที่ 2.43 ฟังก์ชันการจับคู่สี RGB ในมิติ XYZ

*The color cube for the RGB Color Model*



ภาพที่ 2.44 แบบจำลองสีแบบ RGB

แบบจำลองสีแบบ RGB สามารถสรุปสัญลักษณ์โดยเป็นรูปแบบโดยทั่วไปสำหรับสี  
มาตรฐานแบบ RGB สรุปได้ดังตารางที่ 2.7

ตารางที่ 2.7 สัญลักษณ์สำหรับสีมาตรฐานแบบ RGB

Long Name	Short Name	RGB Values
Black	K	[0,0,0]
Blue	B	[0,0,1]
Green	G	[0,1,0]
Cyan	C	[0,1,1]
Red	R	[1,0,0]
Magenta	M	[1,0,1]
Yellow	Y	[1,1,0]
White	W	[1,1,1]

ความสว่างของภาพ (Image Brightness) นั้นเกิดจากค่าเฉลี่ยของระดับเทาแต่ละพิกเซลในภาพทั้งหมดเราสามารถคำนวณได้จากสมการที่ 2.13

$$\text{Brightness}(B) = \frac{1}{NM} \sum_{y=0}^{M-1} \sum_{x=0}^{N-1} f(x,y) \quad \text{สมการที่ 2.13}$$



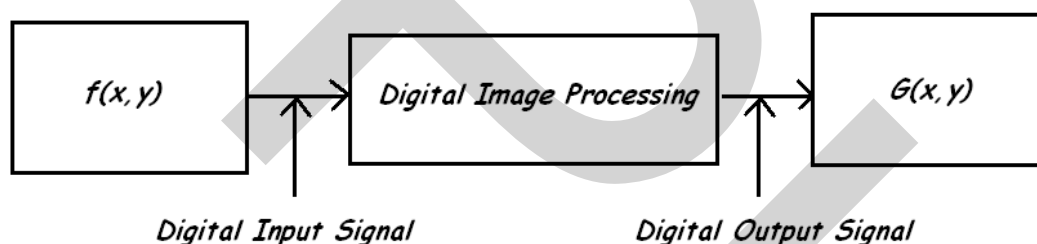
ภาพที่ 2.45 ภาพล้อรถและภาพป่า (ภาพทางด้านซ้ายมือสว่างน้อย)

ความแตกต่างระหว่างความสว่างและความมืดของภาพ (Image Contrast) คือรากที่สองของความแตกต่างระหว่างความสว่างกับความมืดของภาพสามารถคำนวณดังสมการที่ 2.14

$$\text{Contrast}(C) = \sqrt{\frac{1}{NM} \sum_{y=0}^{M-1} \sum_{x=0}^{N-1} [f(x,y) - B]^2} \quad \text{สมการที่ 2.14}$$

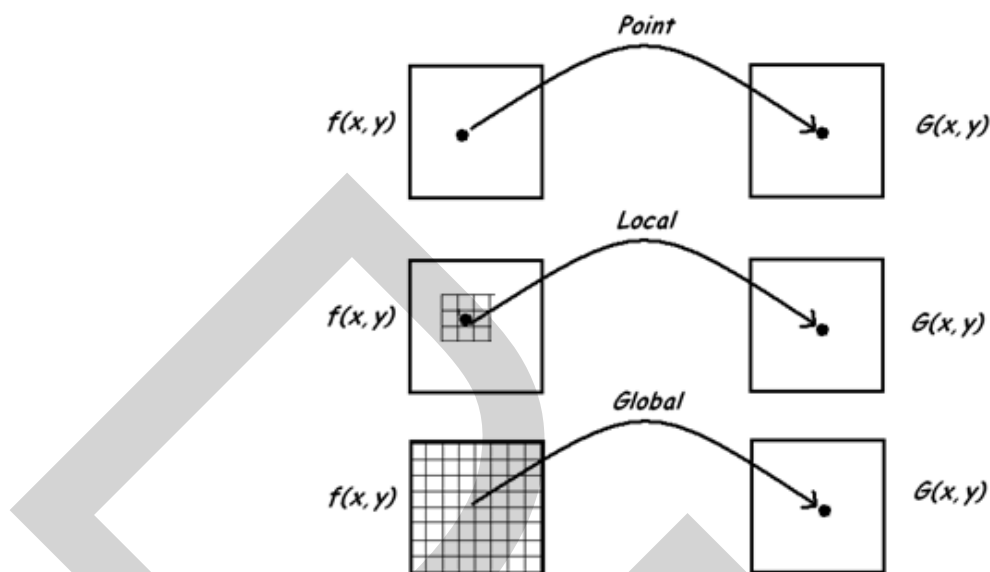
### 2.2.3 กระบวนการกระทำกับภาพ

ความเข้าใจเกี่ยวกับคุณลักษณะภาพและการแยกแยะประเภทของกระบวนการกระทำกับภาพนั้นจะช่วยทำให้เราสามารถคาดคะเนภาพผลลัพธ์ที่จะได้หลังจากผ่านกระบวนการกระทำการประมวลผลภาพ หรือช่วยในการประมาณการความซับซ้อนของขั้นตอนกระบวนการที่จะกระทำกับภาพที่จะนำไปใช้



ภาพที่ 2.46 การประมวลผลภาพต้นฉบับ  $f(x,y)$  และภาพผลลัพธ์  $G(x,y)$  หลังการประมวลผล

ภาพที่ 2.46 นั้นแสดงการดำเนินการจากภาพต้นฉบับ  $f(x,y)$  ไปยังภาพ  $G(x,y)$  สามารถแบ่งกระบวนการกระทำกับภาพในการประมวลผลภาพดิจิทัลเป็น 3 ประเภท คือ กระบวนการกระทำกับภาพแบบเฉพาะจุด (Point Processing) กระบวนการกระทำกับภาพแบบเฉพาะจุด (Local Processing) กระบวนการกระทำกับภาพแบบทั้งหมด (Global Processing) ดังภาพที่ 2.47 แสดงกระบวนการที่ดำเนินการกับภาพต้นฉบับเพื่อให้ได้ภาพผลลัพธ์และจะขออธิบายพอสังเขปดังต่อไปนี้



ภาพที่ 2.47 แสดงกระบวนการที่ดำเนินการกับภาพต้นฉบับ

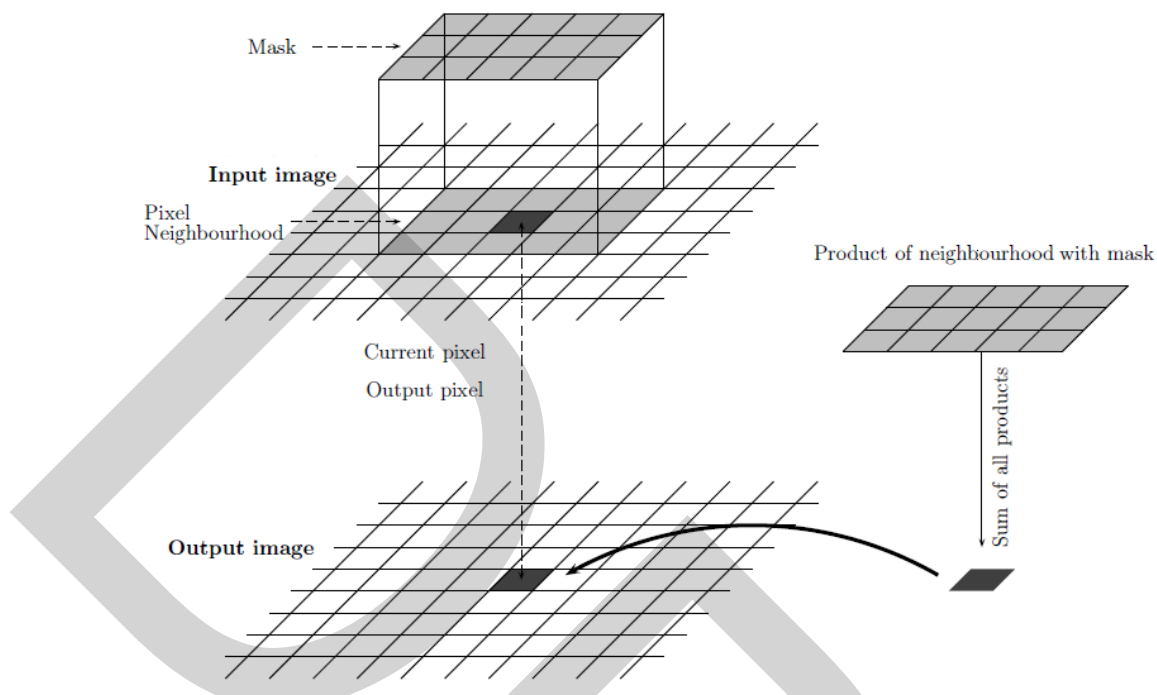
### 2.2.3.1 กระบวนการกระทำการกับภาพแบบเฉพาะจุด (Point Processing)

กระบวนการกระทำการกับภาพแบบเฉพาะจุดนั้น ค่าระดับเทาซึ่งเป็นค่าที่แสดงระดับความเข้มเทาที่แสดงในแต่ละพิกเซลของภาพผลลัพธ์นั้น จะขึ้นอยู่กับค่าระดับเทาในแต่ละพิกเซลของภาพต้นฉบับซึ่งเป็นภาพที่ถูกนำเข้าไปพิกเซลต่อพิกเซล ณ ตำแหน่งที่สมนัยกันของภาพต้นฉบับ โดยที่ค่าที่การเปลี่ยนแปลงของพิกเซลของภาพผลลัพธ์นั้น ไม่ขึ้นกับค่าพิกเซลที่อยู่บริเวณใกล้เคียงของภาพต้นฉบับ (Original Image)

ตัวอย่างการประมวลผลภาพดิจิทัลได้แก่การปรับความเข้มของภาพด้วยการบวก ลบ คูณหาร ด้วยค่าใดๆ กับภาพต้นฉบับหรือการกระทำทางตรรกศาสตร์ต่างๆ เป็นต้น ฟังก์ชันแบบเชิงเส้น ฟังก์ชันแบบลอการิทึม ฟังก์ชันแบบยกกำลัง (Power-Law Function)

### 2.2.3.2 กระบวนการกระทำการกับภาพแบบเฉพาะบริเวณ (Local Processing)

กระบวนการกระทำการกับภาพแบบเฉพาะบริเวณ นั้นเป็นการนำค่าสีของจุดภาพที่อยู่บริเวณใกล้เคียงมาประมวลผลเพื่อให้ได้ค่าของจุดภาพใหม่ที่อยู่ตำแหน่งตรงกลางของจุดภาพที่อยู่ข้างเคียง



ภาพที่ 2.48 แสดงกระบวนการที่ดำเนินการกับภาพต้นฉบับแบบเฉพาะบริเวณ

$m(-1,-2)$	$m(-1,-1)$	$m(-1,0)$	$m(-1,1)$	$m(-1,2)$
$m(0,-2)$	$m(0,-1)$	$m(0,0)$	$m(0,1)$	$m(0,2)$
$m(1,-2)$	$m(1,-1)$	$m(1,0)$	$m(1,1)$	$m(1,2)$

$P(i-1,j-2)$	$P(i-1,j-1)$	$P(i-1,j)$	$P(i-1,j+1)$	$P(i-1,j+2)$
$P(i,j-2)$	$P(i,j-1)$	$P(i,j)$	$P(i,j+1)$	$P(i,j+2)$
$P(i+1,j-2)$	$P(i+1,j-1)$	$P(i+1,j)$	$P(i+1,j)$	$P(i+1,j)$

$$\sum_{s=-1}^1 \sum_{t=-2}^2 m(s,t)p(i+s,j+t) \quad \text{สมการที่ 2.15}$$

$$\sum_{s=-1}^1 \sum_{t=-2}^2 m(s,-t)p(i+s,j+t) \quad \text{สมการที่ 2.16}$$

$$\sum_{s=-1}^1 \sum_{t=-2}^2 m(s,t)p(i-s,j-t) \quad \text{สมการที่ 2.17}$$

$$e = \frac{1}{9} a + b + c + d + f + g + h + i \quad \text{สมการที่ 2.18}$$

	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>C</i>	
	<i>d</i>	<i>e</i>	<i>f</i>	
	<i>g</i>	<i>h</i>	<i>I</i>	

ภาพที่ 2.49 แสดงกระบวนการที่ดำเนินการจุดภาพ *e*

### 2.2.3.3 กระบวนการกระทำการกับภาพแบบทั้งหมด (Global Processing)

กระบวนการกระทำการกับภาพแบบนี้ ค่าระดับเทาซึ่งเป็นค่าที่แสดงระดับความเข้มเทาที่แสดงในแต่ละพิกเซลของภาพผลลัพธ์นั้น จะขึ้นอยู่กับค่าระดับเทาในแต่ละพิกเซลของภาพต้นฉบับซึ่งเป็นภาพที่ถูกนำเข้าไปพิกเซลต่อพิกเซล ณ ตำแหน่งที่สมนัยกันของภาพต้นฉบับ โดยที่ค่าการเปลี่ยนแปลงของพิกเซลในภาพผลลัพธ์นั้น ไม่ขึ้นกับค่าพิกเซลที่อยู่บริเวณใกล้เคียงของภาพต้นฉบับ (Original Image) กระบวนการกระทำการกับภาพประเภทนี้ได้แก่ การกระทำแบบ Threshold และการกระทำแบบ Histogram Equalization โดยที่กำหนดค่าตัวแปรตามสมการที่ 2.19

กำหนดให้

$f(x,y)$  คือภาพต้นฉบับที่นำเข้าสู่กระบวนการประมวลผล

$G(x,y)$  คือภาพผลลัพธ์ที่ผ่านกระบวนการประมวลผล

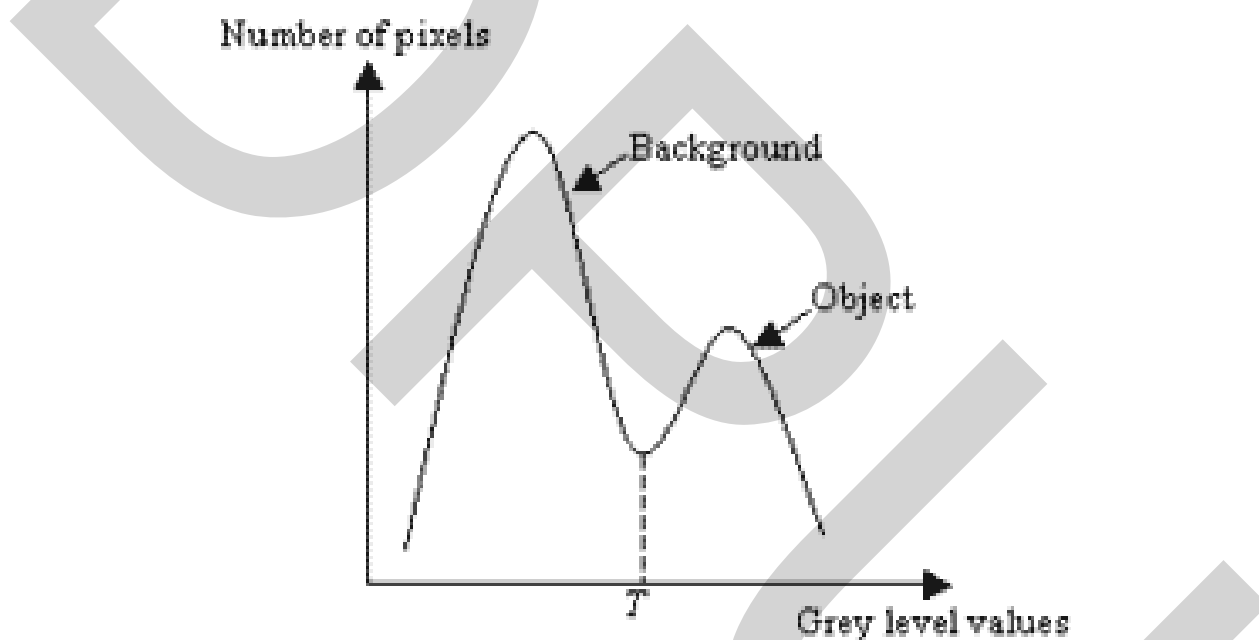
ซึ่งค่าผลลัพธ์ดังสมการที่

$$G(x, y) = T[f(x, y) \text{ for all pixel}] \quad \text{สมการที่ 2.19}$$

เทคนิคการกระทำแบบ Thresholding นั้นเป็นการกระทำกับค่าระดับความเข้มเทาของที่ต้องมีการกำหนดค่าซึ่งในงานวิจัยนี้เราจะเรียกว่า ค่าเกณฑ์ (Threshold value,  $T$ ) เพื่อแยกส่วนประกอบที่เป็นวัตถุที่ต้องการในภาพ (Object) ออกจากส่วนที่เป็นพื้นหลังของภาพ (Background) และยังเป็นอีกขั้นตอนหนึ่งเพื่อใช้ในการสร้างภาพแบบไบนารี ซึ่งสิ่งที่สำคัญของการกระทำแบบนี้ สิ่งที่สำคัญของกระบวนการคือการกำหนดค่าเกณฑ์ ( $T$ ) ที่เหมาะสม ซึ่งในการกำหนดค่าเกณฑ์ที่ไม่เหมาะสมนั้นจะทำให้ภาพผลลัพธ์ที่ผ่านกระบวนการประมวลผลภาพ

รายละเอียดบางส่วนขาดหายไป หรือภาพที่ไม่พึงประสงค์ปนมาด้วยเช่นสัญญาณรบกวน(Noise) ซึ่งในการกำหนดค่านี้วิธีการหาค่าเกณฑ์นั้นมีหลายวิธีซึ่งการนำไปใช้งานมีลักษณะแตกต่างกันไป

วิธีการกำหนดค่าเกณฑ์แบบค่าเดียว (Single Thresholding) เป็นการแยกข้อมูลระหว่างส่วนวัตถุที่ต้องการแยกออกจากส่วนที่เป็นพื้นหลังของภาพ โดยจะพิจารณาข้อมูลกราฟฮิสโตแกรม (Histogram) ที่เป็นการกระจายของข้อมูลทั้งสองส่วน โดยจะแยกสองกลุ่มข้อมูลนี้โดยค่าเกณฑ์ที่สามารถแยกข้อมูลออกเป็นสองกลุ่มข้อมูล



ภาพที่ 2.50 ภาพกราฟฮิสโตแกรมที่มีการกำหนดค่าเกณฑ์แบบค่าเดียว

หากสังเกตภาพที่ 2.50 เป็นภาพที่แสดงถึงการกระจายของข้อมูลภาพจะเห็นได้ว่ากลุ่มของข้อมูลนั้นถูกแบ่งเป็นสองแยกออกเป็นสองส่วน หากเลือกค่าเกณฑ์ที่ระดับเทาที่อยู่ระหว่างสองกลุ่มข้อมูลในภาพซึ่งจากภาพที่ นั้นเราควรเลือกค่าเกณฑ์ที่ตำแหน่งค่าระดับเทาที่ต่ำสุดของส่วนที่เป็นข้อมูลส่วนที่แสดงว่าเป็นข้อมูลของวัตถุที่ต้องการ จะทำให้เราสามารถแยกส่วนที่เป็นวัตถุที่ต้องการออกจากส่วนที่เป็นพื้นหลังของภาพได้ โดยที่กำหนดค่าตัวแปรตามสมการที่ 2.20



กำหนดให้

$f(x,y)$  คือ ฟังก์ชันของภาพนำเข้า  $f(x,y)$  ที่ตำแหน่ง  $(x,y)$  ใดๆ

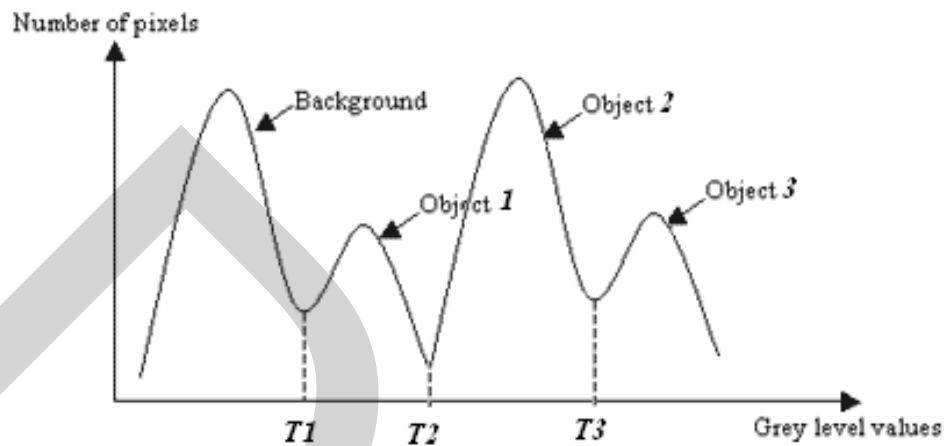
$G(x,y)$  คือฟังก์ชันของภาพผลลัพธ์  $G(x,y)$  ที่ตำแหน่ง  $(x,y)$  ใดๆ

$T$  คือค่าเกณฑ์ระดับสี

$$G(x,y) = \begin{cases} 0, & \text{if } f(x,y) \geq T \\ 1, & \text{otherwise} \end{cases} \quad \text{สมการที่ 2.20}$$

ในสมการที่ 2.20 แสดงเป็นการประมวลผลภาพโดยการกำหนดค่าข้อมูลภาพผลลัพธ์ใหม่ซึ่งแทนด้วยฟังก์ชัน  $G(x,y)$  และข้อมูลภาพดิจิทัลที่นำเข้านั้นถูกแทนด้วยถูกแทนด้วยฟังก์ชัน  $f(x,y)$  ซึ่งเป็นรูปแบบข้อมูลภาพดิจิทัลทั่วไป โดยตามสมการนั้นสามารถอธิบายได้ว่า ข้อมูลภาพผลลัพธ์ใหม่ซึ่งแทนด้วยฟังก์ชัน  $G(x,y)$  ที่ตำแหน่ง  $(x,y)$  ใดๆ จะเป็นมีค่าใหม่ได้สองกรณีและมีค่าผลลัพธ์ได้เพียงสองค่าเท่านั้น คือมีค่าข้อมูลเท่ากับ 0 หรืออาจจะเท่ากับ 1 ก็ได้ โดยมีเงื่อนไขว่าจะมีค่าเท่า 0 ก็ต่อเมื่อถ้าพบว่า ค่าข้อมูลฟังก์ชัน  $f(x,y)$  ที่ตำแหน่ง  $(x,y)$  ใดๆ นั้นมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับค่าเกณฑ์  $T$  จะกำหนดค่าข้อมูลให้มีค่าเท่ากับ 0 และสำหรับกรณีอื่นจะกำหนดค่าข้อมูลให้มีค่าเท่ากับ 1 ซึ่งหมายความว่าเมื่ออยู่ในกรณีที่ ค่าข้อมูลน้อยกว่าค่าเกณฑ์  $T$  นั้นเอง การประมวลผลภาพให้เป็นอย่างสมการนั้นจะเห็นได้ว่าค่าข้อมูลใหม่ของภาพผลลัพธ์นั้นขึ้นอยู่กับค่าข้อมูลเดิมและใช้ค่าเกณฑ์เป็นข้อมูลหรือระดับในการอ้างอิงค่าข้อมูลใหม่ซึ่งค่าข้อมูลในที่นี้หมายถึงอาจแทนด้วยค่าข้อมูลสีระดับเท่านั้นเอง ดังนั้นการเลือกค่าเกณฑ์ที่จะใช้เพื่อแยกกลุ่มข้อมูลนั้นต้องเป็นค่าที่เหมาะสมมากที่สุดเพื่อให้สามารถแยกส่วนที่เป็นวัตถุหรือสิ่งที่ต้องการคัดแยกจากในภาพต้นแบบมากที่สุดโดยปราศจากลักษณะรบกวน การกระจายของข้อมูลค่าสีของจุดภาพซึ่งจากกราฟดังแสดงในภาพที่ 2.50 นั้นเป็นการแยกส่วนประกอบของสองกลุ่มด้วยค่าเกณฑ์ที่เหมาะสมเพียงค่าเดียว

วิธีการกำหนดค่าเกณฑ์แบบหลายค่า (Multi-Thresholding) การแยกข้อมูลระหว่างส่วนวัตถุที่ต้องการแยกออกจากส่วนที่เป็นพื้นหลังของภาพแต่ต้องกำหนดค่าเกณฑ์  $T$  ซึ่งเป็น  $T_1$ ,  $T_2$  และ  $T_3$  โดยจะกำหนดค่าเกณฑ์มากกว่าหนึ่งค่าเพื่อที่จะทำการแยกส่วนวัตถุหรือสิ่งที่ต้องการเพื่อที่จะแยกข้อมูลของส่วนข้อมูลที่ต้องการออกมา โดยจะพิจารณาข้อมูลของกราฟฮิสโตแกรม (Histogram) ที่เป็นการกระจายของข้อมูลจุดภาพค่าสีระดับเทาของภาพ



ภาพที่ 2.51 กราฟฮิสโตแกรมที่มีการกำหนดค่าเกณฑ์ของระดับสีเทาแบบหลายค่าและมีหลายวัตถุ

จากภาพที่ 2.51 นั้นเป็นกราฟฮิสโตแกรม (Histogram) ของภาพที่แสดงให้เห็นการกระจายของข้อมูลภาพซึ่งอยู่ในระดับค่าสีเทา (Gray level values) และจำนวนของพิกเซลที่ระดับค่าสีเทา ในภาพนั้นจะพบว่ามีกลุ่มข้อมูลของวัตถุ 3 ส่วนและส่วนที่เป็นพื้นหลัง 1 ส่วน หากเราต้องการจะแยกวัตถุที่ 2 ออกจากภาพเราอาจจะต้องตัดข้อมูลที่ไม่ใช่วัตถุที่ 2 ออก อาจใช้วิธีการกำหนดค่าเกณฑ์ที่ต้องใช้ค่าเกณฑ์สองค่าเพื่อตัดค่าของข้อมูลภาพส่วนที่เป็นวัตถุที่ 2 เราอาจเรียกลักษณะวิธีการกำหนดค่าเกณฑ์แบบนี้เรียกว่า Double Thresholding ซึ่งอาจเขียนเป็นสมการดังสมการที่ 2.21

กำหนดให้

$f(x,y)$  = ฟังก์ชันของภาพนำเข้า  $f(x,y)$  ที่ตำแหน่ง  $(x,y)$  ใดๆ

$G(x,y)$  = ฟังก์ชันของภาพผลลัพธ์  $G(x,y)$  ที่ตำแหน่ง  $(x,y)$  ใดๆ

$T2$  = ค่าเกณฑ์ระดับสีเทา  $T2$

$T3$  = ค่าเกณฑ์ระดับสีเทา  $T3$

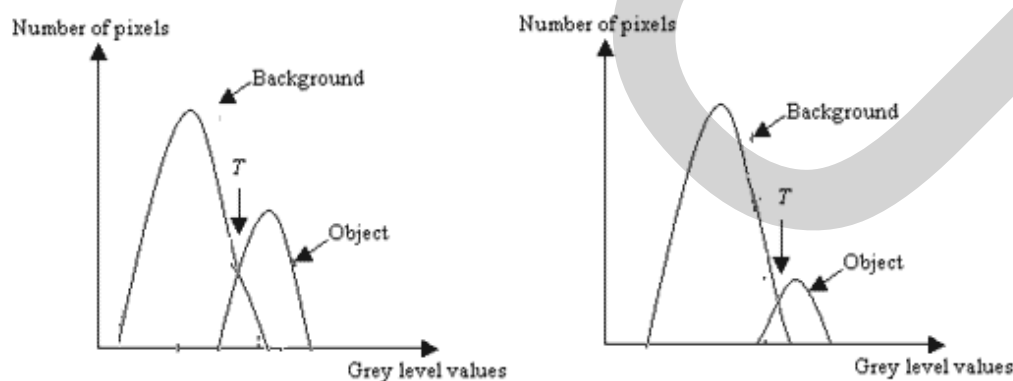
$$G(x,y) = \begin{cases} 0, & \text{if } f(x,y) \geq T2 \text{ and } f(x,y) \leq T3 \\ 1, & \text{otherwise} \end{cases} \quad \text{สมการที่ 2.21}$$

จากสมการที่ 2.21 นั้นแสดงกำหนดค่าภาพผลลัพธ์โดยการประมวลผลภาพนั้นให้ เป็นไปตามสมการที่ โดยการกำหนดค่าข้อมูลภาพผลลัพธ์ใหม่ซึ่งแทนด้วยฟังก์ชัน  $G(x,y)$  และ

ข้อมูลภาพดิจิทัลที่นำเข้านั้นถูกแทนด้วยถูกแทนด้วยฟังก์ชัน  $f(x,y)$  ซึ่งเป็นรูปแบบข้อมูลภาพดิจิทัลทั่วไป โดยตามสมการนั้นสามารถอธิบายได้ว่า ข้อมูลภาพผลลัพธ์ใหม่ซึ่งแทนด้วยฟังก์ชัน  $G(x,y)$  ที่ตำแหน่ง  $(x,y)$  ใดๆ จะเป็นมีค่าใหม่ได้สองกรณีและมีค่าผลลัพธ์ได้เพียงสองค่าเท่านั้น คือ มีค่าข้อมูลเท่ากับ 0 หรืออาจจะมีค่าเท่ากับ 1 ก็ได้ โดยมีเงื่อนไขว่าจะมีค่าเท่า 0 ก็ต่อเมื่อถ้าพบว่าค่าข้อมูลฟังก์ชัน  $f(x,y)$  ที่ตำแหน่ง  $(x,y)$  ใดๆ นั้นจะต้องมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับค่าเกณฑ์  $T_2$  และจะต้องมีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับค่าเกณฑ์  $T_3$  ด้วยจึงจะมีค่าข้อมูลมีค่าเท่ากับ 0 ได้ สำหรับกรณีอื่นนั้นจะกำหนดค่าข้อมูลให้มีค่าเท่ากับ 1 ซึ่งหมายความว่าเมื่ออยู่ในกรณีที่ 1

การประมวลผลภาพให้เป็นดังสมการ นั้นจะเห็นได้ว่าค่าข้อมูลใหม่ของภาพผลลัพธ์นั้นขึ้นอยู่กับค่าของข้อมูลเดิมและใช้ค่าเกณฑ์เป็นข้อมูลหรือระดับค่าสีเทาในการอ้างอิง 2 ถึงค่าเพื่อคัดเลือกว่าเฉพาะข้อมูลที่เป็นของวัตถุที่ 2 เท่านั้น ออกจากภาพ

วิธีการกำหนดค่าเกณฑ์แบบค่าที่ดีที่สุด (Optimal Thresholding) หรือ Otsu's method ปัญหาคือว่าโดยทั่วไปจากกราฟฮิสโตแกรมของแต่ละวัตถุและพื้นหลังจะซ้อนทับกันหรือเหลื่อมกัน (Overlap) และไม่มีความรู้เดิมของแต่ละกราฟฮิสโตแกรมอาจจะซับซ้อนที่จะหาจุดแยก (Splitting Point) ในภาพที่ 2.52 ด้านล่างนั้นแสดงให้เห็นถึงสมมติว่า กราฟฮิสโตแกรม สำหรับส่วนที่เป็นวัตถุและส่วนที่เป็นพื้นหลังในแต่ละกรณี ซึ่งในแต่ละกรณีนั้นเป็นกราฟฮิสโตแกรม  $s$  สำหรับส่วนวัตถุและส่วนพื้นหลังซึ่งเป็นของการแจกแจงแบบปกติ (Normal Distribution) เราเลือกค่าเกณฑ์ที่ทั้งสองกราฟฮิสโตแกรมนั้นข้อมูล 2 ข้อมูลนั้นข้ามกันซ้อนทับกันในลักษณะที่เรียกว่า “ครอสโอเวอร์(Cross Over)”



ภาพที่ 2.52 ภาพกราฟฮิสโตแกรมในลักษณะครอสโอเวอร์(Cross Over)

ในทางปฏิบัติถึงแม้ว่ากราฟฮิสโตแกรมนั้นจะไม่ตามที่กำหนดไว้ที่อยู่ในรูป ดังนั้นเราจึงจำเป็นต้องเรียงลำดับของวิธีการแบบอัตโนมัติสำหรับการเลือกค่าเกณฑ์ที่ดีที่สุด (Automatic method for choosing a best threshold) วิธีการหนึ่งคือการอธิบายกราฟฮิสโตแกรม (Histogram) เพื่อเป็นการแจกแจงความน่าจะเป็น (Probability Distribution)

ดังนั้นความน่าจะเป็นของค่าพิกเซลที่ระดับเทา  $i$  นั้นมีค่าเท่ากับสัดส่วนของจำนวนของพิกเซลที่ระดับเทา  $i$  ต่อจำนวนของพิกเซลทั้งหมดดังสมการที่ 2.22

$$p_i = n_i / N \quad \text{สมการที่ 2.22}$$

กำหนดให้

$P_i$  คือความน่าจะเป็นของพิกเซลที่ระดับเทา  $i$

$i$  คือระดับเทา  $i$

$n_i$  คือจำนวนของพิกเซลที่ระดับเทา  $i$

$N$  คือจำนวนของพิกเซลทั้งหมดซึ่งมีระดับเทา  $i$

ถ้าเรามีค่าเกณฑ์ที่ระดับของค่าเกณฑ์ซึ่งเป็นค่าที่ระดับสีที่  $k$

$\omega(k)$  คือผลรวมของความน่าจะเป็น  $P_i$  โดยที่  $i$  มีค่าตั้งแต่ 0 จนถึง  $k$

$\mu(k)$  คือผลรวมของความน่าจะเป็น  $P_i$  โดยที่  $i$  มีค่าตั้งแต่  $k+1$  จนถึง  $L-1$

$$\omega(k) = \sum_{i=0}^k p_i \quad \text{สมการที่ 2.23}$$

$$\mu(k) = \sum_{i=k+1}^{L-1} p_i \quad \text{สมการที่ 2.24}$$

$\mu(k)$  คือผลรวมของความน่าจะเป็น  $p_i$  โดยที่  $i$  มีค่าตั้งแต่ 0 จนถึง  $L-1$  จะมีค่าเท่ากับ 1

$$\omega(k) + \mu(k) = \sum_{i=0}^{L-1} p_i = 1 \quad \text{สมการที่ 2.25}$$

$$\mu_T = \sum_{i=0}^{L-1} i p_i \quad \text{สมการที่ 2.26}$$

การหาค่า  $k$

$$\frac{\mu_T \omega(k) - \mu(k)^2}{\omega(k)\mu(k)}$$

สมการที่ 2.27

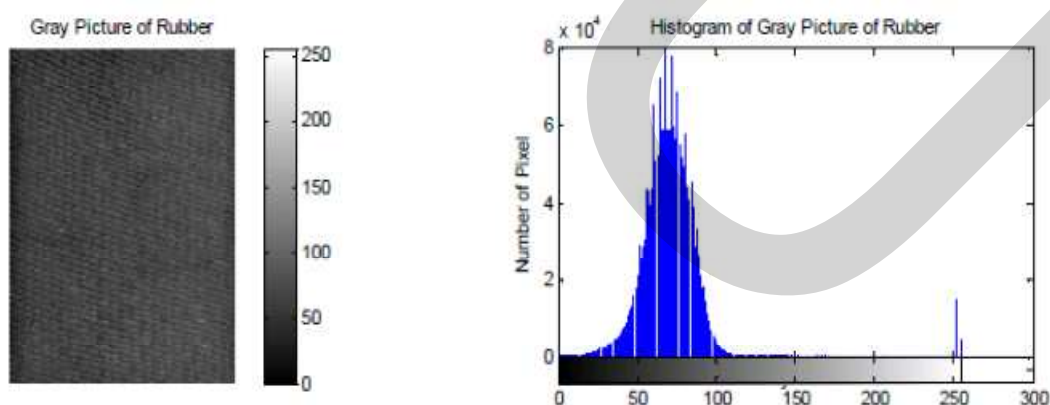
ซึ่งในสำหรับการหาค่าเกณฑ์ที่ดีที่สุด(Optimal Threshold) บางครั้งเรียกว่า Otsu's Method การหาค่าและใช้ค่าที่กำหนดนั้นหากเลือกค่าที่เหมาะสมจะทำให้สามารถประมวลผลภาพผลลัพธ์ออกมาได้ดีนำมาใช้ในกระบวนการ

### 2.3 การวิเคราะห์ภาพแผ่นยางดิบด้วยคอมพิวเตอร์

ด้วยลักษณะทางกายภาพของแผ่นยางดิบที่สีไม่สม่ำเสมอประกอบกับสีนั้นไม่สามารถบอกได้แน่นอนและชัดเจนจึงต้องอาศัยการวิเคราะห์ภาพโดยสังเกตจากภาพแผ่นยางดิบจึงอาศัยฟังก์ชันฮิสโตแกรมที่ช่วยในการอธิบายคุณลักษณะของภาพแผ่นยางที่ได้จากการประมวลผลภาพด้วยคอมพิวเตอร์ สำหรับเทคนิคค่าเกณฑ์และการใช้ค่าเกณฑ์นั้นในการประมวลผลภาพและวิเคราะห์จะได้กล่าวต่อไปตามลำดับ

#### 2.3.1 ฟังก์ชันฮิสโตแกรม (Histogram Function)

กราฟฮิสโตแกรมเป็นกราฟแท่งที่สามารถบอกคุณลักษณะของภาพได้ว่าภาพนั้นเป็นภาพที่มีมืดหรือสว่าง กราฟแท่งนี้จะบอกถึงจำนวนของจุดภาพในแต่ละระดับค่าสีที่ต่างระดับกัน ลักษณะเป็นดังในภาพที่ 2.53



ภาพที่ 2.53 ภาพยางแผ่นระดับค่าสีเทาและกราฟแท่งฮิสโตแกรม

ดังในภาพที่ 2.53 สังเกตทางด้านซ้ายมือเป็นภาพแผ่นยางดิบซึ่งเป็นภาพระดับค่าสีเทาที่ค่อนข้างสว่างน้อย กราฟแท่งฮิสโตแกรมทางด้านขวามือในภาพที่ 2.53 นั้นแสดงว่าภาพลักษณะค่อนข้างสว่างน้อยหรือมืด เนื่องจากจำนวนจุดภาพส่วนใหญ่อย่างทางซ้ายมือของกราฟฮิสโตแกรมซึ่งระดับค่าสีทางด้านซ้ายของกราฟนั้นเป็นระดับค่าสีที่มีความสว่างน้อยหรือมืดค่า โดยความน่าจะเป็นที่จะเกิดจุดภาพที่ระดับค่าสีต่างๆนั้นเป็นดังสมการที่ 2.28

$$P(r_k) = \frac{n_k}{n} \quad \text{สมการที่ 2.28}$$

โดยที่กำหนดให้

$P(r_k)$  คือความน่าจะเป็นที่จะเกิดของจำนวนจุดภาพที่มีค่าระดับค่าสีเท่ากับ  $k$

$k$  คือระดับค่าสีที่มีค่าสีซึ่งสามารถมีค่าสีตั้งแต่ 0 ถึง 255

$n$  คือจำนวนจุดภาพทั้งหมดในภาพ

$n_k$  คือจำนวนจุดภาพที่ระดับค่าสี

ซึ่งสามารถนำมาวาดเป็นกราฟฮิสโตแกรมตามภาพที่ 2.52 และเขียนดังสมการที่ 2.27

$$\text{Function Histogram} = f(N_p, C_L) \quad \text{สมการที่ 2.29}$$

โดยที่กำหนดให้

$N_p$  คือจำนวนจุดภาพที่ระดับค่าสีเดียวกันซึ่งแสดงค่าในแนวแกน Y

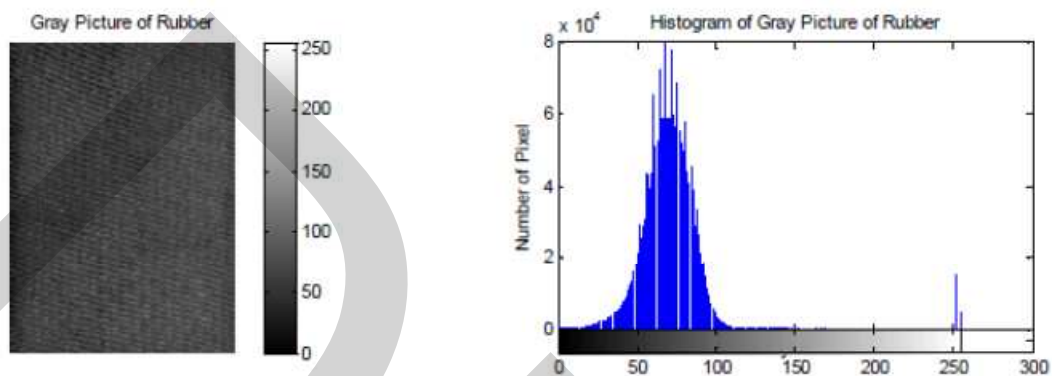
$C_L$  คือระดับค่าสีที่มีค่าสีซึ่งสามารถมีค่าสีตั้งแต่ 0 ถึง 255

จากภาพที่ 2.53 นั้นคือภาพยางแผ่นต้นฉบับที่ถูกเปลี่ยนค่าสีขององค์ประกอบของภาพให้เป็นภาพยางแผ่นระดับในระดับค่าสีเทา Gray-Level และทำการจัดเรียงลำดับจุดภาพตามระดับค่าสีของจุดภาพที่ระดับค่าสีเทาตั้งแต่ 0 – 255 ดังรูปกราฟฮิสโตแกรมนั้นทำให้การประมวลผลรวดเร็วและซับซ้อนน้อยในการวิเคราะห์ภาพและประมวลผลภาพ

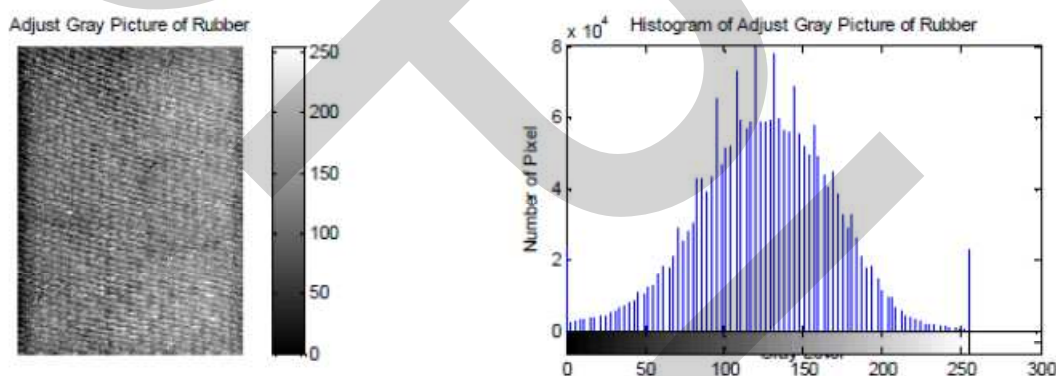
### 2.3.2 การเปรียบเทียบลักษณะภาพและกราฟฮิสโตแกรม

กราฟฮิสโตแกรมเป็นกราฟแท่งที่สามารถบอกคุณลักษณะของภาพได้ว่าภาพนั้นเป็นภาพที่มืดหรือสว่าง กราฟแท่งจะบอกถึงจำนวนของจุดภาพในแต่ละระดับสีที่ต่างระดับกัน สำหรับแกน X ในแนวนอนนั้นจะแสดงระดับของค่าสี ส่วนแกน Y ในแนวตั้งแสดงจำนวนของจุดภาพที่

อยู่ในระดับสีเดียวกัน เช่น ค่าระดับสีเทาที่ 0 แทนความเข้มความสว่างน้อยหรือสีดำ ระดับสีเทาที่ 255 แทนความเข้มความสว่างมากหรือสีขาว



ภาพที่ 2.54 ภาพยางแผ่นยางดิบและกราฟฮิสโตแกรมภาพ



ภาพที่ 2.55 ภาพยางแผ่นที่มีการปรับปรุงและกราฟฮิสโตแกรมภาพ

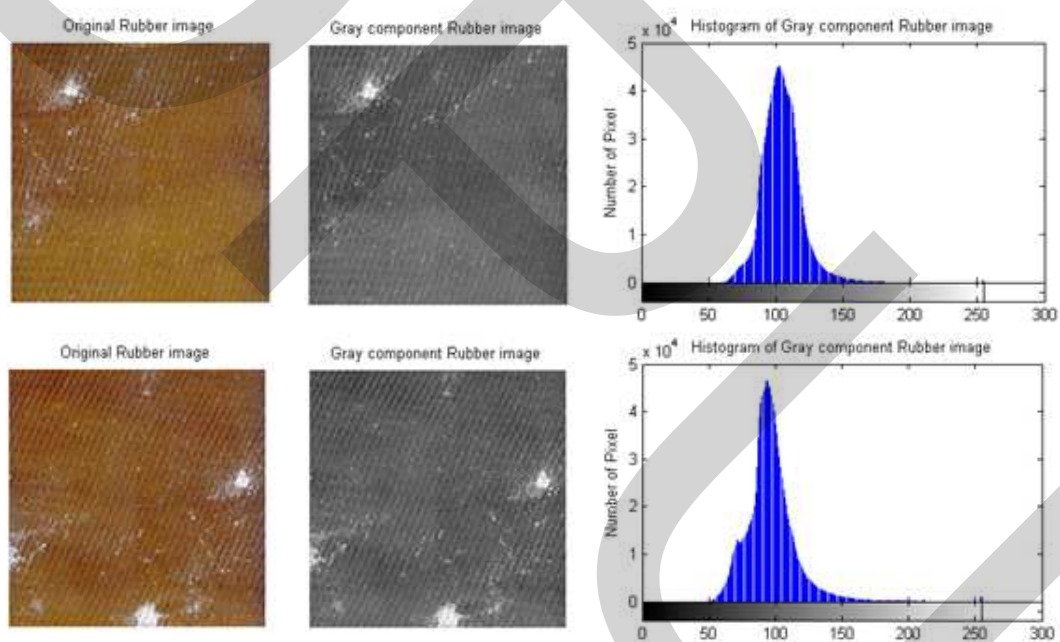
จากการสังเกตภาพที่ 2.54 สังเกตว่าภาพแผ่นยางต้นแบบนั้นมีการเปลี่ยนจากภาพสีเป็นภาพระดับสีเทาซึ่งค่อนข้างดำและเมื่อพล็อตกราฟแท่งฮิสโตแกรมของภาพนั้น จะเห็นว่าจุดภาพส่วนใหญ่อยู่ทางด้านซ้ายของกราฟแสดงว่าภาพค่อนข้างดำ มีจำนวนจุดภาพสูงสุดอยู่ที่ประมาณระดับค่าสี 75

จากการสังเกตภาพที่ 2.55 เป็นภาพที่มีการปรับปรุงภาพสังเกตว่าภาพเดิมสว่างขึ้นและเมื่อพล็อตกราฟแท่งฮิสโตแกรมของภาพนั้นจะเห็นว่าจุดภาพจะอยู่ทางด้านขวาของกราฟแสดงว่าภาพค่อนข้างสว่างมากขึ้น มีจำนวนจุดภาพสูงสุดอยู่ที่ประมาณระดับค่าสี 120 ลักษณะของภาพยางระดับค่าสีเท่านี้ค่อนข้างค่าความเข้มแสงน้อยหรือสว่างน้อยมีค่านั้นเอง หากสังเกตจำนวนจุดภาพจะเห็นว่าลักษณะของกลุ่มจุดภาพส่วนใหญ่ไปในทางซ้ายของกราฟนั้นหมายความว่า



ลักษณะของภาพยางระดับค่าสีเท่ากันนั้นค่อนข้างสว่างน้อยมีค่านั่นเองซึ่งเป็นไปตามลักษณะของภาพยางระดับค่าสีเทาที่ได้กล่าวมาในขั้นต้นและมีจำนวนจุดภาพมากที่สุด อยู่ที่ระดับค่าสีประมาณค่าเท่ากับ 102 ซึ่งมีจำนวนจุดภาพประมาณ  $4.5 \times 10^4$  จุด และค่าสีของจุดภาพนั้นอยู่ระหว่างช่วงระดับค่าสีประมาณ 60 - 180 ซึ่งกราฟฮิสโตแกรมสามารถบอกถึงคุณลักษณะขององค์ประกอบของภาพได้ว่าค่อนข้างมืดหรือสว่าง และสามารถบอกจำนวนจุดภาพแต่ละระดับค่าสีได้ว่ามีจำนวนมากน้อยเท่าไรได้ แต่ไม่สามารถอ้างอิงถึงตำแหน่งของจุดภาพได้ในลักษณะที่ว่าค่าสีของจุดภาพระดับเท่านี้มันอยู่ตรงตำแหน่งใดของภาพ

กราฟฮิสโตแกรมของภาพเป็นการแจกแจงความถี่ของจุดภาพที่มีค่าสี 0 -255 หากสังเกตภาพที่ 2.56 ลักษณะภาพทั้งสองนั้นมีสีโทนสีที่เกิดขึ้นในภาพค่อนข้างใกล้เคียงกันแต่เมื่อคุณลักษณะกราฟฮิสโตแกรมเทียบกันแล้วแตกต่างกันนั้นซึ่งก็เป็นไปตามค่าสีของจุดภาพ

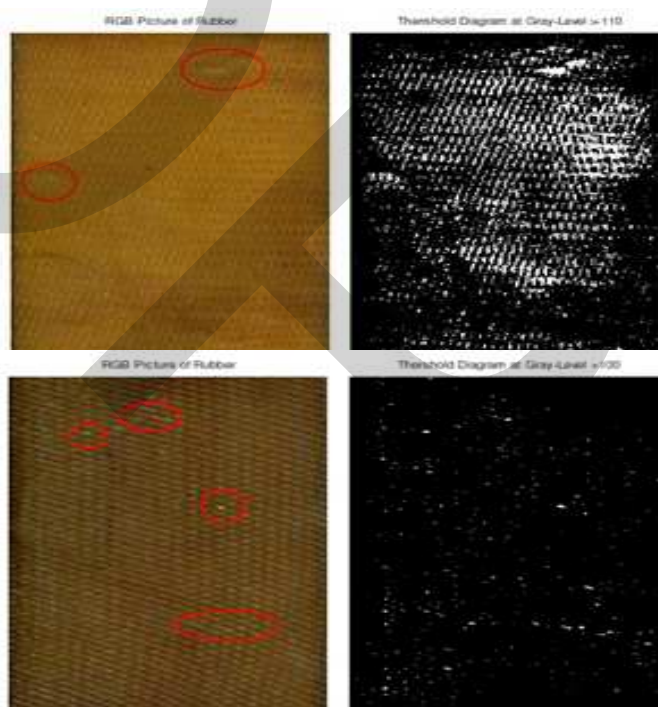


ภาพที่ 2.56 ภาพยางแผ่นต้นฉบับ A ภาพยางแผ่นระดับสีเทา Gray-Level และกราฟฮิสโตแกรม

ข้อสังเกตที่สำคัญเนื่องจากรูปภาพแท่งฮิสโตแกรมเป็นการเรียงจุดภาพที่ระดับสีที่แตกต่างกัน ดังนั้นลักษณะของกราฟจะขึ้นอยู่กับจำนวนจุดภาพที่ระดับสีต่างๆ เท่านั้นและแสดงถึงจำนวนของจุดภาพมีมากน้อยเท่าไร ซึ่งกราฟแต่ละแท่งไม่ขึ้นอยู่กับตำแหน่งจุดภาพ นั้นหมายความว่าหากพบรูปภาพมีลักษณะเหมือนกันไม่ได้แสดงว่าเกิดจากเป็นรูปเดียวกันเนื่องจากจุดภาพที่เรียงซ้อนกันที่ระดับค่าสีเดียวในแต่ละแท่งนั้นไม่ได้บอกถึงตำแหน่งของภาพ จึงสรุปว่ากราฟฮิสโตแกรมของภาพที่มีลักษณะเหมือนกันไม่ได้หมายความว่า เป็นรูปเดียวกัน

### 2.3.3 ค่าเกณฑ์ (Threshold)

ค่าเกณฑ์(Threshold) หมายถึงค่าที่เหมาะสมที่ใช้เป็นขอบเขตในการเปลี่ยนค่าสี สำหรับการทดสอบภาพเพื่อทำการเลือกระดับค่าสีที่เหมาะสมโดยต่อไปจะเรียกค่านี้ว่า “ค่าเกณฑ์” ซึ่งทำให้เห็นฟองอากาศในเนื้อยางชัดเจนมากขึ้น โดยตั้งสมมุติฐานฟองอากาศในเนื้อยางนั้นสีขาว โดยเริ่มจากการแปลงภาพระดับค่าสีเทาทำการพล็อตกราฟแท่งและเลือกค่าเกณฑ์ที่เหมาะสมในการประมวลผล โดยได้ผลการทดสอบและค่าเกณฑ์ตามตารางที่ 1 ถึงแม้ว่าทำให้เห็นฟองอากาศในเนื้อยางได้ชัดเจนขึ้นก็จริงแต่ก็ค่อนข้างลำบากและยังทำได้ไม่ดีพอ สังเกตและเปรียบเทียบภาพทางซ้ายมือและขวามือของภาพที่ 2.57

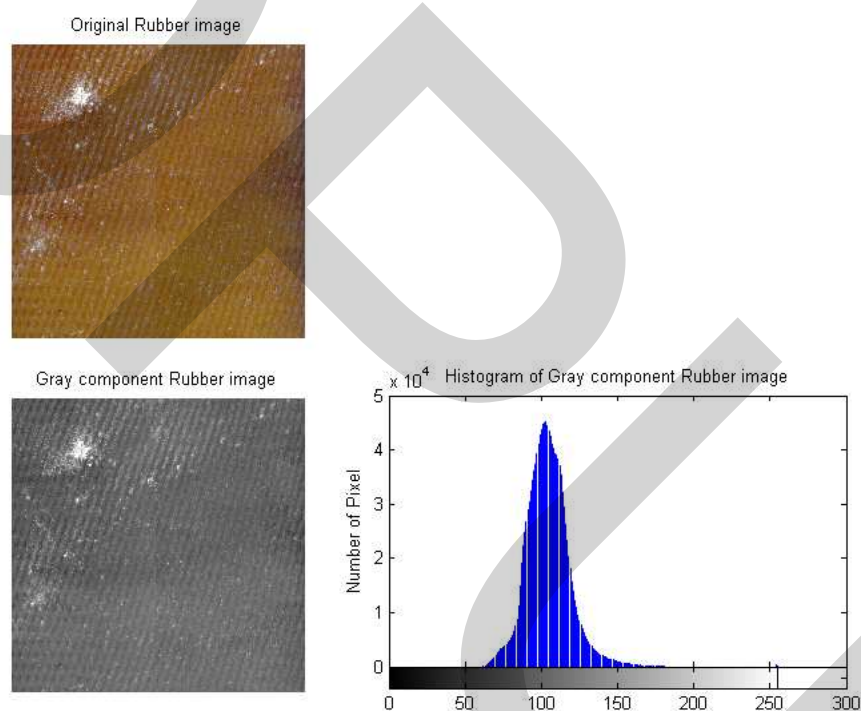


ภาพที่ 2.57 ภาพกวาดสแกนแผ่นยางและภาพสองระดับ

ตารางที่ 2.8 ผลการทดสอบการเลือกค่าเกณฑ์ของภาพกวาดสแกน

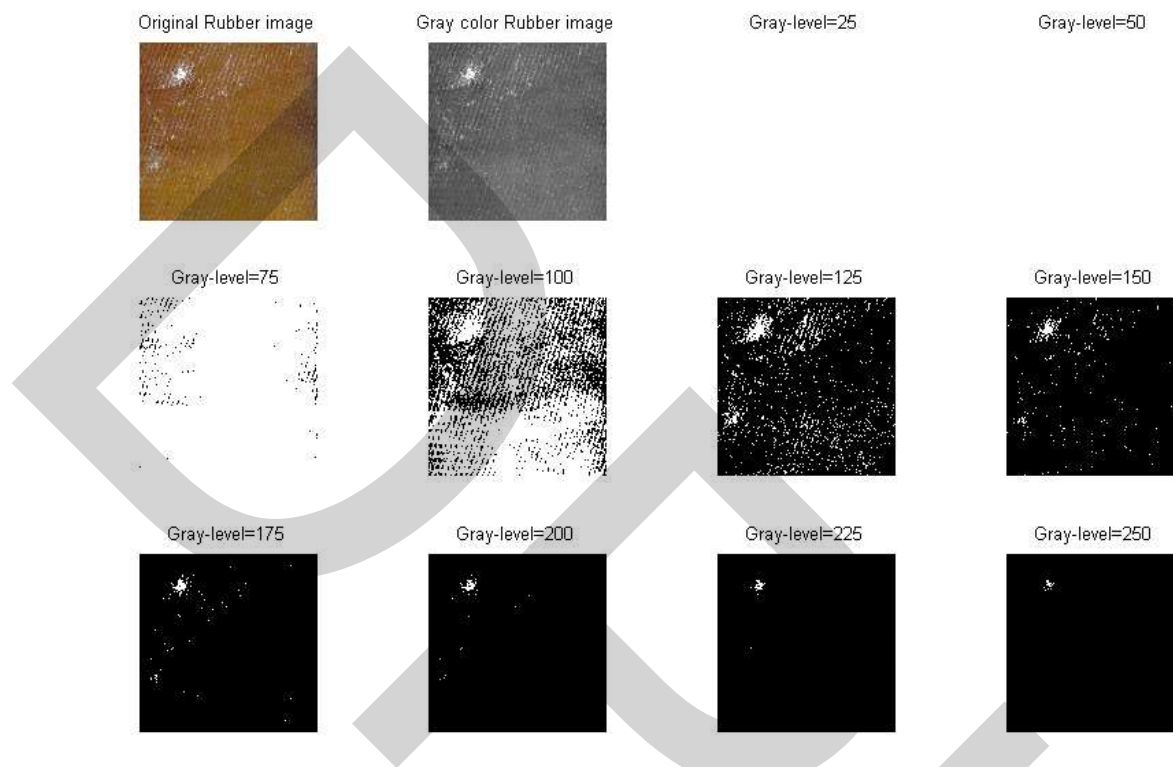
ลักษณะสีเนื้อยาง	จุดภาพอยู่ในช่วงระดับค่าสี	ค่าเกณฑ์เท่ากับ
สีเหลืองอ่อน	100 – 120	110
สีเขียวคล้ำ	80 – 120	100

ตัวอย่างภาพผลลัพธ์การประมวลผลภาพและวิเคราะห์ภาพแผ่นยางดิบ เพื่อแสดงให้เห็นถึงการประมวลผลภาพโดยใช้ค่าเกณฑ์เพื่อนำมาช่วยทำให้สามารถวิเคราะห์ภาพแผ่นยางดิบที่มีร้าวและฟองยางบนเนื้อแผ่นยางซึ่งลักษณะมีสีค่อนข้างขาวกระจายบนเนื้อยางซึ่งอาจไม่เด่นชัดทั้งหมด เพื่อให้การวิเคราะห์ภาพนั้นมีความซับซ้อนน้อยจึงเลือกใช้วิธีการเลือกระดับค่าสีซึ่งต่อไปนี้จะเรียกว่า “ค่าเกณฑ์ หรือ Threshold” เราจะทำการเลือกแบบสุ่มด้วยค่าคงที่ เพื่อหาค่าระดับสีที่ดีที่สุดหรือเหมาะสมที่จะใช้เปลี่ยนค่าสีให้อยู่ในภาพแบบสองระดับขาว-ดำ ซึ่งเป็นภาพในลักษณะนี้ทำให้คอมพิวเตอร์สามารถคำนวณหาพื้นที่ที่สะดวก โดยเราจะทำวิเคราะห์สังเกตด้วยสายตาและเปรียบเทียบความคล้ายกับภาพต้นฉบับ



ภาพที่ 2.58 ภาพยางแผ่นดิบที่ทดสอบภาพยางแผ่นระดับสีเทาและกราฟฮิสโตแกรม

### ผลทดสอบที่ 1.1 : การประมวลผลภาพโดยการเลือกค่าเกณฑ์คงที่



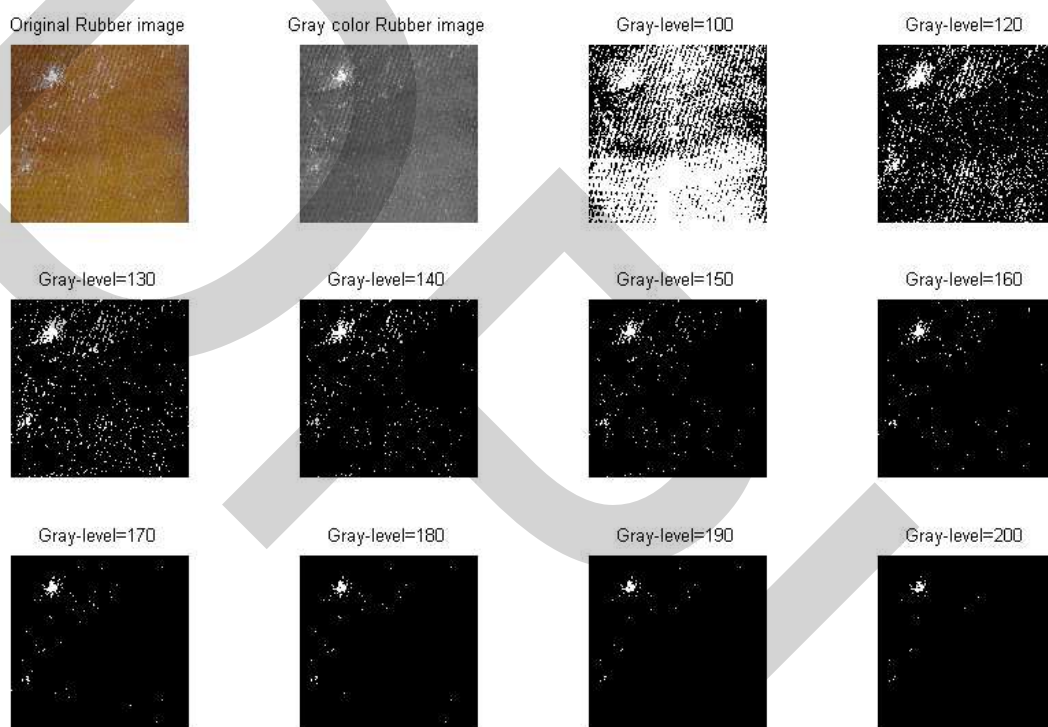
ภาพที่ 2.59 เปรียบเทียบผลการประมวลผลภาพของระดับสีเทา Gray-Level ของกราฟฮิสโตแกรม

ภาพการประมวลผลด้วยวิธีการเกณฑ์คงที่เพื่อใช้ประมวลผลภาพระดับเทาที่ใช้เป็นตัวแทนของภาพแผ่นยางดิบต้นฉบับ ทำให้เห็นถึงการเลือกค่าเกณฑ์นั้นมีผลกับการประมวลผลและหาค่าที่เหมาะสมได้ค่อนข้างยาก แสดงการเปรียบเทียบการประมวลผลภาพดังในภาพที่ 2.59 จากการสังเกตด้วยตานี้สามารถสรุปดังตารางที่ 2.9

ตารางที่ 2.9 การเลือกค่าเกณฑ์และผลการวิเคราะห์ด้วยการสังเกตเปรียบเทียบผลกับภาพต้นฉบับ

ลำดับที่	ค่าเกณฑ์เท่ากับ	ผลการวิเคราะห์ด้วยสายตา
1	25, 50, 75, 100	เห็นบริเวณที่สนใจเด่นชัดขึ้น
2	125, 150	เห็นบริเวณที่สนใจเด่นชัดขึ้น แต่ไม่แน่ใจว่าใช่ทั้งหมด
3	175, 200, 225, 250	เห็นบริเวณที่สนใจลดน้อยลงและขาดหายไป

ผลทดสอบที่ 1.2 : การประมวลผลภาพโดยการเลือกค่าเกณฑ์แบบคงที่ซึ่งระดับค่าสีช่วงระหว่าง 100 - 200 ผลลัพธ์ภาพการประมวลผลภาพดังในภาพที่ 2.60 เป็นการประมวลผลด้วยวิธีการกำหนดค่าเกณฑ์แบบคงที่เพื่อใช้ประมวลผลภาพแผ่นยางดิบต้นฉบับ ทำให้เห็นถึงการเลือกค่าเกณฑ์นั้นมีผลกับการประมวลผลและหาค่าที่เหมาะสมได้ค่อนข้างยาก จากการสังเกตด้วยตาสามารถเปรียบเทียบสรุปดังตารางที่ 2.10



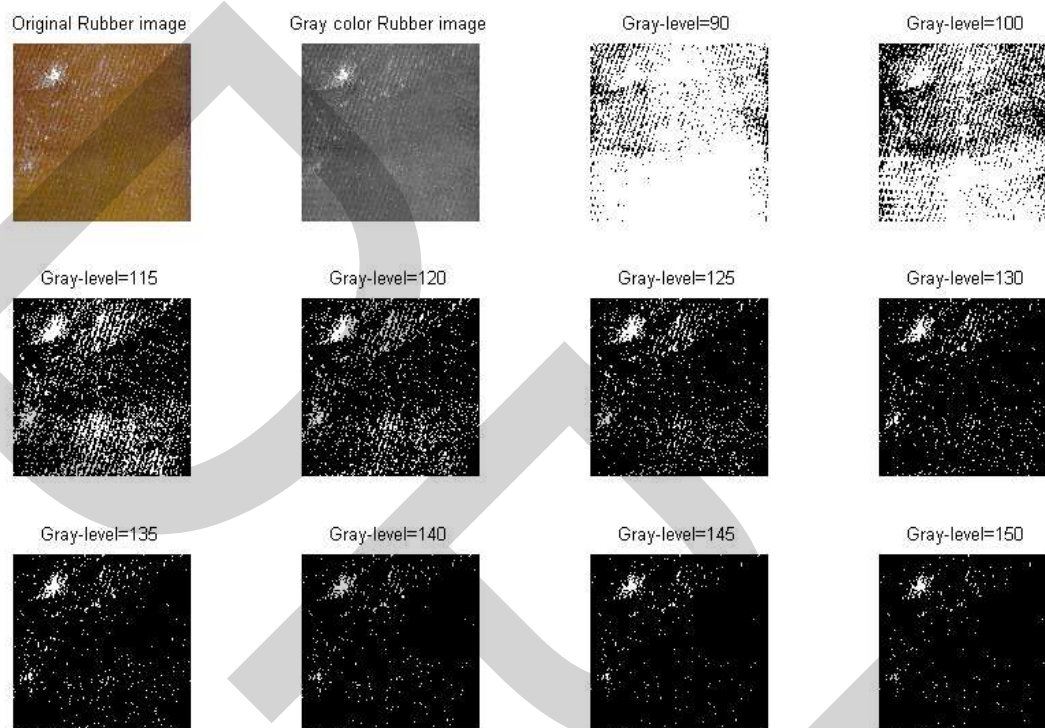
ภาพที่ 2.60 เปรียบเทียบผลการประมวลผลภาพยางระดับสีเทา Gray-Level ของกราฟสีสโตแกรม

ตารางที่ 2.10 การเลือกค่าเกณฑ์และผลการวิเคราะห์ด้วยสายตาเมื่อเปรียบเทียบผลกับภาพต้นฉบับ

ลำดับที่	ค่าเกณฑ์เท่ากับ	ผลการวิเคราะห์ด้วยสายตา
1	100, 120	เห็นบริเวณที่สนใจเด่นชัดขึ้น
2	130, 140	เห็นบริเวณที่สนใจเด่นชัดขึ้น แต่ไม่แน่ใจว่าใช่ทั้งหมด
3	150, 160, 170, 180	เห็นบริเวณที่สนใจลดน้อยลง และขาดหายไป



ผลทดสอบที่ 1.3 : การประมวลผลภาพโดยการเลือกค่าเกณฑ์คงที่ (ระดับค่าสีช่วงระหว่าง 90 - 150)



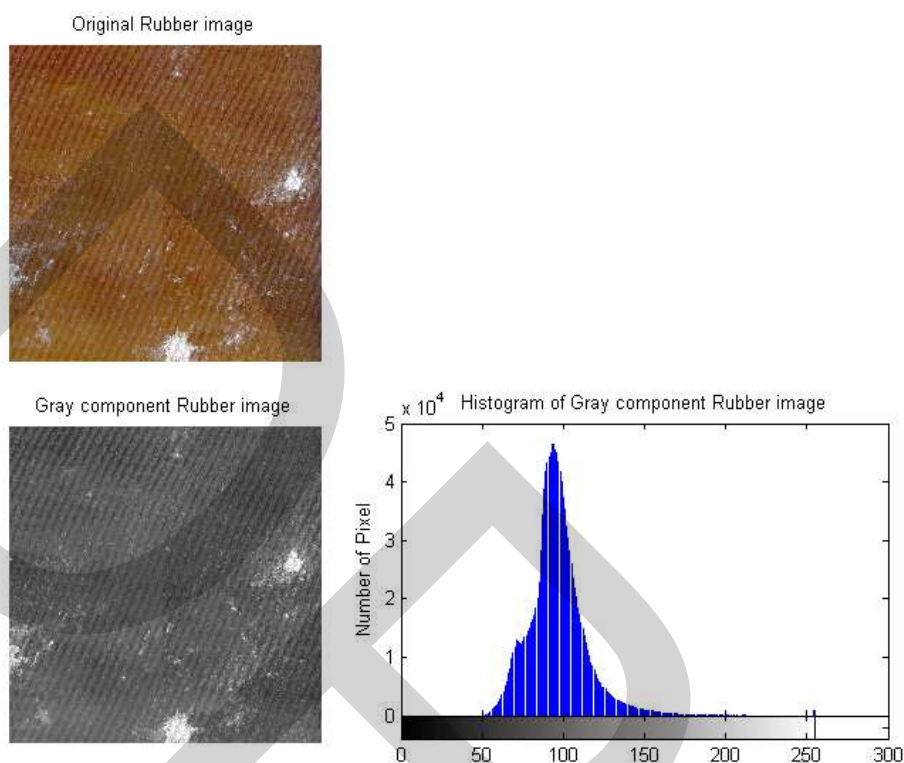
ภาพที่ 2.61 เปรียบเทียบผลการประมวลผลภาพของระดับสีเทา Gray-Level ของกราฟฮิสโตแกรม

ภาพการประมวลผลด้วยวิธีการเกณฑ์คงที่เพื่อใช้ประมวลผลภาพระดับเทาที่ใช้เป็นตัวแทนของภาพแผ่นยางดิบต้นฉบับ ทำให้เห็นถึงการเลือกค่าเกณฑ์นั้นมีผลกับการประมวลผลและหาค่าที่เหมาะสมได้ค่อนข้างยาก แสดงการเปรียบเทียบการประมวลผลภาพดังในภาพที่ 2.60 จากการสังเกตด้วยตานี้สามารถสรุปดังตารางที่ 2.11

ตารางที่ 2.11 การเลือกค่าเกณฑ์และผลการวิเคราะห์ด้วยสายตาเมื่อเปรียบเทียบผลกับภาพต้นฉบับ

ลำดับ	ค่าเกณฑ์ที่	ผลการวิเคราะห์ด้วยสายตา
1	90, 100	เห็นบริเวณที่สนใจเด่นชัดขึ้น
2	115, 120, 125	เห็นบริเวณที่สนใจเด่นชัดขึ้น แต่ไม่แน่ใจว่าใช่ทั้งหมด
3	135, 140, 145, 150	เห็นบริเวณที่สนใจลดน้อยลงและขาดหายไป

## ทำการทดสอบใหม่อีกครั้งกับภาพแผ่นยางดิบที่ 2

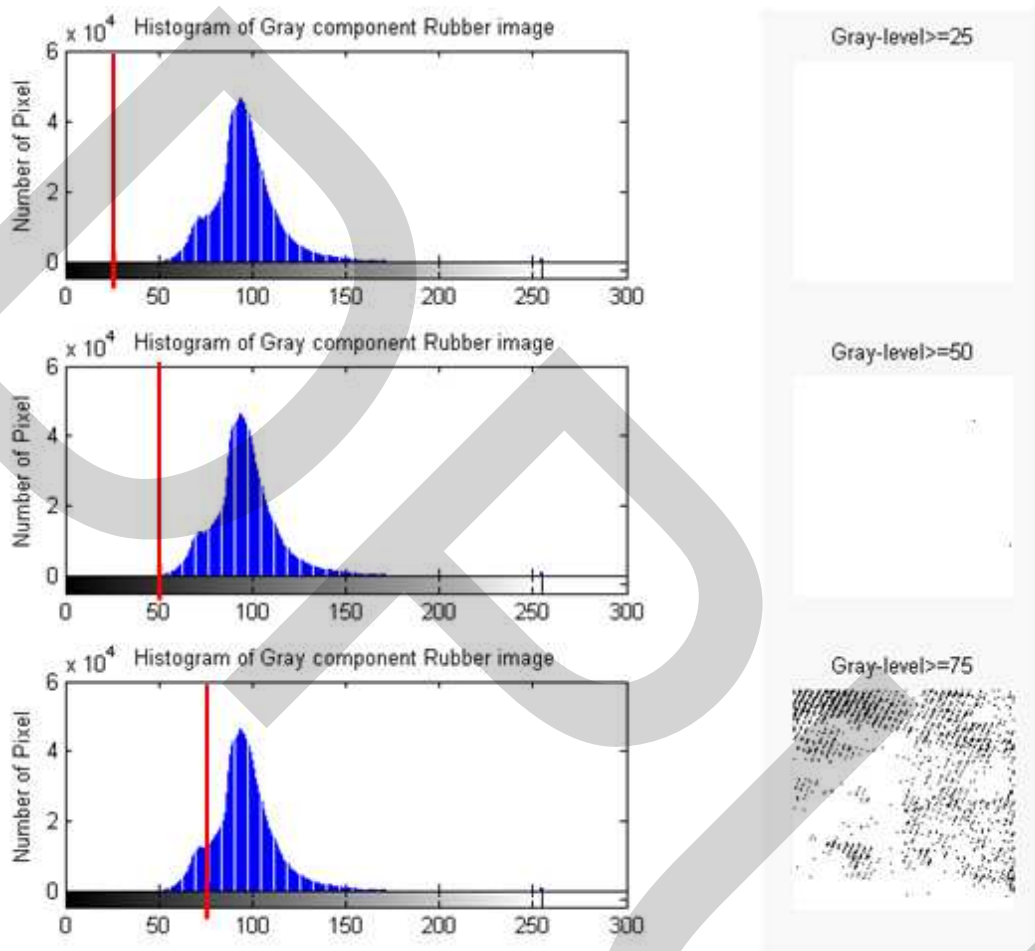


ภาพที่ 2.62 แสดงการเปรียบเทียบลักษณะภาพและกราฟฮิสโตแกรม (Histogram)

การประมวลผลด้วยวิธีการเกณฑ์คงที่ซึ่งการประมวลผลภาพระดับเทาที่ใช้เป็นตัวแทนของภาพแผ่นยางดิบต้นฉบับ ทำให้เห็นถึงการเลือกค่าเกณฑ์นั้นมีผลกับการประมวลผลและหาค่าที่เหมาะสมได้ค่อนข้างยาก แสดงการเปรียบเทียบภาพผลลัพธ์ดังในภาพที่ 2.62 โดยการเลือกค่าเกณฑ์หลาย ๆ ค่าซึ่งการเลือกค่าเกณฑ์ที่ต่างกันนั้นทำให้ได้ผลลัพธ์ภาพหลังประมวลผลข้อมูลภาพซึ่งจะมีความแตกต่างกันไปตามระดับค่าสีที่ถูกกำหนดเป็นค่าเกณฑ์ที่เราใช้ในการประมวลผลภาพอาจทดลองแบบใช้การกำหนดค่าเกณฑ์หลายๆ ค่าเพื่อสังเกตภาพผลลัพธ์ซึ่งสามารถผลการทดสอบเป็นดังผลการทดสอบที่ 2.1 ผลการทดสอบที่ 2.2 และผลการทดสอบที่ 2.3



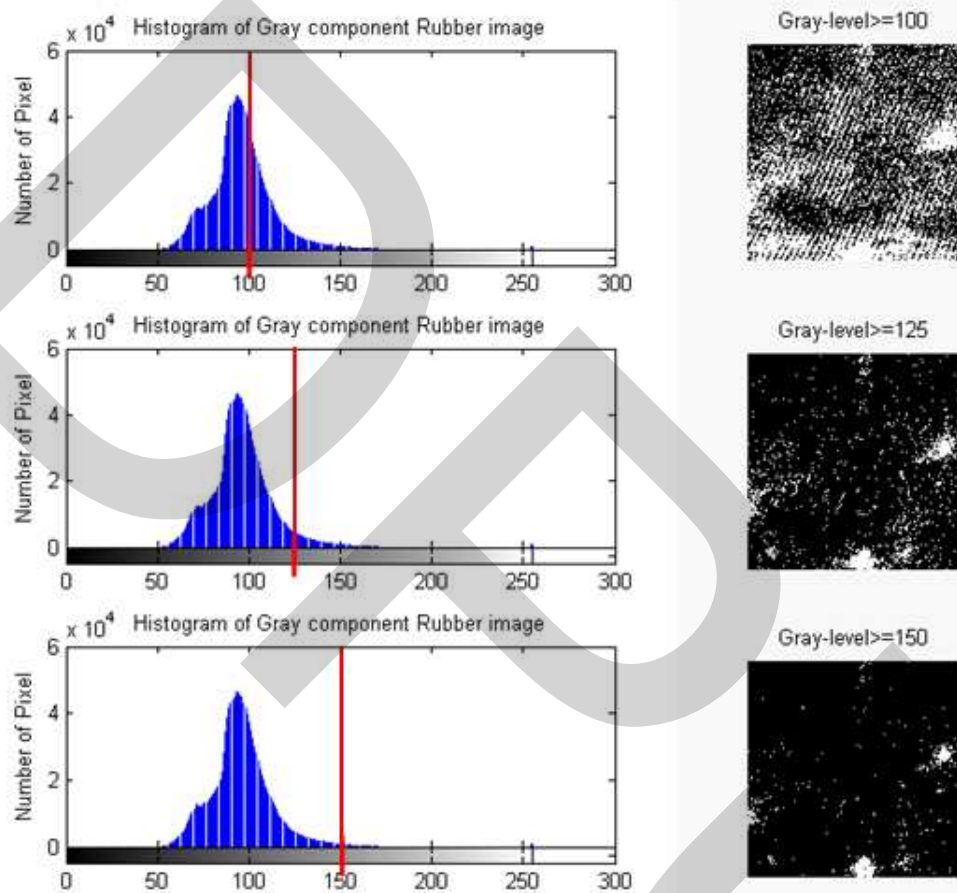
ผลทดสอบที่ 2.1 : การประมวลผลภาพโดยการเลือกค่าเกณฑ์คงที่ (ระดับค่าสีเท่ากับ 25, 50 และ 75)



ภาพที่ 2.63 เปรียบเทียบผลการเลือกค่าเกณฑ์จากกราฟฮิสโตแกรม (Histogram) ที่เลือกค่าเกณฑ์แตกต่างกันและภาพผลลัพธ์ที่ได้ภาพยางดิบภาพสองระดับ (ขาว - ดำ)

หากสังเกตกราฟทางด้านซ้ายและภาพผลลัพธ์การประมวลผลภาพทางด้านขวาในภาพที่ 2.63 เมื่อเปรียบเทียบการเลือกค่าเกณฑ์ซึ่งจากการสังเกตนั้นพบว่าภาพผลลัพธ์จากการเลือกค่าเกณฑ์ที่เลือกค่าเกณฑ์แตกต่างกันและภาพผลลัพธ์ที่ได้ภาพยางดิบภาพสองระดับ (ขาว - ดำ) ทำให้เห็นถึงการเลือกค่าเกณฑ์นั้นมีผลกับการประมวลผลซึ่งในภาพนั้นจะเห็นว่า การเลือกค่าเกณฑ์มากกว่าหรือเท่ากับ 25 และค่าเกณฑ์มากกว่าหรือเท่ากับ 50 นั้นทำให้ภาพผลลัพธ์นั้นไม่มีจุดภาพเกิดขึ้นในภาพ แต่เมื่อเลือกค่าเกณฑ์มากกว่าหรือเท่ากับ 75 ทำให้ได้ภาพที่มีจุดภาพเกิดขึ้นในภาพ

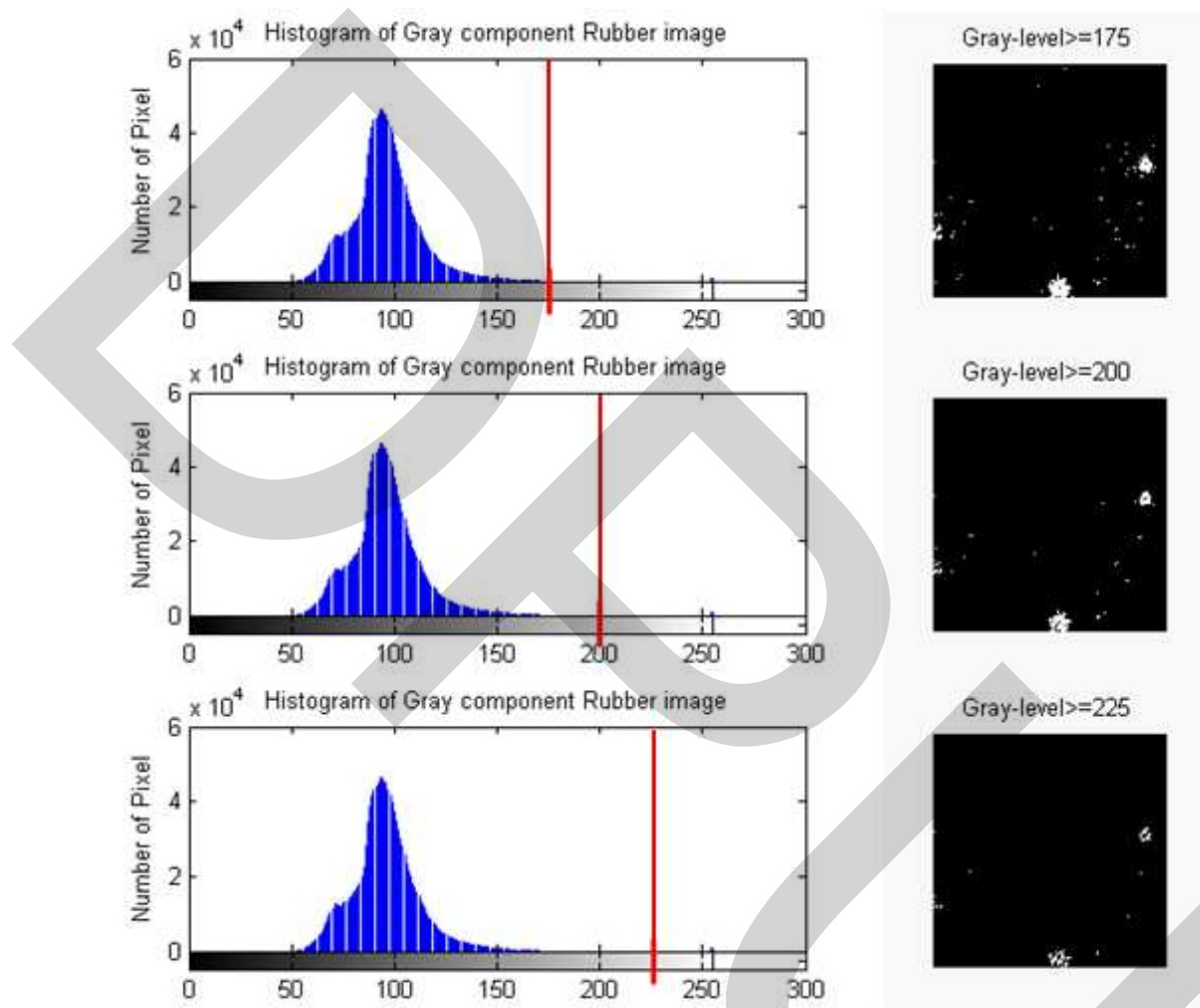
ผลทดสอบที่ 2.2 : การประมวลผลภาพโดยการเลือกค่าเกณฑ์คงที่ (ระดับค่าสีเท่ากับ 100, 125 และ 150)



ภาพที่ 2.64 เปรียบเทียบผลการเลือกค่าเกณฑ์จากกราฟฮิสโตแกรม (Histogram) ที่เลือกค่าแตกต่างกันและภาพผลลัพธ์ที่ได้ภาพยางดิบภาพสองระดับ (ขาว - ดำ)

หากสังเกตกราฟทางด้านซ้ายและภาพผลลัพธ์การประมวลผลภาพทางด้านขวาในภาพที่ 2.64 เมื่อเปรียบเทียบภาพผลลัพธ์จากการเลือกค่าเกณฑ์มากกว่าหรือเท่ากับ 100 นั้นทำให้ได้ภาพที่มีจุดภาพเกิดขึ้นมากค่อนข้างมาก แต่ไม่สามารถระบุส่วนที่บริเวณที่เป็นราขาวและฟองยางที่เกิดขึ้นบนภาพได้อย่างแน่ชัดซึ่งภาพผลลัพธ์นั้นเห็นจุดภาพที่ต้องการมากกว่าการเลือกค่าเกณฑ์มากกว่าหรือเท่ากับ 125 และ 150 นั้นทำให้ภาพผลลัพธ์นั้นจุดภาพเกิดขึ้นในภาพปริมาณค่อนข้างน้อย

ผลทดสอบที่ 2.3 : การประมวลผลภาพโดยการเลือกค่าเกณฑ์คงที่ (ระดับค่าสี 175, 200 และ 225)



ภาพที่ 2.65 เปรียบเทียบผลการเลือกค่าเกณฑ์จากกราฟฮิสโตแกรมและภาพผลลัพธ์สองระดับ

จากผลการทดสอบภาพในเบื้องต้นนั้นพอจะสรุปหลักการและแนวคิดเทคนิคค่าเกณฑ์นั้นๆ ทำให้เห็นภาพชัดเจนขึ้นซึ่งมีหลายข้อดังนี้

1. เลือกระดับค่าสีต่ำเกินไปไม่เห็นจุดภาพหรือบริเวณที่สนใจ
2. เลือกระดับค่าสีสูงเกินไป ส่วนที่สนใจขาดหายไปไม่สมบูรณ์
3. เลือกระดับค่าสีช่วงตรงกลางนั้นภาพดีขึ้นเด่นชัด แต่หาค่าที่เหมาะสมนั้นยาก

## 2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เพื่อที่จะค้นคว้าข้อมูลทางวิชาการที่เป็นเอกสารงานวิจัยและวิทยานิพนธ์รวมทั้งบทความทางวิชาการภายในประเทศไทยที่เกี่ยวข้องกับการใช้วิธีการประมวลผลภาพในการตรวจสอบ ตรวจสอบบริเวณที่สนใจ หาจำนวน ซึ่งการทำเช่นนั้นได้ต้องมีกระบวนการวิเคราะห์ภาพเพื่อระบุขอบเขตบริเวณหรือพื้นที่ที่เราสนใจในภาพให้ได้เสียก่อน จึงจำเป็นต้องทำการสืบค้นจากแหล่งข้อมูลที่มีการรวบรวมผลงานจำนวนมากและข้อมูลเอกสารน่าเชื่อถือ

จึงทำการสืบค้นข้อมูลผ่านทางอินเทอร์เน็ตโดยการเข้าถึงข้อมูลของฐานข้อมูลแหล่งสืบค้นขนาดใหญ่ที่รวบรวมห้องสมุดมหาวิทยาลัยและสถาบันอุดมศึกษาทั้ง 24 แห่ง มหาวิทยาลัยราชภัฏ 41 แห่ง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล 9 แห่ง มหาวิทยาลัยสงฆ์ 2 แห่ง และสถาบันเทคโนโลยีปทุมวัน เป็นการรวบรวมเครือข่ายห้องสมุดมหาวิทยาลัยไทยที่เรียกว่า “เครือข่าย ThaiLIS” (ThaiLIS-Thai Library Integrated System) ซึ่งเป็นโครงการพัฒนาเครือข่ายระบบห้องสมุดในประเทศไทย (ThaiLIS) ดำเนินการเชื่อมโยงเครือข่ายห้องสมุดมหาวิทยาลัยส่วนกลาง (Thai Library Network - Metropolitan : Thailinet) เครือข่ายห้องสมุดมหาวิทยาลัยส่วนภูมิภาค (Provincial University Library Network : Pulinet) และสำนักงานปลัดทบวงมหาวิทยาลัย สำหรับเป้าหมายนั้นทำเพื่อให้บริการสืบค้นฐานข้อมูลเอกสารฉบับเต็ม ซึ่งเป็นเอกสารฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ รายงานการวิจัยของอาจารย์ รวบรวมจากมหาวิทยาลัยต่าง ๆ ทั่วประเทศ นับว่าเป็นแหล่งข้อมูลที่มีประโยชน์ในการสืบค้นและข้อมูลมีความน่าเชื่อถือได้ว่าข้อมูลนั้นผ่านการคัดกรองเป็นที่ยอมรับในระดับประเทศข้อมูลเชื่อถือได้

สำหรับการสืบค้นนั้นเนื่องจากตัวเนื้องานนั้นมีความเกี่ยวข้องกับการประมวลผลภาพ เทคนิคการประมวลผลภาพเพื่อจะช่วยให้สามารถใช้ภาพยางแผ่นในการคัดเกรดแผ่นยาง โดยการใช้ภาพแผ่นยางซึ่งต้องทำการวิเคราะห์ภาพ สำหรับศาสตร์ทางด้านการประมวลผลภาพนั้นมีความเกี่ยวข้องกับการนำไปประยุกต์ใช้หลายๆ ลักษณะ จึงต้องอาศัยการสืบค้นที่โดยใช้คำเพื่อสืบค้นผลงานทางวิชาการที่เกี่ยวข้องและใกล้เคียงกับงานที่สนใจและต้องการ โดยใช้คำสำคัญในการช่วยสืบค้นและผลของการสืบค้นนั้นเป็นดังตารางที่ สำหรับการสืบค้นในฐานข้อมูล ThaiLis และ TDC พบข้อมูลหลายรายการเลือกกำหนดการสืบค้นเลือกแหล่งข้อมูลเลือกแบบ “ทุกมหาวิทยาลัย/สถาบัน” และทุกอย่างที่เป็นเอกสารจึงเลือกแบบ “ชนิดเอกสาร” ซึ่งสืบค้นทุกจบทุกผลงานที่เป็นเอกสารในที่นี้หมายถึงเอกสารงานวิจัยเอกสารวิทยานิพนธ์และบทความวิชาการ

ตารางที่ 2.12 คำสำคัญที่ใช้ในการสืบค้นและจำนวนรายการที่พบเอกสาร\*

ลำดับ	คำสำคัญที่ใช้ในการสืบค้น	จำนวนรายการที่พบเอกสาร
1	การประมวลผลภาพ	55
2	เทคนิคการประมวลผลภาพ	14
3	การวิเคราะห์ภาพ	26
4	การตรวจสอบลาย	6
5	Image processing	33
6	Image Anaiysis	9
7	Digital image processing	6
8	Adaptive Threshold	1

หมายเหตุ. \*หมายถึง อาจมีข้อมูลที่เกิดซ้ำกันจากการใช้คำสืบค้นเดียวกัน

จากข้อมูลขั้นต้นทำให้เราทราบว่า การประมวลผลภาพนั้นถูกนำไปประยุกต์ใช้ในหลายลักษณะด้วยกันยกตัวอย่างเช่น การวิจัยเรื่องการตรวจสอบลายนิ้วมือ การจำแนกชั้นของเนื้อมะพร้าว น้ำหอมอ่อนด้วยวิธีการประมวลผลภาพจากภายนอกผล การประยุกต์การประมวลผลภาพสำรวจแนวชายฝั่งจังหวัดปัตตานีถึงจังหวัดนราธิวาส การตรวจสอบความสูงรอยนูนจากการบัดกรีในชิ้นส่วนฟลิปชิปโดยใช้การประมวลผลภาพ การวิเคราะห์ความแก่ของผลทุเรียนพันธุ์หมอนทองโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพที่ก้านผล การศึกษาการวัดความหยابผิวไม้ยางพาราแปรรูปโดยวิธีการประมวลผลภาพ ระบบการตรวจจับรอยแตกร้าวของแท่งอลูมิเนียมด้วยการประมวลผลภาพ การปรับปรุงภาพเอกสารที่บกพร่องเนื่องจากเราใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ การวิเคราะห์ภาพถ่ายดาวเทียมโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียมแบบ ART เป็นต้น ซึ่งจากรายชื่อผลงานจากฐานข้อมูลนั้นทำให้เราเห็นได้ชัดว่า ศาสตร์ทางด้านการประมวลผลภาพนั้นสามารถนำไปใช้งานได้หลายลักษณะจริงๆ อาจทำให้เราสามารถแนวคิดนำมาประยุกต์ใช้งานได้สำหรับผู้สนใจงานในลักษณะนี้

อย่างไรก็ตามในผลการสืบค้นดังกล่าวนี้ทำให้เห็นข้อเท็จจริงบางอย่างที่ชัดเจนเกี่ยวกับผลการสืบข้อมูลซึ่งการหางานเอกสารอ้างอิง เพื่อที่นำแนวคิดและหลักการจากผลงานวิจัยที่ผ่านมาในอดีตจากฐานข้อมูลระดับประเทศที่มีการเก็บรวบรวมข้อมูลเอกสารจำนวนมากและจากหลายแหล่งอยู่ในประเทศไทย การจะหาผลงานที่เกี่ยวข้องโดยตรงเพื่อนำไปใช้กับการสร้าง

ผลงานวิทยานิพนธ์เล่มนี้ซึ่งเกี่ยวข้องกับการประมวลผลภาพ ภาพแผ่นยางคืบ เทคนิคการประมวลผลภาพ การวิเคราะห์ภาพนั้นค่อนข้างยากซึ่งอาจจะดูได้จากผลการสืบค้นที่มีจำนวนค่อนข้างน้อยซึ่งจากการสืบค้นนั้นพบว่าผลงานเอกสารวิชาการเป็นดังตารางที่ 2.13

ตารางที่ 2.13 ผลงานเอกสารวิชาการที่เกี่ยวข้องกับการประมวลผลภาพแผ่นยางคืบ

ลำดับ	รายละเอียด	ปีการศึกษา
	วิทยานิพนธ์และการศึกษาปัญหาวิจัย	
1	ระบบคัดแยกคุณภาพแผ่นยางพาราโดยการประมวลผลภาพ โดย : ปรัชญา บำรุงกุล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ	2550
2	การตรวจสอบรอยขาวและฟองอากาศบนผิวและในเนื้อยางแผ่นโดยใช้วิธีการประมวลผลภาพ โดย : สิทธิโชค อุ่นแก้ว มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์	2549
3	การตรวจสอบลายและสิ่งสกปรกบนผิวและในเนื้อยางแผ่น โดย : สันติ สถิตววรรณะ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์	2548
	บทความวิชาการ (เพิ่มเติม)	
4	การตรวจสอบรอยขาวบนผิวเนื้อยางแผ่นโดยใช้วิธีการประมวลผลภาพด้วยเทคนิคค่าขีดเริ่มเปลี่ยนคุณลักษณะของสี โดย : สิทธิโชค อุ่นแก้ว และชเนศ เคารพพงศ์ บทความการประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ 29EECON- (29	2549
5	การหาขอบภาพลายยางแผ่นด้วยการประมวลผลภาพ โดย : สันติ สถิตววรรณะ (มอ. บทความวิชาการ 162- 165)	2547
6	การตรวจสอบลายยางแผ่นด้วยวิธีการประมวลผลภาพ โดย : สิทธิโชค อุ่นแก้ว และชเนศ เคารพพงศ์ (NCSEC2003)	2546

ข้อมูลในตารางที่ 2.13 ทำให้เห็นถึงจำนวนผลงานทางวิชาการซึ่งมีจำนวนผู้ที่สนใจ และจำนวนผลงานที่ค่อนข้างน้อยเมื่อเทียบกับการสืบค้นฐานข้อมูลการสืบค้นที่มีการรวมผลงาน เอกสารจำนวนมาก หากผลการสืบค้นที่เกี่ยวข้องโดยตรงดังตารางดังกล่าวนี้เป็นจริง แสดงว่ามี ผู้สนใจที่เห็นถึงความสำคัญของการวิเคราะห์ภาพยางนั้นเป็นปัญหาที่น่าสนใจและยังแสดงถึง แนวคิดหรือแนวทางแก้ไขปัญหารวมถึงวิธีการที่กระบวนการนั้นสามารถจะนำไปช่วยวิเคราะห์ ภาพยางที่เป็นไปได้ด้วยเช่นกัน จากข้อมูลแสดงให้เห็นถึงโอกาสและความเป็นไปได้นั้นทำให้น่าศึกษาและค้นคว้าต่อเพื่อที่จะนำแนวคิดมาต่อยอดงานวิจัยต่อไปหรือนำหลักการมาปรับปรุงเพิ่มเติม

และในทางกลับกันอาจทำให้เห็นถึงการวิเคราะห์ภาพยางนั้นเป็นงานที่ค่อนข้างยาก ด้วยเช่นกัน ดังนั้นแนวทางการวิจัยอาจจะเริ่มต้นเริ่มจากการแนวคิดขั้นพื้นฐานที่เป็นไปได้ไม่ซับซ้อนแต่สามารถทำให้คอมพิวเตอร์หรือหน่วยประมวลผลที่สามารถที่จะทำการวิเคราะห์ภาพได้โดยไม่ต้องพยายามตัดเงื่อนไขและข้อจำกัดหรือเหตุการณ์ที่มีโอกาสจะเกิดขึ้นในภาพยางตัวอย่างที่เข้าทำการคัดเกรดได้น้อย ให้ความสำคัญและมุ่งสนใจที่ภาพยางตัวอย่าง วิธีการหรือกระบวนการที่มีขั้นตอนชัดเจนและได้ผลลัพธ์ที่เป็นในทางบวกและค่อยมาสนใจปรับปรุงกระบวนการเพิ่มเติม นั่นคือภาพผลลัพธ์ที่ทำให้คอมพิวเตอร์วิเคราะห์ประมวลผลภาพง่ายขึ้นไปได้จริงในทางปฏิบัติ นั้นกระบวนการไม่ซับซ้อน คอมพิวเตอร์ต้องสร้างเงื่อนไขในการตัดสินใจซึ่งสามารถอ้างอิงด้วยตัวเลขได้เพียงอย่างเดียวและตัวแปรที่แทนด้วยสัญลักษณ์ตัวอักษรรวมทั้งเขียน โปรแกรมเพื่อวิเคราะห์ผลซึ่งหลังจากการประมวลผลจะได้ผลลัพธ์ที่ต้องการนั่นเอง

การศึกษาปัญหาวิจัยหัวข้อเรื่อง“ระบบคัดแยกคุณภาพแผ่นยางพาราโดยการประมวลผลภาพ” โดยนายปรัชญา บำรุงกุล (2550) นั้นการคัดเกรดยางโดยใช้การหาลักษณะเด่นในการคัดเกรด ซึ่งในที่นี้คือความใสและปริมาณจุดดำที่เกิดจากราโดยสร้างระบบที่มีหลอดไฟฟ้าให้แสงสว่างด้านล่างแล้วใช้กล้องถ่ายภาพเก็บภาพแผ่นยางจากด้านบน โดยที่มีแสงส่องผ่านแผ่นยางซึ่งในการทดสอบระบบมีการเตรียมยางแผ่นตามมาตรฐาน 4 เกรด คือ A, B, C และ D อย่างละ 25 แผ่นรวมทั้งสิ้น 100 แผ่น ใช้วิธีการสุ่มภาพยางแต่ละเกรดอย่างละ 10 ภาพ ผ่านกระบวนการประมวลผลภาพ โดยเริ่มจากแปลงภาพยางแผ่นเป็นภาพสีระดับเทาจากนั้นผ่านการกรองเพื่อปรับปรุงภาพ จากนั้นหาค่าขีดเริ่มเพื่อใช้แปลงเป็นภาพสองระดับที่เรียกว่า “ภาพขาวดำ” จะนั้นทำการประมวลผลภาพ ทำการหาค่าเฉลี่ยความใสซึ่งในที่นี้คือพื้นที่จุดภาพสีขาวและค่าเฉลี่ยของจำนวนจุดภาพที่เกิดเป็นจุดภาพสีดำและซึ่งจะใช้ค่านั้นเป็นเกณฑ์ในการคัดเกรดยางด้วยการประมวลผลภาพของแต่ละเกรด สุดท้ายทำการหาค่าร้อยละของความถูกต้องของแต่ละเกรด

จากนั้นทำการรวมค่าร้อยละทั้งหมดซึ่งการนำเสนอวิธีนี้คัดแยกถูกต้อง 89 % จากนำภาพเข้าทดสอบ 100 ภาพ

วิทยานิพนธ์หัวข้อเรื่อง “การตรวจสอบราชาวและฟองอากาศบนผิวและในเนื้อหยาขงแผ่นโดยใช้วิธีการประมวลผลภาพ” โดยนายสิทธิโชค อุ่นแก้ว (2550) ซึ่งทำกระบวนการที่ 1 คือการตรวจสอบราขาวโดยใช้แนวคิดว่าพื้นที่จากจุดภาพของกลุ่มราขาวจัดกลุ่มจุดภาพแบบค่าขีดเริ่มเปลี่ยนคุณลักษณะของสีในระบบสีแบบ RGB ผลการทดสอบการหากลุ่มของปริมาณพื้นที่จุดภาพราขาว กระบวนการที่ 2 คือการหาฟองอากาศบนผิวเนื้อยางโดยใช้การแยกลักษณะเด่นของเส้นรูปร่างโดยการใช้ฮัฟทรานส์แปลงภาพ และเปรียบเทียบเปรียบเทียบค่าสีจุดภาพในเส้นรูปร่างในระบบสี HSV เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับผลการตรวจสอบด้วยสายตาโดยนักวิชาการด้านการเกษตรผลการ ถูกต้อง 100% และเวลาในการประมวลผลภาพต่อหนึ่งภาพ ดังสามารถสรุปได้ดังตารางที่ 2.14

ตารางที่ 2.14 ผลการวัดประสิทธิภาพในการตรวจสอบราขาวและฟองอากาศ

การวัดประสิทธิภาพ	การตรวจสอบราขาว				การตรวจสอบฟองอากาศ			
	ความถูกต้อง (%)		เวลาในการประมวลผลต่อหนึ่งภาพ		ความถูกต้อง (%)		เวลาในการประมวลผลต่อหนึ่งภาพ	
รูปแบบ	1	2	1	2	A	B	A	B
คอมพิวเตอร์	100		1.92		70.07	91.09	0.28	0.35
นักวิชาการ	97.73	100	2.45	1.91	100	100	7.84	4.47
เกษตรกร	96.21	100	2.62	2.13				

1 หมายถึงการทดสอบแบบที่ 1 ใช้สายตาเพียงอย่างเดียว

2 หมายถึงการทดสอบแบบที่ 2 ใช้สายตาร่วมกับประสาทสัมผัส

A หมายถึงการแยกลักษณะเด่นด้วยรหัสลูกโซ่แล้วจับคู่กับต้นฉบับ

B หมายถึงการแยกลักษณะเด่นด้วยการแปลงฮัฟ ค่าฮิสโตแกรมและค่าสีภายในเส้นรูปร่างในระบบสี HSV



วิทยานิพนธ์หัวข้อเรื่อง “การตรวจสอบลายและสิ่งสกปรกบนผิวและในเนื้อเยื่อแผ่น” โดยนายสันติ สติสุวรรณะ (2548) นั้นหาขอบภาพโดยใช้วิธีการ Canny ทำการแบ่งภาพออกเป็น ส่วนแล้วหาเกณฑ์ที่จะใช้ในการเปรียบเทียบโดยหากพบว่าหากนับจำนวนเส้นที่เกิดในภาพมีค่า มากกว่าเกณฑ์ให้ถือว่าเป็นภาพดีสม่ำเสมอ ใช้วิธีการเปรียบเทียบกับเกณฑ์เช่นเดียวกับการ ตรวจสอบสิ่งสกปรกแต่ในขั้นตอนการเตรียมภาพนั้นมีการสร้างระบบการถ่ายภาพที่มีการใช้แสง สว่างผ่านทางด้านล่าง แล้วจึงค่อยนำภาพสู่การประมวลผลด้วยการประมวลผลภาพ สำหรับการ ตรวจสอบราชานั้นใช้การเตรียมภาพแยกข้อมูลโดยใช้ค่าขีดเริ่มใช้วิธีการ Unsharp filter บทสรุป ของการวัดประสิทธิภาพด้วยสายตาจากผู้เชี่ยวชาญนั้นอยู่ในเกณฑ์พอใช้สำหรับการตรวจสอบลาย ยางและฟองอากาศ แต่การตรวจราชวและสิ่งสกปรกนั้นอยู่ในเกณฑ์ดีการผลอยู่ในระดับดี

บทความทางวิชาการเรื่อง “การตรวจสอบราชวบนผิวเนื้อเยื่อแผ่น โดยวิธีการ ประมวลผลภาพด้วยเทคนิคค่าขีดเริ่มเปลี่ยนคุณลักษณะของสี” (EECON-29,2549) โดยนายสิทธิ โโชค อุ่นแก้ว และธนศ เคารพพงศ์ (2549) เขาพบว่าการตรวจสอบด้วยมนุษย์ขาดความเที่ยงตรง นำตัวอย่างข้อมูลทางสถิติของซึ่งเป็นค่าข้อมูลจุดภาพสีซึ่งเป็นข้อมูลทางสถิติโดยทำการเก็บเพื่อใช้ ในหาค่าเฉลี่ยจุดภาพสี สำหรับการทดสอบนั้นต้องทำการเตรียมสภาวะแวดล้อมให้อยู่ใน มาตรฐานเดียวกัน เนื่องอุปสรรคที่พบนั้นคือความแตกต่างกันทั้งของลักษณะยางและสีของเนื้อเยื่อ นำมาแยกองค์ประกอบภาพสี RGB นำมาแบ่งจุดภาพและเพื่อวัดปริมาณของราชวจำแนกถูกต้อง ประมาณ 98.7%

บทสรุปผลงานวิจัยและบทความวิชาการที่สืบค้น โดยทางตรงซึ่งเกี่ยวข้องกับ การประมวลผลภาพยางแผ่นทั้งสิ้นซึ่งพบว่าแนวคิดและมีวิธีการที่หลากหลายที่จะทำให้สามารถใช้การ ประมวลผลภาพเพื่อการวิเคราะห์ข้อมูลภาพซึ่งพบข้อสังเกตหลายข้อดังนี้

ข้อ 1 ภาพยางแผ่นมักถูกแปลงให้อยู่ในรูปแบบของภาพสีระดับเทา (Gray-Scale) ก่อน อาจเป็นการทำให้ประมวลผลได้งานเวลาเข้าสู่กระบวนการหรือขั้นตอนต่อไป และสุดท้ายก่อนที่จะ ได้ผลลัพธ์ภาพยางแผ่นนั้นมักถูกแปลงให้อยู่ในรูปแบบของภาพขาวดำเพื่อนับจำนวนจุดภาพซึ่งถูก ใช้เป็นวิธีการในการหาพื้นที่

ข้อ 2 เนื่องจากอุปสรรคภาพยางแผ่นนั้นมีหลายอย่างไม่ว่าจะเป็นเรื่องความแตกต่างของ สีและลักษณะของลายยาง โทนสีและความไม่สม่ำเสมอของสีทำให้ต้องให้ผู้วิจัยมักต้องใช้ค่าเฉลี่ย ทางสถิติมาเป็นเกณฑ์ในการวัดและเปรียบเทียบค่าสีของจุดภาพ การหาค่าที่ใช้เป็นเกณฑ์หรือ ตัวแทนการใช้ค่าข้อมูลเพื่อทางสร้างข้อมูลทางสถิติ ซึ่งมีหลากหลายวิธีซึ่งสามารถนำไปใช้ได้

ข้อ 3 เกณฑ์การใช้ทดสอบและวัดประสิทธิภาพของการใช้วิธีการตรวจหาสิ่งที่สนใจนั้น มีทั้งวิธีการที่มีระบบระเบียบแบบแผน มีลำดับขั้นตอนของการกระบวนการและที่มาที่มีการเตรียมข้อมูลไว้ก่อนเพื่อใช้ในการวัดผลเปรียบเทียบ จนถึงการใช้ประสาทตาใช้การประเมินจากการสังเกต ผลลัพธ์ว่าถูกต้องมากน้อยอยู่ในเกณฑ์ความพอใจระดับไหนกับการเห็นภาพผลลัพธ์เปรียบเทียบกับต้นฉบับ จึงทำให้เห็นได้ว่าตามนุษย์มีประสิทธิภาพที่จะใช้ในการตรวจสอบความถูกต้องได้

## 2.5 สรุป

สรุปเนื้อความในบทนี้นั้นได้กล่าวถึงวิธีการคัดเกรดยางในปัจจุบัน มาตรฐานที่ใช้ประเมิน ของผู้ประเมินวิธีการสังเกต ที่ผู้ประเมินนั้นสังเกตซึ่งสามารถนำไปใช้และทำให้สามารถตั้งสมมุติฐานในการวิจัยวิธีการเดียวกับผู้ประเมิน จากลักษณะเด่นต่างๆ เช่น ราสีขาวฟองยางที่มีสีค่อนข้างขาวบนแผ่นยาง สิ่งสกปรกที่ปะปนนั้นมีสีดำ ลายยางนั้นเป็นลายที่มีลักษณะที่เป็นรูปเหมือนกัน

เทคนิคการประมวลผลภาพถูกนำมาใช้วิเคราะห์ภาพเพื่อหาส่วนประกอบในภาพที่เรานสนใจ เทคนิคที่นำมาใช้ในการประมวลผลภาพนั้นมีความหลากหลายวิธีเพื่อแล้วแต่ว่าจะเลือกนำมาใช้เพื่อแก้ปัญหาในการวิเคราะห์ภาพอาจได้ผลดีและอาจจะมียุทธวิธีที่ดีกว่าขึ้นอยู่กับเงื่อนไข ซึ่งข้อมูลภาพนั้นสามารถนำมาเขียนกราฟฮิสโตแกรมและสามารถเลือกค่าเกณฑ์เพื่อใช้ในการประมวลผลภาพให้อยู่ในภาพแบบขาว-ดำ หรือที่เราเรียกว่า ภาพสองระดับซึ่งภาพในลักษณะนี้นั้นสะดวกในการประมวลผลด้วยคอมพิวเตอร์ อย่างไรก็ตามการเลือกค่าเกณฑ์ที่เราเรียกว่า “Threshold” ช่วยทำให้สามารถทำให้ภาพชัดขึ้นก็จริงแต่เราจะพบปัญหาว่าเราจะเลือกค่าอย่างไรให้เหมาะสมกับภาพหรือเราจะมีกระบวนการขั้นตอนในการประมวลผลภาพอย่างไรเพื่อให้สามารถแก้ปัญหาที่เราต้องการได้ดี ค่าเกณฑ์ที่เหมาะสมทำให้สามารถนำเสนอเทคนิคในการประมวลผลภาพแผ่นยางดิบในเบื้องต้นก่อนจะนำภาพไปใช้ในขั้นตอนคัดเกรดภาพแผ่นยางดิบแทนการคัดเกรดแผ่นยางดิบซึ่งเป็นการใช้เพียงภาพแผ่นยางดิบตัวแทนแผ่นยางดิบมาประมวลผล สำหรับวิธีการที่จะใช้ในการประมวลผลภาพนั้นสามารถนำภาพผลลัพธ์หลังการประมวลผลภาพมาใช้ในการเปรียบเทียบต้นฉบับกับตาคนซึ่งน่าจะเหมาะสมกับงานวิทยานิพนธ์นี้การตรวจสอบซึ่งกระบวนการและขั้นตอนของเทคนิคที่นำเสนอจะนำเสนอในบทที่ 3 โดยกล่าวถึงระเบียบวิธีการวิจัยซึ่งจะอยู่ในบทต่อไป

## บทที่ 3

### ระเบียบวิธีวิจัย

ในบทนี้จะกล่าวถึงแนวทางการวิจัยและสมมุติฐาน เทคนิคค่าเกณฑ์แบบปรับตัวที่นำเสนอ เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย แผนการดำเนินงาน ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย และกล่าวสรุประเบียบวิธีการวิจัยโดยจะอธิบายแต่ละหัวข้อตามลำดับ

#### 3.1 แนวทางการวิจัยและสมมุติฐาน

แนวทางการวิจัยนั้นมุ่งเน้นที่จะสร้างกระบวนการคิดหรือลำดับขั้นตอนในประมวลผลภาพแผ่นยางดิบเพื่อให้สามารถวิเคราะห์ภาพหาผลลัพท์ที่ต้องการคือปริมาณราชวและฟองยางที่เกิดขึ้นบนแผ่นยางดิบซึ่งลักษณะของราชวและฟองยางนั้นมีสีค่อนข้างขาว เมื่อสังเกตด้วยตาจะเห็นความแตกต่างระหว่างราชว ฟองยางและเนื้อยาง หากทำการเปรียบเทียบกับลักษณะของเนื้อยางที่มีสีค่อนข้างเหลือง ราชวและฟองยางนั้นมีลักษณะที่เกาะตัวกันเป็นกลุ่มและอาจกระจายตัวอยู่บนผิวของแผ่นยางดิบ ความแตกต่างของสีนั้นเป็นลักษณะทางกายภาพที่ช่วยสามารถแยกแยะส่วนที่เป็นราชว ฟองยางและส่วนที่เป็นเนื้อยาง อาจไม่ยากนักสำหรับมนุษย์ที่จะสังเกตด้วยตา แต่หากจะใช้กระบวนการประมวลผลภาพเพื่อให้สามารถแยกแยะประเมินปริมาณของราชว ฟองยางและส่วนที่เป็นเนื้อยางบนภาพนั้นต้องอาศัยการทำงานของหน่วยประมวลผลและโปรแกรมช่วยประมวลผลคอมพิวเตอร์ แนวทางการวิจัยนั้นอาศัยกระบวนการประมวลผลภาพและวิเคราะห์ภาพแผ่นยางดิบ โดยเป้าหมายนั้นทำการประมวลผลภาพเพื่อให้ได้ภาพผลลัพท์ที่เหมาะสมการคัดเกรดภาพแผ่นยางดิบ

การใช้เทคนิคการประมวลผลภาพดิจิทัลเพื่อคัดเกรดแผ่นยางดิบเป็นการนำภาพแผ่นยางดิบมาผ่านกระบวนการประมวลผลภาพด้วยคอมพิวเตอร์และทำการวิเคราะห์ภาพที่เข้าประมวลผล การจะคัดเกรดภาพหรือจัดระดับให้กับภาพจากองค์ประกอบที่เกิดขึ้นในภาพกระบวนการประมวลผลภาพที่ทำให้ได้ภาพผลลัพท์ที่ลักษณะภาพที่เด่นชัดและชัดเจน การจัดเตรียมภาพเพื่อเข้าสู่กระบวนการตรวจสอบคัดเกรดภาพแผ่นยางดิบนั้นเป็นการวิเคราะห์ภาพซึ่งกระบวนการนี้ใช้เพียงแต่ภาพแผ่นยางดิบเท่านั้นจึงไม่ทำให้ผลผลิตทางการเกษตรเสียหาย

การวิจัยฉบับนี้จะใช้โปรแกรมแมตแล็บ (Matrix Laboratory, MATLAB) ช่วยในการประมวลผลภาพดิจิทัลและการวิเคราะห์ภาพผลลัพธ์ซึ่งคุณลักษณะเด่นของโปรแกรมนั้นเป็นซอฟต์แวร์ในการคำนวณและการเขียนโปรแกรมที่มีความสามารถครอบคลุมตั้งแต่ การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ การพัฒนาอัลกอริทึม และการสร้างแบบจำลองของระบบ การสร้างระบบควบคุมและโดยเฉพาะการประมวลผลภาพดิจิทัล(Digital Image processing) การสร้างเมตริกซ์โปรแกรมสามารถทำงานได้ทั้งในลักษณะของการติดต่อโดยตรง คือการเขียนคำสั่งเข้าไปที่ละคำสั่ง เพื่อให้โปรแกรมประมวลผลไปเรื่อยๆ หรือสามารถที่จะรวบรวม ชุดคำสั่งเรานั้นเป็นโปรแกรมก็ได้ ข้อสำคัญอย่างหนึ่งของโปรแกรมคือข้อมูลทุกตัวจะถูกเก็บในลักษณะของแถวลำดับที่เรียกว่า“อาร์เรย์ (Array)” คือในแต่ละตัวแปรจะได้รับการแบ่งเป็นส่วนย่อยเล็กๆขึ้น การใช้ตัวแปรเป็นแถวลำดับนั้น โปรแกรมแมตแล็บ เราไม่จำเป็นที่จะต้องจองมิติเหมือนกับ การเขียนโปรแกรมในภาษาขั้นต่ำ ทำให้เราสามารถที่จะแก้ปัญหของตัวแปรที่อยู่ในลักษณะของเมตริกซ์และเวกเตอร์ได้โดยง่าย ซึ่งทำให้เราลดเวลาการทำงานลงได้อย่างมากเมื่อเทียบกับการเขียนโปรแกรมโดยภาษาซี

การศึกษาผลงานการวิจัยที่ผ่านมาในบทที่ 2 นั้นทำให้เห็นถึงวิธีการประมวลผลภาพซึ่งกระบวนการประมวลผลประมวลผลและขั้นตอนการวิจัยรวมถึงแนวทางการวิจัยที่แตกต่างกันบางขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์และการนำไปประยุกต์ใช้ซึ่งเงื่อนไขและขอบเขตของปัญหาอาจมีลักษณะคล้ายกันและอาจแตกต่างกันไป แต่การทำวิจัยนั้นคำนึงถึงผลการวิจัยหรือข้อสรุปของงานวิจัยซึ่งอาจจะถูกนำไปต่อยอดหรือนำไปประยุกต์ใช้งานเชิงอุตสาหกรรมหรือเชิงพาณิชย์ ในทางปฏิบัติ นั้นเครื่องจักรที่ทำงานแบบอัตโนมัติในภาคอุตสาหกรรมนอกเหนือจากประสิทธิภาพของการทำงานที่ต้องยึดความถูกต้องของการทำงานและต้องมีข้อผิดพลาดน้อย สิ่งที่ต้องการเป็นอันดับต้นๆ คือต้องทำงานหรือจัดการงานอย่างรวดเร็วซึ่งในที่นี้คือการประมวลผลและวิเคราะห์ภาพเพื่อคัดกรองภาพแผ่นยางดิบ แนวทางการวิจัยจึงเลือกวิธีการประมวลผลภาพซึ่งวิธีการที่ใช้ขั้นตอนวิธีการประมวลผลภาพที่นิยมใช้กันและที่กระบวนการซับซ้อนน้อยเพื่อคาดหวังเรื่องของการประมวลผลได้รวดเร็ว แต่ใช้งานได้ดีและเหมาะสมในมุมมองของผู้วิจัยเอง

การวิจัยเชิงการทดลองจะอาศัยกระบวนการประมวลผลทางภาพ การวิจัยนั้นจะเริ่มจากเตรียมภาพตัวอย่างซึ่งเป็นภาพยางแผ่นดิบที่ได้จากการกวาดสแกน เพื่อเข้าประมวลผลทางภาพที่ต้องการทดสอบ ภาพยางแผ่นดิบผลลัพธ์ที่ได้ผ่านกระบวนการประมวลผลภาพซึ่งเราจะใช้วิธีการที่แตกต่างกันและนำภาพยางแผ่นดิบผลลัพธ์เปรียบเทียบ เพื่อที่จะพิสูจน์ว่าวิธีการใดจะให้ภาพผลลัพธ์การประมวลผลที่ดีเพื่อจะหาหลักการที่ดีในสร้างเกณฑ์การตรวจสอบภาพแผ่นยางดิบ

### 3.1.1 ศึกษาการคัดเกรดภาพแผ่นยางดิบและอุปสรรคในการวิเคราะห์ภาพแผ่นยางดิบ

#### 3.1.1.1 ศึกษาการคัดเกรดภาพแผ่นยางดิบ

การคัดเกรดแผ่นยางดิบนั้นเป็นการประเมินจัดระดับคุณภาพของแผ่นยางดิบโดยเจ้าหน้าที่หรือผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์ในการคัดเกรดแผ่นยางดิบเท่านั้นที่จะสามารถคัดเกรดแผ่นยางดิบได้ การคัดเกรดแผ่นยางดิบที่ตลาดกลางรับซื้อแผ่นยางดิบซึ่งโดยทั่วไปผู้เชี่ยวชาญจะใช้ประสาทสัมผัสและการสังเกตด้วยตาตรวจสอบแผ่นยางดิบเพื่อหาปริมาณราขาวที่เกิดขึ้นบนผิวน้อย่างแล้วจึงประเมินจัดระดับคุณภาพ สำหรับการให้ระดับของคุณภาพแผ่นยางดิบเป็นการประเมินโดยเปรียบเทียบจากสัดส่วนของปริมาณพื้นที่ราขาวต่อปริมาณพื้นที่เนื้อยางทั้งหมดโดยค่าสัดส่วนนั้นเป็นค่าร้อยละ (%) สำหรับงานวิจัยฉบับนี้นั้นจะใช้เกณฑ์ระดับคุณภาพแผ่นยางดิบดังตารางที่ 3.1 ด้านล่าง

ตารางที่ 3.1 เกณฑ์การคัดเกรดภาพแผ่นยางดิบโดยใช้สำหรับงานวิจัยนี้เท่านั้น

ระดับเกรดภาพแผ่นยางดิบ	พื้นที่ราขาวและฟองยางร้อยละ
คุณภาพเกรดระดับ A	< 25%
คุณภาพเกรดระดับ B	ช่วง 26 - 50%
คุณภาพเกรดระดับ C	ช่วง 51- 75%
คุณภาพเกรดระดับ D	> 76%

#### 3.1.1.2 อุปสรรคในการวิเคราะห์ภาพแผ่นยางดิบ

ข้อเท็จจริงหลายประการที่เป็นอุปสรรคในการวิเคราะห์ภาพแผ่นยางดิบซึ่งต้องการจะระบุบริเวณที่เป็นราขาวและฟองยางภายในภาพนั้นไม่ถนัดนักและค่อนข้างซับซ้อน จากการสังเกตด้วยตาและศึกษาหลักการมองเห็นภาพ ปัจจัยพื้นฐานที่สำคัญในการมองเห็นหรือการรับภาพนั้นเกิดจากแสงสว่างที่กระทบวัตถุและเกิดการสะท้อนเข้ามายังตัวรับภาพตัวตรวจรู้หรือเซ็นเซอร์ (Sensor) การประมวลผลภาพนั้นเรามักจะแทนรูปร่างหรือลักษณะภาพก่อนทำการประเมินเพื่อหาประเมินปริมาณสิ่งที่สนใจที่เกิดขึ้นในภาพ การวิเคราะห์ภาพคือการแทนลักษณะที่เป็นราขาวและฟองยางซึ่งเป็นบริเวณที่เราต้องการระบุและประเมินปริมาณ

กรอบความคิดซึ่งเป็นแนวทางในการวิเคราะห์ภาพเพื่อประยุกต์ใช้วิธีการประมวลผลภาพแผ่นยางดิบสำหรับ “การคัดเกรดภาพแผ่นยางดิบ” แต่ประเด็นที่เป็นปัญหาในการประมวลผลภาพนั้นพบว่าข้อเท็จจริงในการประมวลผลภาพแผ่นยางดิบคือเราไม่สามารถแทนค่าสีของเนื้อยาง

ได้อย่างแน่นอนเนื่องจากคุณลักษณะทางกายภาพของแผ่นยางดิบเนื่องจากระดับค่าสีของเนื้อยางนั้นไม่สามารถแทนด้วยค่าสีเดียวได้จึงเป็นอุปสรรคที่เป็นข้อเท็จจริงที่หลีกเลี่ยงได้ยากซึ่งเกิดตามธรรมชาติ หากลองสังเกตภาพแผ่นยางดิบดังในภาพที่ 3.1 ด้านล่างจะพบว่าลักษณะโดยรวมนั้นอาจประเมินด้วยตา สังเกตเห็นสีแผ่นยางดิบมีสีค่อนข้างเหลืองแต่ไม่ได้มีระดับค่าสีเหลืองระดับเดียวกันทั้งทั้งแผ่นมีบางบริเวณมีสีเหลืองเข้ม สำหรับส่วนที่เป็นสีขาวซึ่งสีขาวนั้นซึ่งอาจเกิดจากการสะท้อนของแสงการทดสอบด้วยการสังเกตด้วยตาอาจจะสรุปพอสังเขปได้ดังตารางที่ 3.2



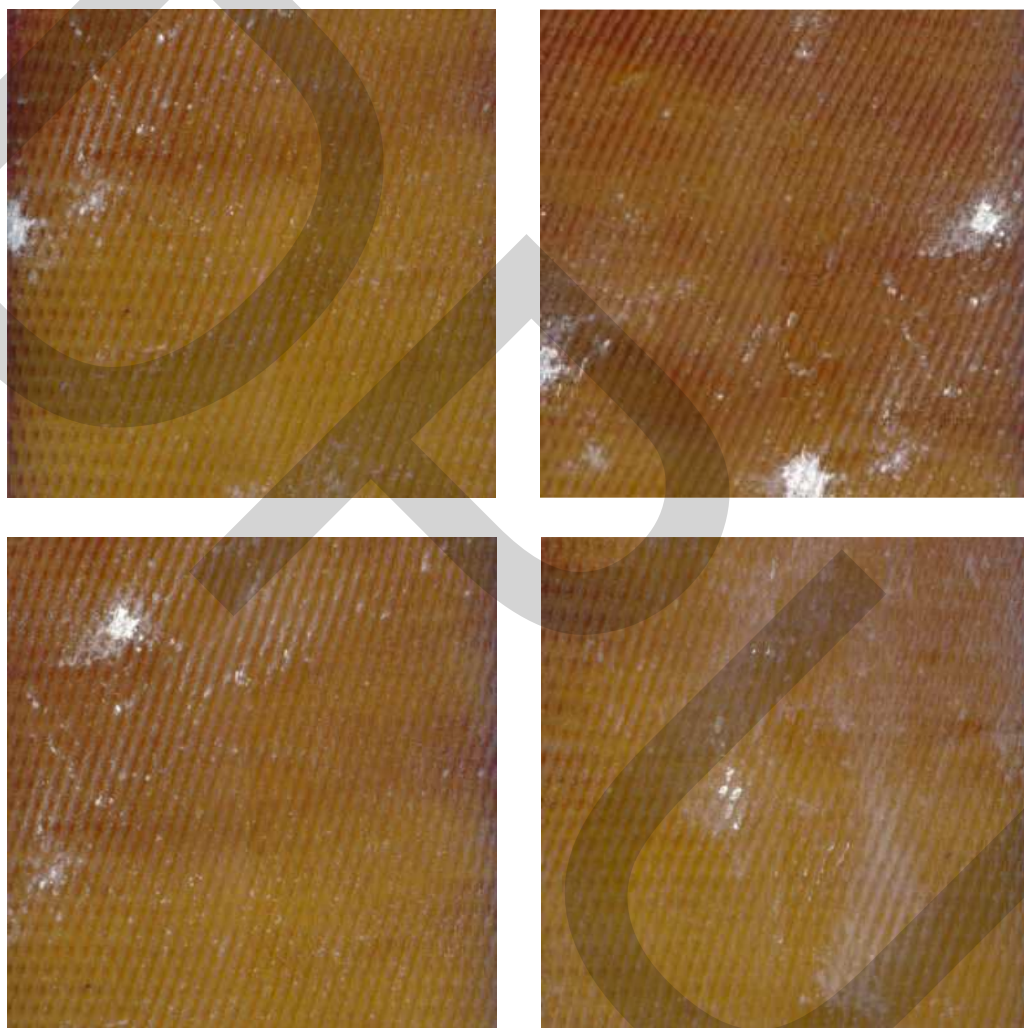
ภาพที่ 3.1 ภาพยางแผ่นดิบตัวอย่างจำนวน 3 ภาพ

ตารางที่ 3.2 สรุปลักษณะภาพยางแผ่นดิบที่เป็นอุปสรรคในการวิเคราะห์ภาพยางแผ่นดิบ

ลำดับ	ลักษณะภาพแผ่นยางดิบ	อธิบายเพิ่มเติม
1	จุดภาพสีเนื้อยางนั้นภายในแผ่นไม่สม่ำเสมอ	ไม่ได้เป็นสีเดียว
2	จุดภาพสีเนื้อยางภายในแผ่นไม่ได้เป็นสีเดียว	มีสีเหลืองอ่อนถึงสีเขียวคล้ำ
3	ราขาวนั้นมีสีค่อนข้างขาว	มีทั้งเกาะกลุ่มและอาจกระจายบ้าง
4	ฟองยางนั้นมีสีค่อนข้างขาวขุ่น	มีทั้งเกาะกลุ่มและอาจกระจายบ้าง
5	สีขาวที่อาจเป็นแสงสว่าง	ในภาพนั้นราขาวมีสีค่อนข้างขาว
6	สิ่งสกปรกมีสีดำ	ลักษณะสีดำแตกต่างกับเนื้อยาง
7	ตำแหน่งที่เกิดขึ้นนั้นมีตำแหน่งไม่แน่นอน	อาจเกิดที่ตำแหน่งใดก็ได้ในภาพ

สำหรับการวิเคราะห์และการประมวลผลภาพแผ่นยางดิบด้วยประสาทสัมผัสตามันดังที่ได้กล่าวในขั้นต้นแล้วว่าสายตาของผู้สังเกตนั้นระดับการมองเห็นสีปกติไม่เท่ากันอาจคิดเพี้ยนกันไปบางซึ่งไม่เท่ากัน ดังนั้นความเป็นมาตรฐานเดียวกันในงานวิจัยนี้ในเรื่องของการคิดเพี้ยนของสายตาการมองเห็นนั้นให้ถือว่าการมองเห็นภาพของผู้สังเกตที่คิดเพี้ยนนั้นเป็นข้อยกเว้นอยู่

นอกเหนือขอบเขตไม่นำมาเป็นปัจจัยในการเกิดความผิดเพี้ยนของงานวิจัย หากสังเกตภาพที่ 3.2 ซึ่งแสดงภาพยางแผ่นดิบตัวอย่างและเปรียบเทียบพบว่าพื้นที่ส่วนที่เป็นกลุ่มราขาวและฟองยางนั้นมีพื้นที่ค่อนข้างน้อยกว่าเมื่อทำการเทียบกับพื้นที่ส่วนที่เป็นเนื้อยางที่เป็นพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นเงื่อนไขที่สำคัญ



ภาพที่ 3.2 ภาพยางแผ่นดิบตัวอย่าง

### 3.1.3 สมมุติฐานสำหรับงานวิจัยฉบับนี้

การคัดเกรดภาพแผ่นยางดิบในงานวิจัยนี้เป็นการประมวลผลภาพโดยอาศัยเทคนิคการประมวลผลทางภาพเพื่อให้สามารถวิเคราะห์ภาพและได้ภาพผลลัพธ์สองระดับเพื่อที่จะนำมาใช้หาปริมาณราขาวฟองยางและส่วนที่เป็นเนื้อยางที่เกิดขึ้นในภาพ การคำนวณหาพื้นที่โดยใช้จำนวน

จุดภาพหรือจำนวนพิกเซลของภาพผลลัพธ์ เพื่อหาพื้นที่ราขาวและฟองยางซึ่งการที่ลักษณะภาพมีเพียงจุดภาพสีขาวและสีดำเป็นภาพสองระดับที่ทำให้คอมพิวเตอร์สามารถวิเคราะห์ภาพได้ โดยการแทนข้อมูลภาพซึ่งค่าสีของจุดภาพที่มีสีขาวนั้นอาจถูกแทนค่าเท่ากับ 0 และมีสีดำถูกแทนค่าเท่ากับ 1 จากนั้นทำการนับจำนวนจุดภาพหาสัดส่วนร้อยละระหว่างจำนวนจุดภาพสีขาวต่อจำนวนจุดภาพสีดำ เป็นการจัดการขั้นต้นสุดท้ายซึ่งวิธีการมีความซับซ้อนน้อยแต่สามารถวิเคราะห์ภาพเพื่อหาพื้นที่ได้ดี จากผลงานวิจัยที่ผ่านมากล่าวไว้ในบทที่ 2 ประกอบรวมกับการสังเกตเบื้องต้นจึงกำหนดและตั้งสมมุติฐานที่ใช้ในการวิจัยเพื่อคัดกรองภาพแผ่นยางดิบดังนี้

1. พื้นที่ราขาวและฟองยางมีสีค่อนข้างขาว
2. พื้นที่ส่วนใหญ่ในภาพนั้นคือเนื้อยาง
3. การหาพื้นที่ราขาวและฟองยางนั้นสามารถคำนวณได้จากอัตราส่วนหรือสัดส่วนของ

จำนวนจุดภาพส่วนที่เป็นราขาวและฟองยางต่อจำนวนจุดภาพส่วนที่เป็นเนื้อยาง

จากสมมุติฐานขั้นต้นที่ได้กล่าวไปแล้วนั้นทำให้ช่วยสร้างกรอบความคิดและนำไปใช้สำหรับสร้างกระบวนการคิดรวมทั้งสร้างเงื่อนไขเป็นสมการทางคณิตศาสตร์ที่ช่วยทำให้คอมพิวเตอร์นั้นสามารถประมวลผลและวิเคราะห์ภาพที่ค่าที่แสดงถึงจำนวนหรือปริมาณที่เราต้องการได้ การที่เราจะหาค่าเกณฑ์ที่เหมาะสมเฉพาะภาพที่ได้กล่าวไว้ในบทที่ 2 นั้นค่อนข้างซับซ้อนและเพื่อที่จะให้สอดคล้องกับสมมุติฐานในงานวิจัยฉบับนี้ เราจะใช้การหาค่าสัดส่วนร้อยละของพื้นที่ราขาวต่อพื้นที่เนื้อยางซึ่งค่าดังกล่าวได้จากการคำนวณจากสัดส่วนระหว่างจำนวนจุดภาพของราขาวและจำนวนจุดภาพของเนื้อยางโดยจะเปรียบเทียบเป็นค่าร้อยละการกำหนดค่าตัวแปรรวมทั้งเงื่อนไขที่สำคัญนั้นเขียนได้ดังสมการที่ 3.1 สมการที่ 3.2 และสมการที่ 3.3

โดยที่กำหนดให้ค่าตัวแปรและนิยามดังนี้

*WMR* (White Mould Ratio) คือค่าสัดส่วนร้อยละของพื้นที่ราขาวต่อพื้นที่ทั้งหมด

*NPI* (Number of Pixel Image) คือจำนวนจุดภาพทั้งหมดในภาพซึ่งเป็นพื้นที่ราขาวและพื้นที่เนื้อยาง

*NPW* (Number of Pixel of White Mould) คือจำนวนจุดภาพสีขาวที่เป็นส่วนพื้นที่ราขาวที่เกิดขึ้น

*NPR* (Number Pixel of Rubber) คือจำนวนจุดภาพสีเนื้อยางที่เป็นส่วนพื้นที่เนื้อยางที่เกิดขึ้น



$$NPW < NPR \quad \text{สมการที่ 3.1}$$

$$NPI = NPW + NPR \quad \text{สมการที่ 3.2}$$

$$WMR = \frac{NPW}{NPW+NPR} \times 100\% \quad \text{สมการที่ 3.3}$$

จึงได้ข้อสรุปที่ทำให้สามารถสร้างกรอบความคิดในหัวข้อวิจัยนี้คือการต้องหาขอบเขตของการที่จะใช้เป็นขอบเขตหรือระดับค่าเกณฑ์การเปลี่ยนแปลงคุณลักษณะสีนี้เป็นตัวกำหนดขอบเขตในการเปลี่ยนแปลงระดับค่าสีของจุดภาพที่เกิดขึ้นภายในภาพซึ่งมีลักษณะภาพที่เป็นลักษณะภาพที่เป็นอุปสรรคดังตารางที่ 3.2 กล่าวมาแล้วนั้น เพื่อให้สามารถจะหาค่าเกณฑ์ที่เหมาะสมกับเฉพาะภาพได้จึงแบ่งการวิเคราะห์ภาพการจะหาระดับค่าสีที่เหมาะสมได้ยากกับภาพซึ่งค่อนข้างซับซ้อนจึงเป็นหากระบวนการและสร้างอัลกอริทึมที่ทำให้ใช้เทคนิคค่าเกณฑ์เพื่อเลือกค่าสีของจุดภาพที่เหมาะสมกับกับแต่ละภาพได้ โดยจะเริ่มจากการนำภาพที่กวาดสแกนจากแผ่นดิบมาวิเคราะห์ค่าสีของจุดภาพโดยใช้ภาพระดับเทา (Gray-level) เพื่อให้การวิเคราะห์ประมวลผลนั้นทำได้เร็ว ลดความซับซ้อนการวิเคราะห์และประมวลผลโดยคอมพิวเตอร์ กำหนดตัวแปรและนิยามของค่าตัวแปรนั้นสามารถเขียนได้ดังนี้

*NP* คือจำนวนจุดภาพในภาพ

*NPmin* คือจำนวนจุดภาพที่น้อยสุด

*NPmax* คือจำนวนจุดภาพที่มากที่สุด

*CL* คือระดับค่าสีของจุดภาพ

*CLmin* คือระดับค่าสีต่ำสุด 0

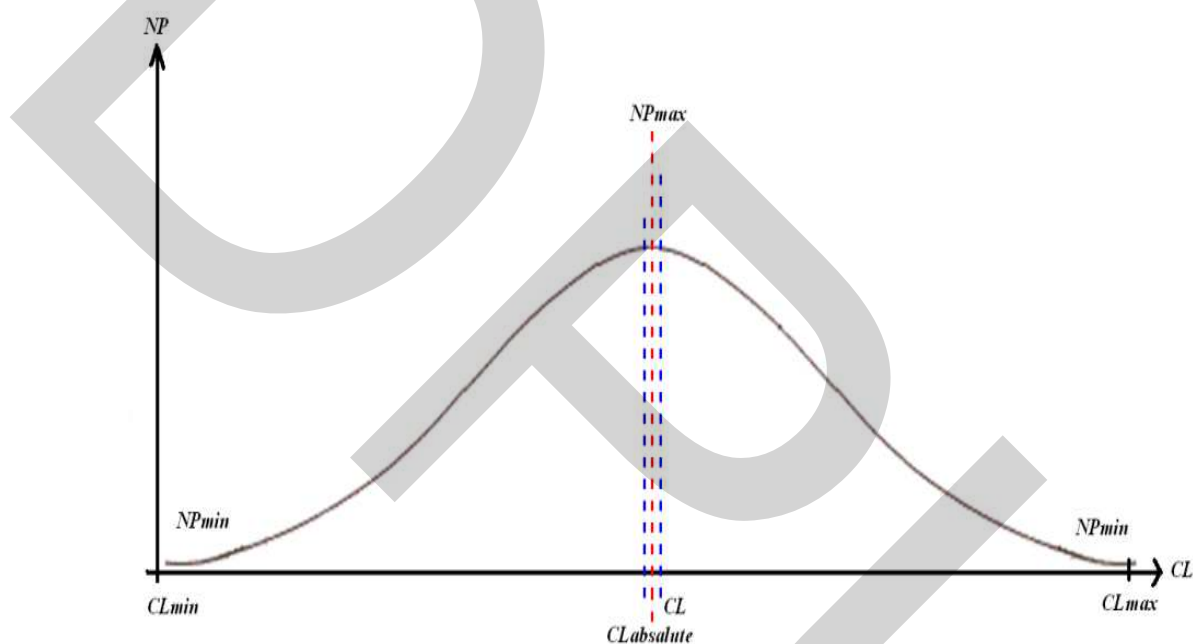
*CLmax* คือระดับค่าสีสูงสุด 255

$|CL_{absolute}|$  คือระดับค่าสีที่ถูกเลือกให้เป็นขอบเขตการเปลี่ยนคุณลักษณะสีคือ

“ค่าเกณฑ์”

สำหรับภาพกราฟสีสโตแกรม ดังในภาพที่ 3.3 ด้านล่างนั้นแสดงองค์ประกอบของภาพซึ่งแสดงจำนวนจุดภาพในแนวตั้งตามแกน Y แทนด้วยตัวแปร *NP* คือจำนวนจุดภาพในภาพและแสดงระดับค่าสีของจุดภาพแทนด้วยตัวแปร *CL* คือระดับค่าสีของจุดภาพในแนวนอนตามแกน X ซึ่งมี 256 ระดับ (0-255) สำหรับจำนวนจุดภาพที่น้อยสุดนั้นแทนด้วยตัวแปร *NPmin* อยู่ทางด้านซ้ายมือของกราฟ และจำนวนจุดภาพที่น้อยสุดนั้นแทนด้วยตัวแปร *NPmax* คือจำนวนจุดภาพที่มาก

สุด อยู่ทางด้านขวามือของกราฟ ภาพกราฟฮีสโตแกรม นั้นสามารถแสดงองค์ประกอบภาพบอกถึง จำนวนจุดภาพในแต่ละระดับค่าสี ซึ่งระดับค่าสีต่ำสุดนั้นแทนด้วยตัวแปร  $CLmin$  ซึ่งระดับค่าสีต่ำสุดคือ 0 อยู่ทางด้านขวามือของกราฟ ระดับค่าสีสูงสุดนั้นแทนด้วยตัวแปร  $CLmax$  ซึ่งระดับค่าสีสูงสุดคือ 255 อยู่ทางด้านขวาซ้ายมือของกราฟ และตัวแปรที่มีความสำคัญมากที่สุดในงานวิจัยนี้คือ ระดับค่าสีที่ถูกเลือกให้เป็นขอบเขตการเปลี่ยนคุณลักษณะสีหรือเราเรียกว่า “ค่าเกณฑ์” นั้นแทนด้วยตัวแปร  $|CLabsolute|$



ภาพที่ 3.3 ตัวแปรที่เกิดขึ้นบนกราฟฮีสโตแกรม

เงื่อนไขของค่าตัวแปรนั้นสามารถเขียนสมการด้านล่างดังนี้

$$NPmin ; NP > 1$$

สมการที่ 3.4

$$NPmax ; NP < M \times N$$

สมการที่ 3.5

$$CLmin ; 0 < NP < 0.01 NPmin$$

สมการที่ 3.6

$$CLmax ; 0 < NP < 0.001 NPmax$$

สมการที่ 3.7

$$|CLabsolute| ; CLmin < |CLabsolute| < CLmax$$

สมการที่ 3.8

ขออธิบายค่าตัวแปร เงื่อนไขขอบเขตของสมการเพิ่มเติมจากสมการที่ 3.4 นั้นบอกถึงจำนวนจุดภาพที่มีจำนวนน้อยที่สุดที่แทนด้วยตัวแปร  $NP_{min}$  นั้นจะต้องมีจำนวนหรือค่ามากกว่า 1 สำหรับสมการที่ 3.5 นั้นบอกถึงขอบเขตค่าตัวแปรที่แสดงจำนวนจุดภาพที่มีจำนวนมากที่สุดที่แทนด้วยตัวแปร  $NP_{max}$  นั้นจะต้องมีจำนวนเท่ากับหรือค่าน้อยกว่าจำนวนผลคูณของขนาดของภาพ  $M \times N$  ซึ่งในที่นี้ตัวแปร  $M$  แทนค่าอ้างอิงตำแหน่งตามแนวแกน  $Y$  และตัวแปร  $N$  แทนค่าอ้างอิงตำแหน่งตามแนวแกน  $X$  ผลคูณระหว่างความกว้างและความยาวการนำค่าตัวแปร  $M$  กับค่าตัวแปร  $N$  คูณกับความยาวเท่ากับค่าตัวแปร  $NP$  มีค่าเท่ากับจำนวนจุดภาพทั้งหมดของภาพ ในสมการที่ 3.6 นั้นบอกถึงขอบเขตของค่าตัวแปร  $CL_{min}$  คือระดับค่าสีที่น้อยที่สุดนั้นจะต้องเป็นระดับค่าสีที่มีจำนวนจุดภาพซึ่งมีจำนวนมากกว่า 0 ค่านี้น้อยกว่าจำนวนเท่ากับ 0 ถึง 0.01 ของค่าตัวแปร  $NP_{min}$  ซึ่งเป็นจำนวนจุดภาพน้อยสุด และสมการที่ 3.7 นั้นบอกถึงขอบเขตของค่าตัวแปร  $CL_{max}$  คือระดับค่าสีที่มากที่สุดนั้นจะต้องเป็นระดับค่าสีที่มีจำนวนจุดภาพมากกว่า 0 ซึ่งค่านี้น้อยกว่าจำนวนเท่ากับ 0 ถึงจำนวนเท่ากับ 0.001 ของค่าตัวแปร  $NP_{max}$  ซึ่งเป็นจำนวนจุดภาพมากที่สุด

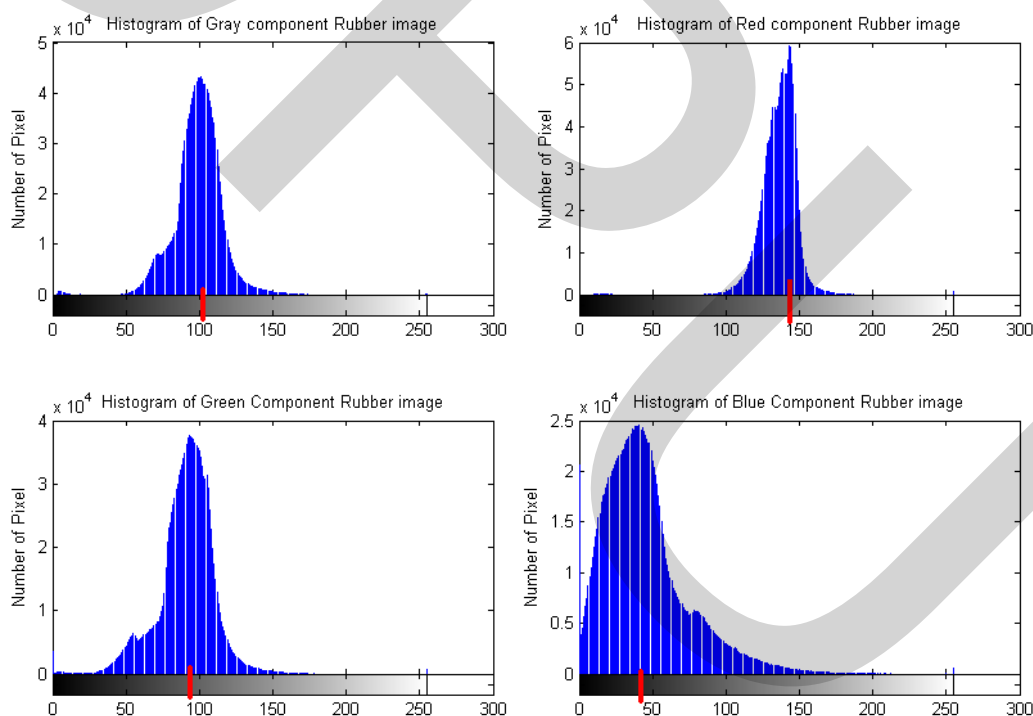
กราฟฮิสโตแกรมดังในภาพที่ 3.4 นั้นสำหรับแกน  $X$  นั้นแสดงระดับค่าสีแทนด้วยตัวแปร  $CL$  และแกน  $Y$  คือจำนวนจุดภาพแทนด้วยตัวแปร  $NP$  โดยลักษณะของรูปร่างของกราฟนั้นอาจแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับองค์ประกอบภาพและค่าสีของจุดภาพภายในภาพ สำหรับตำแหน่งของตัวแปรที่เกิดขึ้นบนกราฟนั้นเราจะเรียกตำแหน่งซึ่งเป็นจุดที่มีจำนวนจุดภาพมากที่สุดตำแหน่งของค่าตัวแปร  $NP_{max}$  ในขณะเดียวกันเราจะเรียกระดับค่าสีที่มีที่มีจำนวนจุดภาพมากที่สุดนี้ว่า  $CL_{absolute}$  หรือเป็นระดับสีค่าเกณฑ์ที่สำคัญที่เป็นหัวใจหลักของงานวิจัยนี้ ส่วนตำแหน่งระดับค่าสีนั้นจะอยู่ระหว่าง  $CL_{min}$  และ  $CL_{max}$  ในการเลือกระดับค่าสี  $CL$  นั้นมีเงื่อนไขที่สำคัญคือ

1. ระดับค่าเกณฑ์คือค่าตัวแปร  $CL_{absolute}$  ก็ต้องมีจำนวนจุดภาพมากที่สุดที่อยู่ระหว่างค่าตัวแปร  $CL_{min}$  และค่าตัวแปร  $CL_{max}$
2. ระดับค่าสีแทนด้วยค่าตัวแปร  $CL$  ที่เลือกนั้นต้องมีระดับค่าสีที่มากกว่าค่าตัวแปร  $|CL_{absolute}|$  ซึ่งเป็นระดับค่าสีที่มีจำนวนจุดภาพมากที่สุดแทนด้วยตัวแปร  $NP_{max}$  ดังนั้นค่าตัวแปร  $CL_{select}$  เป็นระดับเปลี่ยนแปลงค่าสีนั้นจะอยู่ที่ระดับค่าสีที่  $|CL_{absolute}+1|$  ดังสมการที่ 3.9
3. ระดับค่าสี  $CL$  ที่เลือกต้องมีจำนวนจุดภาพอยู่ในช่วงระหว่าง  $0.1\% < NP_{max} < 0.001\%$

$$CL_{select} = |CL_{absolute}| + 1$$

สมการที่ 3.9

สำหรับสมการที่ 3.9 นั้นอธิบายตัวแปรค่าระดับสีที่เลือกแทนด้วยตัวแปร  $CL_{select}$  คือระดับค่าสีที่มากกว่าระดับค่าเกณฑ์อยู่หนึ่งระดับจะเห็นได้จากสมการที่ 3.9 ในสมการนั้นค่าตัวแปร  $CL_{select}$  จะมีค่าเท่ากับผลบวกของตัวแปร  $|CL_{absolute}|$  กับ 1 ซึ่งค่าผลลัพธ์นั้นคือระดับค่าสีมากกว่าระดับค่าสีตำแหน่ง  $|CL_{absolute}|$  ไปหนึ่งระดับ ดังนั้นหมายความว่าจุดภาพที่มีค่าสีตั้งแต่ระดับค่าสีที่เลือก  $CL_{select}$  เป็นต้นไปนั้นจะถูกเปลี่ยนแปลงค่าสีและแทนค่าสีเท่ากับ 0 หรือค่าสีเท่ากับ 1 ซึ่งเป็นการเก็บค่าสีของจุดภาพที่เป็นสีขาวเนื่องจากจุดภาพขาวนั้นมีสีค่อนข้างขาวอยู่ทางด้านขวามือของกราฟ ฮิสโตแกรม ซึ่งในกระบวนการขั้นตอนในส่วนย่อยที่นำเสนอขึ้นเป็นการแสดงระดับค่าสีที่มีจำนวนจุดภาพมากที่สุดเป็นค่าเกณฑ์คู่ตัวอย่างกราฟฮิสโตแกรม ดังในภาพที่ 3.5



ภาพที่ 3.4 ตัวอย่างภาพแสดงค่าระดับสีที่เหมาะสม/ $CL_{absolute}$ /สังเกตระดับค่าสีที่มีขีดสีแดง

จากสมมุติฐานและนิยามของค่าตัวแปรการกำหนดตัวแปรทำให้สามารถเขียนเป็นสมการทางคณิตศาสตร์ดังสมการที่ได้กล่าวมาในข้างต้นและอธิบายกรอบความคิดและขอบเขตของงานวิจัยและนิยามของตัวแปรในงานวิจัยเพื่อเข้าใจเทคนิคที่นำเสนอในงานวิจัย

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ในการหาวิธีการที่จะระบุขอบเขตของค่าสีที่ใช้เป็นค่าเกณฑ์ซึ่งโดยทั่วไปเทคนิคค่าเกณฑ์ (Thresholding Technique) เพื่อที่จะหาขอบเขตของค่าสีที่จะใช้เป็นขอบเขตของการเปลี่ยนแปลงค่าสีโดยแบ่ง 2 ส่วนในการวิจัยออกได้ดังนี้

### 3.1.1 วิเคราะห์ค่าสีคุณภาพโดยการใช้วิธีการประมวลผลภาพระดับเทา (Gray-level)

การหาค่าเกณฑ์โดยการใช้การหาค่าเกณฑ์แบบเฉพาะภาพ

### 3.1.2 วิเคราะห์ค่าสีคุณภาพโดยการใช้วิธีการประมวลผลภาพด้วยองค์ประกอบภาพสี

RGB การหาค่าเกณฑ์โดยการใช้วิธีการแยกองค์ประกอบภาพสี RGB และทำการหาค่าเกณฑ์แบบเฉพาะภาพ

สำหรับเทคนิคที่นำเสนอขึ้นเป็นการนำเสนอรูปแบบที่มีลำดับขั้นตอนในการประมวลผลภาพโดยกระบวนการขั้นตอน สำหรับงานวิจัยซึ่งจะขออธิบายขั้นตอนโดยละเอียดในหัวข้อที่ 3.2 รายละเอียดนั้นจะบอกถึงกระบวนการประมวลผลภาพและขั้นตอนการประมวลผลที่ช่วยทำให้การวิเคราะห์ภาพได้ดีขึ้น รูปแบบที่นำเสนอขึ้นจะได้นำเสนอต่อไป

## 3.2 เทคนิคค่าเกณฑ์แบบปรับตัว (Adaptive Thresholding Technique)

เทคนิคค่าเกณฑ์แบบปรับตัวที่นำเสนอขึ้นเป็นเทคนิคสำหรับช่วยในการแบ่งส่วนคุณภาพส่วนที่เป็นเนื้อเยื่อและส่วนที่เป็นรากขาวและฟองยางที่สนใจซึ่งการแบ่งคุณภาพเนื้อเยื่อระหว่างจุดภาพออกเป็นสองส่วนและการจัดระดับค่าสีของแต่ละจุดภาพทั้งหมดที่เกิดขึ้นที่ซึ่งการจัดเรียงระดับค่าสีนั้นแสดงให้เห็นถึงคุณลักษณะของภาพนั้นๆ เราสามารถอาศัยฟังก์ชัน ฮิสโตแกรม ช่วยในการจัดเรียงระดับค่าสีของจุดภาพทั้งหมดที่จะนำมาหาค่าเกณฑ์บนภาพซึ่งเป็นค่าดังกล่าวคือระดับค่าสีที่เหมาะสมที่ใช้เปลี่ยนแปลงคุณลักษณะสีของเฉพาะภาพซึ่งแต่ละภาพอาจมีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับองค์ประกอบภาพของเฉพาะภาพ การแบ่งกลุ่มโดยการใช้ตัวแปรที่เกิดขึ้นจากค่าตัวแปรในภาพ ค่าตัวแปรในภาพในที่นี้หมายถึงค่าสีของจุดภาพหรือจุดภาพเพื่อให้สามารถแก้ปัญหาการหาค่าเกณฑ์แบบปรับตัว

แนวทางการวิจัยที่ได้กล่าวในหัวข้อ 3.1 ที่ผ่านมามีผลลัพท์ของการประมวลผลภาพเพื่อแบ่งส่วนจุดภาพที่เป็นพื้นที่ของรากขาวซึ่งมีสีค่อนข้างขาว วิธีการและกระบวนการคิดดังกล่าวรวมถึงการประมวลผลภาพนั้นทำให้ได้ผลลัพท์ที่อยู่ในภาพแบบขาว-ดำค่อนข้างดีและทำให้สามารถวิเคราะห์และหาพื้นที่ของจุดภาพที่เป็นตัวแทนของรากขาวได้ดีเป็นการแก้ไขอุปสรรคในการประมวลผลภาพและการวิเคราะห์ภาพด้วยคอมพิวเตอร์ซึ่งได้ชี้ให้เห็นอุปสรรคในวิเคราะห์ภาพที่ได้กล่าวมาแล้วนั้นในตารางที่ 3.2 ซึ่งกระบวนการขั้นตอนในการประมวลผลภาพนั้นเป็นไปตามการประมวลผลภาพและวิเคราะห์ภาพโดยทั่วไปซึ่งหลักการประมวลผลภาพนั้นภาพขั้นตอนและ

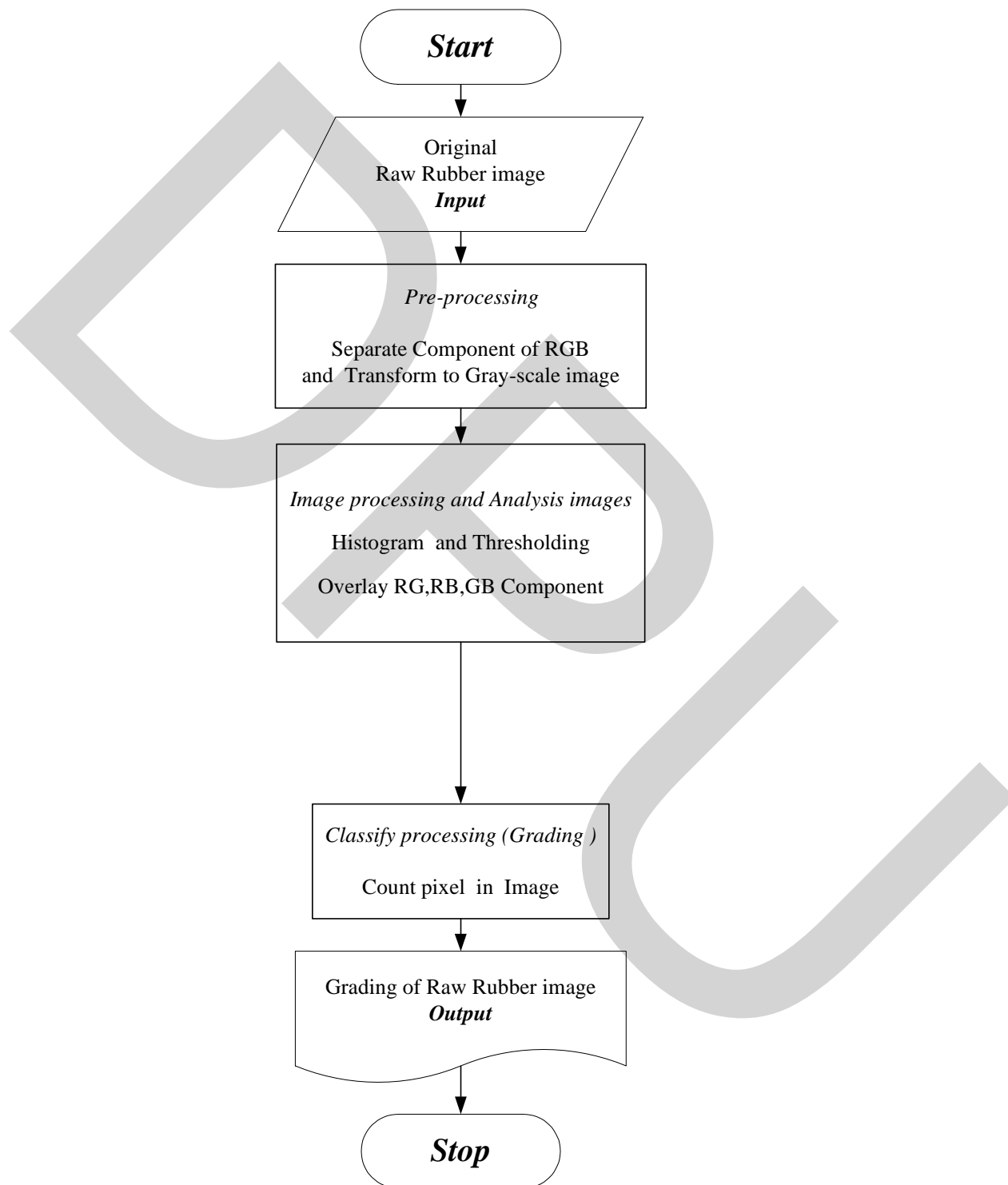
กระบวนการขั้นตอนรูปแบบโดยภาพรวมจะประกอบไปด้วยหลายส่วนและมีกระบวนการตามลำดับ 3 ขั้นตอน

1. ขั้นตอนก่อนการประมวล (Pre-processing) เป็นจัดการการเตรียมภาพให้อยู่ในมาตรฐานเดียวกันในก่อนเข้าสู่การประมวลผลในลำดับต่อไปซึ่งแบ่งเป็นสองส่วนย่อยคือการแยกองค์ประกอบภาพแบบ RGB (Separate Component of RGB) และการแปลงภาพเป็นภาพระดับเทา (Transform to Gray-scale image)

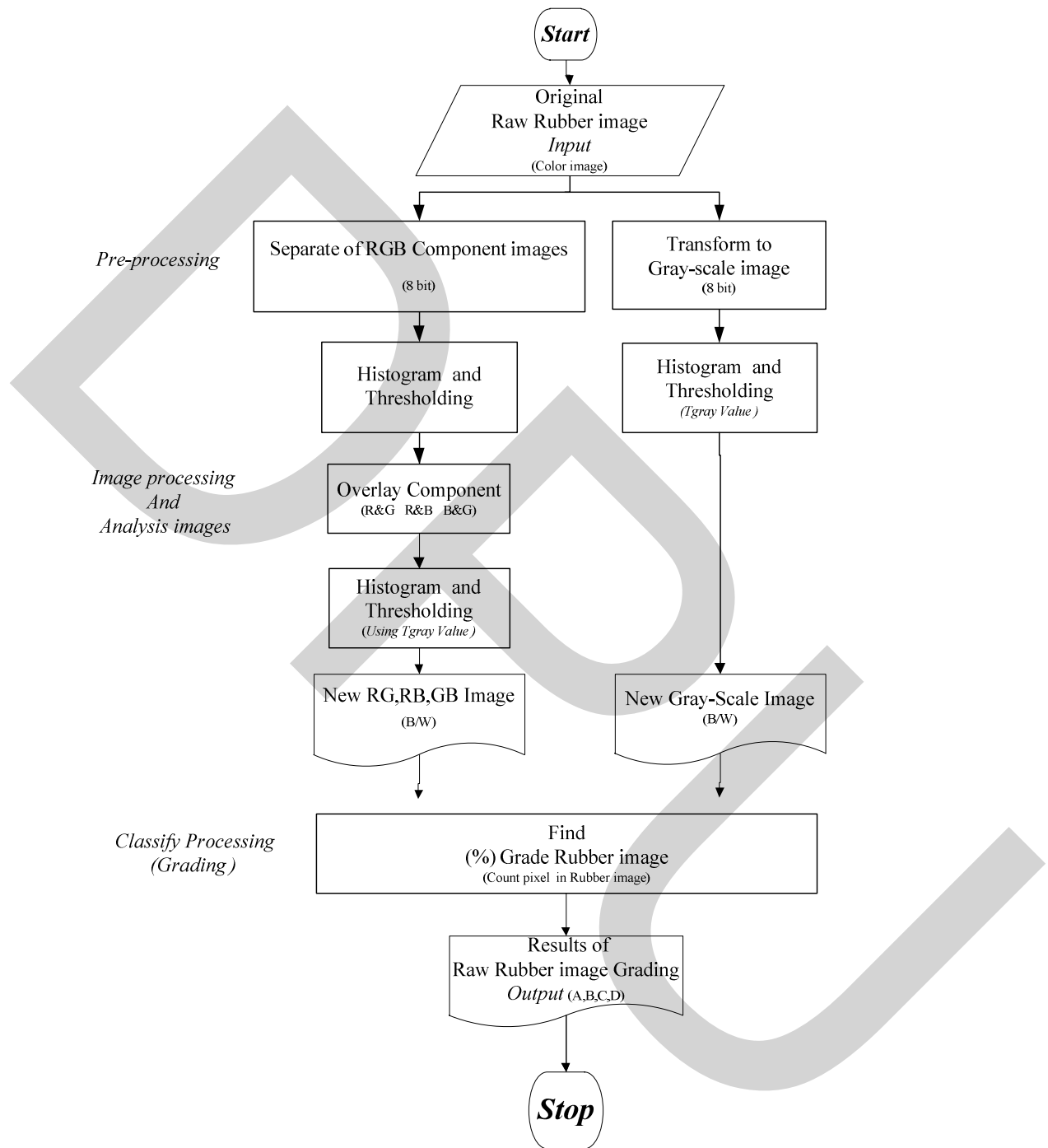
2. ขั้นตอนการประมวลผลภาพและวิเคราะห์ภาพ(Image processing And Analysis image) เป็นขั้นตอนสังเคราะห์ภาพจัดการจัดระดับค่าสีของภาพเสียใหม่โดยเป็นสองส่วนย่อยที่สำคัญคือการหาค่าระดับค่าสีที่เหมาะสมเฉพาะภาพโดยใช้ค่าเกณฑ์ของค่าเกณฑ์ภาพระดับเทา มาช่วยและการนำภาพวางซ้อนภาพ(Overlay) แล้วค่อยทำการจัดระดับค่าสีใหม่ช่วยทำให้ตัดส่วนที่ไม่ต้องการนำมาวิเคราะห์หึ่งได้ ลดความยุ่งยากและค่อนข้างซับซ้อนได้

3. ขั้นตอนการคัดแยกภาพ(Classify processing) และเกรดภาพขางโดยการหาระดับคุณภาพขางซึ่งรูปแบบกระบวนการขั้นตอนโดยรวมที่นำเสนอ นั้นเป็นดังในภาพที่ 3.5 ซึ่งเรียงตามลำดับขั้นตอนด้านล่าง

### 3.2.1 รูปแบบของเทคนิคประมวลผลภาพ



ภาพที่ 3.5 รูปแบบแผนผัง(Flow Chart) การประมวลผลภาพโดยรวมที่นำเสนอ



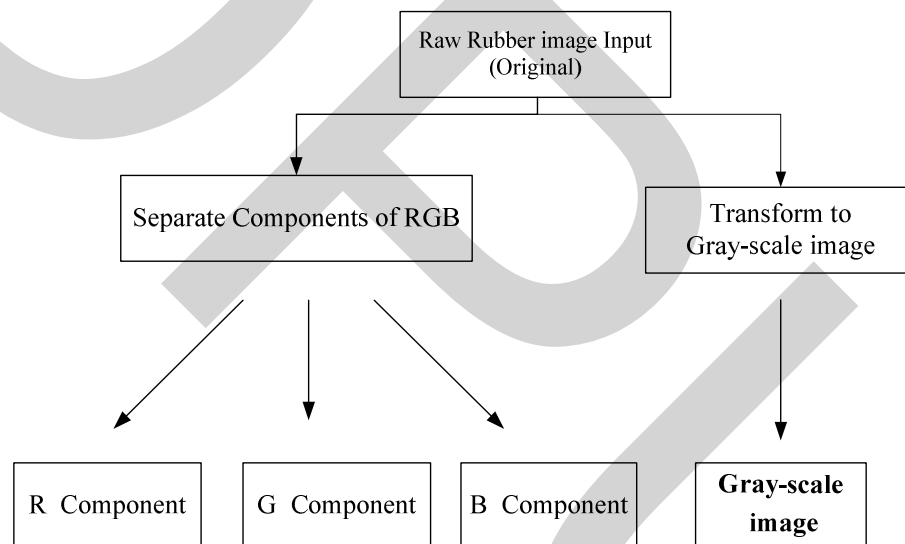
ภาพที่ 3.6 โครงสร้างรูปแบบที่นำเสนอ



### 3.2.2 ขั้นตอนกระบวนการประมวลผลภาพสามารถแบ่งตามลำดับ 3 ขั้นตอนหลักๆ ดังนี้

#### 3.2.2.1 ขั้นตอนการเตรียมภาพก่อนการประมวลผล (Pre-processing)

การเตรียมภาพต้นฉบับนั้นเป็นการสร้างภาพของวัตถุที่ต้องการประมวลผลโดยอาศัยการสร้างภาพจากอุปกรณ์ที่หน่วยตรวจรับสัญญาณทางไฟฟ้าซึ่งจะแปรข้อมูลทางไฟฟ้านั้นให้อยู่ในรูปแบบของข้อมูลแบบดิจิทัลเพื่อให้สามารถประมวลผลด้วยคอมพิวเตอร์ได้ ขั้นตอนการเตรียมภาพนั้นใช้วิธีการกวาดสแกนแผ่นยางดิบโดยอาศัยอุปกรณ์สแกนเนอร์ช่วยในการสร้างภาพแผ่นยางดิบเตรียมภาพต้นฉบับเข้าประมวลผลซึ่งภาพต้นฉบับนั้นอยู่ในรูปแบบข้อมูลแบบดิจิทัลและข้อมูลลักษณะนี้คอมพิวเตอร์สามารถรับรู้เข้าใจและสามารถประมวลได้

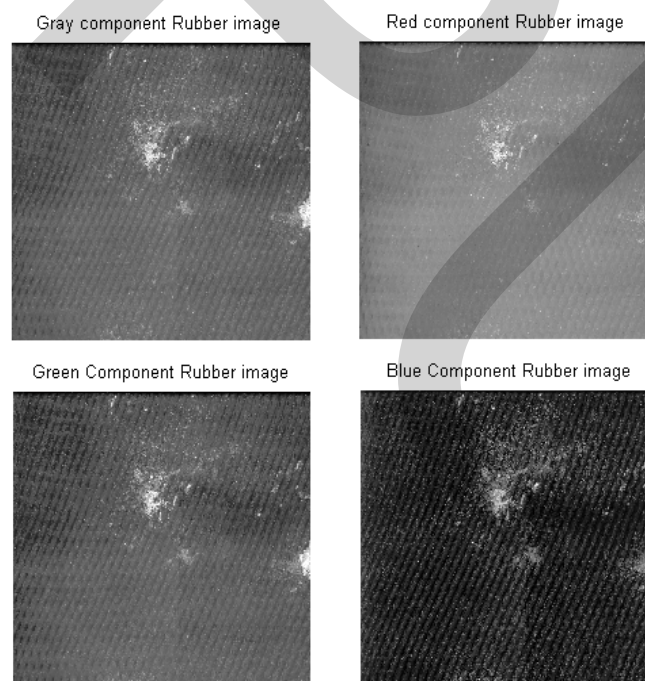


ภาพที่ 3.7 กระบวนการแยกย่อยในขั้นตอนการเตรียมภาพก่อนการประมวลผล(Pre-processing)

ขั้นตอนการเตรียมภาพก่อนการประมวลผล(Pre-processing) ที่แสดงในภาพที่ 3.7 นั้นจะแบ่งกระบวนการย่อยออกเป็นสองส่วนคือการแยกองค์ประกอบภาพ RGB และการแปลงภาพระดับเทา สำหรับส่วนย่อยที่ 1 เป็นการเตรียมภาพก่อนประมวลผลภาพสี (Color Pre-processing) เป็นการแยกองค์ประกอบภาพสีแบบ RGB (Separate Component of RGB) นั้นการแยกองค์ประกอบหลักทั้งสามของภาพสีแบบ RGB ซึ่งจะประกอบด้วย 3 องค์ประกอบนั้นคือองค์ประกอบภาพของสีแดง (Red Component,R) องค์ประกอบภาพของสีเขียว (Green Component,G) และองค์ประกอบภาพของสีน้ำเงิน (Blue Component,B) ซึ่งสำหรับภาพสีนั้นเป็นข้อมูลภาพแบบ bitmap(\*.bmp) ขนาด

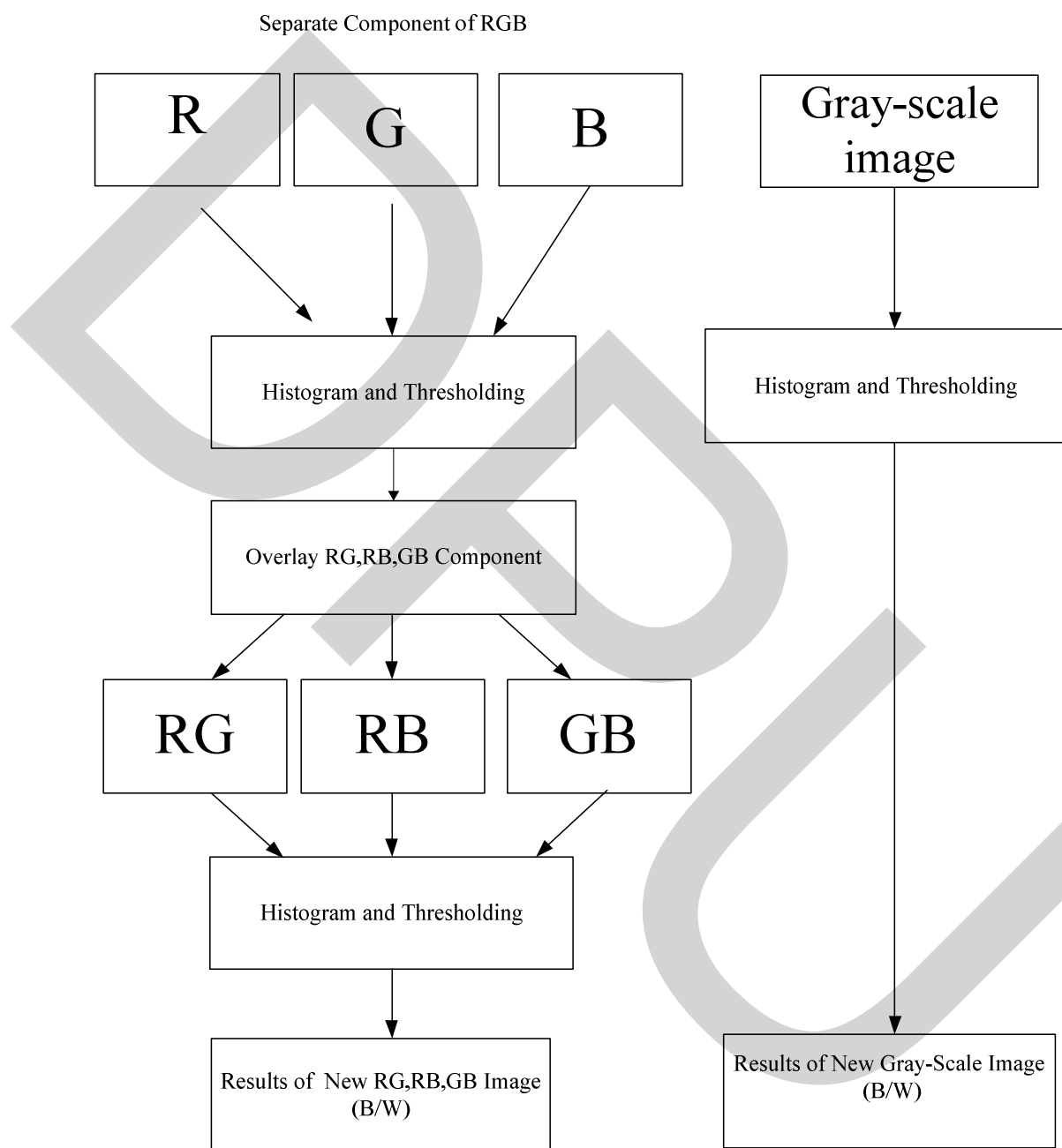
ข้อมูล 24 bit ซึ่งแต่ละองค์ประกอบภาพนั้นจะประมวลผลข้อมูลภาพขนาด 8 bit ซึ่งการแยกองค์ประกอบภาพนั้นทำให้เห็นข้อมูลขององค์ประกอบภาพในแต่ละมิติทั้ง 3 สี ตัวอย่างภาพผลลัพธ์ที่ได้จากขั้นตอนการแยกองค์ประกอบภาพเป็นดังภาพที่ 3.8

ส่วนที่สองการเตรียมภาพก่อนประมวลผลภาพระดับเทา(Gray-Scale Image)เป็นการแปลงข้อมูลภาพสีให้อยู่ในรูปแบบข้อมูลภาพระดับเทา(Transforms Color image to Gray-scale image) ซึ่งลักษณะของภาพระดับเทานั้นเป็นข้อมูลภาพที่มีลักษณะค่าสีของแต่ละจุดภาพในภาพอยู่นั้นเป็นไปตามความเข้มแสง(Intensity light)ที่เกิดขึ้นที่สะท้อนจากวัตถุ จุดภาพที่มีความเข้มแสงน้อยหรือมีความสว่างน้อยจุดภาพสีนั้นจะค่อนข้างไปทางสีดำ สำหรับจุดภาพสีที่มีความเข้มแสงมากหรือสว่างมากจุดภาพสีนั้นจะค่อนข้างมีสีขาวซึ่งระดับค่าสีนั้นการประมวลผลข้อมูลภาพระดับ 8 bit ซึ่งเป็นการวิเคราะห์ภาพที่มีจำนวนระดับสีที่ต่างกันไป 256 ระดับเหมาะกับการใช้งานวิเคราะห์ภาพยางแผ่นดิบเพื่อหาขอบเขตของการเปลี่ยนคุณลักษณะสีที่เหมาะสมเฉพาะภาพ ผลลัพธ์จะเข้าสู่กระบวนการขั้นตอนต่อไปในซึ่งในขั้นตอนนี้ผลลัพธ์ที่ได้คือองค์ประกอบภาพสี RGB ซึ่งประกอบด้วยสีแดง(Red) สีเขียว (Green) สีน้ำเงิน(Blue) และภาพระดับเทา (Gray-scale image)



ภาพที่ 3.8 ภาพแผ่นยางดิบระดับเทาและตามองค์ประกอบภาพของสีแดง เขียวและน้ำเงิน

3.2.2.2 ขั้นตอนการประมวลผลและวิเคราะห์ภาพ (Image processing and Analysis image)

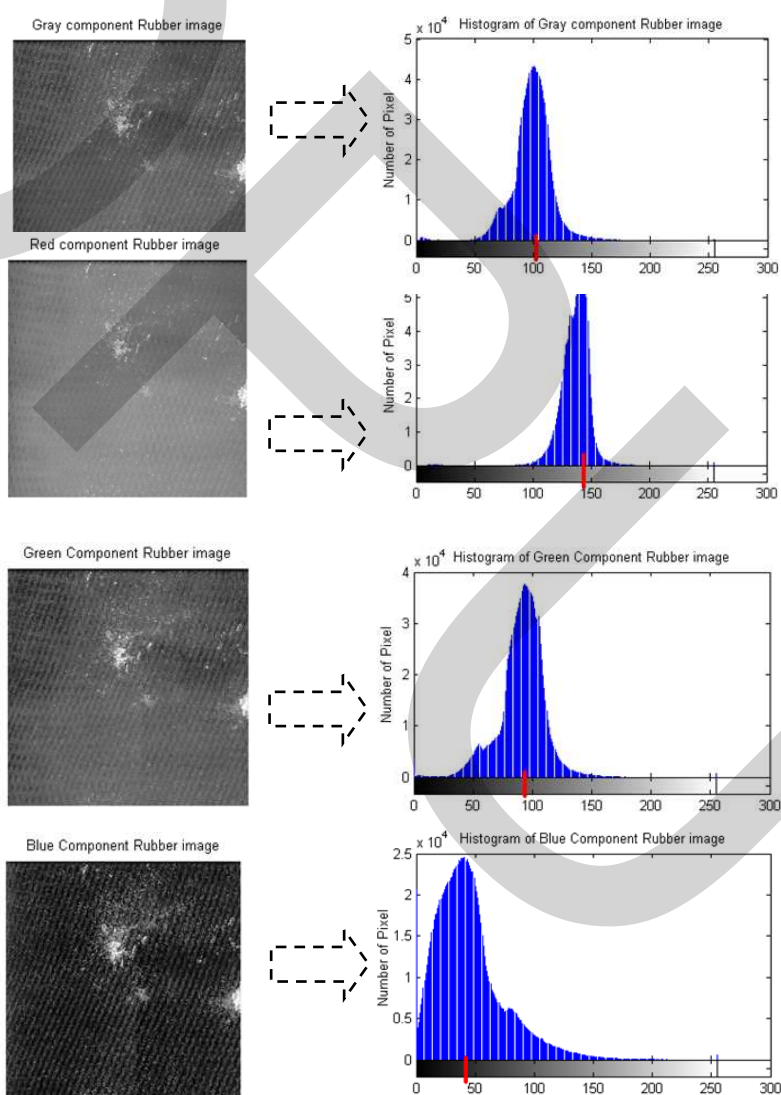


ภาพที่ 3.9 กระบวนการแยกย่อยในขั้นตอนการประมวลผลและวิเคราะห์ภาพ (Image processing and Analysis image)

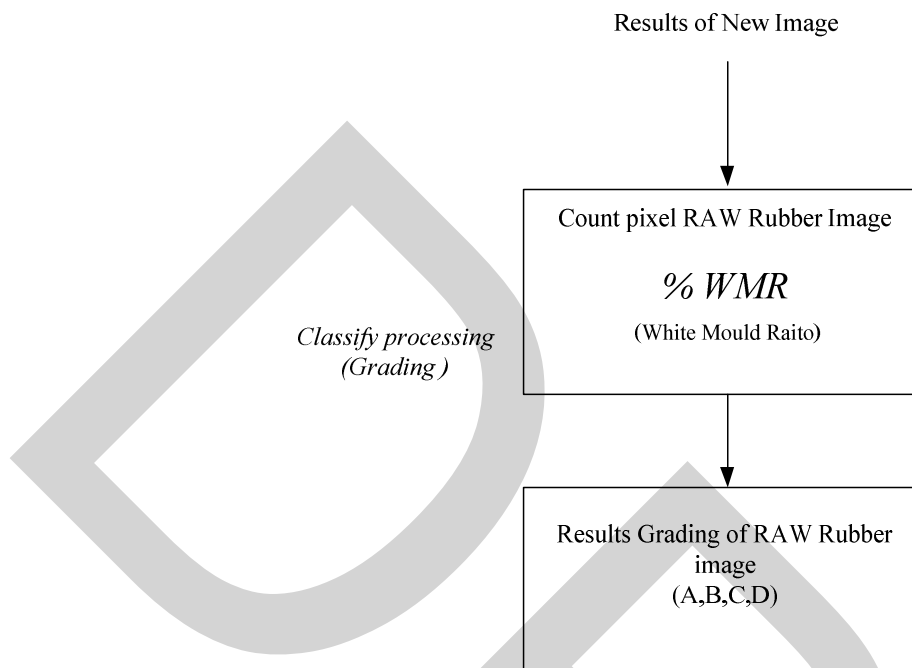
การประมวลผลข้อมูลภาพและการวิเคราะห์ภาพสำหรับในขั้นตอนที่ 2 แบ่งย่อยแบ่งออกเป็น 2 ส่วนย่อยซึ่งค่อนข้างจะมีความซับซ้อนอยู่บ้างจะอธิบายในส่วนที่หนึ่งที่มีความสำคัญนั้นคือส่วนทางด้านสีของกระบวนการในภาพที่ 3.9 ซึ่งเป็นส่วนที่รับภาพผลลัพธ์เพื่อจัดระดับค่าสีใหม่เป็นการอาศัยการจัดเรียงข้อมูลค่าสีของจุดภาพซึ่งเรียกว่า กราฟ ฮีสโตแกรม ที่แสดงคุณลักษณะของภาพซึ่งเป็นการจัดลำดับค่าสีของแต่ละจุดภาพใหม่ให้อยู่ในรูปกราฟ ฮีสโตแกรม ซึ่งแสดงจำนวนจุดภาพในแนวแกน y และแสดงระดับค่าสี 256 ระดับ (0-255) ซึ่งในกระบวนการประมวลผลต่อไปนั้นคือทำการเลือกตำแหน่งของระดับค่าสีที่เหมาะสมที่จะใช้ในการเปลี่ยนคุณลักษณะค่าสีของภาพซึ่งเราอาจเรียกวิธีการแบ่งข้อมูลออกเป็นสองส่วนนี้ว่า “เทรชโวลด์ดิ้ง (Thresholding)” เพื่อหาค่าเกณฑ์ภาพระดับเทาทำให้เกิดภาพสองระดับขาว-ดำเรียกว่าภาพ  $Gray_T$  ซึ่งค่าเกณฑ์ดังกล่าวนี้คือ ค่า  $T_{Gray\ value}$  ซึ่งเป็นค่าที่เหมาะสมกับภาพระดับเทาซึ่งการใช้ค่านี้ทำให้เกิดภาพระดับเทาผลลัพธ์ใหม่  $N_{Gray}$  ซึ่งภาพสองระดับขาว-ดำโดยการกำหนดค่าอ้างอิงในการประมวลผลโดยกำหนดให้ค่าสีของจุดภาพที่อยู่ในระดับที่มากกว่าค่าเกณฑ์ดังกล่าวนี้ให้ค่าสีของจุดภาพเป็นสีขาวและหากจุดภาพใดอยู่ในระดับค่าสีที่น้อยกว่าระดับค่าเกณฑ์ให้ค่าสีของจุดภาพเป็นสีดำ

ส่วนย่อยที่สองเป็นกระบวนการทางด้านขวามือในดังภาพที่ 3.9 เป็นการประมวลผลและทำกระบวนการเช่นเดียวกับการประมวลผลภาพระดับเทาเป็นการอาศัยการจัดเรียงข้อมูลค่าสีของจุดภาพซึ่งเรียกว่า กราฟ ฮีสโตแกรม ที่แสดงคุณลักษณะของภาพทำการเลือกตำแหน่งของระดับค่าสีที่เหมาะสมที่จะใช้ในการเปลี่ยนคุณลักษณะค่าสีของภาพ ซึ่งระดับค่าสีที่เหมาะสมนี้เป็นระดับค่าสีที่เหมาะสมในการเปลี่ยนค่าสีของจุดภาพของภาพ โดยเราสามารถกำหนดค่าอ้างอิงในการประมวลผลโดยกำหนดให้ค่าสีของจุดภาพที่อยู่ในระดับที่มากกว่าค่าเกณฑ์ดังกล่าวนี้ให้ค่าสีของจุดภาพเป็นสีขาวและหากจุดภาพใดอยู่ในระดับค่าสีที่น้อยกว่าระดับค่าเกณฑ์ให้ค่าสีของจุดภาพเป็นสีดำ สำหรับกระบวนการนี้จะได้แยกตามองค์ประกอบภาพทั้ง 3 สีได้ภาพผลลัพธ์  $R_T$ ,  $G_T$  และ  $B_T$  จากขั้นตอนนี้ นำภาพผลลัพธ์เข้าสู่กระบวนการใหม่นั้นคือการวางซ้อนภาพ (Overly) ทำการให้ได้การวางซ้อนกันของภาพซึ่งจะได้ภาพผลลัพธ์คือภาพสองระดับ RB ภาพสองระดับ RG และภาพสองระดับ BG แล้วนำภาพทั้งสามเข้าสู่กระบวนการหาระดับค่าสีที่เหมาะสมในการเปลี่ยนค่าสีของจุดภาพของภาพอีกครั้งแต่สำหรับครั้งนี้เราเลือกใช้ค่าเกณฑ์ของภาพระดับเทา ( $Gray_T$ ) ที่หาไว้ในตอนต้นในส่วนของการประมวลผลย่อยแรกมาใช้เป็นค่าเกณฑ์ที่เหมาะสมสำหรับภาพสองระดับ RB ภาพสองระดับ RG และภาพสองระดับ BG แทน ทำให้เราได้ผลลัพธ์ภาพสองระดับ  $RB_T$  ภาพสองระดับ  $RG_T$  และภาพสองระดับ  $GB_T$  ซึ่งเราจะเรียกผลลัพธ์การประมวลผลภาพระดับเทาให้ภาพผลลัพธ์ใหม่สองระดับขาว-ดำทั้งหมด ในทางปฏิบัติเราสามารถอ้างอิงค่าสีในการประมวลผลให้กับหน่วย

ประมวลผลสำหรับคอมพิวเตอร์ โดยเราจะกำหนดค่าสีของจุดภาพสีขาวให้มีค่าเท่ากับ 1 หรือค่าสีของจุดภาพสีดำอาจแทนด้วย 0 ซึ่งภาพที่มีค่าระดับสีสองระดับนี้เรียกว่า “ภาพสองระดับ(Binary Image)” เป็นการแปลงภาพให้เป็นภาพขาว-ดำเพื่อให้วิเคราะห์ภาพได้ลดความซับซ้อนการประมวลผล ตัวอย่างภาพกราฟ ฮิสโตแกรม ตามซึ่งลักษณะขึ้นอยู่กับองค์ประกอบภาพที่ได้แสดงนั้นเป็นกราฟ ฮิสโตแกรม ขององค์ประกอบภาพที่แยกตามองค์ประกอบภาพสี RGB และภาพ Gray-Scale การหาค่าเกณฑ์เฉพาะภาพดังในภาพที่ 3.11 สังเกตขีดสีแดงคือระดับที่เหมาะสมกับการเปลี่ยนแปลงภาพซึ่งเป็นไปตามสมการที่ 3.9



ภาพที่ 3.10 กราฟฮิสโตแกรมตามองค์ประกอบภาพสี RGB และภาพ Gray-Scale



ภาพที่ 3.11 กระบวนการในขั้นตอนการประมวลผลคัดแยกตามลักษณะภาพ (Classify Processing)

การคัดเกรด (Grading) ภาพแผ่นยางดิบนั้นดูตามสัดส่วนของพื้นที่ที่เกิดตำหนิราขาวที่อยู่บนผิวแผ่นยางดิบซึ่งในภาพนั้นจะมีสีค่อนข้างขาวสำหรับการจัดระดับคุณภาพนั้นใช้หลักการเดียวกับการคัดเกรดยาง โดยการแบ่งระดับเกรดภาพเป็น A, B, C, และ D ซึ่งภาพที่มีลักษณะที่องค์ประกอบภาพและสิ่งที่เกิดขึ้นในภาพที่แสดงคุณลักษณะที่แตกต่างกัน การประมวลผลโดยการนับจำนวนของจุดภาพที่เป็นตัวแทนของราขาวและเนื้อยางเป็นหลักซึ่งกระบวนการนั้นสามารถการประมวลผลภาพช่วยในการประมวลผลได้ การหาพื้นที่ของบริเวณที่เราสนใจโดยการนับจุดภาพ (Count pixel) จากภาพแบบ RG แบบ RB และแบบ GB ที่ได้ทำการเปลี่ยนค่าสีภาพให้เป็นภาพสองระดับโดยใช้กระบวนการค่าเกณฑ์เป็นเกณฑ์ในการเปลี่ยนค่าสีซึ่งที่นี่เราตั้งสมมุติฐานให้ค่าสีของจุดภาพสีที่มีขาวนั้นระบุบริเวณให้เป็นราขาวซึ่งมีสีขาวและบริเวณที่ไม่ใช่ราขาวซึ่งเป็นเนื้อยางซึ่งเป็นสีดำในภาพเราทำการอ้างอิงสำหรับหน่วยประมวลผล โดยให้ค่าสีดำมีค่าเท่ากับ 0 และค่าสีของจุดภาพสีขาวมีค่าเท่ากับ 255 ผลลัพธ์ที่ได้คือ เกรดหรือระดับของภาพยางต้นฉบับที่เข้าประมวลผลนั้นอยู่ระดับใดซึ่งในการวิจัยนี้ได้แบ่งระดับเกรดภาพแผ่นยางออกเป็น 4 เกรด ซึ่งเป็นอันว่าจบการประมวลผล

สำหรับวิเคราะห์ผลการทดลองเพื่อให้เห็นถึงประสิทธิภาพที่เพิ่มขึ้นของกระบวนการประมวลผลภาพ (Image Processing Performance) ที่ได้นำเสนอขึ้นเป็นการนำภาพผลลัพธ์มาวิเคราะห์โดยการนำภาพแผ่นยางดิบต้นฉบับมาเปรียบเทียบกับภาพที่ผ่านกระบวนการประมวลผลภาพด้วยตาเพื่อดูความคล้ายกับภาพผลลัพธ์และภาพที่ได้ขึ้น โดยประสาทสัมผัสด้วยตาเปรียบเทียบกับลักษณะเด่นที่เกิดขึ้นบริเวณที่เป็นราขานั้นความใกล้เคียงกับภาพต้นฉบับหรือไม่อย่างไร

การวัดประสิทธิภาพการประมวลผลภาพนั้น อาจมี 2 ขั้นตอนย่อยซึ่งวิธีการเปรียบเทียบภาพผลลัพธ์นั้นอาจทำได้ทั้งช่วยในการเลือกแบบขั้นตอนย่อยในการประมวลผลและวัดประสิทธิภาพของการประมวลผลหลังจากที่ได้ผ่านกระบวนการประมวลผลภาพมาแล้วโดยการเปรียบเทียบผลลัพธ์จะได้กล่าวต่อไปตอนท้ายขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยและบทสรุปเปรียบเทียบวิธีการวิจัย

### 3.3 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในงานวิจัย

- 3.3.1 เครื่องสแกนเนอร์สำหรับกวาดตรวจแผ่นยางดิบ จำนวน 1 เครื่อง
- 3.3.2 เครื่อง Desktop Computer หรือ Laptop สำหรับทำการประมวลผลภาพจำนวน 1 เครื่อง
- 3.3.3 โปรแกรมช่วยสำหรับทำการทดสอบ จำนวน 1 โปรแกรม
- 3.3.4 ตัวอย่างภาพแผ่นยางดิบต้นฉบับสำหรับเข้าทดสอบ จำนวน 40 แผ่น

### 3.4 แผนการดำเนินงาน

ตารางที่ 3.3 แผนการดำเนินงาน

งาน	เดือน										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1. สำรวจวรรณกรรมปริทัศน์ที่เกี่ยวข้องกับยางพาราและการคัดเกรดยางแผ่นดิบ	← →										
2. ศึกษาแนวทางการประยุกต์ใช้การประมวลผลภาพและเทคนิคค่าเกณฑ์	← →										
3. ศึกษาการทำงานและประยุกต์ใช้โปรแกรมช่วยทดสอบ				← →							
4. ทดสอบผลและวิเคราะห์ผลการทดสอบที่ได้และสรุป						← →					
5. จัดทำรายงานความคืบหน้ารวบรวมข้อมูลและจัดทำวิทยานิพนธ์ฉบับสมบูรณ์							← →				

3.4.1 การสำรวจวรรณกรรมปริทัศน์ที่เกี่ยวข้องกับยางพาราและการคัดเกรดยางแผ่นดิบจะใช้เอกสารทางวิชาการที่เผยแพร่ความรู้ของสถาบันวิจัยยางของกรมวิชาการเกษตรและฐานข้อมูลออนไลน์ผ่านทางอินเทอร์เน็ตของสำนักงานกองทุนสงเคราะห์การทำสวนยาง(สทย.) ซึ่งเป็นหน่วยงานของรัฐที่ส่งเสริมการปลูกยางพารา วิจัยพัฒนาคุณภาพผลผลิตซึ่งเกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมยางพาราโดยตรงและสอบถามจากเกษตรกรผู้ปลูกยางพาราและแปรรูปยางแผ่นดิบ

3.4.2 การศึกษาแนวทางการประยุกต์ใช้การประมวลผลภาพและเทคนิคค่าเกณฑ์สืบค้นข้อมูลจากฐานข้อมูลงานวิจัยที่ผ่านมาอดีตและงานวิจัยหรือการนำการประมวลผลภาพไปประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์ส่วนที่เป็นวัตถุที่สนใจในภาพและงานวิจัยที่มีลักษณะการวิเคราะห์ภาพที่ใกล้เคียงกัน

3.4.3 การศึกษาการทำงานและประยุกต์ใช้โปรแกรมช่วยทดสอบ สำหรับนำโปรแกรมมาช่วยในการทดสอบกระบวนการและพิสูจน์กระบวนการที่นำเสนอจะศึกษาการใช้งานภาษาคำสั่งของโปรแกรมที่จำเป็นที่ต้องใช้ในการทำวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการประมวลผลภาพเพื่อช่วยในการหาแนวทางสร้างกระบวนการขั้นตอนที่ทำให้ได้ประมวลผลวิเคราะห์ภาพผลลัพธ์แผ่นยางดิบที่ดีเท่านั้น

3.4.4 การทดสอบผลและวิเคราะห์ผลการทดสอบที่ได้และสรุป สำหรับการวิเคราะห์ผลลัพธ์จะแสดงผลโดยใช้การเปรียบเทียบภาพผลลัพธ์ที่ได้ผ่านกระบวนการประมวลผลภาพแผ่นยางที่ได้นำเสนอวิธีการและกระบวนการเพิ่มประสิทธิภาพ เพื่อหาข้อสรุปในการใช้กระบวนการขั้นตอนต่างๆ ในการประมวลผล

3.4.5 การดำเนินการจัดทำรายงานความคืบหน้ารวบรวมข้อมูลและจัดทำวิทยานิพนธ์ฉบับสมบูรณ์เป็นไปตามข้อกำหนดและรูปแบบการพิมพ์วิทยานิพนธ์ตามคู่มือบัณฑิตวิทยาลัย



### 3.5 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

#### 3.5.1 ขั้นตอนเตรียมภาพยางแผ่นดิบ

เพื่อจะทำให้ผลการทดสอบนั้นถูกต้องและไม่ผิดพลาดจึงจำเป็นต้องควบคุมตัวแปรให้อยู่บนมาตรฐานหรือสิ่งแวดล้อมเดียวกัน เช่น ความเข้มแสง อัตราขยายและความละเอียดความแตกต่างของระดับค่าสีรวมทั้งลดเงื่อนไขและการแปรปรวนภาพเนื่องจากแสงสว่างซึ่งเป็นสิ่งที่สำคัญมากที่จะทำให้ภาพต้นฉบับที่จะนำมาใช้ในการวิเคราะห์นั้นไม่น่าเชื่อถือ ดังนั้นจึงนำภาพที่ใช้การกวาดตรวจโดยใช้เครื่องสแกนเนอร์รุ่น HP SCANNER 4400C เพื่อเก็บข้อมูลแผ่นยางดิบและสร้างภาพภาพแผ่นยางดิบต้นฉบับซึ่งเก็บในรูปแบบภาพดิจิทัลที่ทำให้ได้เพื่อนำเข้าสู่กระบวนการวิเคราะห์ต่อไป



ภาพที่ 3.12 เครื่องสแกนเนอร์และDesktop Computer สำหรับเตรียมภาพแผ่นยางดิบตัวอย่าง

การเก็บข้อมูลและสร้างภาพดิจิทัลด้วยเครื่องสแกนเนอร์ดังในภาพที่ 3.12 นั้นช่วยลดความยุ่งยากและความผิดพลาดที่ได้กล่าวมาแล้วในขั้นต้น โดยจะทำการร่วมกับเครื่องคอมพิวเตอร์ซึ่งเป็นหน่วยประมวลผลภาพยางแผ่นดิบเป็นการเตรียมภาพยางตัวอย่างสำหรับการทดสอบกระบวนการวิเคราะห์ภาพและประมวลผลภาพการทดสอบนั้นจะนำภาพแผ่นยางดิบตัวอย่างเข้าทำการทดสอบ

### 3.5.2 ขั้นตอนการเก็บภาพผลลัพธ์ที่ผ่านการประมวลผลภาพ

ภาพผลลัพธ์ที่ผ่านการประมวลผลภาพแต่ละขั้นตอนนั้นมีความสำคัญมาเพื่อที่จะไม่ทำให้ผลการทดสอบนั้นการวิเคราะห์ผลการผิดเพี้ยนไปจะทำการเก็บภาพทุกขั้นไว้เปรียบเทียบในขั้นตอนการวิเคราะห์ภาพต่อไปทุกครั้งเนื่องจากภาพผ่านกระบวนการการประมวลผลจะได้ภาพผลลัพธ์ที่มีลักษณะภาพที่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิมเมื่อผ่านการประมวลผลโดยประสาทสัมผัสด้วยตาเปรียบเทียบลักษณะเด่นที่เกิดขึ้นบริเวณที่เป็นราขานั้นความใกล้เคียงกับภาพต้นฉบับ ดังนั้นลักษณะเก็บภาพผลลัพธ์จะใช้การเรียงภาพผลลัพธ์เพื่อให้ง่ายในการใช้สายตาเปรียบเทียบ

### 3.5.3 ขั้นตอนการวิเคราะห์ภาพผลลัพธ์จากการทดสอบ

โดยการเปรียบเทียบนำภาพแผ่นยางคิบต้นฉบับมาเปรียบเทียบกับภาพที่ผ่านกระบวนการประมวลผลภาพด้วยตาเพื่อดูความคล้ายกับภาพผลลัพธ์และภาพที่ได้นั้นโดยประสาทสัมผัสด้วยตาเปรียบเทียบลักษณะเด่นที่เกิดขึ้นบริเวณที่เป็นราขานั้นความใกล้เคียงกับภาพต้นฉบับหรือไม่อย่างไร

### 3.5.4 ขั้นตอนวัดประสิทธิภาพการคัดเกรดภาพแผ่นยางคิบ

เพื่อเป็นวัดประสิทธิภาพของการประมวลผลภาพด้วยเทคนิคที่นำเสนอหลังจากที่ได้ผ่านกระบวนการประมวลผลภาพมาแล้วจึงนำผลดังกล่าวมาเปรียบเทียบผลลัพธ์ เนื่องจากการคัดเกรดภาพแผ่นยางคิบนั้นจำเป็นต้องใช้ประสาทสัมผัสและตาซึ่งถือว่าเป็นเกณฑ์มาตรฐาน ดังนั้นจึงใช้ผลการประเมินภาพแผ่นยางคิบจากผู้เชี่ยวชาญและโดยแบ่งเกรดภาพเป็น 4 เกรด

## 3.6 สรุปเปรียบเทียบวิธีการวิจัย

ในบทนี้ได้อธิบายระเบียบวิธีการวิจัยและนำเสนอเทคนิคค่าเกณฑ์สำหรับการคัดเกรดภาพแผ่นยางคิบ ภาพแผ่นยางคิบที่ใช้นั้นเป็นการสร้างภาพด้วยการสแกน วิธีการหาค่าเกณฑ์ที่เหมาะสมกับภาพ ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นจากการประมวลผลภาพนั้นขึ้นอยู่กับกระบวนการที่มีลำดับขั้นตอนและขอบเขตการเปลี่ยนคุณลักษณะสีของภาพแผ่นยางคิบให้เป็นภาพขาวดำนั้นค่อนข้างยากและซับซ้อน เพื่อให้เห็นถึงเทคนิคการประมวลผลภาพด้วยการวิเคราะห์ภาพสีเทาเป็นเกณฑ์ในการเปลี่ยนแปลงคุณลักษณะสีซึ่งอาศัยกราฟฟิสิกส์โปรแกรม เพื่อใช้วิธีการหาค่า Threshold เฉพาะภาพเทาโดยการประมวลผลภาพด้วยเทคนิคค่าเกณฑ์แบบปรับตัว (Adaptive Threshold Technique) ซึ่งเป็นวิธีการที่ได้นำเสนอ โดยมีหลายขั้นตอนประกอบด้วยการแยกองค์ประกอบภาพสีซึ่งจะทำการแยก องค์ประกอบ RGB และภาพระดับเทา (Gray-Scale) เก็บข้อมูลค่าสีแต่ละองค์ประกอบภาพสีเพื่อหาค่าเกณฑ์เฉพาะภาพและนำค่าเกณฑ์ไปใช้ในขั้นตอนการประมวลผลต่อไปเพื่อให้ได้ภาพผลลัพธ์เป็นภาพสองระดับซึ่งภาพแบบสองระดับ และทำการเก็บภาพผลลัพธ์นำไปวิเคราะห์ภาพ

เพื่อหาพื้นที่ราขาวและฟองยางซึ่งมีลักษณะเป็นสี่เหลี่ยมข้างขาวต่อพื้นที่เนื้อยาง สำหรับการวิเคราะห์ผลการทดสอบและตรวจความถูกต้องนั้นจะทำการวิเคราะห์สังเกตด้วยตาโดยทำการเทียบความคล้ายกับต้นฉบับ ภาพผลลัพธ์ที่ได้นั้นเข้าระบบนั้ดเกรดด้วยคอมพิวเตอร์ซึ่งผลลัพธ์การคัดเกรดภาพจะถูกนำมาเทียบกับการคัดเกรดภาพโดยผู้เชี่ยวชาญหาประสิทธิภาพ ผลการประเมินภาพแผ่นยางดิบด้วยผู้เชี่ยวชาญจะแบ่งเกรดภาพเป็น 4 เกรด คือ A, B, C และ D ตามลำดับ สำหรับการแสดงผลการทดสอบและทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลทดสอบ รวมถึงผลการคัดเกรดภาพแผ่นยางดิบจะแสดงผลในบทที่ 4 ต่อไป

## บทที่ 4

### ผลการทดสอบและวิเคราะห์ผล

ในบทนี้จะทำการแสดงผลลัพธ์นั้นคือผลของวิธีการที่นำเสนอเป็นเทคนิคค่าขีดเริ่มแบบปรับตัวโดยใช้วิธีตรวจภาพด้วยสายตาในการตรวจสอบซึ่งใช้วิธีการเปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้กับภาพต้นฉบับความแตกต่างของภาพผลลัพธ์และเปลี่ยนแปลงของภาพผลการทดสอบและวิเคราะห์ผลการทดสอบ 4.1 การเก็บผลข้อมูลภาพแผ่นยางคียบ 4.2 วิเคราะห์ผลการทดสอบ และ 4.3 สรุปผลการทดสอบตามลำดับ

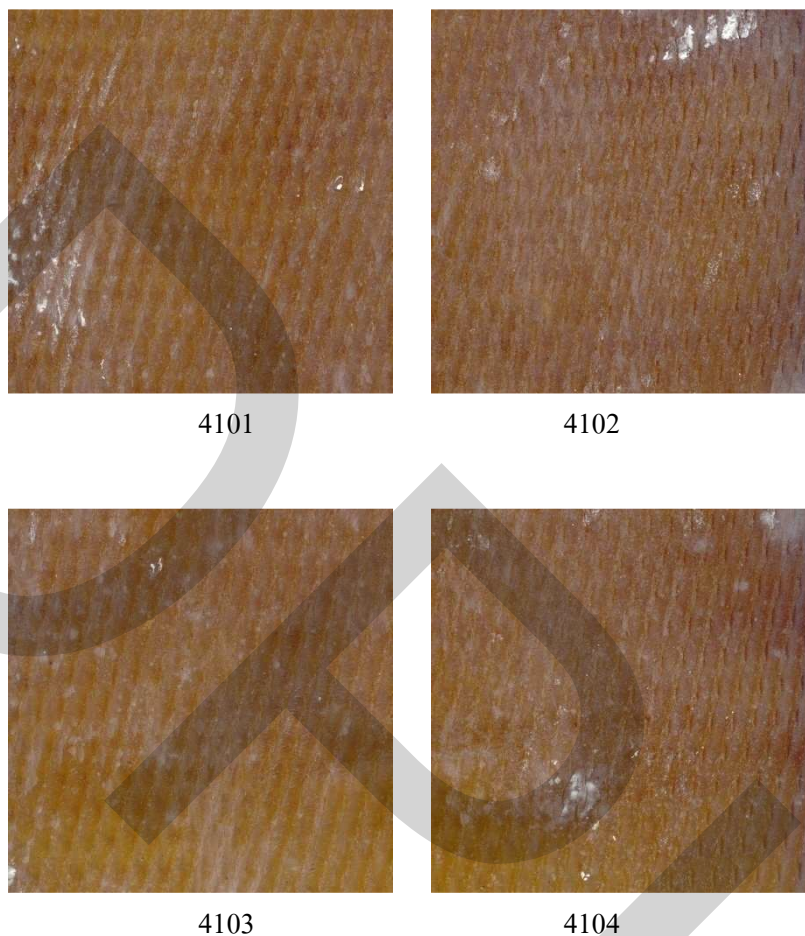
#### 4.1 การเก็บข้อมูลภาพแผ่นยางคียบ

สำหรับผลการทดสอบนั้นจะทำโดยการใช้หน่วยประมวลผลคอมพิวเตอร์ Pentium 4(m) processor ที่ 1.8 Ghz กับภาพกวาดแผ่นยางคียบ ภาพกวาดแผ่นยางพาราตัวอย่างถูกนำภาพเข้าประมวลผล โดยการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยทดสอบ จากนั้นจึงนำผลการทดสอบดังกล่าวมาวิเคราะห์ผล



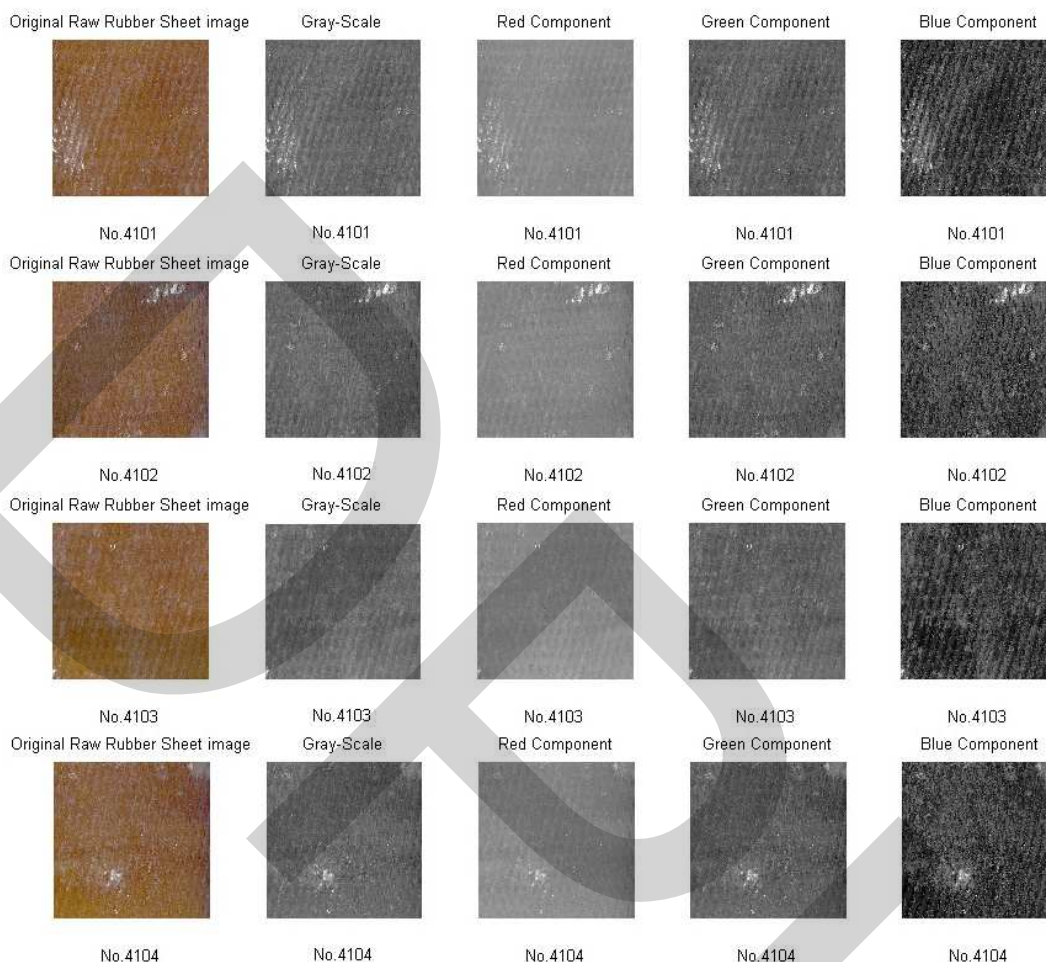
ภาพที่ 4.1 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้เก็บภาพและช่วยในการประมวลผลภาพแผ่นยางคียบ

การเก็บข้อมูลภาพแผ่นยางคียบด้วยการกวาดสแกนภาพแผ่นยางคียบโดยใช้อุปกรณ์และคอมพิวเตอร์ช่วยในการประมวลผลภาพดังในภาพที่ 4.1 ซึ่งทำการเก็บข้อมูลภาพแผ่นยางคียบตัวอย่าง 40 ภาพ ได้เก็บรวบรวมเป็นชุดภาพแผ่นยางคียบตัวอย่างแสดงในภาคผนวก และลักษณะภาพแผ่นยางคียบตัวอย่างบางส่วนแสดงดังในภาพที่ 4.2 ซึ่งขนาดของภาพที่แสดงนั้นเป็นลักษณะเดียวกันกับการนำภาพเข้าทดสอบสำหรับผู้เชี่ยวชาญคัดเกรดภาพ



ภาพที่ 4.2 ภาพแผ่นยางดิบตัวอย่าง

ลักษณะภาพแผ่นยางดิบตัวอย่างจำนวน 4 ภาพที่แสดงดังในภาพที่ 4.2 ลักษณะภาพแผ่นยางดิบนั้นมีสีเหลืองคล้ำ สีไม่สม่ำเสมอและกลุ่มราขาวกับฟองยางที่เป็นสีค่อนข้างขาวขุ่น ลักษณะภาพยางที่มีลักษณะราขาวปกคลุมพื้นที่ส่วนที่เป็นเนื้อยางซึ่งเป็นภาพแผ่นยางดิบดังกล่าว เป็นภาพแผ่นยางดิบเกรดต่ำเนื่องจากพื้นที่ส่วนใหญ่นั้นเป็นพื้นที่ส่วนที่เป็นราขาวและฟองยาง ภาพแผ่นยางดิบจะเข้าทำการประมวลผลภาพในขั้นตอนเตรียมการประมวลผลภาพ โดยเป็นการแยกองค์ประกอบภาพสีแบบ RGB และภาพระดับเทา ซึ่งภาพตัวอย่างในขั้นตอนการเตรียมภาพก่อนการประมวลผลนั้นแสดงดังในภาพที่ 4.3

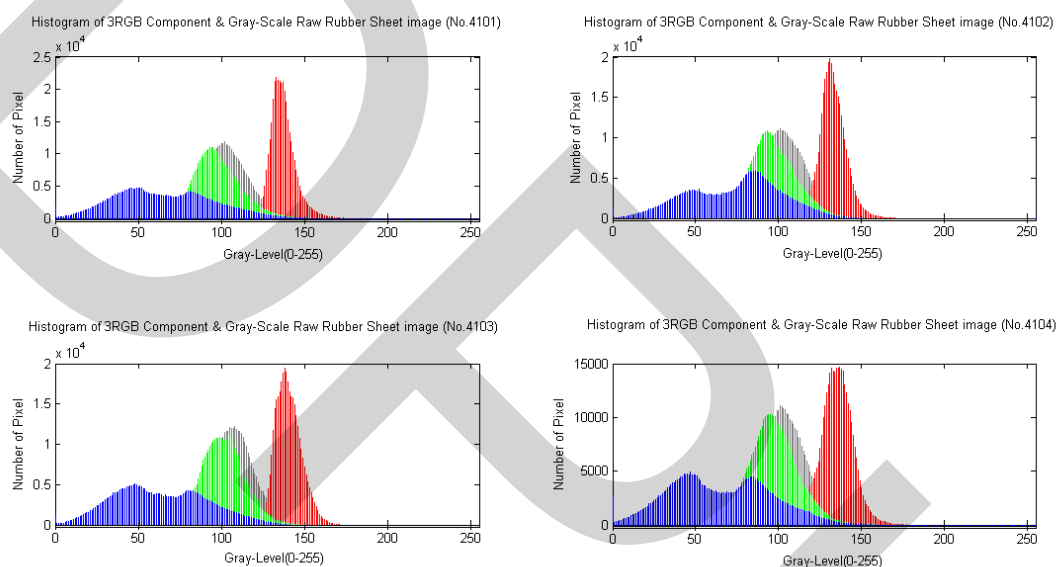


ภาพที่ 4.3 ตัวอย่างภาพแผ่นยางดิบในขั้นตอนการเตรียมภาพก่อนการประมวลผล

ภาพแผ่นยางดิบตัวอย่างที่ในขั้นตอนการเตรียมภาพก่อนการประมวลผลแสดงดังในภาพที่ 4.3 โดยในภาพนั้นแสดงตัวอย่างภาพแผ่นยางดิบจำนวน 4 ภาพ ซึ่งลำดับการแสดงผลของแต่ละภาพนั้นจะเรียงลำดับจากทางด้านซ้ายไปด้านขวา แสดงภาพแผ่นยางต้นฉบับ ภาพระดับเทา ภาพองค์ประกอบภาพสีแบบ RGB ที่ประกอบด้วย สีแดง สีเขียวและสีน้ำเงิน ตามลำดับ หากเปรียบเทียบภาพแผ่นยางดิบต้นฉบับกับภาพระดับเทานั้นทำให้เห็นส่วนที่เป็นสีขาวและฟองยางได้ดี และเมื่อเปรียบเทียบภาพขององค์ประกอบภาพแบบ RGB หากสังเกตภาพขององค์ประกอบภาพทั้งสามองค์ประกอบนั้นจะสังเกตว่าภาพขององค์ประกอบภาพสีแดงนั้นสว่างมากหรือมีความเข้มแสงน้อย ภาพขององค์ประกอบภาพสีน้ำเงินนั้นสว่างน้อยหรือมีความเข้มมากที่สุด ส่วนภาพขององค์ประกอบภาพสีเขียวนั้นมีระดับความสว่างของภาพอยู่ระหว่างกลางของทั้งคู่ แต่หาก

เปรียบเทียบองค์ประกอบภาพสีเกี่ยวกับภาพระดับเทาจะสังเกตเห็นถึงความเข้มของภาพนั้น  
ค่อนข้างใกล้เคียงกันมากกว่าลักษณะภาพขององค์ประกอบสีแดงและองค์ประกอบภาพสีน้ำเงิน

เพื่อให้เห็นถึงลักษณะขององค์ประกอบภาพสีของภาพผลลัพธ์ในขั้นตอนการ  
เตรียมการประมวลผลภาพด้วยการกราฟฮิสโตแกรมที่แจกแจงความถี่ของจุดภาพที่ระดับค่าสี 0 ถึง  
255 กราฟฮิสโตแกรมของภาพแผ่นยางดิบทั้ง 4 ภาพนั้นแสดงดังในภาพที่ 4.4



ภาพที่ 4.4 ภาพกราฟฮิสโตแกรมของภาพแผ่นยางดิบ

กราฟฮิสโตแกรมของภาพแผ่นยางดิบของดังในภาพที่ 4.4 ในภาพจะประกอบไปด้วย  
องค์ประกอบภาพสีแบบ RGB และความเข้มภาพระดับเทาของภาพแผ่นยางดิบตัวอย่างทั้ง 4 ภาพ  
สำหรับกราฟฮิสโตแกรมนั้นแกน X ตามแนวนอนนั้นแสดงถึงจุดภาพที่มีความเข้มเข้มมากจะอยู่  
ทางซ้ายของกราฟ ส่วนจุดภาพที่มีความเข้มน้อยจะอยู่ทางซ้ายของกราฟ แกน Y ตามแนวตั้งแสดง  
ถึงจำนวนของจุดภาพที่ระดับความเข้มระดับสีเดียวกัน ภาพกราฟย่อยในภาพที่ 4.4 นั้นมีลักษณะ  
องค์ประกอบภาพเป็นในทางเดียวกันคือเรียงองค์ประกอบภาพสีน้ำเงิน สีเขียวและสีแดง โดยเป็นไป  
ตามลักษณะความเข้มแสงและความสว่างภาพ องค์ประกอบภาพสีน้ำเงินนั้นมีความเข้มเข้มแสงมาก  
หรือสว่างน้อยลักษณะของจุดภาพไปทางซ้าย องค์ประกอบภาพสีเขียวนั้นมีความเข้มเข้มแสงมากกว่า  
หรือสว่างกว่าองค์ประกอบภาพจึงอยู่ช่วงกลาง องค์ประกอบภาพสีแดงนั้นมีความเข้มเข้มแสงมากที่สุด  
หรือสว่างมากที่สุดองค์ประกอบภาพจึงอยู่ทางด้านซ้ายของกราฟ



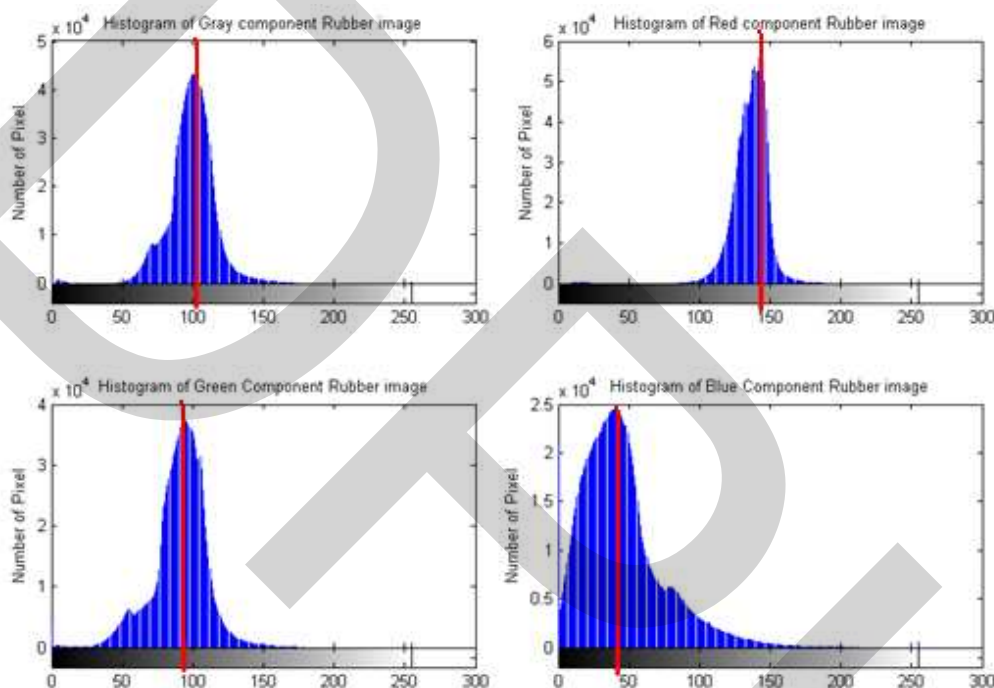
เมื่อดูจากจำนวนจุดภาพที่สูงที่สุดของแต่ละองค์ประกอบภาพสี RGB นั้นสังเกตเห็นถึงจำนวนสูงสุดของแต่ละองค์ประกอบภาพนั้นมีระดับไม่เท่ากัน โดยเรียงจากสีที่มีจำนวนจุดภาพสูงสุดไปหาน้อยสุดเรียงลำดับจาก สีแดง สีเขียว สีน้ำเงิน อย่างไรก็ตามลักษณะกราฟของแต่ละองค์ประกอบภาพที่วางอยู่บนแกนเดียวกันนั้นทำให้สามารถเปรียบเทียบให้เห็นลักษณะที่แตกต่างกันของลักษณะกราฟ ซึ่งจากสังเกตลักษณะรูปร่างของกราฟองค์ประกอบของภาพสีน้ำเงินนั้นมีลักษณะฐานของกราฟที่มีการกระจายตัวกว้างแต่ระดับความสูงของกราฟเทียบเท่าหนึ่งในสี่เมื่อเทียบกับความสูงของกราฟองค์ประกอบสีแดง องค์ประกอบของภาพสีเขียวนั้นมีลักษณะฐานของกราฟที่แคบลงมาแต่ระดับความสูงของกราฟเทียบเท่าสองในสี่เมื่อเทียบกับความสูงของกราฟองค์ประกอบสีแดง ส่วนองค์ประกอบของภาพสีแดงนั้นมีลักษณะฐานของกราฟที่มีฐานของกราฟที่แคบที่สุด เมื่อเทียบกับกราฟของทั้งสามองค์ประกอบ แต่ความสูงของกราฟองค์ประกอบสีแดงนั้นสูงที่สุด

ส่วนกราฟฮิสโตแกรมของภาพระดับเทาที่จุดภาพส่วนใหญ่อยู่ตรงกลางตำแหน่งของกราฟ มีลักษณะรูปร่างความสูงของกราฟและความกว้างของฐานใกล้เคียงกับกราฟองค์ประกอบภาพสีเขียว อย่างไรก็ตามมีลักษณะกราฟหรือมีข้อที่แตกต่างกันอยู่บางของการเปรียบเทียบกราฟทั้งคู่คือกราฟองค์ประกอบภาพสีเขียวอยู่ทางซ้ายของกราฟความเข้มภาพระดับเทาที่หมายความว่ากราฟความเข้มภาพระดับเทานั้นมีความสว่างมากกว่าจุดภาพส่วนใหญ่จึงอยู่ทางด้านขวามือของกราฟ ขั้นตอนการเตรียมภาพก่อนการประมวลผลด้วยการแยกองค์ประกอบภาพนั้นทำให้เห็นถึงลักษณะขององค์ประกอบภาพสีทั้ง 3 องค์ประกอบที่รวมเป็นภาพแผ่นยางดิบ ซึ่งภาพแผ่นยางดิบฉบับทั้ง 40 ภาพที่เข้าทดสอบนั้นถูกรวบรวมเป็นชุดภาพแผ่นยางดิบ เพื่อพิจารณาภาพเพิ่มเติมอยู่ในภาคผนวกในส่วนท้ายเล่ม และสำหรับผลการทดสอบภาพเพื่อหาระดับค่าสีที่ใช้ในการประมวลผลภาพ ระดับค่าสีที่ตำแหน่งที่มีจำนวนจุดภาพสีที่สูงที่สุดของภาพซึ่งเป็นค่าเกณฑ์ที่ระดับค่าสีซึ่งได้จากภาพที่ทำการทดสอบจำนวน 40 ภาพ จะกล่าวในหัวข้อ 4.2 ต่อไป



## 4.2 ผลการทดสอบ

การทดสอบผลการทดสอบภาพแผ่นยางดิบทั้ง 40 ภาพซึ่งองค์ประกอบภาพมีความแตกต่างกันตามลักษณะภาพในแต่ละภาพ สำหรับค่าเกณฑ์ที่ใช้ในการประมวลผลเทคนิคที่นำเสนอ นั้นใช้การประมวลผลระดับค่าสีที่มีจำนวนจุดภาพสูงสุดดังตัวอย่างภาพแสดงดังในภาพที่ 4.5



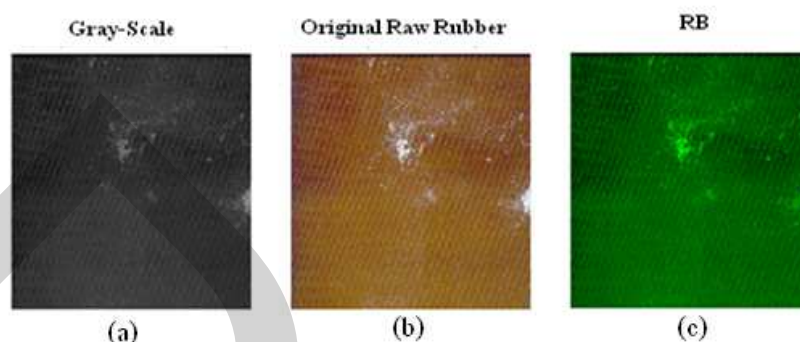
ภาพที่ 4.5 กราฟฮิสโตแกรมขององค์ประกอบภาพ

กราฟฮิสโตแกรมขององค์ประกอบภาพสี RGB และภาพระดับเทาที่แสดงในภาพที่ 4.5 จากในภาพนั้นจะแสดงเส้นสีแดงที่บอกถึงระดับค่าสีที่มีจำนวนจุดภาพสูงสุดในกราฟย่อยของแต่ละองค์ประกอบภาพซึ่งเป็นค่าเกณฑ์ที่ระดับค่าสีนั้นสำหรับระดับสีเทาอยู่ที่ระดับค่าสีเท่ากับ 100 สีแดง(Red) อยู่ที่ระดับค่าสีเท่ากับ 130 สีเขียว(Green) อยู่ที่ระดับค่าสีเท่ากับ 94 และระดับค่าสีน้ำเงิน(Blue) อยู่ที่ระดับค่าสีเท่ากับ 44 ผลการทดสอบจากการนำภาพที่เข้าทดสอบจำนวน 40 ภาพนั้นแสดงให้เห็นถึงระดับของค่าสีของทุกภาพนั้นมีความแตกต่างกันไม่แน่นอนเป็นไปตามคุณลักษณะภาพและองค์ประกอบภาพของภาพนั้นๆ ซึ่งทำให้เห็นถึงความแตกต่างของทุกภาพ ค่าเกณฑ์ที่ระดับค่าสีในแต่ละภาพของค่าสีทั้ง 4 สีนั้นพบว่ามีค่าสูงสุดหลายระดับแตกต่างกัน และช่วงสูงสุดต่ำสุดของระดับสีของทุกค่าสีนั้นมีระดับค่าสีไม่เท่ากัน สำหรับค่าเกณฑ์ที่ใช้ในการประมวลผลเทคนิคที่นำเสนอ นั้นใช้การประมวลผลระดับสีสูงสุดเป็นดังในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ค่าเกณฑ์ของภาพที่เข้าทดสอบในงานวิจัยจำนวน 40 ภาพ

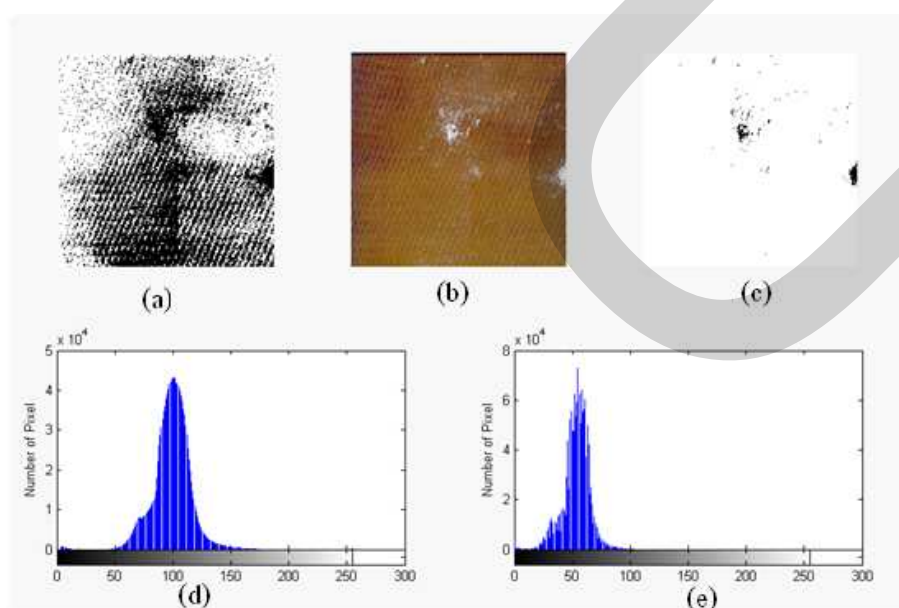
ลำดับ ที่	ค่าเกณฑ์ที่ระดับค่าสี่				ลำดับ ที่	ค่าเกณฑ์ที่ระดับค่าสี่			
	สีเทา	สีแดง	สีเขียว	สีน้ำเงิน		สีเทา	สีแดง	สีเขียว	สีน้ำเงิน
1	92	130	82	30	21	94	134	85	30
2	105	143	105	40	22	100	133	93	50
3	110	145	105	40	23	100	135	90	44
4	98	38	90	40	24	94	128	85	48
5	93	135	85	40	25	105	139	98	45
6	105	145	105	40	26	110	88	105	80
7	105	44	100	38	27	100	130	92	85
8	90	130	84	40	28	100	130	94	83
9	94	134	85	34	29	110	145	105	40
10	110	145	105	35	30	110	149	106	40
11	110	145	105	35	31	110	144	104	40
12	110	145	105	35	32	103	140	95	84
13	88	130	80	10	33	97	130	90	45
14	88	130	80	30	34	110	145	105	42
15	95	130	88	30	35	110	145	105	40
16	95	130	88	30	36	100	140	93	45
17	94	135	85	30	37	100	135	95	50
18	95	135	90	40	38	110	148	105	48
19	94	128	85	35	39	100	135	95	45
20	93	128	85	40	40	100	130	93	85

### 4.3 การวิเคราะห์ผลการทดสอบ



ภาพที่ 4.6 ผลการทดสอบด้วยการซ้อนภาพขององค์ประกอบภาพ RB

เมื่อทำการเปรียบเทียบผลการทดสอบภาพที่ 4.6 (a) เป็นผลการประมวลผลภาพระดับเทาภาพที่ 4.6 (b) เป็นภาพแผ่นยางดิบต้นฉบับ และภาพที่ 4.6(c) เป็นผลการทดสอบโดยใช้กระบวนการองค์ประกอบภาพของสีแดงและสีน้ำเงินกับภาพที่ 4.6(b) เป็นภาพยางต้นฉบับจะเห็นได้ว่าผลการทดสอบทั้ง 3 ภาพเมื่อสังเกตด้วยตาภาพคล้ายกันมองเห็นส่วนที่เป็นสีขาวเหมือนกัน แต่เมื่อเปรียบเทียบระหว่างภาพที่ 4.6(a)กับภาพที่ 4.6(c) และเมื่อสังเกตด้วยตาผลของผลการทดสอบการใช้กระบวนการองค์ประกอบสีแดงและสีน้ำเงินในภาพที่ 4.6(c) นั้นทำให้มองเห็นสีขาวได้ชัดเจนกว่าภาพที่ 4.6 (a)



ภาพที่ 4.7 การวิเคราะห์ผลการทดสอบการประมวลผลภาพด้วยเทคนิคค่าเกณฑ์แบบปรับตัว

จากการเปรียบเทียบผลการทดสอบในรูปที่ 4.7 เมื่อทำการเปรียบเทียบผลการทดสอบในรูปที่ 4.7 (a) ซึ่งเป็นผลจากการใช้วิธีการประมวลผลภาพระดับเท่ากับรูปที่ 4.7 (b) ซึ่งเป็นภาพยางต้นแบบ จากการสังเกตผลการทดสอบด้วยสายตาพบว่าไม่สามารถระบุบริเวณที่เป็นราขาวในภาพได้อย่างชัดเจนซึ่งในที่นี้ราขาวถูกแทนด้วยสีดำ

สำหรับผลการทดสอบโดยการใช้วิธีการเทคนิคค่าเกณฑ์แบบปรับตัวในรูปที่ 4.2 (c) เมื่อทำการเปรียบเทียบกับภาพที่ 4.7 (b) ภาพยางต้นแบบเช่นกัน จากการสังเกตผลการทดสอบด้วยสายตาพบว่าสามารถระบุบริเวณราขาวซึ่งคือบริเวณที่ถูกแทนด้วยสีดำในภาพได้อย่างชัดเจน

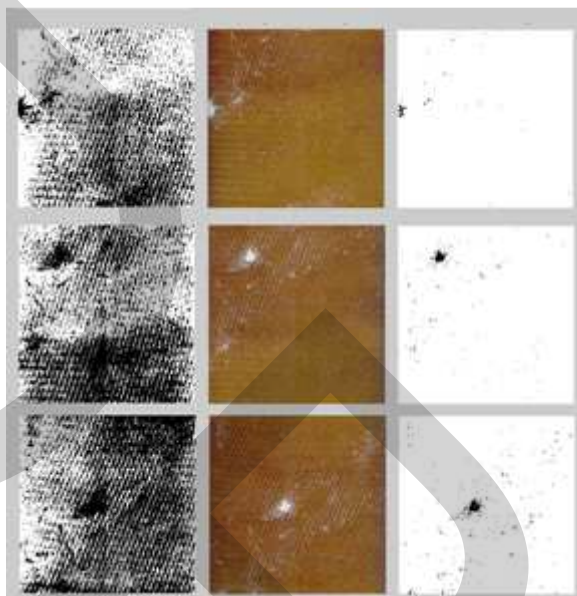
สำหรับการเปรียบเทียบผลการทดสอบโดยใช้กราฟแท่งฮิสโตแกรมของผลการทดสอบซึ่งอยู่ในภาพที่ 4.7(d) และภาพที่ 4.7(e) จะสังเกตลักษณะของกราฟแท่งฮิสโตแกรมในภาพที่ 4.7 (d) นั้นจะเห็นได้ว่าจุดภาพส่วนใหญ่อยู่ทางด้านซ้ายของกราฟและจุดภาพนั้นมีระดับค่าสีอยู่ในช่วงระหว่างค่าระดับค่าสีเท่ากับ 45 – 175 โดยที่จุดภาพจำนวนมากอยู่ที่ระดับค่าสีเท่ากับ 102 และเมื่อเปรียบเทียบกับกราฟแท่งฮิสโตแกรมในภาพที่ 4.7(e) จะเห็นได้ว่าจุดภาพส่วนใหญ่อยู่ทางด้านซ้ายของกราฟเช่นกัน แต่มีจุดภาพกระจายอยู่ในช่วงระหว่างค่าสีเท่ากับ 45 – 100 ซึ่งการกระจายของระดับค่านั้นมีลักษณะที่แคบลงหรือมีการกระจายน้อยลงนั้นทำให้เราเลือกค่าขีดเริ่มได้ดีขึ้น โดยเมื่อจุดภาพจำนวนมากอยู่ที่ระดับค่าสีเท่ากับ 102 ดังสรุปได้ในตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.2 เปรียบเทียบผลการใช้การประมวลผลภาพระดับเทาและเทคนิคค่าเกณฑ์แบบปรับตัว

วิธีการ	จุดภาพอยู่ในช่วงระดับค่าสี	ค่าเกณฑ์เท่ากับ
การประมวลผลภาพระดับเทา	45 – 175	102
การประมวลผลเทคนิคค่าเกณฑ์แบบปรับตัว	45 – 100	102

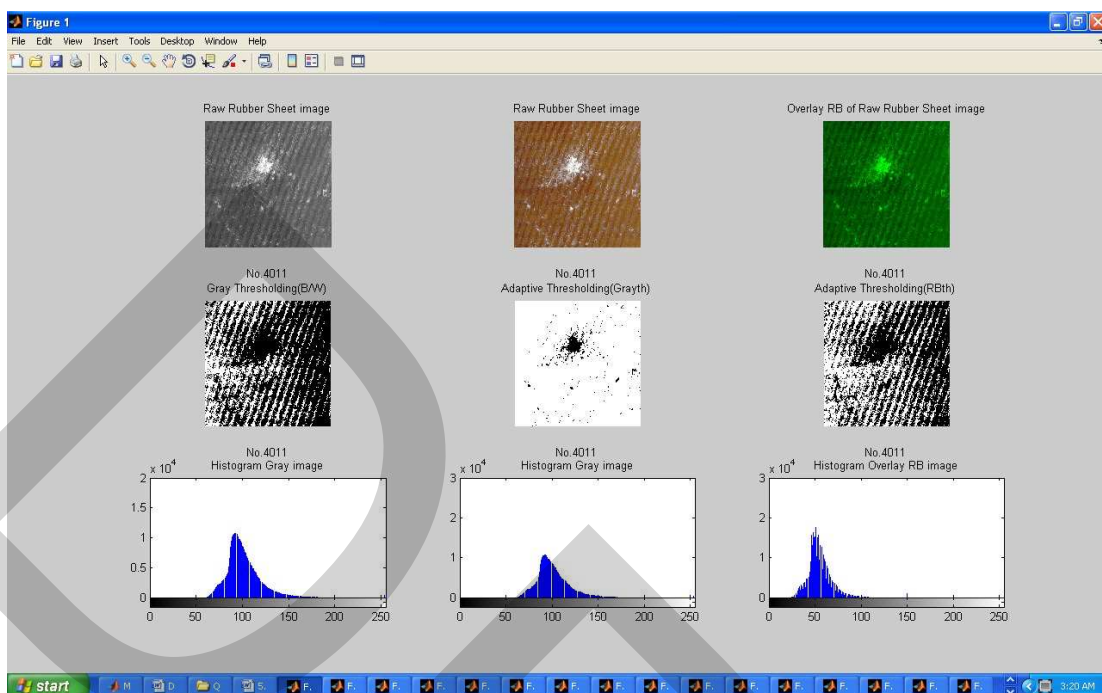
เมื่อเปรียบเทียบผลการทดสอบทั้งสองวิธีการดังตารางที่ 2 เมื่อเปรียบเทียบโดยการเลือกค่าขีดเริ่มเท่ากันที่ค่าระดับค่าสีเท่ากับ 102 พบว่าผลการทดสอบของการใช้เทคนิคค่าเกณฑ์แบบปรับตัวนั้นทำให้จุดภาพมีการกระจายน้อยลงซึ่งจะทำให้การเลือกค่านั้นทำได้ดีขึ้น สำหรับรูปที่ 8 นั้นเป็นตัวอย่างผลของการทดสอบเพิ่มเติมเพียงบางส่วนที่ได้จากการทำการทดสอบ ซึ่งผลการทดสอบที่ได้จากการทำการทดสอบซ้ำวิธีการเดิมนั้นเป็นไปในทิศทางเดียวกัน คือทำให้สามารถเห็นบริเวณที่สนใจชัดเจนมากขึ้น เพื่อที่จะทำให้วิธีการนั้นมีความน่าเชื่อถือ อาจจะต้องนำภาพต้นฉบับมาทดสอบจำนวนมากๆ ครั้งขึ้น ต้องนำภาพต้นฉบับที่มีลักษณะองค์ประกอบภาพที่มี

ความหลากหลายลักษณะมากขึ้นดังในภาพที่ 4.7 เปรียบเทียบผลระหว่างกับการประมวลผล Gray thresholding (ด้านซ้าย) และการประมวลผลด้วยเทคนิคค่าเกณฑ์แบบปรับตัว (Adaptive Thresholding) (ด้านขวา) และภาพต้นฉบับ(ตรงกลาง)ดังในภาพที่ 4.8

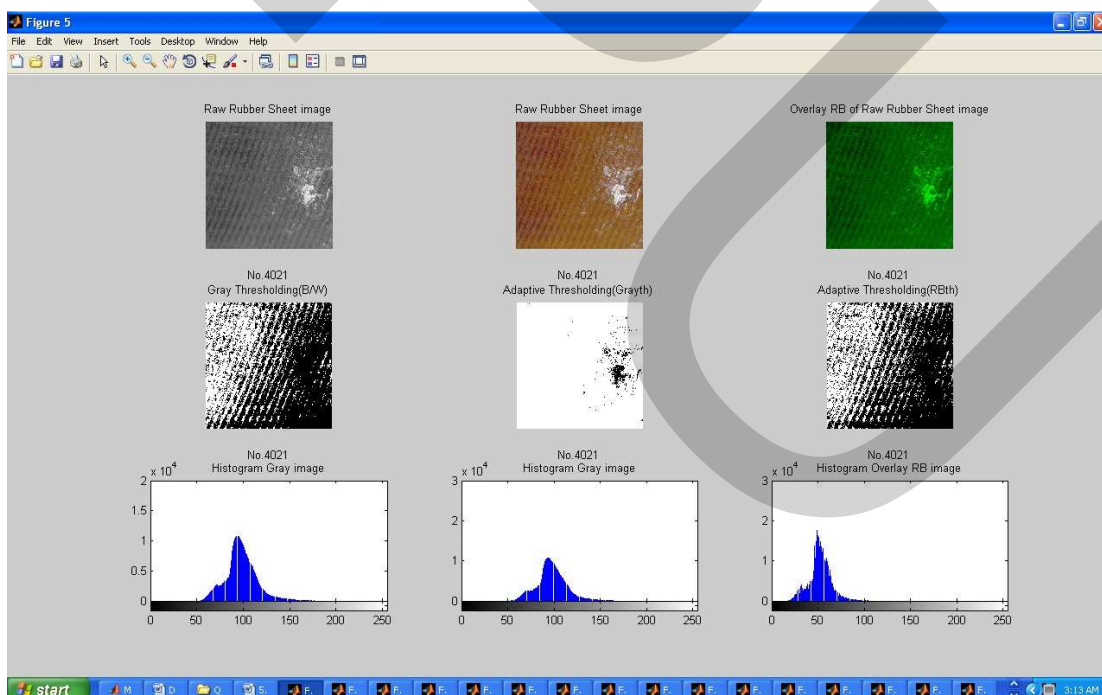


ภาพที่ 4.8 เปรียบเทียบผลกับภาพต้นฉบับ

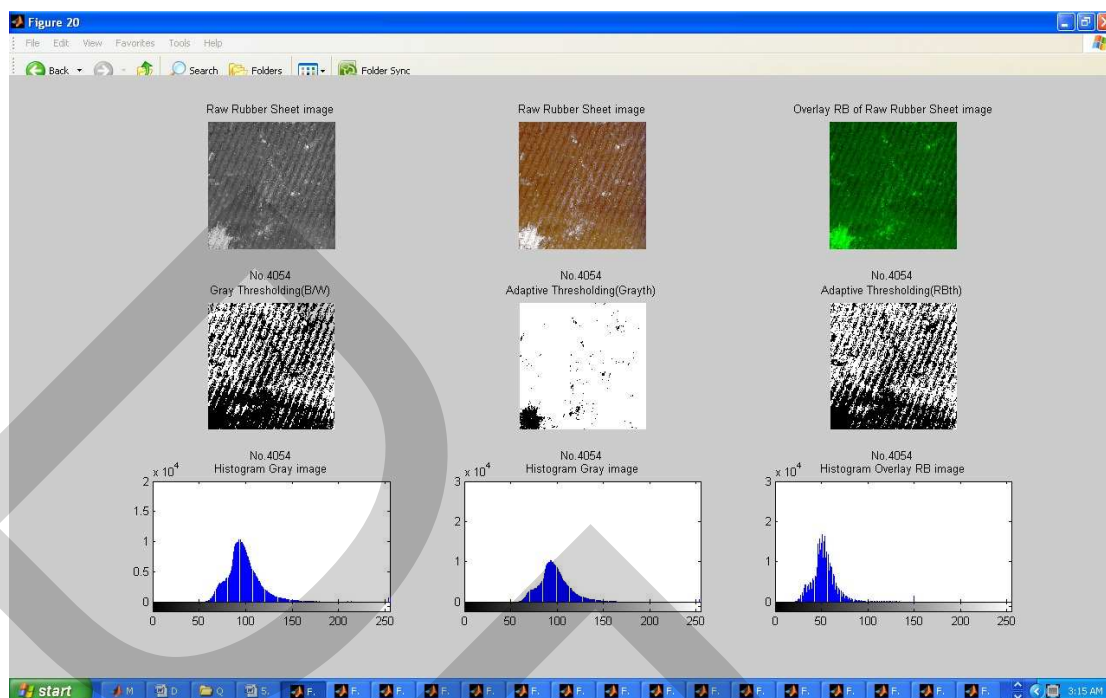
สังเกตภาพที่ 4.8 ทางด้านบนหากลองสังเกตจะพบว่าภาพการเปรียบเทียบแบ่งออกเป็น 3 คือภาพตรงกลางนั้นเป็นภาพของต้นฉบับ ส่วนทางด้านซ้ายคือภาพแผ่นยางดิบแบบสองระดับมีเพียงสีขาวและดำซึ่งหากเปรียบเทียบกับแผ่นยางดิบต้นฉบับทางด้านขวามือซึ่งเป็นภาพลักษณะเดียวกัน จะพบว่าภาพนั้นมีองค์ประกอบคล้ายกันซึ่งเป็นภาพที่มาจากภาพเดียว แต่ภาพทางด้านซ้ายนั้นมีจุดภาพมากกว่าภาพทางด้านขวามือซึ่งเป็นการประมวลผลภาพด้วยวิธีการที่นำเสนอที่ผ่านการประมวลผลภาพ ทำให้ได้ภาพผลลัพธ์ซึ่งลดเรื่ององค์ประกอบที่ไม่ใช่ส่วนที่เป็นสีขาวและฟองยางออกไป ภาพผลลัพธ์นั้นมีหลายลักษณะด้วยกันดังจะยกตัวอย่างภาพผลลัพธ์ซึ่งอยู่ในภาพผนวกส่วนท้าย ซึ่งจะยกตัวอย่างภาพที่ผ่านการประมวลผลภาพแล้วทำให้องค์ประกอบนั้นส่วนที่เป็นสีขาวและฟองยางเด่นชัดขึ้น สามารถแยกองค์ประกอบส่วนที่เป็นเนื้อยางได้ดีขึ้น



ภาพที่ 4.9 เปรียบเทียบผลภาพผลลัพธ์กับภาพต้นฉบับและกราฟฮิสโตแกรม



ภาพที่ 4.10 เปรียบเทียบผลภาพผลลัพธ์กับภาพต้นฉบับและกราฟฮิสโตแกรม



ภาพที่ 4.11 เปรียบเทียบผลภาพผลลัพธ์กับภาพต้นฉบับและกราฟฮิสโตแกรม

ตั้งในภาพที่ 4.8 ภาพที่ 4.9 และภาพที่ 4.10 นั้นเป็นการเปรียบเทียบผลภาพผลลัพธ์กับภาพต้นฉบับซึ่งภาพข้างทั้ง 6 ภาพนั้นเป็นภาพแผ่นยางดิบแผ่นเดียวกันแฉกทางด้านบนจากซ้ายมาทางขวาประกอบด้วย ภาพระดับเทาทางด้านซ้าย ภาพแผ่นยางดิบต้นฉบับอยู่ตรงกลาง และขวามือเป็นภาพการซ้อนภาพองค์ประกอบภาพสีระหว่างองค์ประกอบสีแดงและสีน้ำเงินซึ่งเมื่อประมวลผลภาพแล้วได้ภาพเป็นลักษณะภาพเป็นมีสีเขียว ซึ่งทำการประมวลผลภาพดังที่แสดงภาพในแถวที่สองจากทางด้านซ้ายประกอบด้วย ภาพสองระดับขาวดำของภาพระดับเทา ถัดมาเป็นการนำภาพองค์ประกอบภาพสีระหว่างองค์ประกอบสีแดงและสีน้ำเงินโดยใช้ค่าเกณฑ์ 2 ค่า คือ ค่าเกณฑ์ระดับเทา และค่าเกณฑ์ที่ได้จากการซ้อนภาพองค์ประกอบภาพสีระหว่างองค์ประกอบสีแดงและสีน้ำเงิน ซึ่งองค์ประกอบของภาพนั้นสามารถดูได้จากภาพกราฟฮิสโตแกรมทางด้านล่างซึ่งจะเป็นลักษณะกราฟที่มีรูปร่างความสูงของกราฟคล้ายกัน หากลองสังเกตกราฟภาพทางด้านซ้ายและทางด้านขวานั้นมีรูปร่างคล้ายกัน เพียงกราฟเลื่อนตัวมาทางด้านซ้ายมือซึ่งจะทำให้ภาพมือขึ้นแต่ข้อแตกต่างคือระดับสเกลทางแกน Y นั้นไม่เท่ากัน โดยที่ภาพทางด้านขวานั้นจะมีจำนวนจุดสูงกว่าทางด้านซ้าย หากลองตั้งสเกลให้อยู่ในสเกลเดียวกันดังภาพตรงกลางถัดทางนั้นจะพบว่าจุดสูงสุดต่ำกว่าภาพทางด้านซ้ายมือ และขวามือประกอบกับการเล็ท่อนสเกลกราฟทำให้กราฟฮิสโตแกรมนั้นมีรูปร่างต่างกัน



#### 4.4 ผลการคัดเกรดภาพเทียบกับผู้เชี่ยวชาญ

ตารางที่ 4.3 เปรียบเทียบผลการคัดเกรดภาพเทียบกับผู้เชี่ยวชาญ

ลำดับ ที่	ภาพ	นักวิชาการ		ชาวสวนยาง		วิธีที่ศึกษา Gray		วิธีที่ศึกษา RB	
		% ราชว และ ฟองยาง	Grade	% ราชว และ ฟองยาง	Grade	% ราชว และ ฟองยาง	Grade	% ราชว และ ฟองยาง	Grade
1	4011	60	C	50	B	66.93	C	56.36	C
2	4012	20	A	30	B	31	B	60.27	C
3	4013	25	A	30	B	35.91	B	28.82	B
4	4014	100	D	90	D	84.23	D	33.66	B
5	4021	100	D	90	D	60.93	C	61.69	C
6	4022	30	B	25	A	24.95	A	60.68	C
7	4023	15	A	10	A	55.09	C	45.07	B
8	4024	10	A	10	A	93.92	D	35.66	B
9	4031	40	B	50	B	58.26	C	61.7	C
10	4032	25	A	20	A	23.09	A	53.88	C
11	4033	40	B	30	B	30.11	B	55.26	C
12	4034	100	D	80	D	49.61	B	42.77	B
13	4041	10	A	30	B	41.68	B	54.69	C
14	4042	15	A	30	B	83.81	D	51.21	C
15	4043	80	D	70	C	38.19	B	58.7	C
16	4044	70	C	60	C	51.06	C	53.58	C
17	4051	40	B	45	B	39.87	B	45.21	B
18	4052	40	B	35	B	45.09	B	52.34	C
19	4053	60	C	50	B	65.34	C	61.76	D
20	4054	80	D	60	C	58.4	C	52.83	C



ตารางที่ 4.3 (ต่อ)

ลำดับ ที่	ภาพ	นักวิชาการ		ชาวสวนยาง		วิธีที่ศึกษาGrayth		วิธีที่ศึกษา RB	
		% ราชการ และ ฟองยาง	Grade	% ราชการ และ ฟองยาง	Grade	% ราชการ และ ฟองยาง	Grade	% ราชการ และ ฟองยาง	Grade
21	4061	100	D	95	D	78.21	D	59.88	C
22	4062	100	D	95	D	37.13	B	59.05	C
23	4063	100	D	90	D	57.85	C	56.09	C
24	4064	100	D	95	D	70.43	C	50.5	C
25	4071	90	D	95	D	46.56	B	59.36	C
26	4072	100	D	100	D	26.72	B	57.15	C
27	4073	100	D	100	D	87.97	D	40.61	B
28	4074	100	D	100	D	57.48	C	50.64	C
29	4081	80	D	80	D	42.79	B	41.85	B
30	4082	100	D	100	D	33.47	B	59.4	C
31	4083	80	D	80	D	58.48	C	52.47	C
32	4084	85	D	85	D	76.99	D	48.58	B
33	4091	95	D	100	D	69.42	C	60.35	C
34	4092	75	C	75	C	20.98	A	43.29	B
35	4093	100	D	90	D	56.22	C	40	B
36	4094	90	D	95	D	83.31	D	49.72	B
37	4101	90	D	100	D	63.23	C	57.13	C
38	4102	100	D	100	D	32.17	B	54.02	C
39	4103	90	D	80	D	75.15	D	40.28	B
40	4104	100	D	100	D	60.49	C	56.23	B

#### 4.5 วิเคราะห์ผลการคัดเกรดภาพแผ่นยางดิบเทียบกับผู้เชี่ยวชาญ

ผลการคัดเกรดภาพ โดยผู้เชี่ยวชาญนักวิชาการและชาวสวนยางสามารถตรงกันคัดเกรดภาพแผ่นยางดิบซึ่งตรงกัน 33 ภาพ จากภาพแผ่นยางดิบที่เข้าทดสอบทั้งหมด 40 ภาพ ผลการคัดเกรดที่ได้จากการสังเกตด้วยตาของผู้เชี่ยวชาญนั้นอยู่ในระดับดีซึ่งเทียบเป็นร้อยละมีค่าเท่ากับ 82.25 % สำหรับภาพที่คัดเกรดไม่ตรงกันซึ่งผู้เชี่ยวชาญนั้นใช้การสังเกตเป็นหลักเป็นไปได้ที่ความสามารถในการมองเห็นของคน 2 คนไม่เท่ากัน และอีกประการหนึ่งสเกลอ้างอิงพื้นที่นั้นไม่สามารถวัดได้อย่างแน่นอน แต่ผลการคาดเคลื่อนที่ทำให้ผลการคัดเกรดภาพแผ่นยางดิบ 7 ภาพไม่ตรงกันนั้นอยู่ในระดับ 5 – 10 % ซึ่งถือว่ายอมรับได้ในการใช้ตาเพียงอย่างเดียว สำหรับคัดเกรดภาพแผ่นยางดิบ ซึ่งแตกต่างกันในการคัดเกรดแผ่นยางดิบจริงที่ใช้ตาและการสัมผัสร่วมกันในการคัดเกรด และสำหรับผลการคัดเกรดภาพที่อยู่ในเกรดเดียวกันนั้นใกล้เคียงกันส่วนใหญ่ซึ่งภาพแผ่นยางดิบลำดับที่ 21- 40 นั้นผลตรงกันเนื่องจากลักษณะภาพแผ่นยางดิบให้อยู่ในเกรด D ซึ่งถือว่าเป็นภาพแผ่นยางดิบที่มีคุณภาพต่ำเนื่องจาก ผู้เชี่ยวชาญนั้นสังเกตเห็นราขาวและฟองนั้นกระจายเต็มในภาพแผ่นยางดิบนั้นจึงถูกประเมินในระดับเกณฑ์ที่มีคุณภาพต่ำ

#### 4.6 สรุปผลการทดสอบ

จากการทำวิจัยในครั้งนี้ พบว่า การใช้แนวคิดพื้นฐานที่เชื่อว่าพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นเนื้อยางและเชื้อราที่มีสีขาวนั้นสามารถทำให้คอมพิวเตอร์สามารถวิเคราะห์ภาพและประมวลผลภาพนั้นสามารถแยกส่วนที่เป็นราขาวซึ่งมีสีขาวและเนื้อยางได้เมื่อเปรียบเทียบจากการมองเห็นด้วยสายตา แต่การวิเคราะห์ภาพนั้นยังต้องมีการปรับปรุงวิธีการเพิ่มเติม เนื่องจากวิธีการนี้นั้นทำให้ส่วนเป็นสีขาวนั้น ซึ่งเกิดจากการสะท้อนของแสงที่แสงกระทบผิวของเนื้อยางซึ่งแตกต่างในเรื่องของมุมของแสงทำให้เกิดเป็นภาพสีขาว และเมื่อทำการวิเคราะห์ภาพทำให้แสดงผลผิดพลาดทำให้การประมวลผลภาพนั้นเข้าใจว่าส่วนนี้กลายเป็นพื้นที่ของเชื้อราด้วยเช่นกัน จึงต้องทำการปรับปรุงวิธีการวิเคราะห์ภาพเพิ่มเติมโดยการใช้การแยกองค์ประกอบภาพช่วยซึ่งในที่นี้คือจุดภาพที่ประกอบไปด้วยองค์ประกอบของค่าสีแบบ RGB มี 3 สีคือ ค่าสีแดง ค่าสีเขียวและค่าสีน้ำเงิน จากการทดสอบวิธีการ โดยการใช้การแยกองค์ประกอบของจุดภาพที่มี 3 นั้นทำให้ผลการประมวลผลภาพนั้นสามารถระบุพื้นที่ที่เป็นเชื้อราขาวและเนื้อยางได้เด่นชัดมากขึ้น ซึ่งจากการปรับปรุงวิธีการเพิ่มเติมนั้น ทำให้การประมวลผลภาพนั้นง่ายขึ้นเนื่องจากผลลัพธ์ของภาพนั้นทำให้ลักษณะของพื้นที่ที่เป็นเชื้อราเด่นชัดขึ้น การปรับปรุงการประมวลผลภาพนั้นระบุส่วนที่เป็นสีขาวที่เป็นเชื้อราขาวได้และตัดส่วนที่เห็นเป็นส่วนที่เกิดจากการสะท้อนของแสงแล้วเห็นภาพเป็นสีขาวด้วยนั้น ทำให้สามารถประมวลผลภาพและสามารถใช้อัลกอริทึมนี้ในการวิเคราะห์ภาพได้

## บทที่ 5

### สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

ในบทนี้จะกล่าวถึงสรุปผลการวิจัยที่ได้ทำการวิจัยมาทั้งข้อเด่นและข้อด้อยในงานวิจัย รวมทั้งข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยในอนาคตหรือผู้ที่สนใจงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในการประมวลผลภาพที่จะแก้ไขโจทย์ปัญหาที่มีลักษณะสีตามธรรมชาติหรือขอบเขตงานวิจัยที่มีลักษณะต้องการนำไปประยุกต์ใช้จริงที่ต้องอาศัยหลักการและเหตุผลการวิเคราะห์เชิงลึกหรือความซับซ้อนมาก ซึ่งอาจซับซ้อนตามเงื่อนไข โดยจะกล่าวตามลำดับหัวข้อ 5.1 สรุปผลการวิจัยและหัวข้อ 5.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยในอนาคต

#### 5.1 สรุปผลการวิจัย

ในการทำวิจัยพบว่าสมมุติฐานซึ่งเป็นตัวสร้างกระบวนการและกำหนดเงื่อนไขให้กับ การประมวลผลข้อมูลภาพซึ่งเป็นข้อมูลภาพแบบ RGB โดยเชื่อว่าพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นเนื้อยางและ เชื้อราที่มีสีขาวเป็นหลักที่ได้จากการสังเกตลักษณะแผ่นยางดิบที่สำคัญซึ่งเราจะพบว่าภาพแผ่นยาง ดิบที่สามารถประมวลผลภาพและผลลัพธ์นั้นทำให้เห็นภาพขาวเด่นชัดนั้นเป็นภาพที่มีเกรด A และ B ซึ่งเกณฑ์การประเมินภาพแผ่นยางดิบโดยผู้เชี่ยวชาญนั้นพบว่าภาพมีลักษณะขาวที่มีสี ค่อนข้างขาวและฟองยางสีขาวขุ่นนั้นไม่เกิน 25-50 %

ขั้นตอนในการประมวลผลนั้นอาศัยเหตุและผลที่ซับซ้อนในการคิดกระบวนการง่ายใน การประมวลผลภาพโดยการใช้ภาพระดับเทา 8 บิตซึ่งเหมาะสมในการประมวลผลสำหรับงานซึ่ง ไม่ต้องการประมวลผลขั้นสูงซึ่งอาจต้องใช้เวลาาน ขั้นตอนในการประมวลผลน้อยจะใช้น้อย ด้วยซึ่งเป็นข้อดี ทำให้ได้ผลลัพธ์ได้เราสามารถแยกส่วนที่เป็นสีขาวซึ่งมีสีขาวและเนื้อยางได้เมื่อ เปรียบเทียบจากการมองเห็นด้วยสายตา

แต่การวิเคราะห์ภาพนั้นยังต้องมีการปรับปรุงวิธีการเพิ่มเติม เนื่องจากวิธีการนี้นั้นทำ ให้ส่วนเป็นสีขาวนั้น ซึ่งเกิดจากการสะท้อนของแสงที่แสงกระทบผิวของเนื้อยางซึ่งแตกต่างใน เรื่องของมุมของแสงทำให้เกิดเป็นภาพสีขาว และเมื่อทำการวิเคราะห์ภาพทำให้แสดงผลผิดพลาด ทำให้การประมวลผลภาพนั้นเข้าใจว่าส่วนนี้กลายเป็นพื้นที่ของเชื้อราด้วยเช่นกัน จึงต้องทำการ ปรับปรุงวิธีการวิเคราะห์ภาพเพิ่มเติมโดยการใช้การแยกองค์ประกอบภาพช่วยซึ่งในที่นี้คือจุดภาพ

ที่ประกอบไปด้วยองค์ประกอบของค่าสีแบบ RGB มี 3 สีคือ ค่าสีแดง ค่าสีเขียวและค่าสีน้ำเงิน จากการทดสอบวิธีการโดยใช้การแยกองค์ประกอบของจุดภาพนั้นทำให้ผลการประมวลผลภาพนั้นสามารถระบุพื้นที่ที่เป็นเชื้อราขาวและเนื้อง่ายได้เด่นชัดมากขึ้นซึ่งจากการปรับปรุงวิธีการเพิ่มเติมจะทำให้การประมวลผลภาพนั้นง่ายขึ้นเนื่องจากผลลัพธ์ของภาพนั้นทำให้ลักษณะของพื้นที่ที่เป็นเชื้อราเด่นชัดขึ้น การปรับปรุงการประมวลผลภาพนั้นระบุส่วนที่เป็นสีขาวที่เป็นเชื้อราขาวได้และตัดส่วนที่เห็นเป็นส่วนที่เกิดจากการสะท้อนของแสงแล้วเห็นภาพเป็นสีขาวด้วยทำให้สามารถประมวลผลภาพและสามารถใช้อัลกอริทึมนี้ในการวิเคราะห์ภาพได้

ผลลัพธ์ของการนำเทคนิคค่าเกณฑ์แบบปรับตัวมาช่วยประมวลผลทำให้สามารถระบุบริเวณที่เป็นราขาวและฟองยางในภาพแผ่นยางดิบต้นฉบับได้ดีขึ้น ทำให้ภาพชัดเจนขึ้น โดยที่ยังสามารถทำให้ค่าความแตกต่างการเปลี่ยนแปลงนั้นเปลี่ยนแปลงไปไม่มากนัก ถึงแม้วิธีการนี้จะทำให้เห็นส่วนที่เป็นราขาวชัดเจนขึ้น แต่ไม่สามารถการันตีได้ว่าผลการทดสอบส่วนทั้งหมดสีขาวนั้นเป็นราขาวทั้งหมด อาจเกิดข้อผิดพลาดจากการสะท้อนแสง อย่างไรก็ตามจากรูปต้นฉบับราขาวและฟองยางนั้นมีสีขาวเช่นเดียวกันนั้นทำให้ฟองอากาศในเนื้อง่ายได้ชัดเจนขึ้น

## 5.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยในอนาคต

แนวความคิดที่จะสร้างเครื่องอัตโนมัติในอนาคตนั้นอาจใช้สัดส่วนร้อยละของจุดภาพบริเวณพื้นที่สนใจต่อสัดส่วนจุดภาพที่เชื่อว่าส่วนใหญ่เป็นเนื้อง่ายในภาพเป็นแนวคิดที่ค่อนข้างง่ายไม่มีความซับซ้อนมากนักซึ่งอาจจะใช้ได้ดี หากแต่สามารถที่จะระบุบริเวณราขาวและฟองยางได้ใกล้เคียงมากขึ้นและถูกต้องมากขึ้นซึ่งอาจจะต้องอาศัยความรู้และใช้วิธีการที่มีกระบวนการที่ซับซ้อนมากขึ้นด้วยเช่นกัน

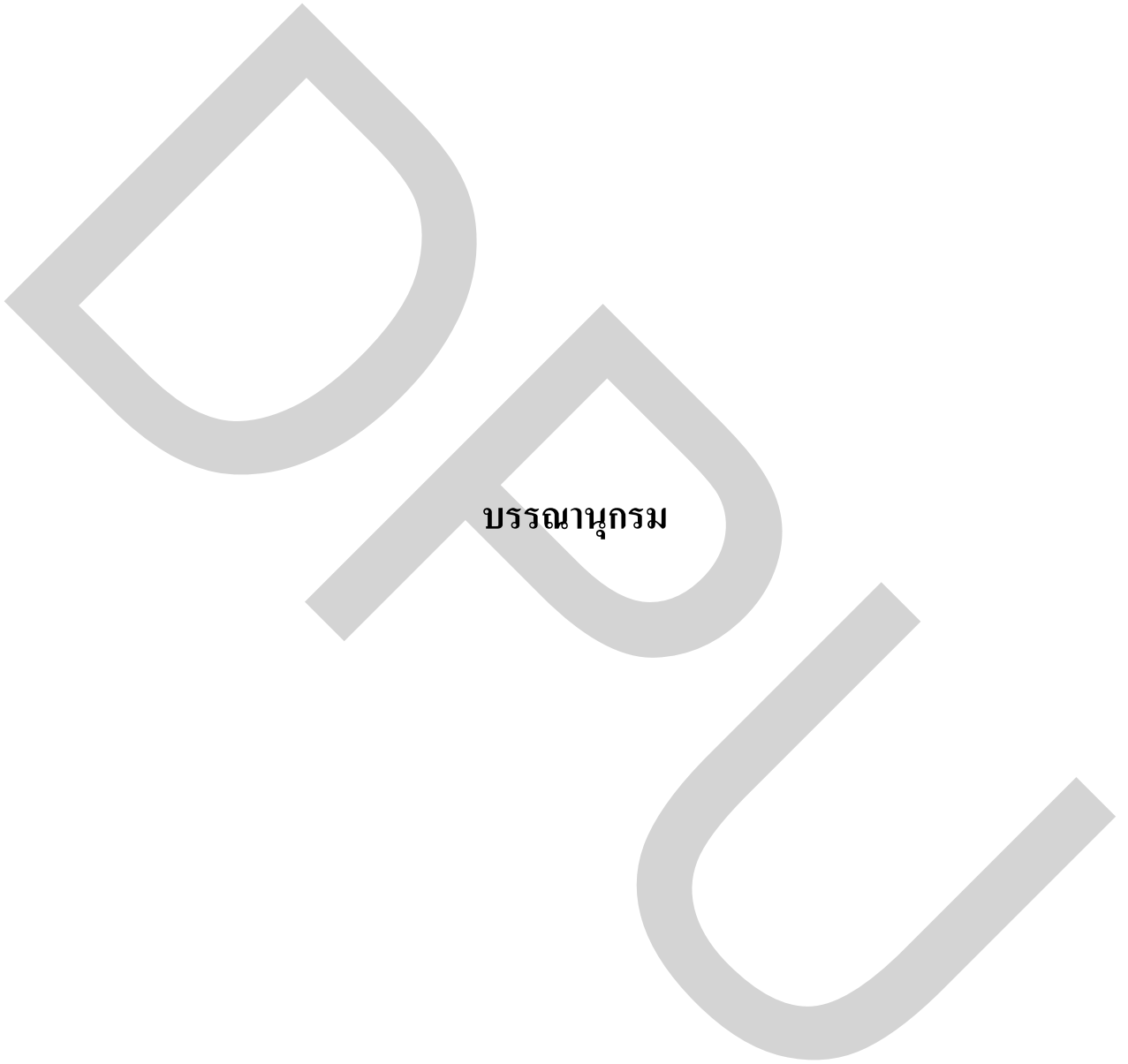
สำหรับผู้ที่ทำวิจัยในอนาคตนั้นต้องคำนึงถึงสภาพการใช้งานจริงและสภาพแวดล้อมเป็นหลัก การประมวลผลภาพดิจิทัลนั้นอาจเป็นแนวทางที่ทำได้แต่ต้องอาศัยอัลกอริทึมที่ทำให้สามารถวิเคราะห์ภาพแทนการใช้สายตาและประสาทสัมผัสของมนุษย์ การได้มาของภาพซึ่งในอนาคตอาจจะต้องเป็นภาพดิจิทัลที่ได้มาจากการถ่ายภาพในขณะที่แผ่นยางดิบนั้นมีการเคลื่อนที่อยู่บนสายพานลำเลียงในโรงงาน ก่อนเข้าเครื่องประเมินคุณภาพ สภาพของแสงจึงเป็นปัจจัยที่มีผลกระทบโดยตรงกับการทำงานของเซ็นเซอร์ซึ่งเป็นหน่วยการรับรู้ต้องมีความน่าเชื่อถือ เครื่องจักรอัตโนมัติในตัวระบบเองนั้นควรจะเป็นระบบที่มีซับซ้อนน้อยแต่ประมวลผลได้ดีในสภาพการใช้งานจริง และมีผลการประเมินที่มีความน่าเชื่อถือ การได้มาของภาพ การรับรู้โดยเซ็นเซอร์ที่รับสัญญาณและส่งสัญญาณเข้าสู่หน่วยประมวลผลที่เหมาะสมกับการใช้งานจริงซึ่งนั้น

หมายความว่าต้องอาศัยองค์ประกอบหลายส่วนรวมทั้งเทคโนโลยีเช่นเซอร์ กระทบการรับภาพ หรือการได้มาของภาพด้วยเช่นกัน

โดยต้องยึดส่วนที่สำคัญเพื่อจะทำให้การทดสอบการประมวลผลภาพยางแผ่นดิบและการวิเคราะห์ผลการทดสอบ ได้ผลลัพธ์น่าเชื่อถือได้และไม่ผิดเพี้ยนมากนัก ควรจะคำนึงส่วนหลักประกอบด้วย ข้อเท็จจริงเกี่ยวกับการมองเห็นและความแตกต่างของมนุษย์และการเข้าใจภาพของคอมพิวเตอร์ การคำนวณและการประมวลผลที่น่าเชื่อถือ สมมุติฐานที่เหมาะสม สิ่งที่ไม่สามารถวัดหรือความไม่แน่นอนของตัวแปร อัลกอริทึมที่ไม่ซับซ้อนใช้งานได้ง่าย เหล่านี้เป็นส่วนที่ค่อนข้างซับซ้อนในการทำความเข้าใจและต้องให้ความสำคัญเป็นพิเศษทั้งนี้อาจต้องพิจารณาให้เหมาะสมกับงานของเราด้วยขึ้นอยู่กับลักษณะและข้อจำกัดเงื่อนไขของหัวข้อที่ทำการวิจัย

อย่างไรก็ตามการประมวลผลภาพนั้นลำดับขั้นตอนของวิธีการหรือกระบวนการมีความสำคัญมากสำหรับผู้วิจัยงานในอนาคตควรจะต้องให้ความสนใจในหลายๆ องค์ประกอบลำดับขั้นตอนที่จะมีผลที่ทำให้ภาพผลลัพธ์ดีขึ้นหรือสูญเสียข้อมูลภาพหรือบริเวณส่วนประกอบที่ต้องการในภาพ ปัญหาที่จะนำการประมวลผลภาพนั้นต้องการความแม่นยำของผลลัพธ์ระดับใด การแก้ปัญหาด้วยการประมวลผลภาพหรือกระบวนการทางภาพนั้นยังน่าสนใจสามารถศึกษาต่อหรือทำการปรับปรุงวิธีการได้ อาจเพิ่มหรือลด ปรับเปลี่ยนขั้นตอนได้ トラバドยังคงอยู่ในเงื่อนไขและขอบเขตของปัญหาซึ่งผู้วิจัยหวังว่าวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ถูกนำไปพัฒนาและปรับปรุงแก้ไขต่อไปให้ดีขึ้น

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ยังมีข้อที่ควรปรับปรุงต่อไปได้เช่นการคิดและตั้งรูปแบบกระบวนการย้อนกลับโดยการกำหนดระดับเกรดของภาพแผ่นยางดิบหรือคำตอบของปัญหาไว้ล่วงหน้าและประมวลผลหลายวิธีแล้วทำการเปรียบเทียบภาพผลลัพธ์วิธีการดังกล่าวที่ทำการประมวลผลไปแล้วนั้นว่าวิธีการใดทำให้ได้ภาพผลลัพธ์ใกล้เคียงที่สุดหรือผิดเพี้ยนไปมาน้อยเพียงใด อาจจะพบว่ามีวิธีที่จะหาคำตอบได้มากกว่าหนึ่งวิธีที่จะเป็นไปได้ อาจจะ เป็นวิธีการที่เหมาะสมกับภาพหรือมีขั้นตอนแยกย่อยไปได้อีก อย่างไรก็ตามไม่การันตีว่าการประมวลผลภาพของผู้วิจัยจะดีที่สุด สำหรับงานนี้นั้นแสดงถึงการประมวลผลโดยตั้งสมมุติฐานด้วยการไม่กำหนดคำตอบหรือไม่ได้คำนึงคำตอบภาพผลลัพธ์ไว้แต่แรกเพียงนั่นเอง เพียงแต่ตั้งสมมุติฐานอยู่บนความไม่แน่นอนและไม่ทราบค่าที่แน่นอนเนื่องจากเป็นสิ่งที่บอกหรือกำหนดได้ค่อนข้างยาก อาจนำงานไปปรับปรุงในส่วนที่ผู้วิจัยยังบกพร่องหรือมองข้ามในรายละเอียดเพื่อประโยชน์แก่นักวิจัยรุ่นใหม่ๆ ในอนาคต



**บรรณานุกรม**

## บรรณานุกรม

### ภาษาไทย

#### หนังสือ

- กิตติ ไพฑูรย์วัฒนกิจ. (2549). *การประมวลผลภาพดิจิทัล*. กรุงเทพฯ: แผนกตำราคณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- ชูชาติ ปิณฑวิรุจน์. (2550). *การประมวลผลภาพดิจิทัลด้วย Matlab*. กรุงเทพฯ: แผนกตำราและผลิตสื่อการสอน คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- ชูชาติ ปิณฑวิรุจน์. (2551). *การประมวลผลภาพดิจิทัลขั้นสูงด้วย Matlab*. กรุงเทพฯ: แผนกตำราและผลิตสื่อการสอน คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- ชูชาติ ปิณฑวิรุจน์. (2552). *การประมวลผลภาพดิจิทัลด้วย C++*. กรุงเทพฯ: แผนกตำราและผลิตสื่อการสอน คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- นิรุช อำนวยศิลป์. (2551). *การประมวลผลภาพและวีดีโอด้วย C/C++ เล่ม 1*. กรุงเทพฯ: ด้านสุทธาการพิมพ์.
- ปริญญา สงวนสัตย์. (2553). *คู่มือ Matlab ฉบับสมบูรณ์*. นนทบุรี: ไอซีซี พรีเมียร์.
- ฟูศักดิ์ ชิวสุวิทย์. (2551). *การประมวลผลภาพเชิงดิจิทัล*. กรุงเทพฯ: แผนกตำราและผลิตสื่อการสอน คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- สมเกียรติ อุดมธรรษากุล. (2550). *การประมวลผลภาพเบื้องต้น*. กรุงเทพฯ: แผนกตำราคณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- สมเกียรติ อุดมธรรษากุล. (2554). *การประมวลผลภาพดิจิทัลเบื้องต้น*. กรุงเทพฯ: ท็อป.

#### บทความ

- กมลวิจิตร โปทรัพย์ตร, กฤษกร ฤกษ์หรัย, และวุฒิพงษ์ อารีกุล (2543). *การวัดจำนวนประชากรเพื่อยแบ่งบนพีช*. การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ 23 (EECON-23). (น. 560-557).
- มิตี รุจานูร์กัย และวุฒิพงษ์ อารีกุล. (2544). *การวัดประชากรเพื่อยแบ่งด้วยการประมวลผลภาพ*. การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ 24 (EECON-24). (น. 1153-1158).

สันติ สถิตววรรณนะ. (2546). การหาขอบภาพลายอย่างแผ่นด้วยการประมวลผลภาพ. การประชุม-  
วิศวกรรมศาสตร์ มอ. วิชาการ. (น.162-165).

สิทธิโชค อุ่นแก้ว และชเนศ เคารพพงศ์. (2546). การตรวจสอบลายอย่างแผ่นด้วยวิธีการประมวล-  
ผลภาพ. การประชุมวิชาการวิทยาการและวิศวกรรมคอมพิวเตอร์แห่งชาติประจำปี  
2546 (NCSEC2003). (น. 19-24).

สิทธิโชค อุ่นแก้ว และชเนศ เคารพพงศ์. (2549). การตรวจสอบราชวบนผิวเนื้ออย่างแผ่นโดย  
วิธีการประมวลผลภาพด้วยเทคนิคค่าขีดเริ่มเปลี่ยนคุณลักษณะของสี. การประชุม-  
วิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ 29 (EECON-29). (น. 1149-1150).

อภิชาติ ส่งศักดิ์. (2544). การตรวจสอบลายแผ่นแป้งด้วยวิธีการประมวลผลภาพ. การประชุม-  
วิชาการทางไฟฟ้า ครั้งที่ 24 (EECON-24). (น. 1149-1150).

#### วิทยานิพนธ์

ปรัชญา บำรุงกุล. (2550). ระบบคัดแยกคุณภาพแผ่นยางพาราโดยการประมวลผลภาพ.  
(การศึกษาค้นคว้าวิจัยปริญญาโทบัณฑิต). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี-  
พระจอมเกล้าธนบุรี.

สันติ สถิตววรรณนะ. (2547). การตรวจสอบลายและสิ่งสกปรกบนผิวและในเนื้ออย่างแผ่น.  
(วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบัณฑิต) สงขลา: มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

สิทธิโชค อุ่นแก้ว. (2550). การตรวจสอบราชวบนผิวและในเนื้ออย่างแผ่น โดยการ  
ใช้วิธีการประมวลผลภาพ. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบัณฑิต) สงขลา:  
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

อภิชาติ ส่งศักดิ์. (2543). การตรวจสอบลายแผ่นแป้งด้วยวิธีการประมวลผลภาพ. (วิทยานิพนธ์-  
ปริญญาโทบัณฑิต) กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.



## ภาษาต่างประเทศ

## BOOKS

- Alasdair McAndrew. (2004). *Introduction to Digital Image Processing with MATLAB*. Boston: Thomson Course Technology.
- Chris Solomon and Toby Breckon. (2011). *Fundamentals of Digital Image Processing: a Practical approach with Examples in Matlab*. UK: WILEY-BLACKWELL.
- G. J. Awcock and R. Thomas. (1996). *Applied Image Processing*. Singapore: McGraw-Hill.
- Ioannis Pitas. (1993). *Digital image processing algorithms*. Cambridge: Prentice Hall.
- Jan Teuber. (1993). *Digital image processing*. Cambridge: Prentice Hall.
- Michael seul, Lawrence O’Gorman, and Michael J. Sammon. (2001). *Practical Algorithms for Image Analysis: DESCRIPTION, EXAMPLES, AND CODE (Rev.ed.)*. USA: CAMBRIDGE.
- Milan Sonka, Vaclav Hlavac and Roger Boyle. (1999). *Image Processing, Analysis, and Machine Vision (2nd ed.)*. USA: PWS Brook/Cole publishing company ITP.
- Rafael C. Gonzalez and Richard E. Woods. (1993). *Digital image processing*. USA: Addison-Wesley.
- Rafael C. Gonzalez, Richard E. Woods, and Steven L. Eddins. (2004). *Digital Image Processing Using MATLAB*. Upper Saddle River, NJ: Pearson Prentice Hall.
- Ramesh Jain, Rangachar Kasturi, and Brian G. Schunck. (1995). *MACHINE VISION*. Singapore: McGraw-Hill.
- R. Mukundan and K. R. Ramakrishnan. (1998). *MOMENT FUNCTIONS IN IMAGE ANALYSIS: Theory and Applications*. Singapore: World Scientific.
- Scott E. Umbaugh. (1998). *Computer Vision and Image Processing : a practical approach using CVIPtools*. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall PTR.
- Scott E. Umbaugh. (2005). *Computer Imaging: digital image Analysis and processing*. USA: CRC Press.

## ARTICLES

- Faisal Shafait, Daniel Keysers, and Thomas M. Breuel.(2008). *Efficient implementation of Adaptive Thresholding Techniques Using Integral Images*. Proc. SPIE 6815, Document Recognition and Retrieval XV, 681510 (January 28, 2008, unpagged)
- F. Ercal, M.Moganti, W.V. Stoecker, and R.H.Moss. (1993). *Detection of Skin Tumor Boundaries in Color Images*. IEEE TRANSACTIONS ON MEDICINE IMAGING, Vol 12, NO, 3, SEPTEMBER 1993. pp.624-627.
- Jim Adams, Kan Parulski and Kevin Spaulding. (1998). *Color Processing in Digital Cameras*. IEEE MICRO. NOVEMBER-DECEMBER 1998. pp.20-29.
- Juan Humberto Sossa Azuela, Aurelio Velazquez and Serguei Levachkine. (2002). *On the Segmentation Color Cartographic Images*. SSPR&SPR 2002, LNCS 2396, pp. 387-395.
- N. Otsu. (1979). *A threshold selection method from gray-level histograms*. IEEE Trans. Systems, Man, and Cybernetics 9(1). pp. 62–66.
- Scott E. Umbaugh, Randy H. Moss and William V. Stoecker. (1989). *Automatic Color Segmentation of Images with Application to Detaction of Variegated Coloring Skin Tumors*. IEEE ENGINEERING IN MEDICINE AND BIOLOGY MAGAZINE 1989. pp.43-51.

## ELECTRONIC SOURCES

- Chris Solomon and Toby Breckon. (2011). *Fundamentals of Digital Image Processing : A Practical Approach with Examples in Matlab*. Retrieved October 20, 2011 from <http://www.fundipbook.com/>
- Rafael C. Gonzalez, Richard E.Woods, and Steven L. Eddins. (2009). *Digital Image Processing*. Retrieved March 15, 2009, from <http://www.imageprocessingplace.com/>
- Robert Fisher, Simon Perkins, Ashley Walker and Erik Wolfart (2004). *Image processing Learning Resources*. Retrieved March 25, 2010, from [http://homepages.inf.ed.ac.uk/rbf/HIPR2/hipr\\_top.htm](http://homepages.inf.ed.ac.uk/rbf/HIPR2/hipr_top.htm)

RoboRealm.(2005). *Adaptive Threshold*. Retrieved February 10, 2010, from

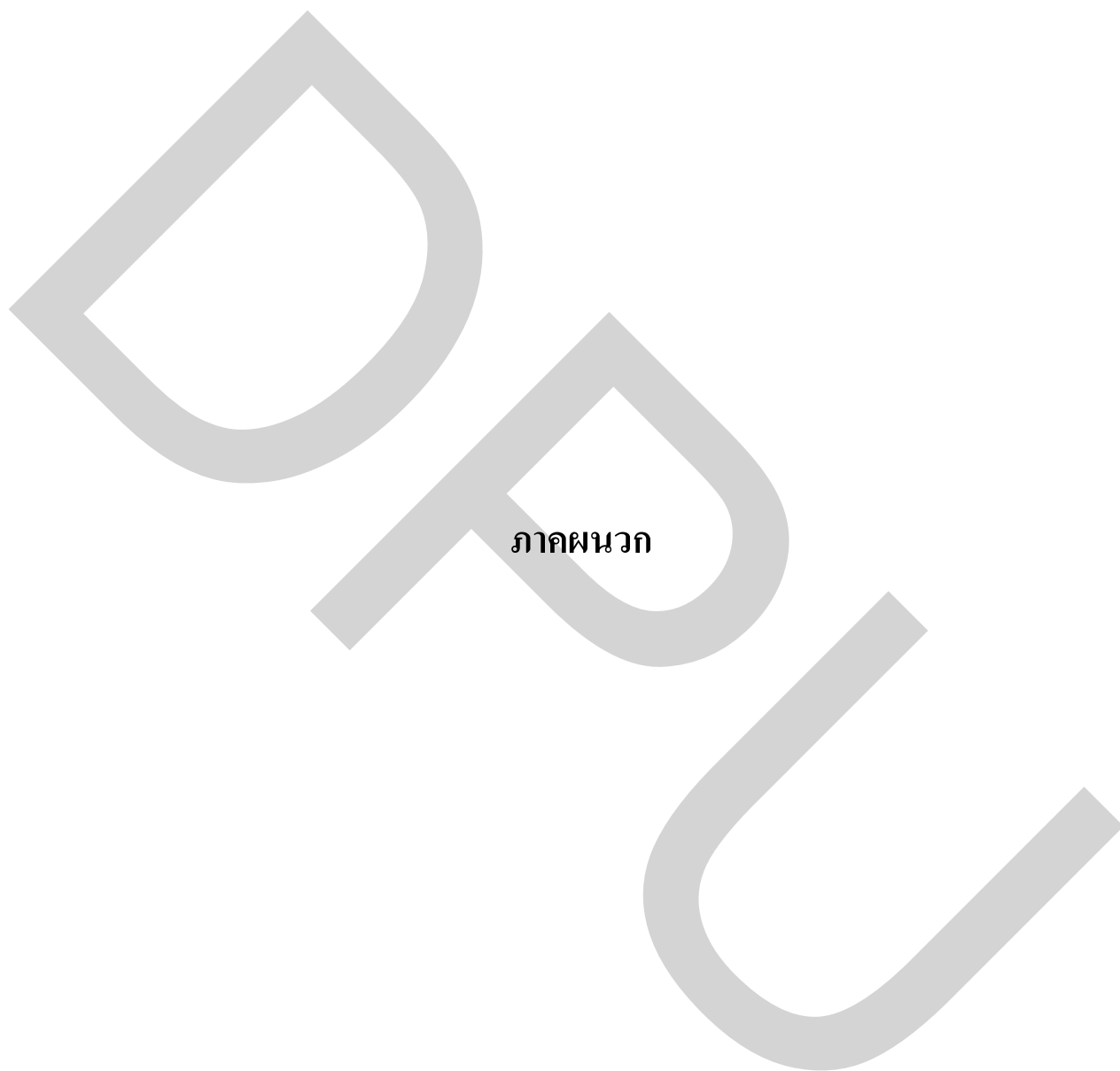
[http://www.roborealm.com/help/Adaptive\\_Threshold.php](http://www.roborealm.com/help/Adaptive_Threshold.php)

Shapiro (2001). *Thresholding image processing*. Retrieved May 20, 2009, from

[http://en.wikipedia.org/wiki/Thresholding\\_\(image\\_processing\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Thresholding_(image_processing))

The Thai Rubber Association. (2006). *Thai Rubber Statistics*. Retrieved February 9, 2010,

from <http://www.thainr.com/th/detail-stat.php?statID=102>



ภาคผนวก



**ภาคผนวก ก**

**ชุดภาพแผ่นยางดิบต้นฉบับสำหรับงานวิจัย**

ตัวอย่างภาพแผ่นยางคียบที่ใช้สำหรับงานวิจัยโดยให้ชื่อภาพเป็นหมายเลขดังต่อไปนี้



ภาพที่ ก.1 หมายเลข 4011



ภาพที่ ก.2 หมายเลข 4012



ภาพที่ ก.3 หมายเลข 4013



ภาพที่ ก.4 หมายเลข 4014



ภาพที่ ก.5 หมายเลข 4021



ภาพที่ ก.6 หมายเลข 4022



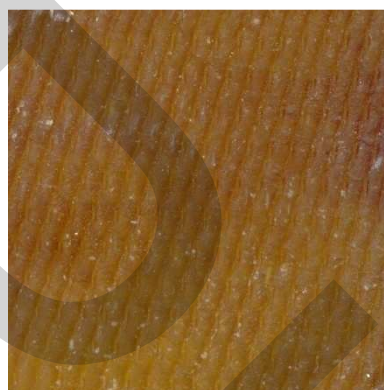
ภาพที่ ก.7 หมายเลข 4023



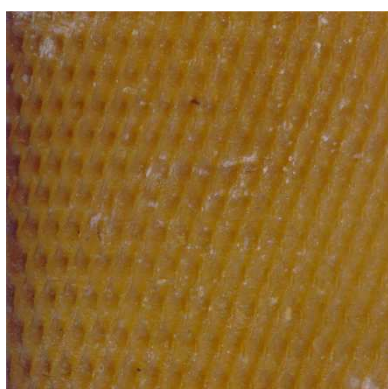
ภาพที่ ก.8 หมายเลข 4024



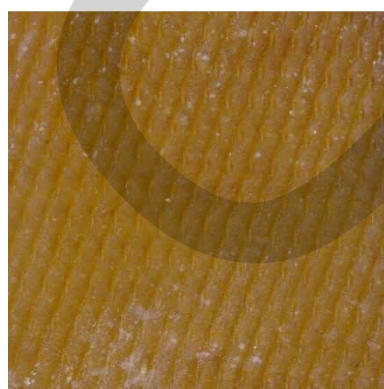
ภาพที่ ก.9 หมายเลข 4031



ภาพที่ ก.10 หมายเลข 4032



ภาพที่ ก.11 หมายเลข 4033



ภาพที่ ก.12 หมายเลข 4034

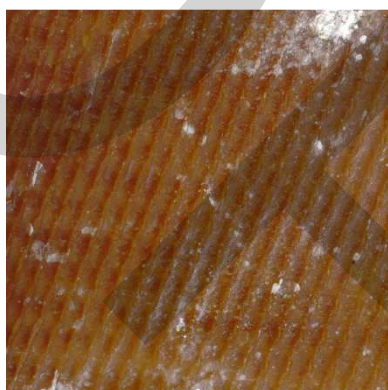




ภาพที่ ก.13 หมายเลข 4041



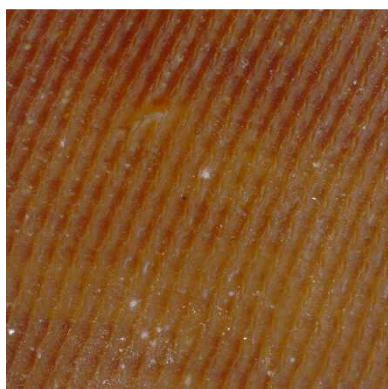
ภาพที่ ก.14 หมายเลข 4042



ภาพที่ ก.15 หมายเลข 4043



ภาพที่ ก.16 หมายเลข 4044



ภาพที่ ก.17 หมายเลข 4051

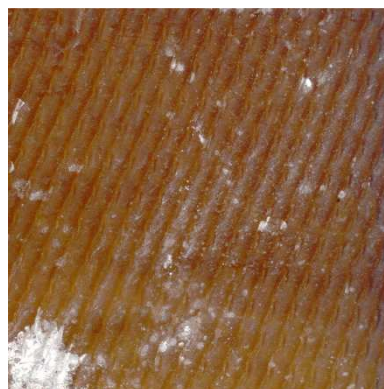


ภาพที่ ก.18 หมายเลข 4052





ภาพที่ ก.19 หมายเลข 4053



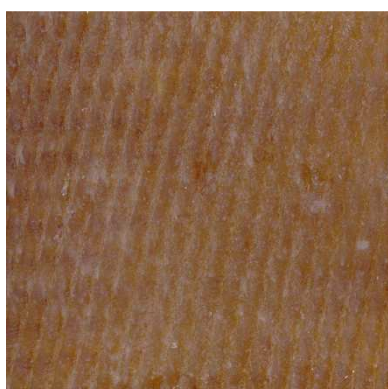
ภาพที่ ก.20 หมายเลข 4054



ภาพที่ ก.21 หมายเลข 4061



ภาพที่ ก.22 หมายเลข 4062



ภาพที่ ก.23 หมายเลข 4063



ภาพที่ ก.24 หมายเลข 4064



ภาพที่ ก.25 หมายเลข 4071



ภาพที่ ก.26 หมายเลข 4072



ภาพที่ ก.27 หมายเลข 4073



ภาพที่ ก.28 หมายเลข 4074



ภาพที่ ก.29 หมายเลข 4081



ภาพที่ ก.30 หมายเลข 4082





ภาพที่ ก.31 หมายเลข 4083



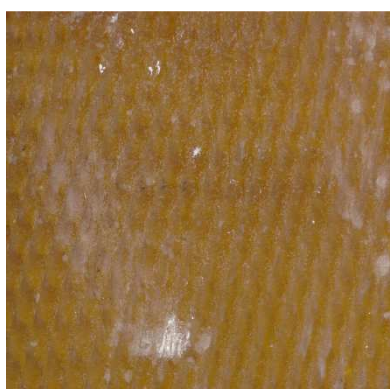
ภาพที่ ก.32 หมายเลข 4084



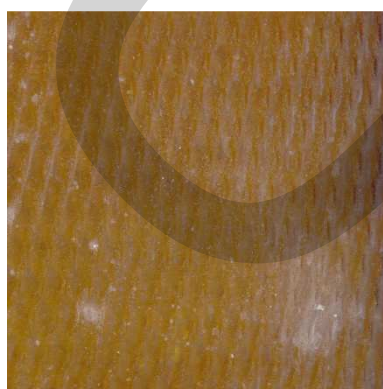
ภาพที่ ก.33 หมายเลข 4091



ภาพที่ ก.34 หมายเลข 4092



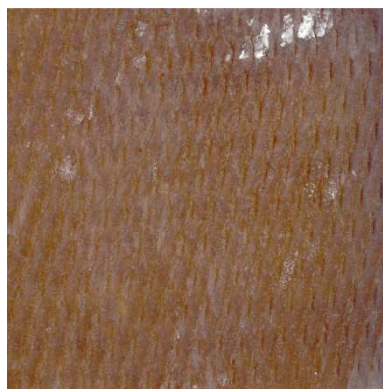
ภาพที่ ก.35 หมายเลข 4093



ภาพที่ ก.36 หมายเลข 4094



ภาพที่ ก.37 หมายเลข 4101



ภาพที่ ก.38 หมายเลข 4102



ภาพที่ ก.39 หมายเลข 4103



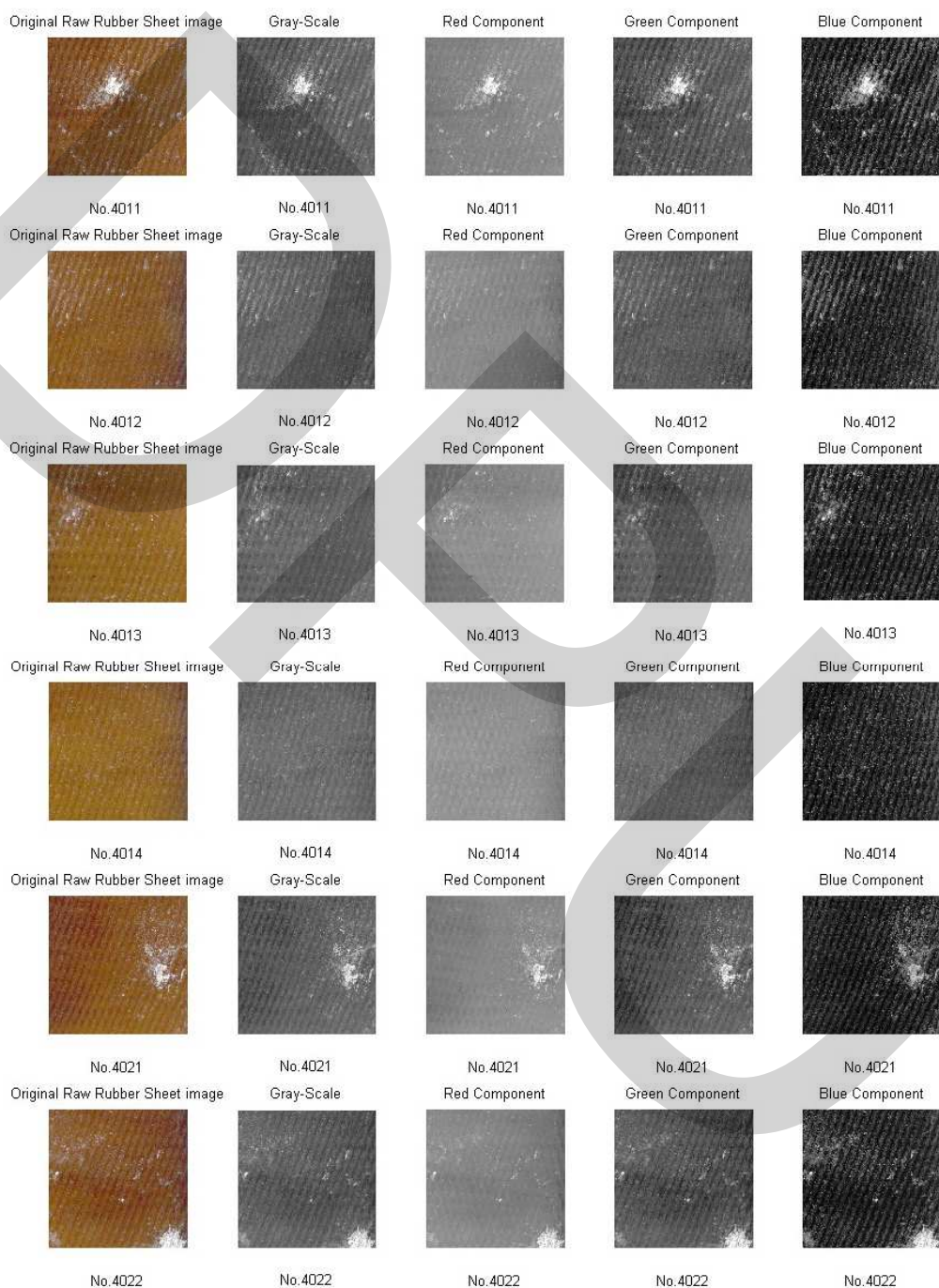
ภาพที่ ก.40 หมายเลข 4104



ภาคผนวก ข

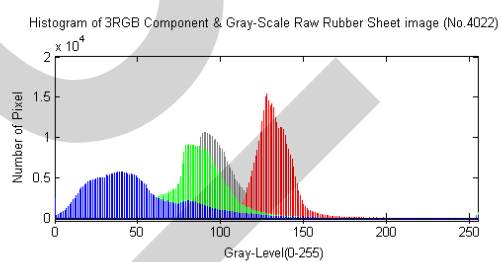
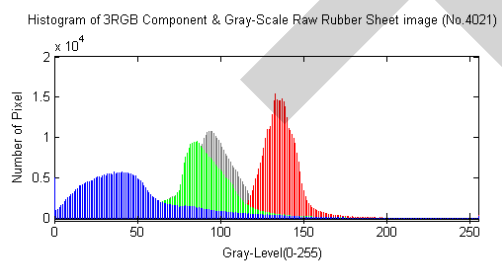
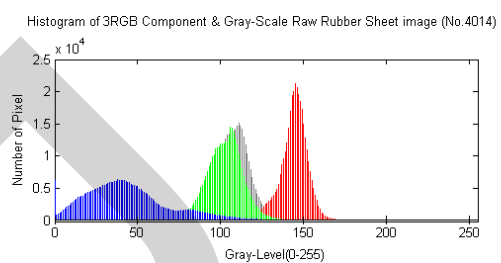
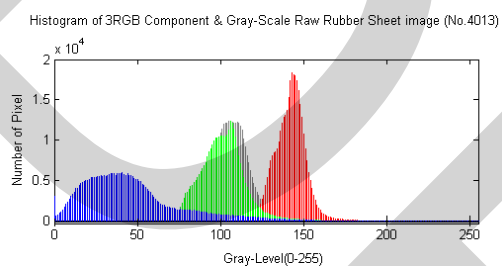
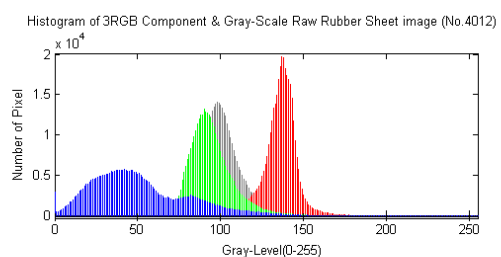
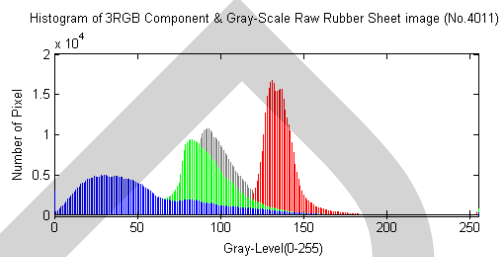
ชุดภาพแผ่นยางดิบต้นฉบับในขั้นตอนการเตรียมการประมวลผล  
(ภาพผลลัพธ์การแยกองค์ประกอบภาพสีและกราฟฮีستโตแกรม)

ชุดภาพผลลัพธ์การแยกองค์ประกอบภาพสีสำหรับภาพ ก. หมายเลข 4011, 4012, 4013, 4014, 4021 และ 4022



ภาพที่ ข.1 ผลลัพธ์การแยกองค์ประกอบภาพสีการแยกภาพสี

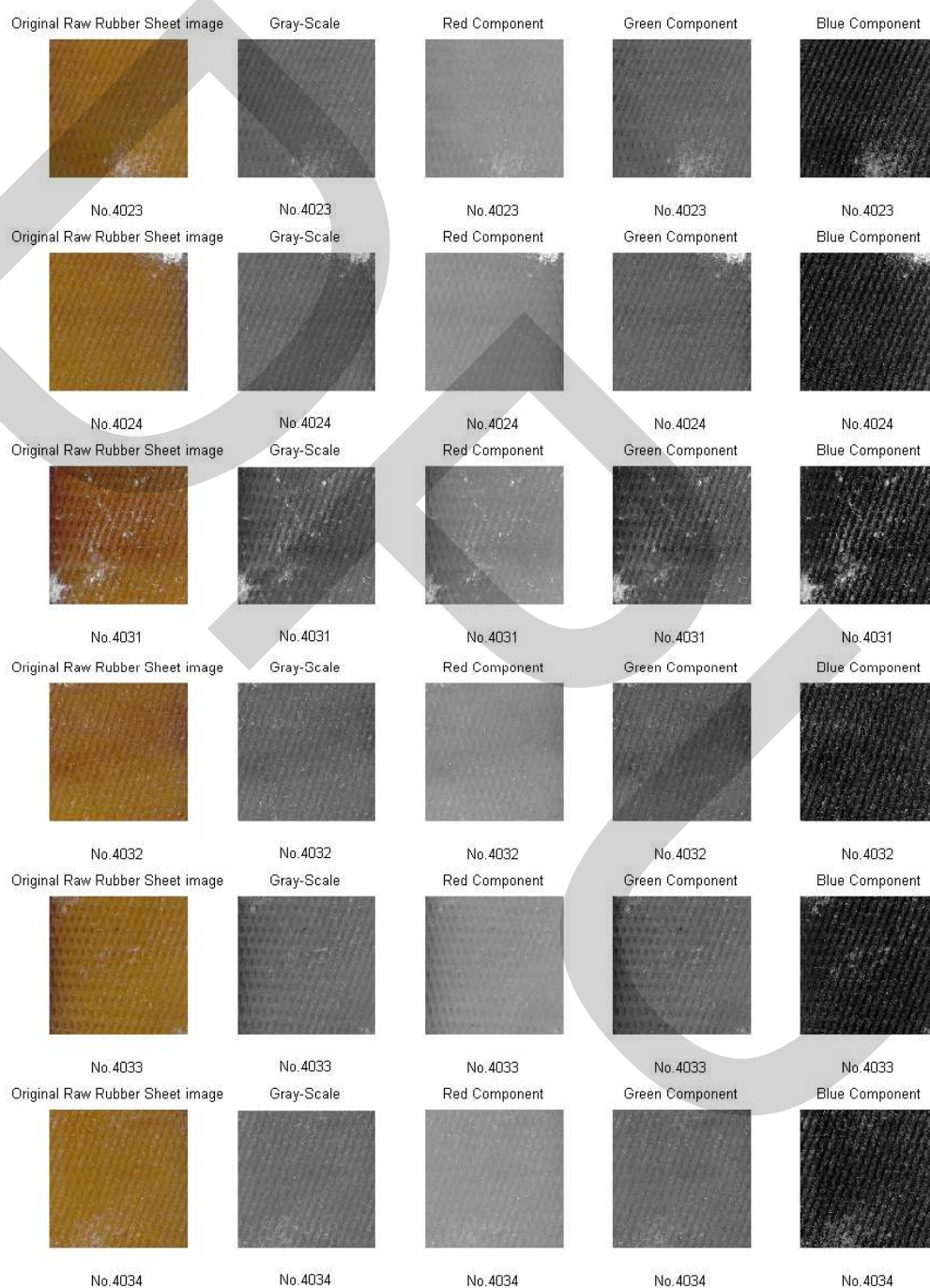
ชุดภาพผลลัพธ์กราฟฮิสโตแกรมสำหรับภาพ ก. หมายเลข 4011, 4012, 4013, 4014, 4021 และ 4022



ภาพที่ ข.2 ผลลัพธ์กราฟฮิสโตแกรม



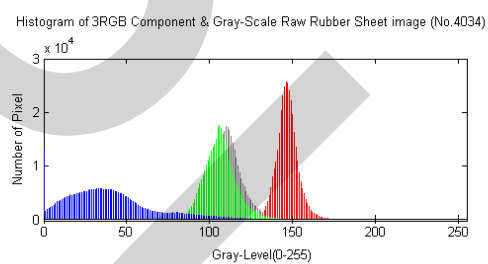
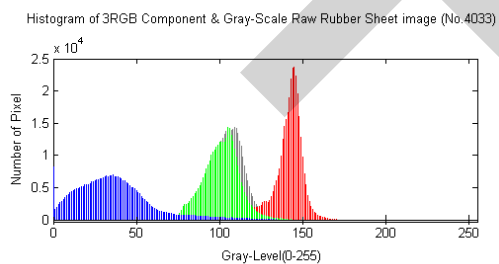
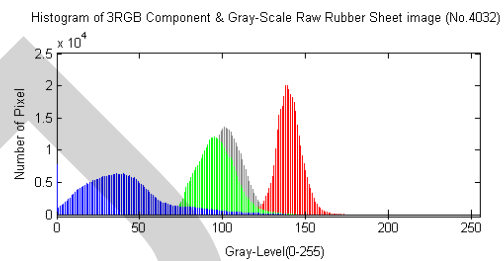
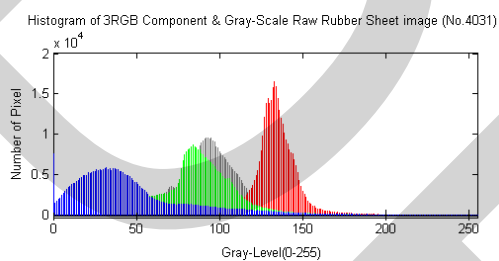
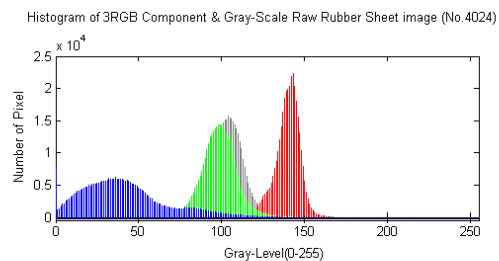
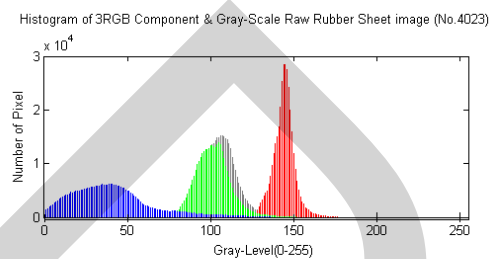
ชุดภาพผลลัพธ์การแยกองค์ประกอบภาพสีสำหรับภาพ ก. หมายเลข 4023, 4024, 4031, 4032, 4033 และ 4034



ภาพที่ ข.3 ผลลัพธ์การแยกองค์ประกอบภาพสีการแยกภาพสี

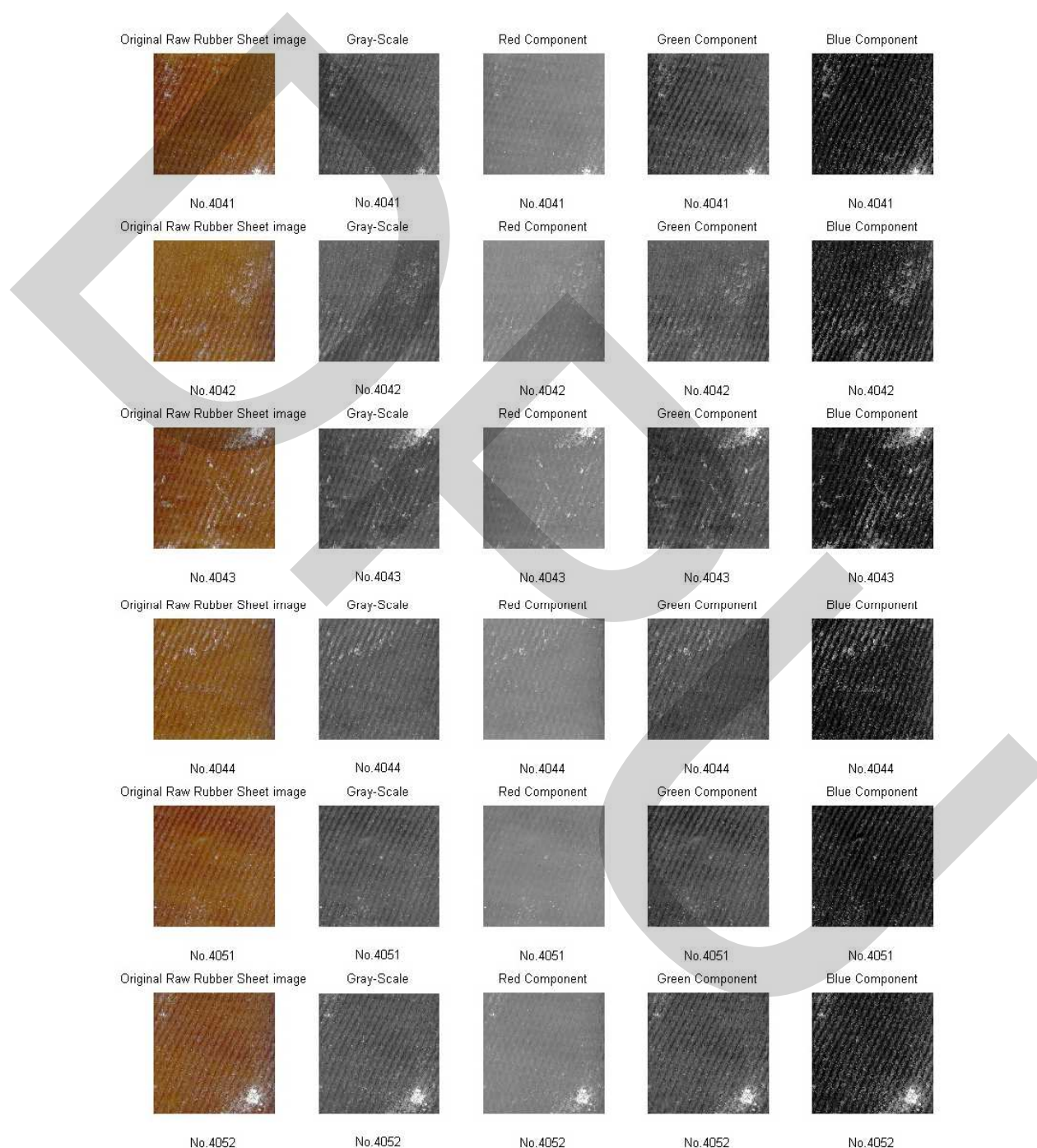


ชุดภาพผลลัพธ์กราฟฮิสโตแกรมสำหรับภาพ ก. หมายเลข 4023, 4024, 4031, 4032,  
4033 และ 4034



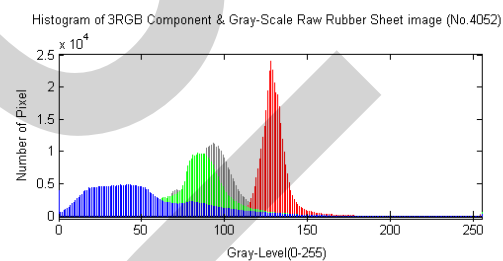
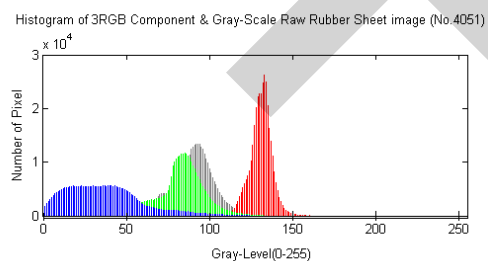
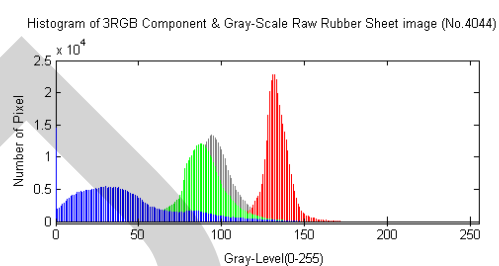
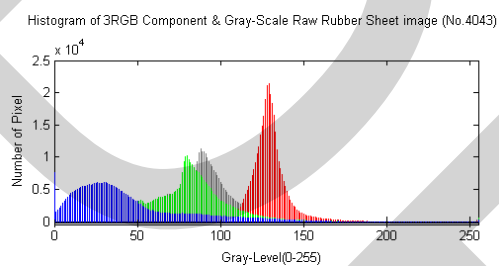
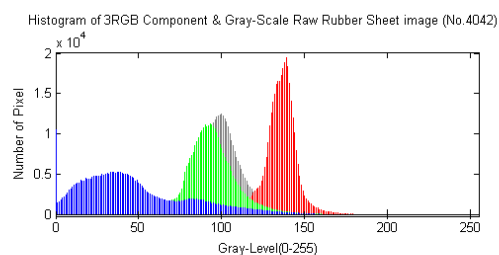
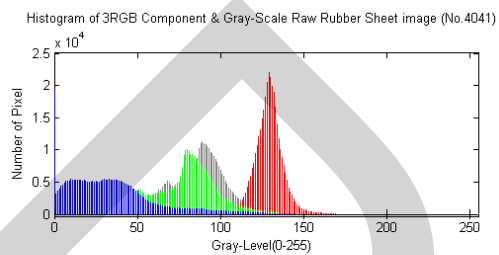
ภาพที่ ข.4 ผลลัพธ์กราฟฮิสโตแกรม

ชุดภาพผลลัพธ์การแยกองค์ประกอบภาพสีสำหรับภาพ ก. หมายเลข 4041, 4042, 4043, 4044, 4051 และ 4052



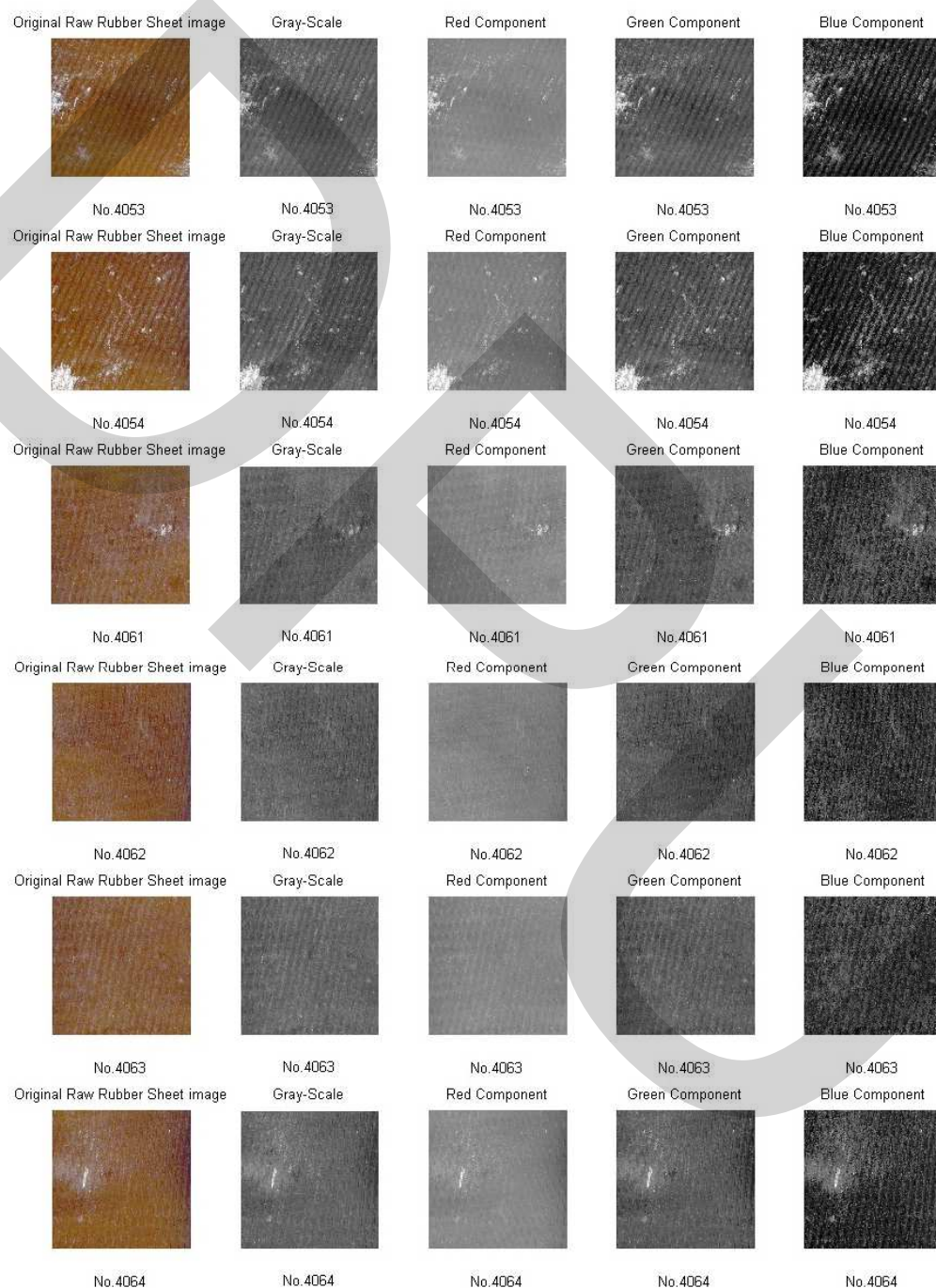
ภาพที่ ข.5 ผลลัพธ์การแยกองค์ประกอบภาพสีการแยกภาพสี

ชุดภาพผลลัพธ์กราฟฮิสโตแกรมสำหรับภาพ ก. หมายเลข 4041, 4042, 4043, 4044,  
4051และ4052



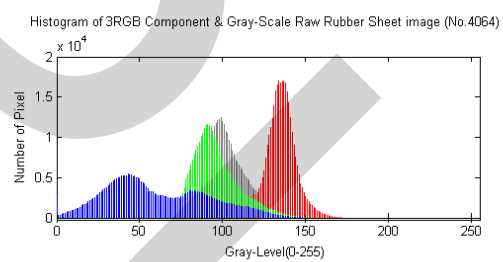
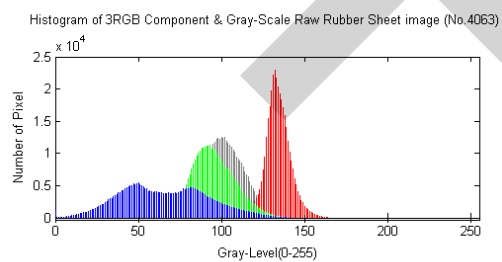
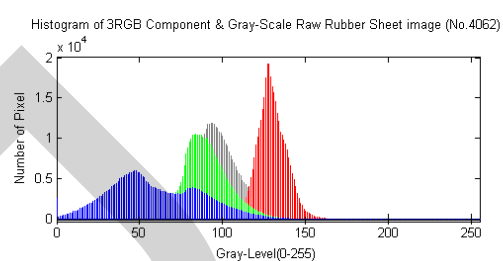
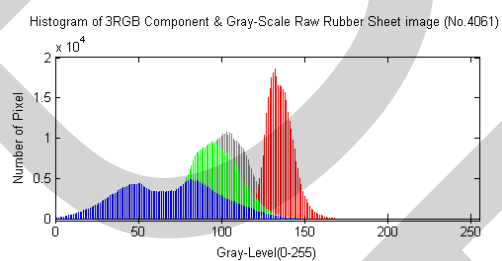
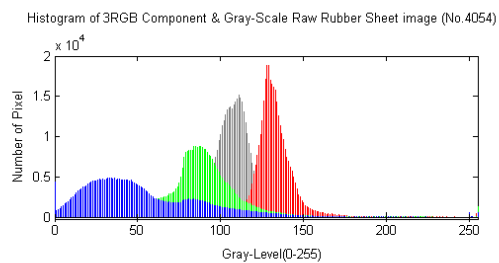
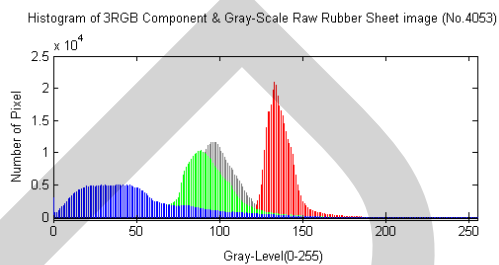
ภาพที่ ข.6 ผลลัพธ์กราฟฮิสโตแกรม

ชุดภาพผลลัพธ์การแยกองค์ประกอบภาพสีสำหรับภาพ ก. หมายเลข 4053, 4054, 4061, 4062, 4063 และ 4064



ภาพที่ ข.7 ผลลัพธ์การแยกองค์ประกอบภาพสีการแยกภาพสี

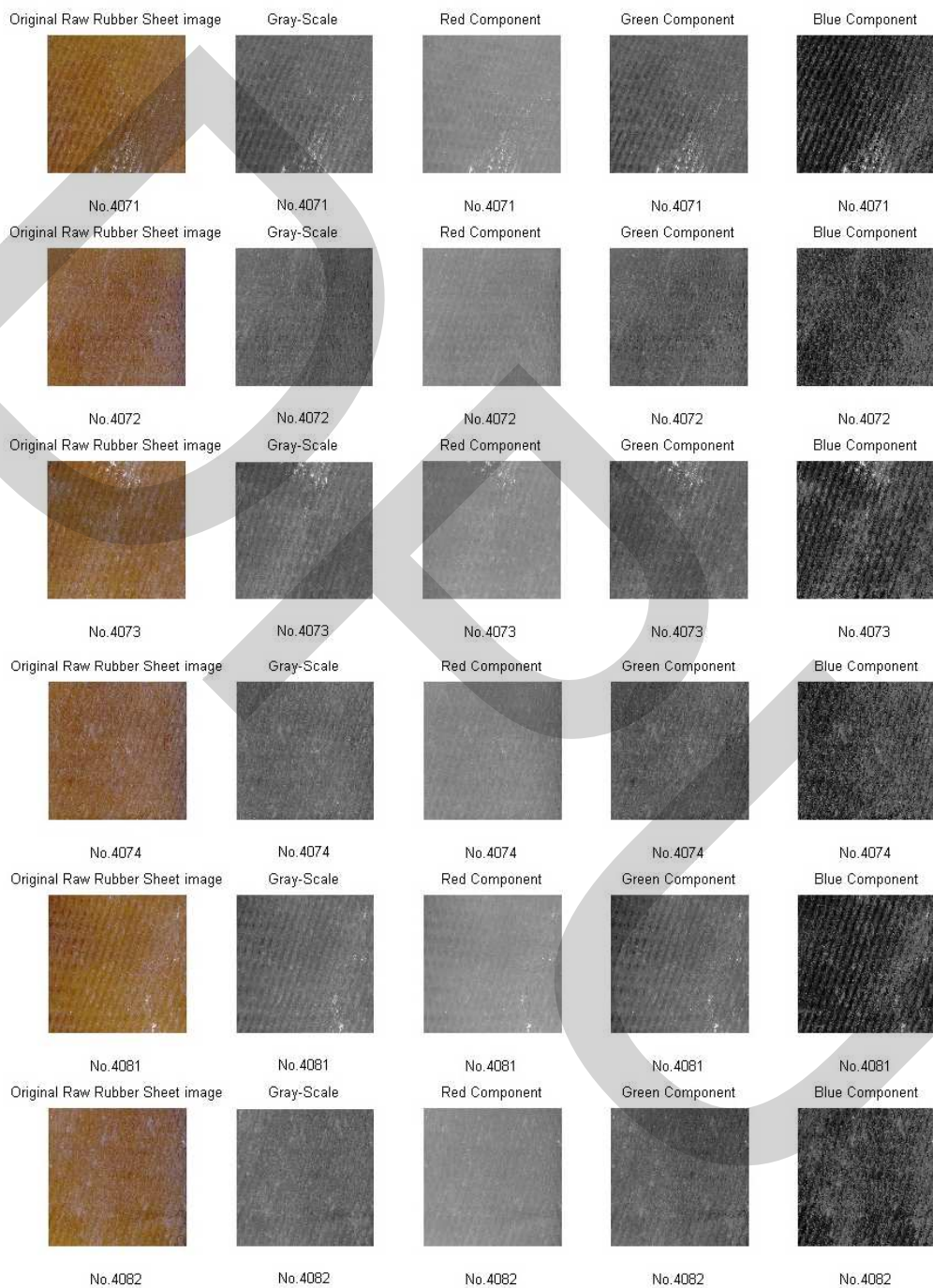
ชุดภาพผลลัพธ์กราฟฮิสโตแกรมสำหรับภาพ ก. หมายเลข 4053, 4054, 4061, 4062, 4063 และ 4064



ภาพที่ ข.8 ผลลัพธ์กราฟฮิสโตแกรม

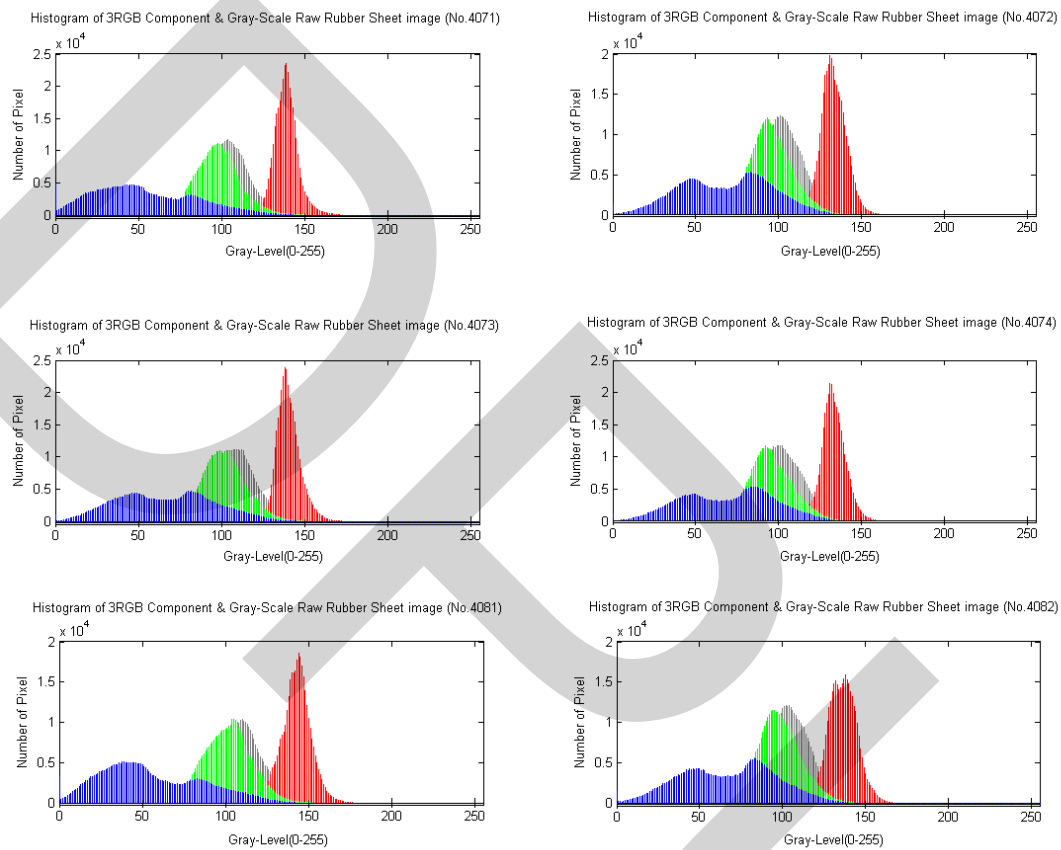


ชุดภาพผลลัพธ์การแยกองค์ประกอบภาพสีสำหรับภาพ ก. หมายเลข 4071, 4072, 4073, 4074, 4081 และ 4082



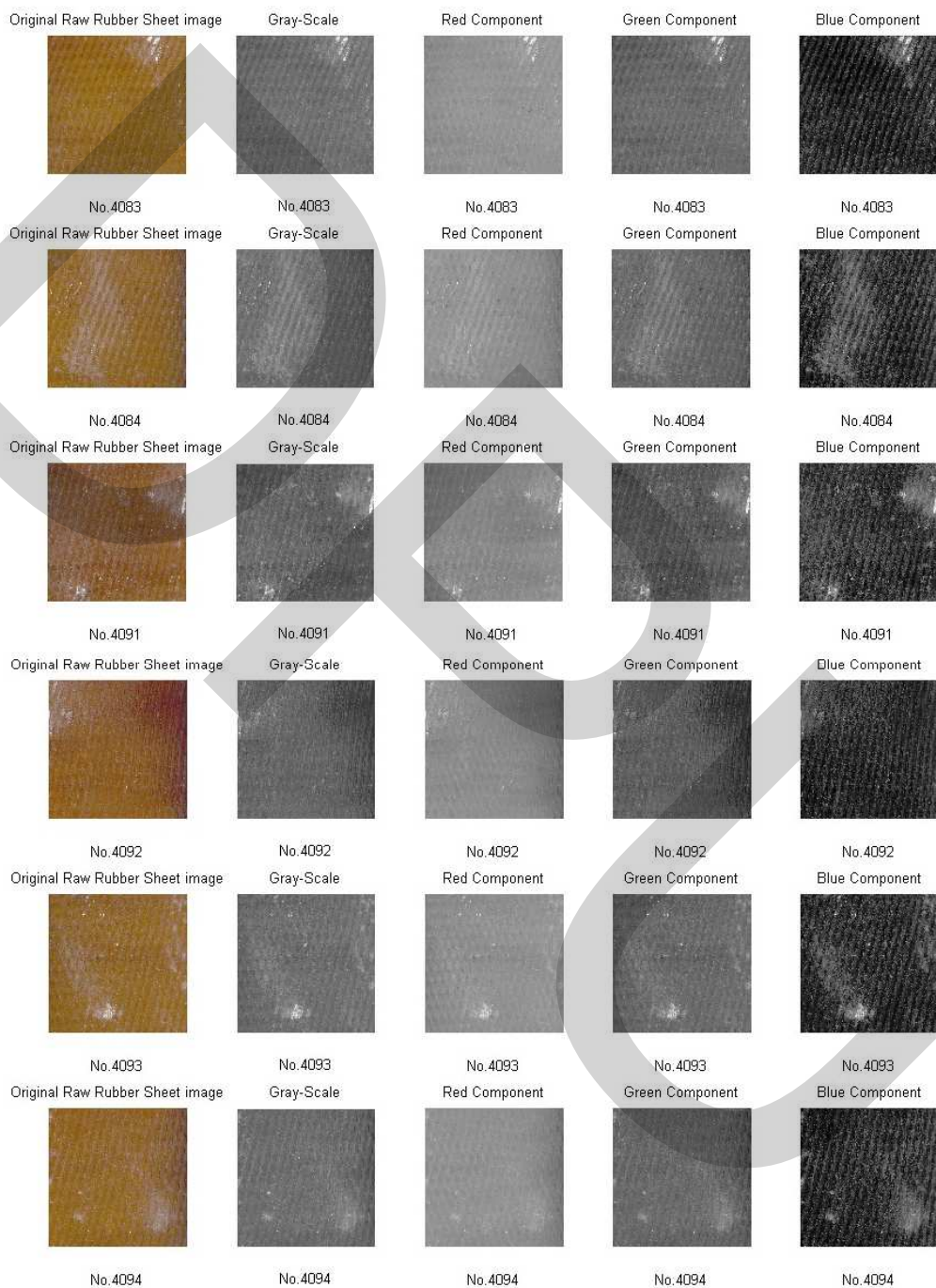
ภาพที่ ข.9 ผลลัพธ์การแยกองค์ประกอบภาพสีการแยกภาพสี

ชุดภาพผลลัพธ์กราฟสีสโตแกรมสำหรับภาพ ก. หมายเลข 4071, 4072, 4073, 4074, 4081 และ 4082



ภาพที่ ข.10 ผลลัพธ์กราฟสีสโตแกรม

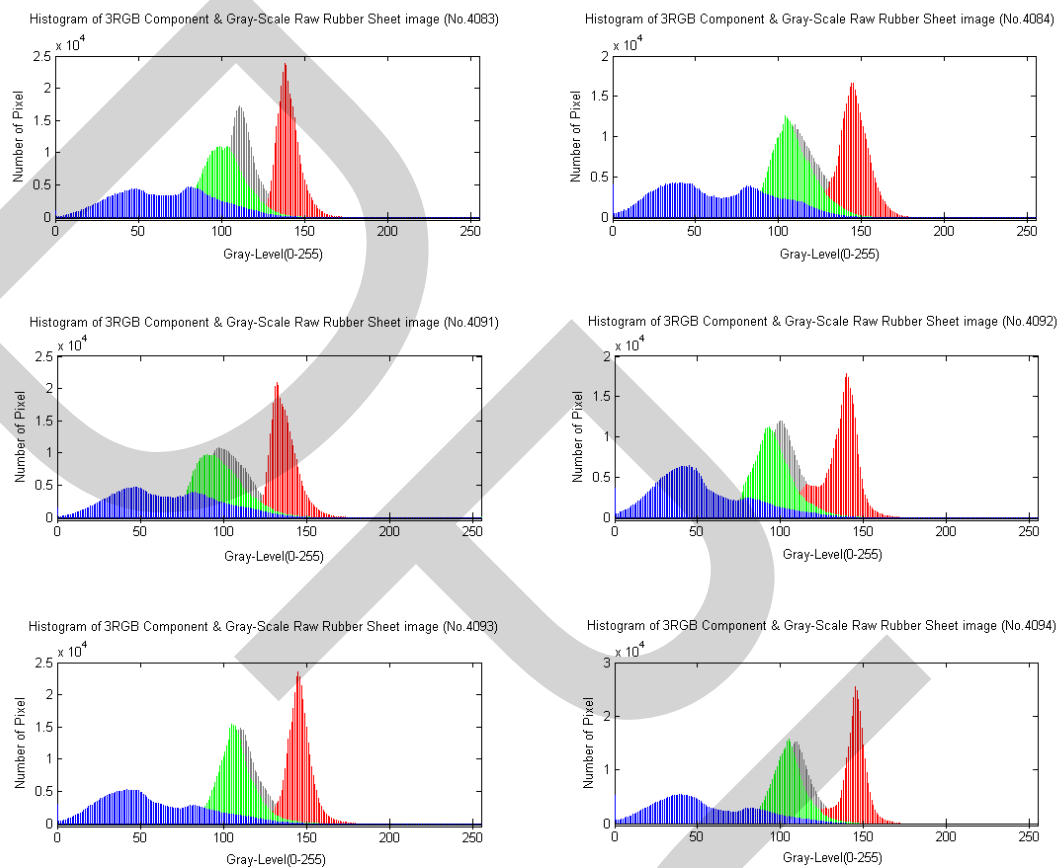
ชุดภาพผลลัพธ์การแยกองค์ประกอบภาพสีสำหรับภาพ ก. หมายเลข 4083, 4084, 4091, 4092, 4093 และ 4094



ภาพที่ ข.11 ผลลัพธ์การแยกองค์ประกอบภาพสีการแยกภาพสี



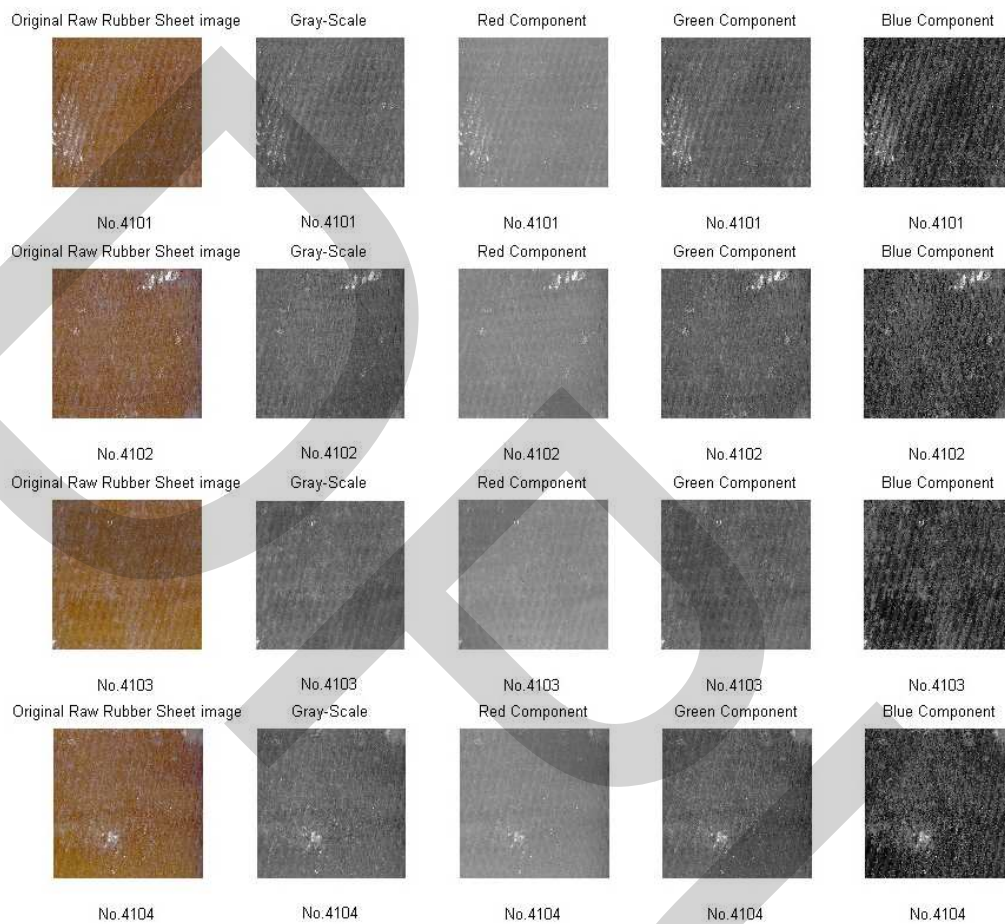
ชุดภาพผลลัพธ์ผลลัพท์กราฟฮิสโตแกรมสำหรับภาพ ก. หมายเลข 4083, 4084, 4091, 4092, 4093 และ 4094



ภาพที่ ข.12 ผลลัพท์กราฟฮิสโตแกรม

ชุดภาพผลลัพธ์การแยกองค์ประกอบภาพสีสำหรับภาพ ก. หมายเลข 4101, 4102, 4103

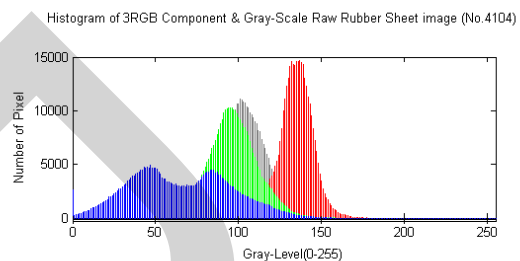
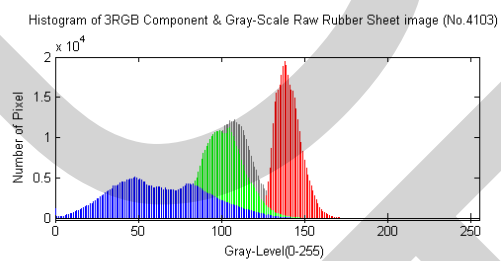
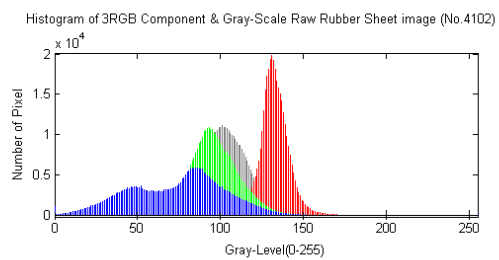
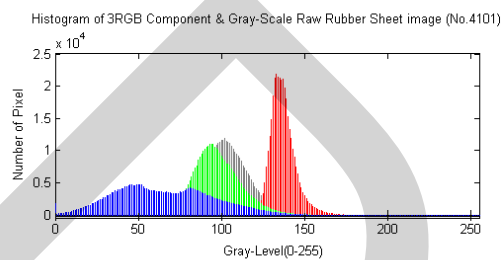
และ 4104



ภาพที่ ข.13 ผลลัพธ์การแยกองค์ประกอบภาพสีการแยกภาพสี

ชุดภาพผลลัพธ์ผลลัพท์กราฟฮิสโตแกรมสำหรับภาพ ก. หมายเลข 4101, 4102, 4103

และ4104



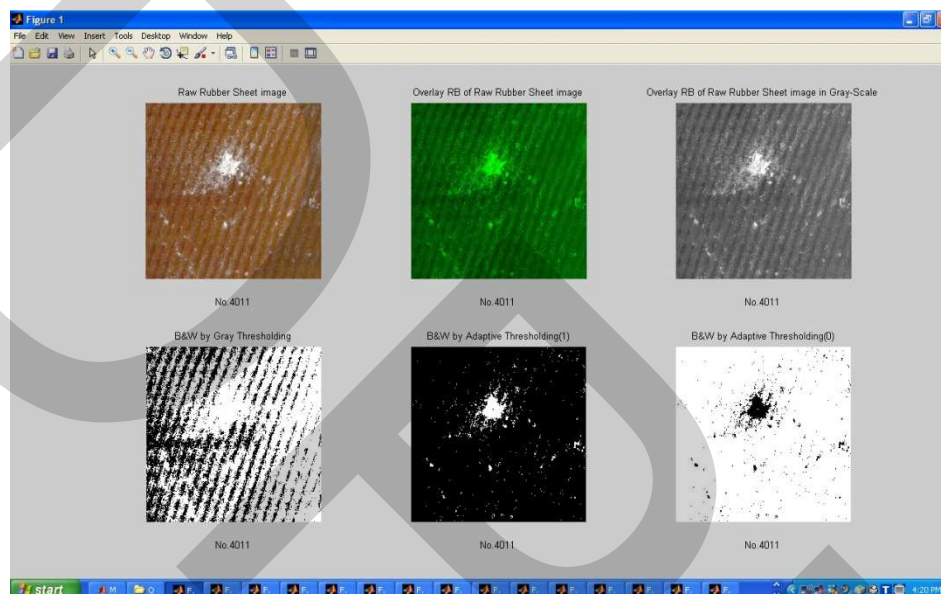
ภาพที่ ข.14 ผลลัพท์กราฟฮิสโตแกรม



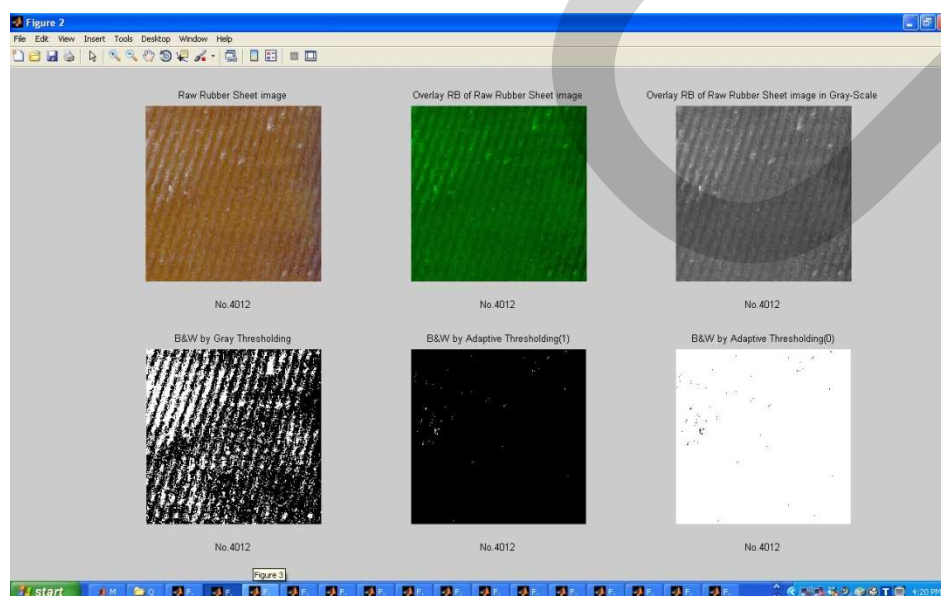
ภาคผนวก ค

ชุดภาพผลลัพธ์ใช้เทคนิคค่าเกณฑ์แบบปรับตัวที่นำเสนอ

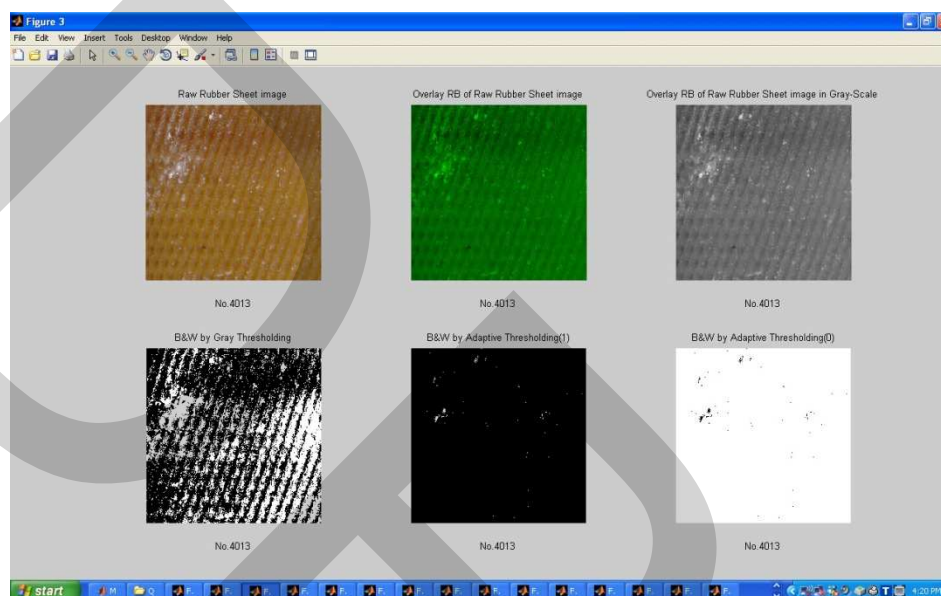
ผลการทดสอบการประมวลผลองค์ประกอบภาพ RB เทียบกับภาพแผ่นยางดิบ



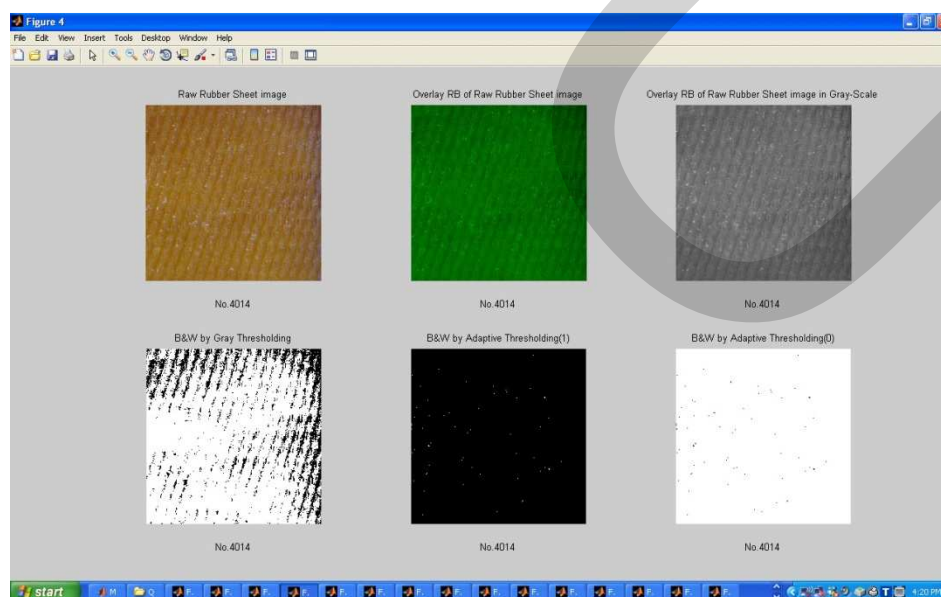
ภาพที่ ค.1 ผลการทดสอบการประมวลผลองค์ประกอบภาพ RB เทียบกับภาพแผ่นยางดิบหมายเลข 4011



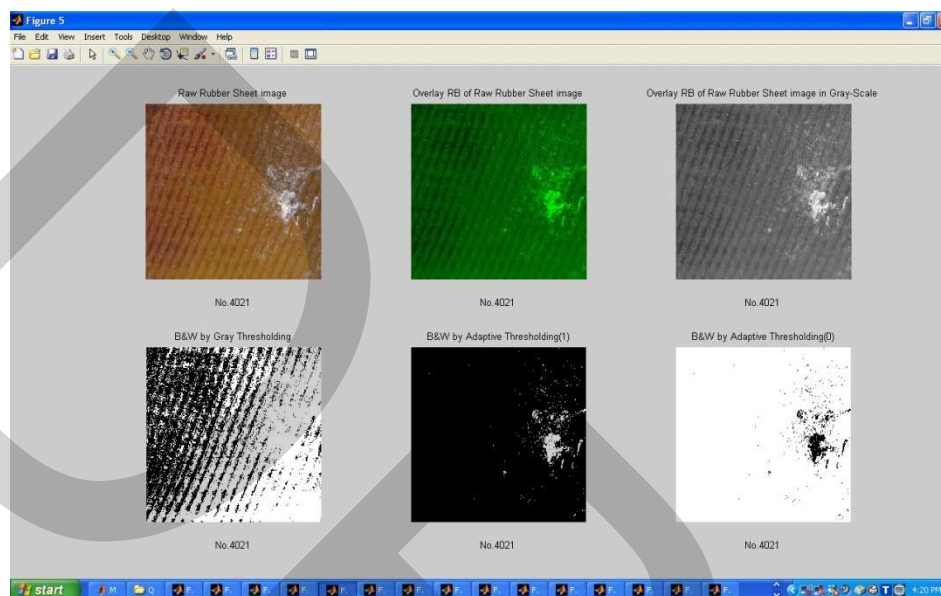
ภาพที่ ค.2 ผลการทดสอบการประมวลผลองค์ประกอบภาพ RB เทียบกับภาพแผ่นยางดิบหมายเลข 4012



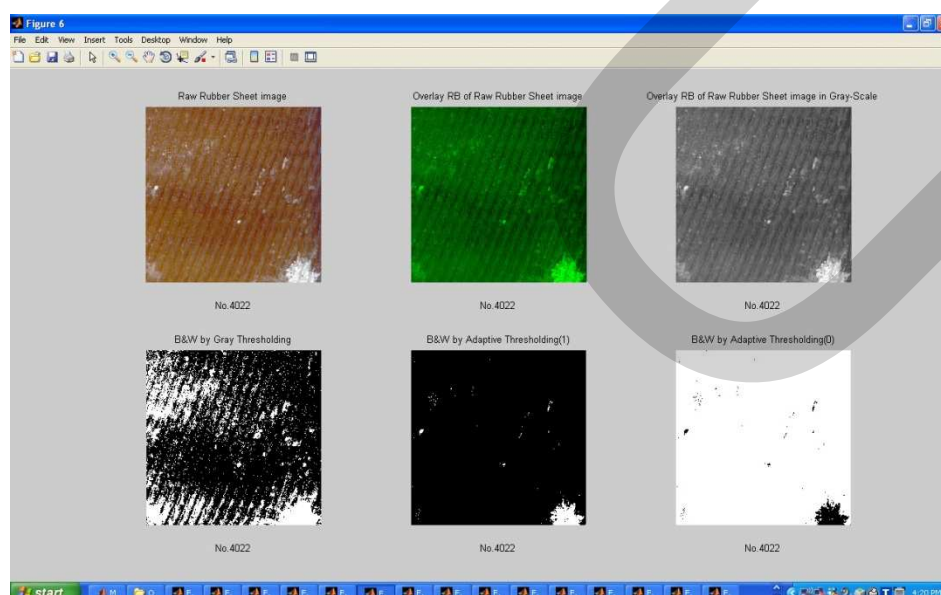
ภาพที่ ค.3 ผลการทดสอบการประมวลผลองค์ประกอบภาพ RB เทียบกับภาพแผ่นยางดิบหมายเลข 4013



ภาพที่ ค.4 ผลการทดสอบการประมวลผลองค์ประกอบภาพ RB เทียบกับภาพแผ่นยางดิบหมายเลข 4014

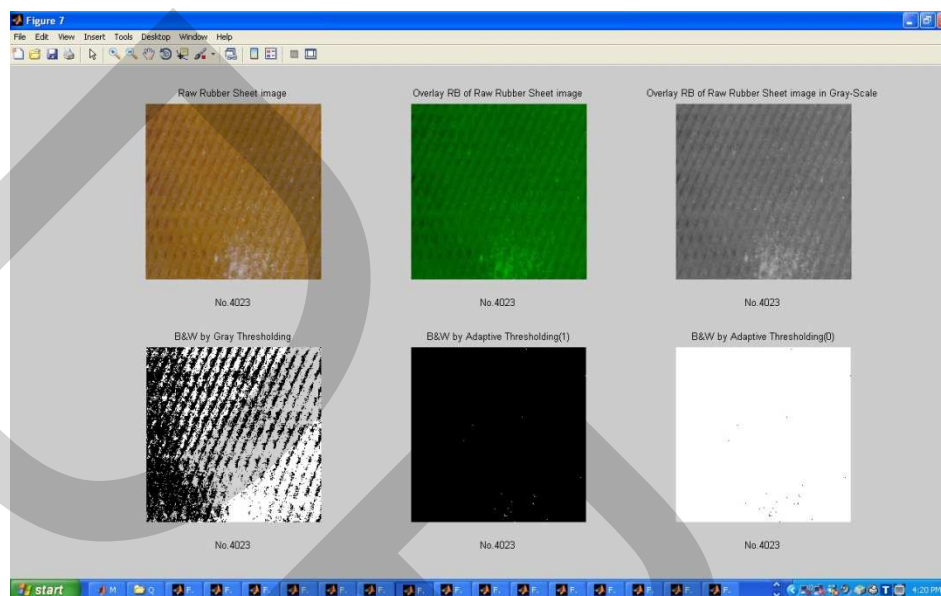


ภาพที่ ค.5 ผลการทดสอบการประมวลผลองค์ประกอบภาพ RB เทียบกับภาพแผ่นยางดิบหมายเลข 4021

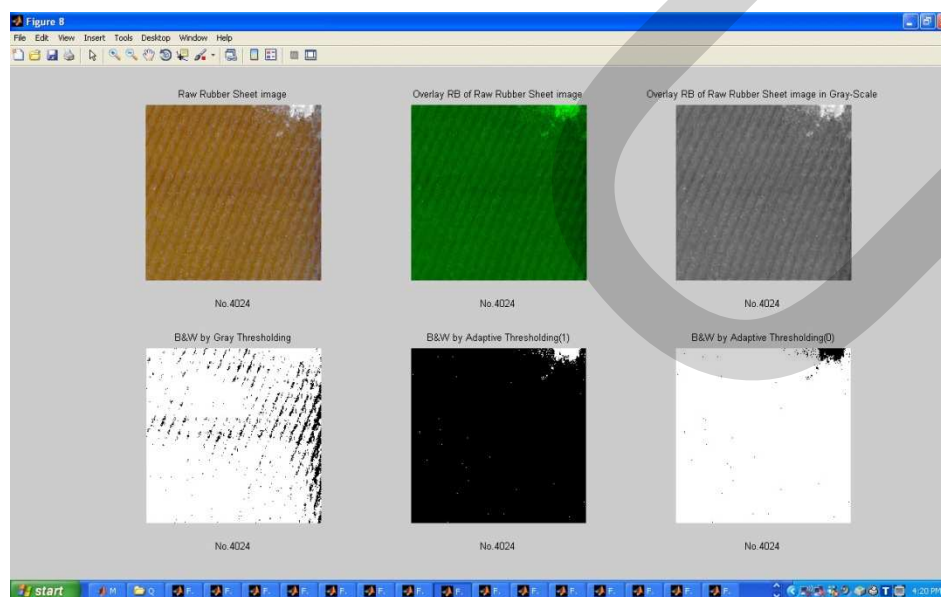




ภาพที่ ค.6 ผลการทดสอบการประมวลผลองค์ประกอบภาพ RB เทียบกับภาพแผ่นยางดิบหมายเลข 4022

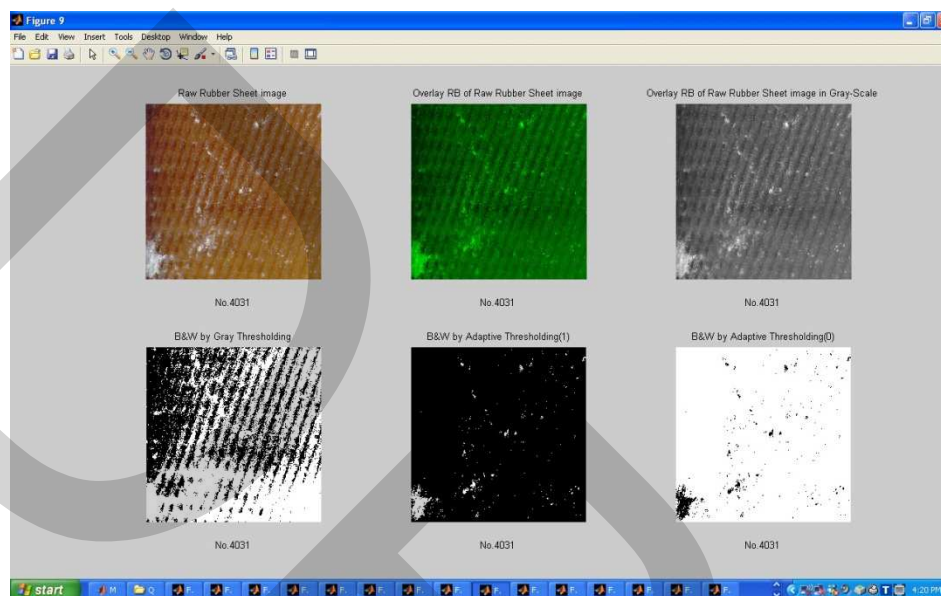


ภาพที่ ค.7 ผลการทดสอบการประมวลผลองค์ประกอบภาพ RB เทียบกับภาพแผ่นยางดิบหมายเลข 4023

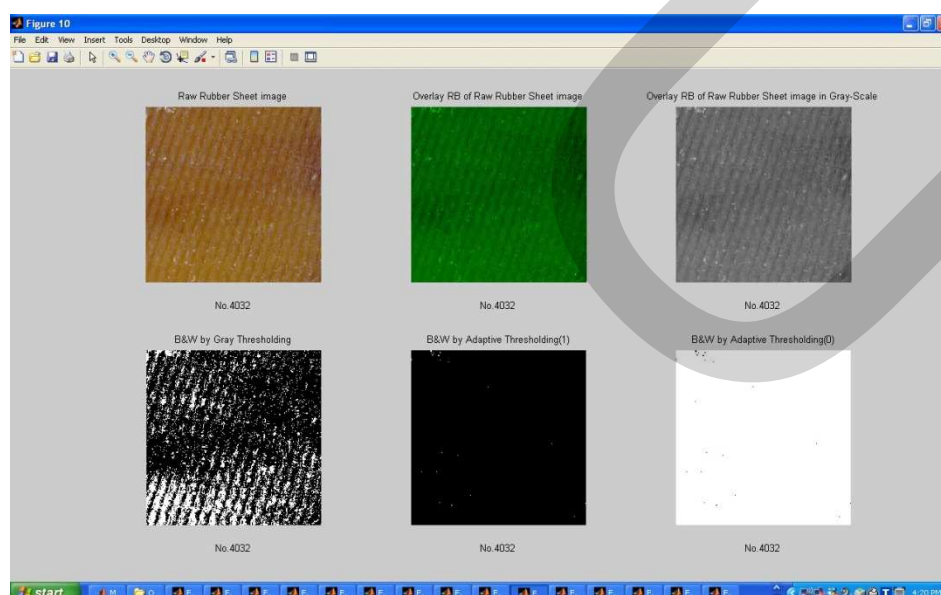




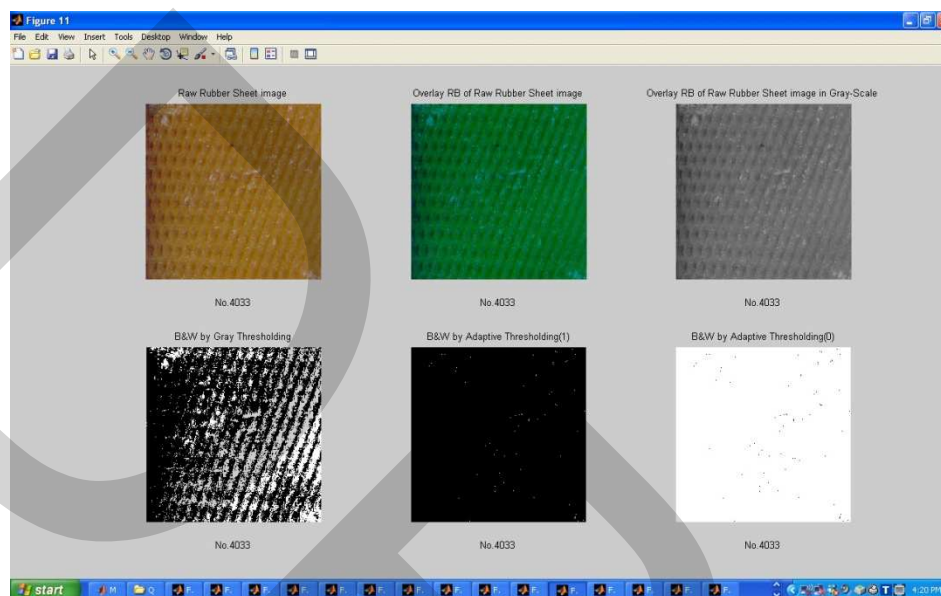
ภาพที่ ค.8 ผลการทดสอบการประมวลผลองค์ประกอบภาพ RB เทียบกับภาพแผ่นยางดิบหมายเลข 4024



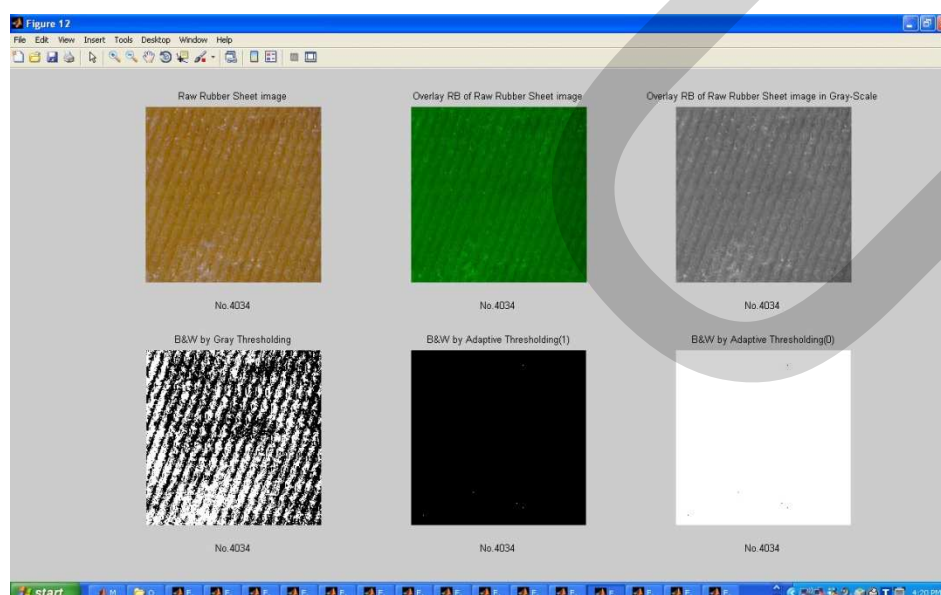
ภาพที่ ค.9 ผลการทดสอบการประมวลผลองค์ประกอบภาพ RB เทียบกับภาพแผ่นยางดิบหมายเลข 4031



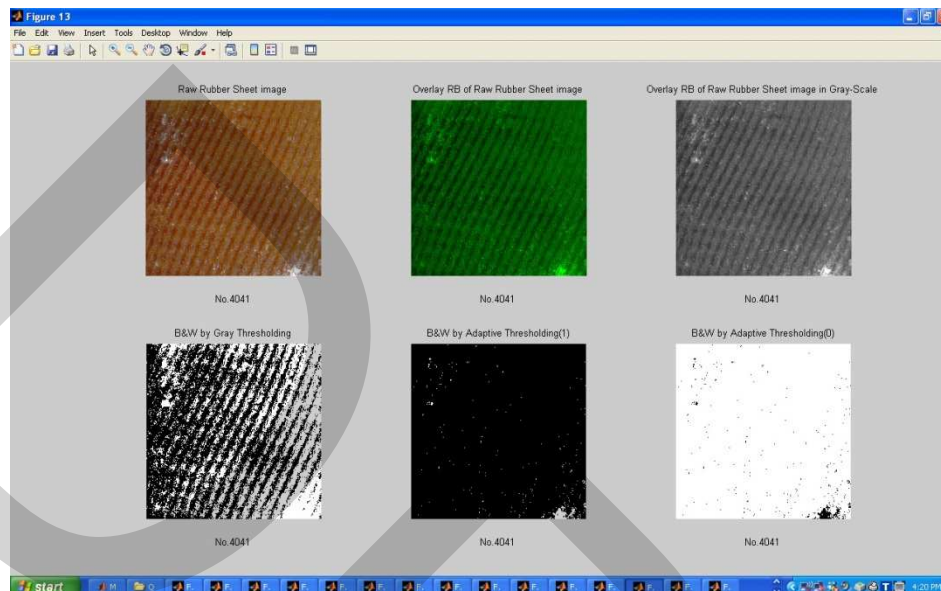
ภาพที่ ค.10 ผลการทดสอบการประมวลผลองค์ประกอบภาพ RB เทียบกับภาพแผ่นยางดิบ หมายเลข 4032



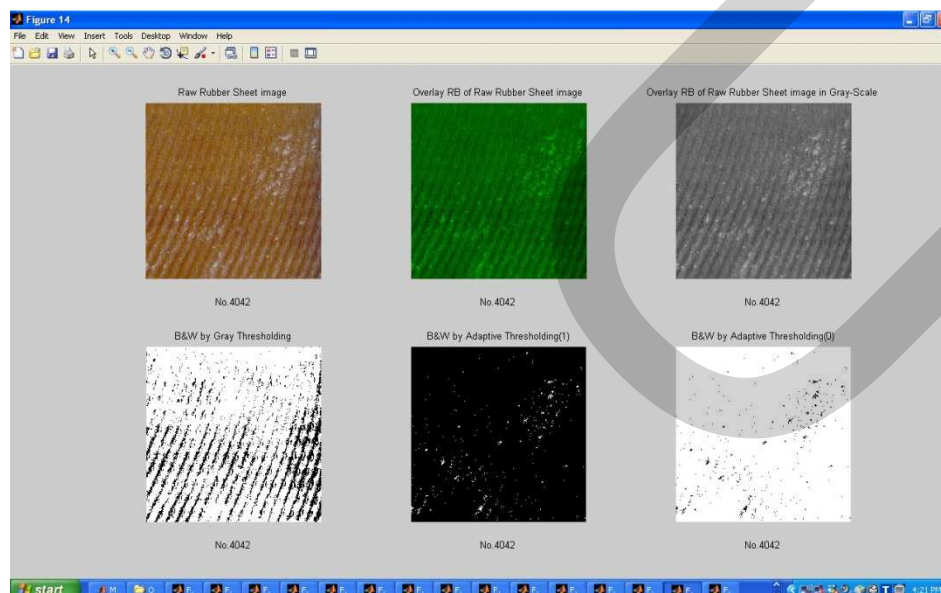
ภาพที่ ค.11 ผลการทดสอบการประมวลผลองค์ประกอบภาพ RB เทียบกับภาพแผ่นยางดิบ หมายเลข 4033



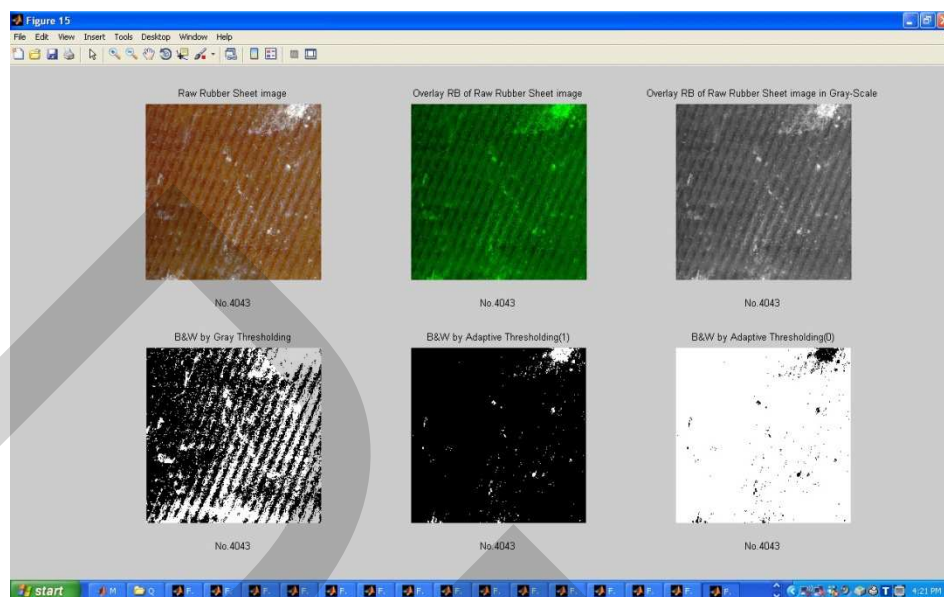
ภาพที่ ค.12 ผลการทดสอบการประมวลผลองค์ประกอบภาพ RB เทียบกับภาพแผ่นยางดิบ  
หมายเลข 4034



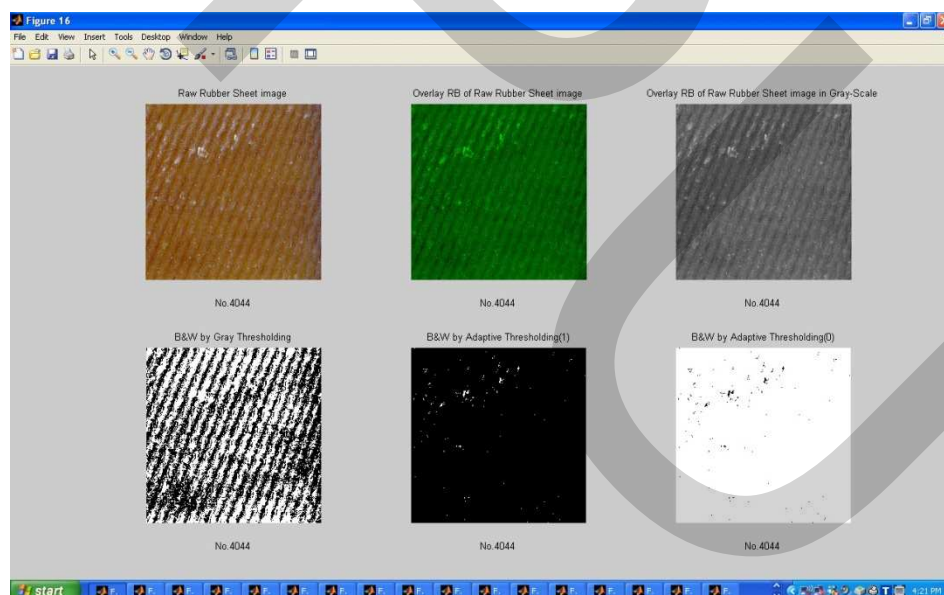
ภาพที่ ค.13 ผลการทดสอบการประมวลผลองค์ประกอบภาพ RB เทียบกับภาพแผ่นยางดิบ  
หมายเลข 4041



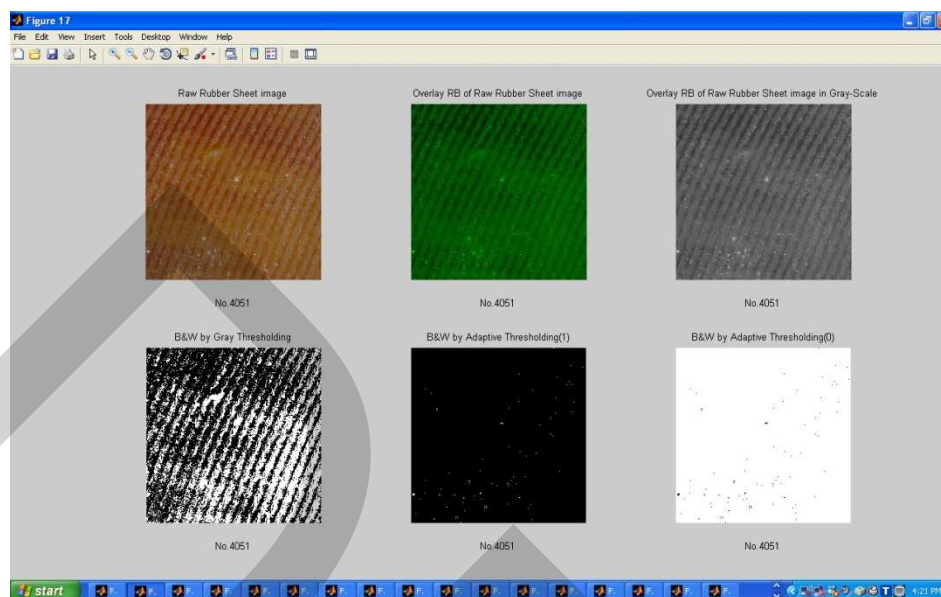
ภาพที่ ค.14 ผลการทดสอบการประมวลผลองค์ประกอบภาพ RB เทียบกับภาพแผ่นยางดิบ  
หมายเลข 4042



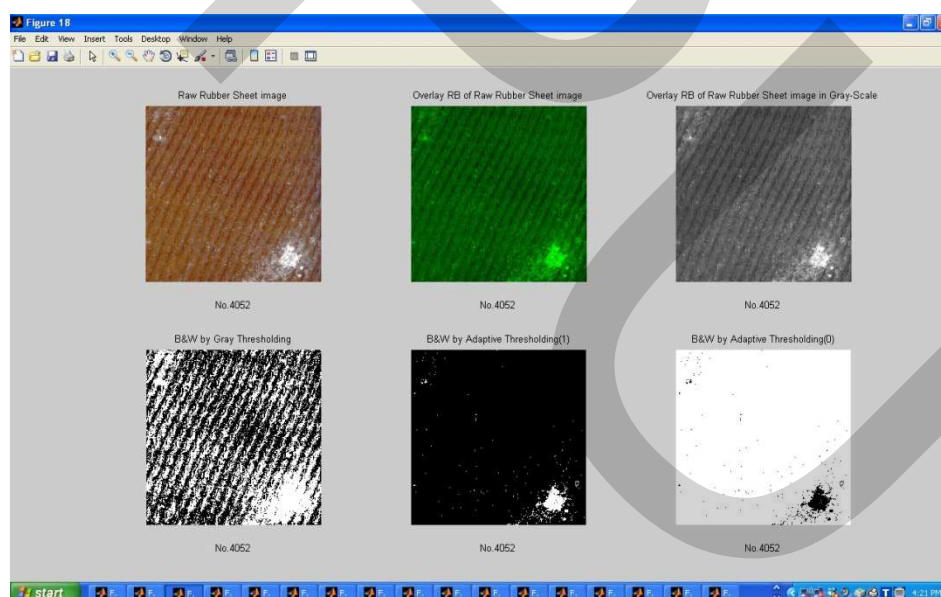
ภาพที่ ค.15 ผลการทดสอบการประมวลผลองค์ประกอบภาพ RB เทียบกับภาพแผ่นยางดิบ หมายเลข 4043



ภาพที่ ค.16 ผลการทดสอบการประมวลผลองค์ประกอบภาพ RB เทียบกับภาพแผ่นยางดิบ หมายเลข 4044

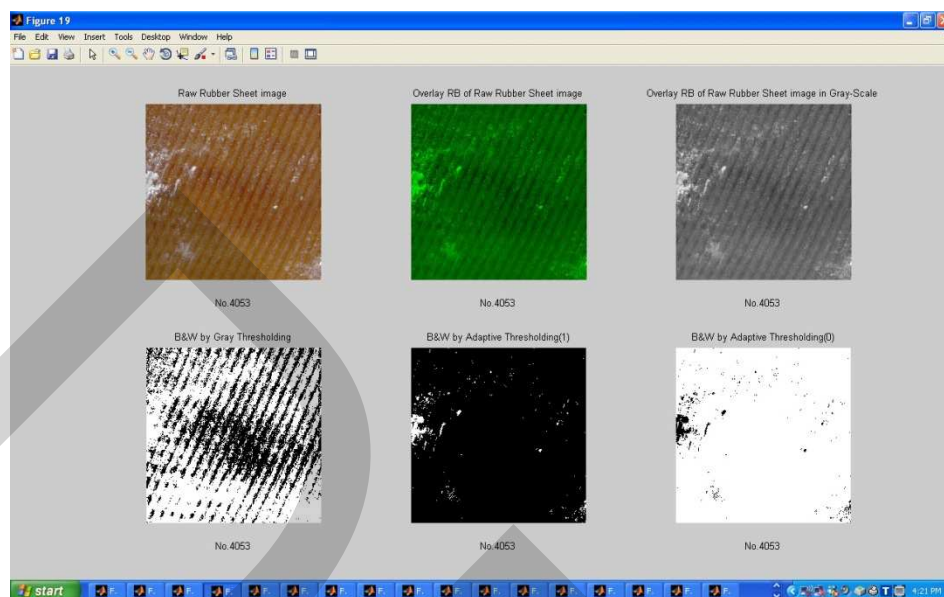


ภาพที่ ค.17 ผลการทดสอบการประมวลผลองค์ประกอบภาพ RB เทียบกับภาพแผ่นยางดิบ หมายเลข 4051

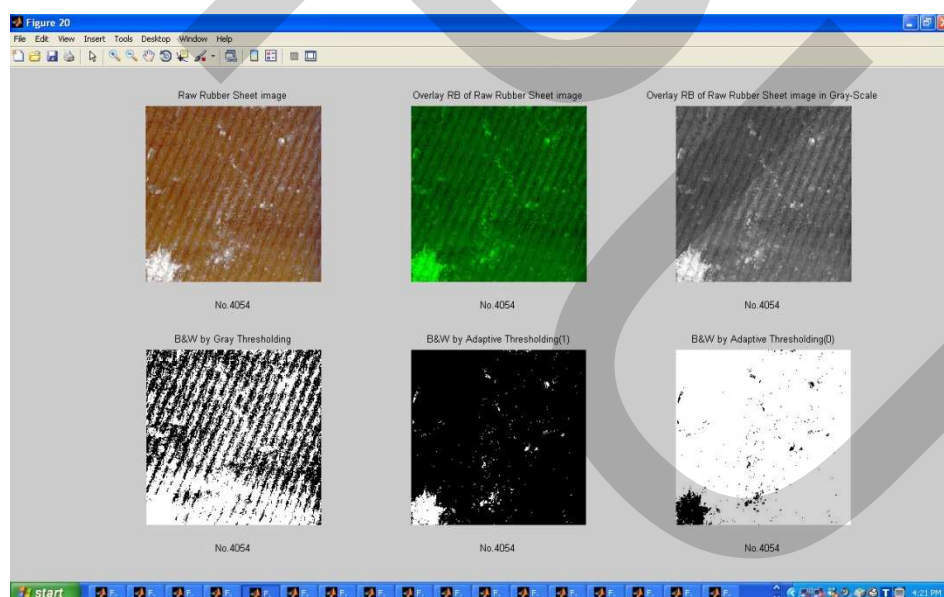


ภาพที่ ค.18 ผลการทดสอบการประมวลผลองค์ประกอบภาพ RB เทียบกับภาพแผ่นยางดิบ หมายเลข 4052

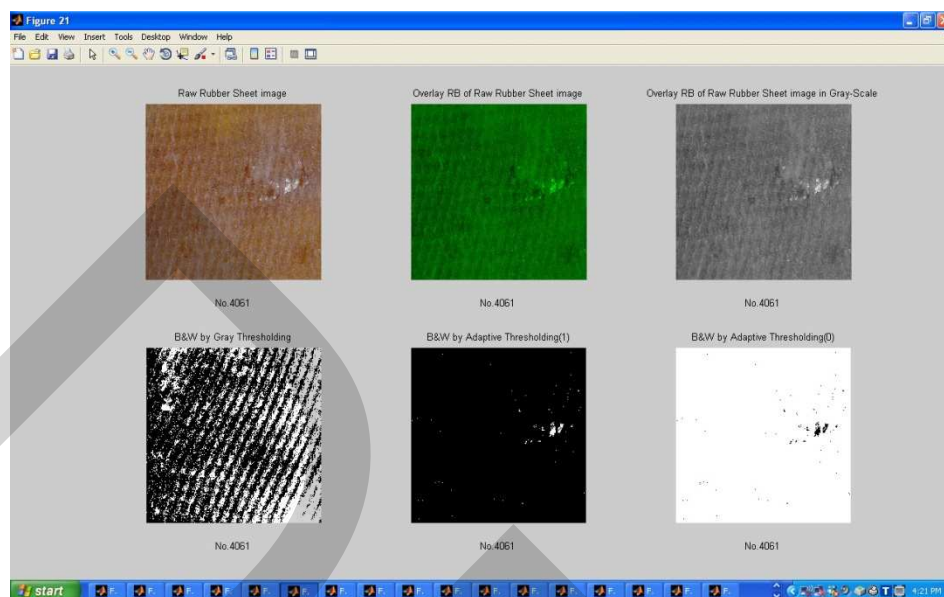




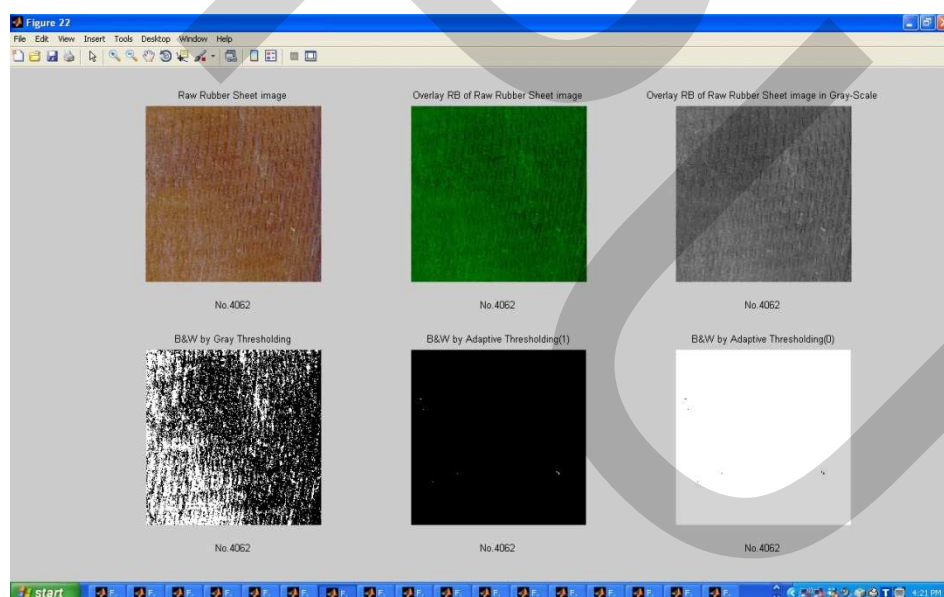
ภาพที่ ค.19 ผลการทดสอบการประมวลผลองค์ประกอบภาพ RB เทียบกับภาพแผ่นยางดิบ หมายเลข 4053



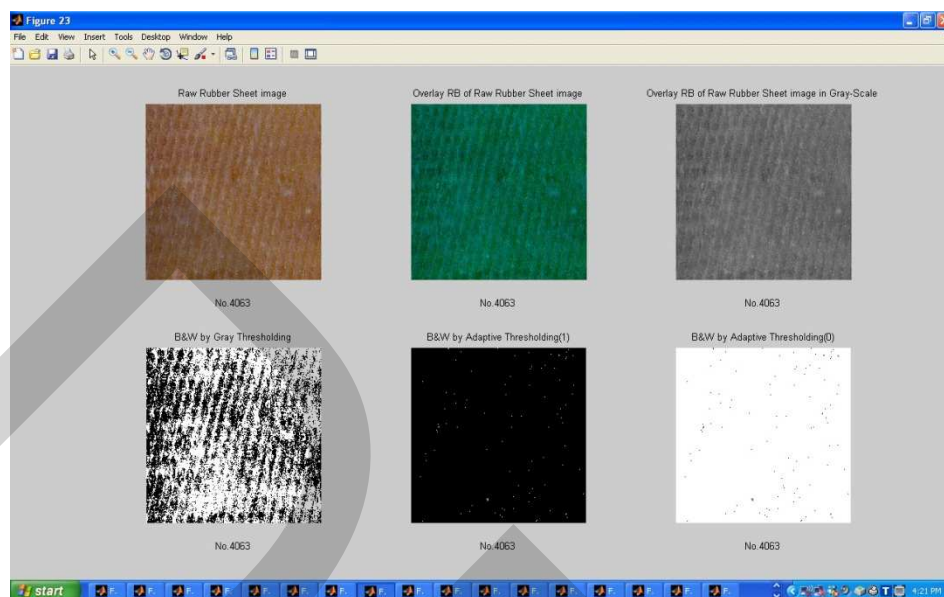
ภาพที่ ค.20 ผลการทดสอบการประมวลผลองค์ประกอบภาพ RB เทียบกับภาพแผ่นยางดิบ หมายเลข 4054



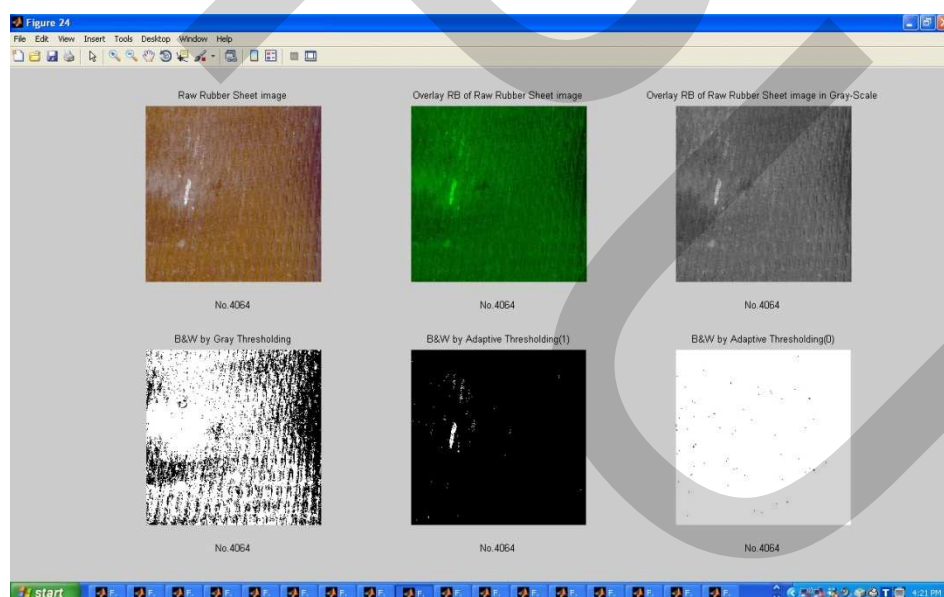
ภาพที่ ค.21 ผลการทดสอบการประมวลผลองค์ประกอบภาพ RB เทียบกับภาพแผ่นยางดิบ หมายเลข 4061



ภาพที่ ค.22 ผลการทดสอบการประมวลผลองค์ประกอบภาพ RB เทียบกับภาพแผ่นยางดิบ หมายเลข 4062

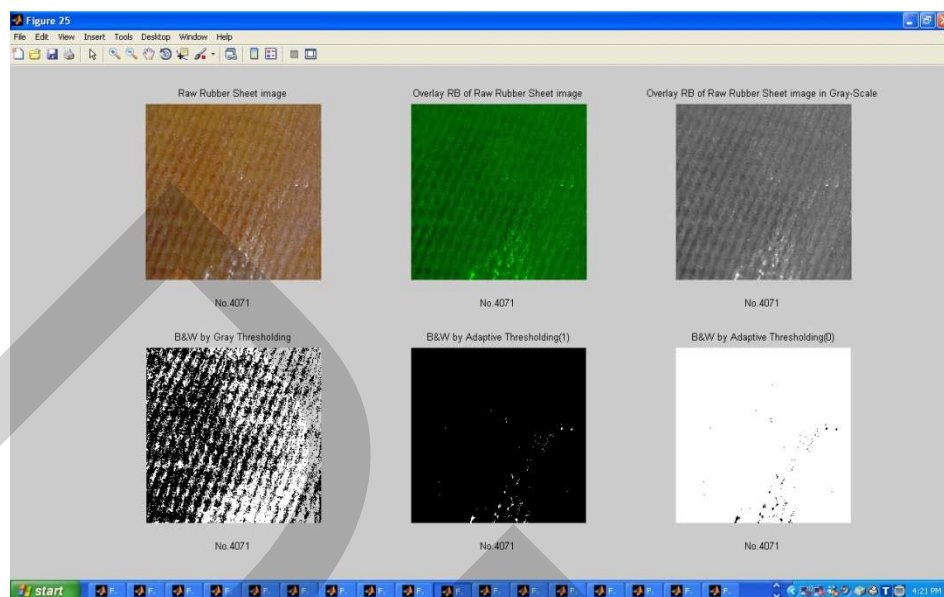


ภาพที่ ค.23 ผลการทดสอบการประมวลผลองค์ประกอบภาพ RB เทียบกับภาพแผ่นยางดิบ หมายเลข 4063

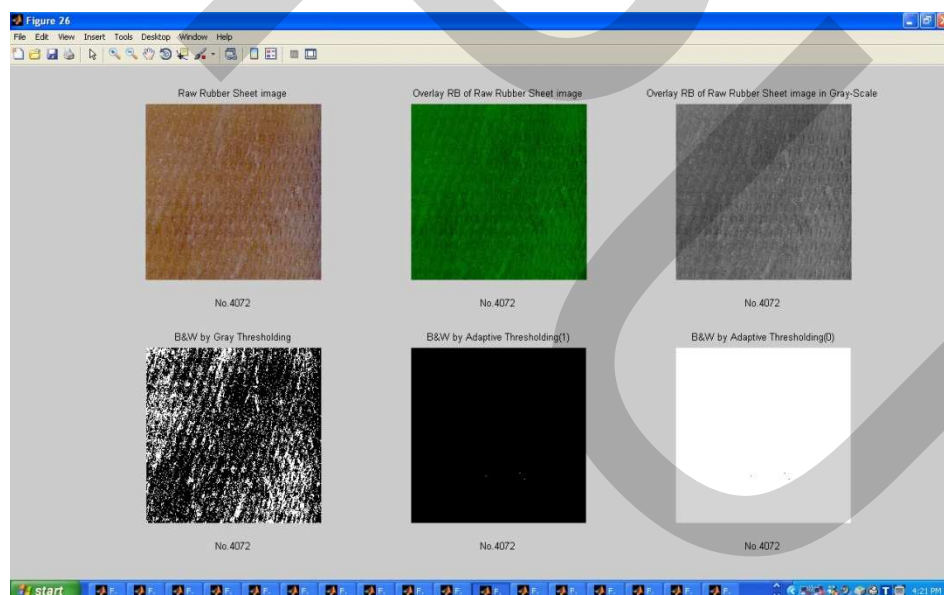


ภาพที่ ค.24 ผลการทดสอบการประมวลผลองค์ประกอบภาพ RB เทียบกับภาพแผ่นยางดิบ หมายเลข 4064

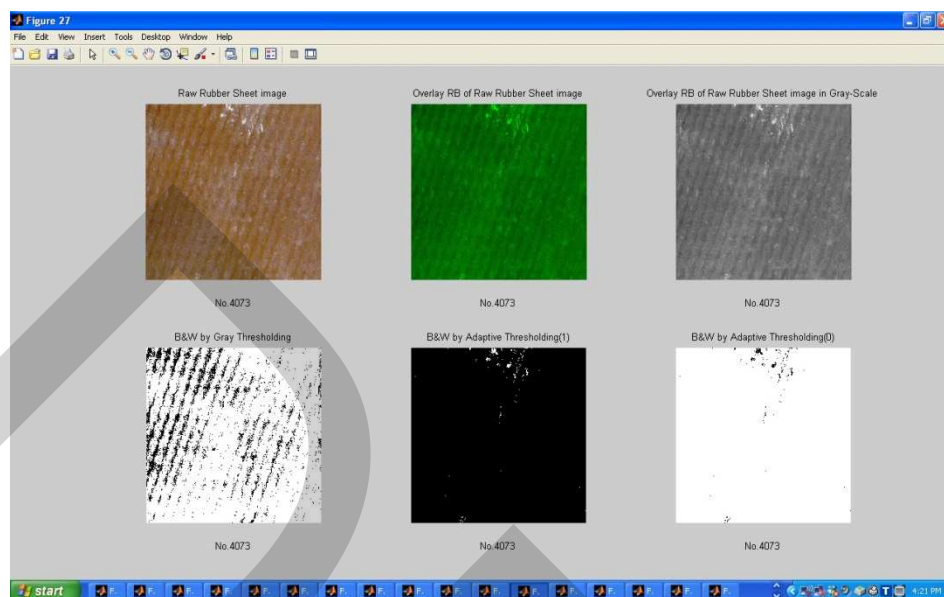




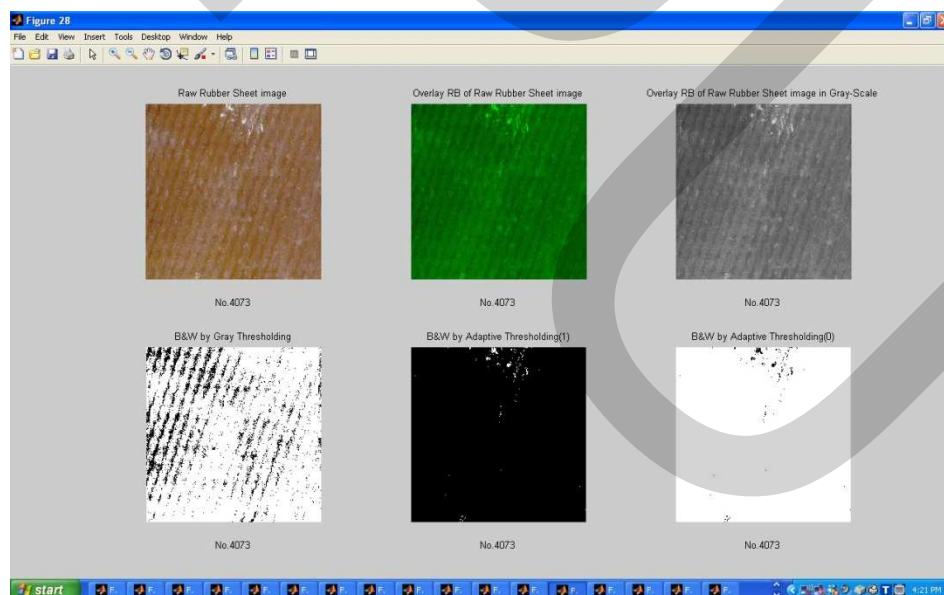
ภาพที่ ค.25 ผลการทดสอบการประมวลผลองค์ประกอบภาพ RB เทียบกับภาพแผ่นยางดิบ หมายเลข 4071



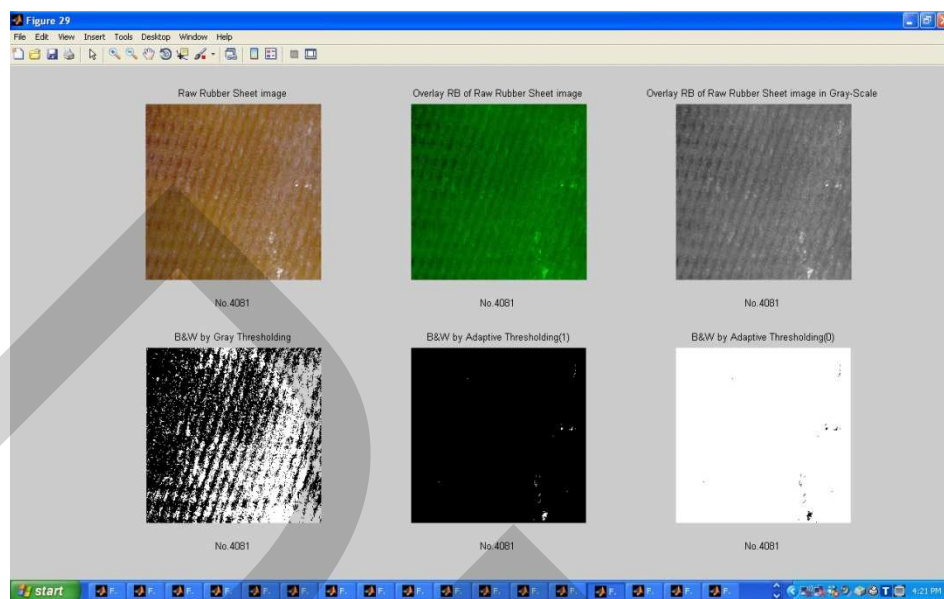
ภาพที่ ค.26 ผลการทดสอบการประมวลผลองค์ประกอบภาพ RB เทียบกับภาพแผ่นยางดิบ หมายเลข 4072



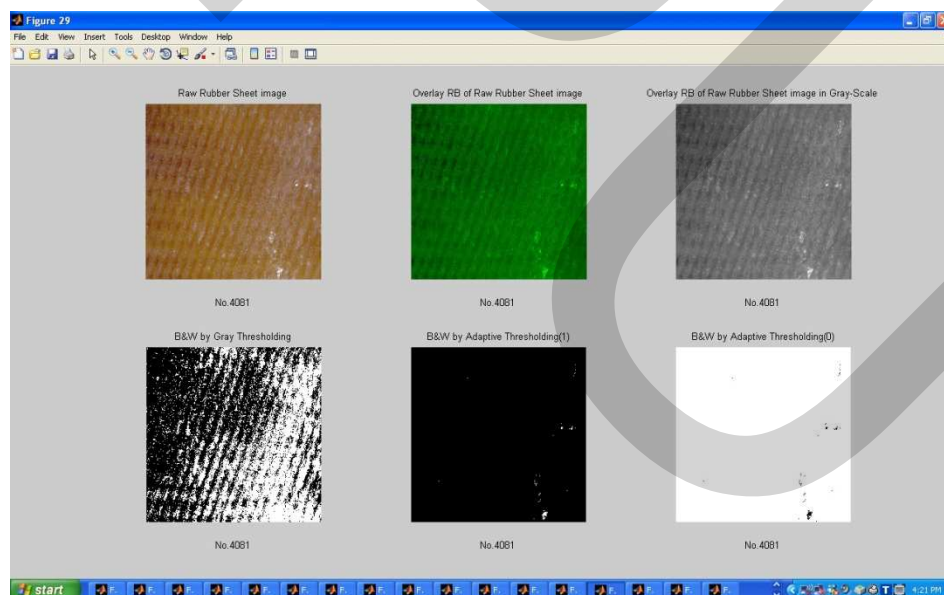
ภาพที่ ค.27 ผลการทดสอบการประมวลผลองค์ประกอบภาพ RB เทียบกับภาพแผ่นยางดิบ หมายเลข 4073



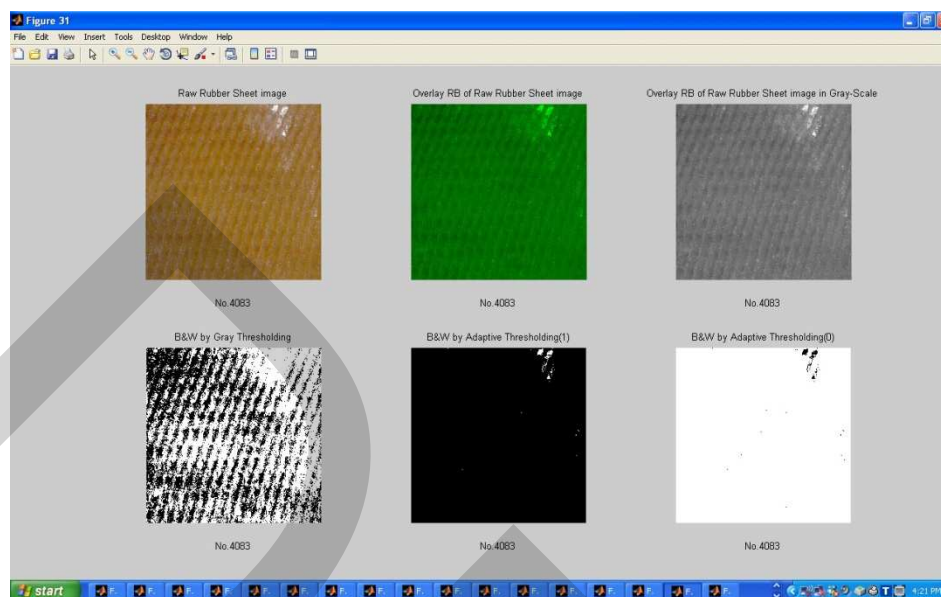
ภาพที่ ค.28 ผลการทดสอบการประมวลผลองค์ประกอบภาพ RB เทียบกับภาพแผ่นยางดิบ หมายเลข 4074



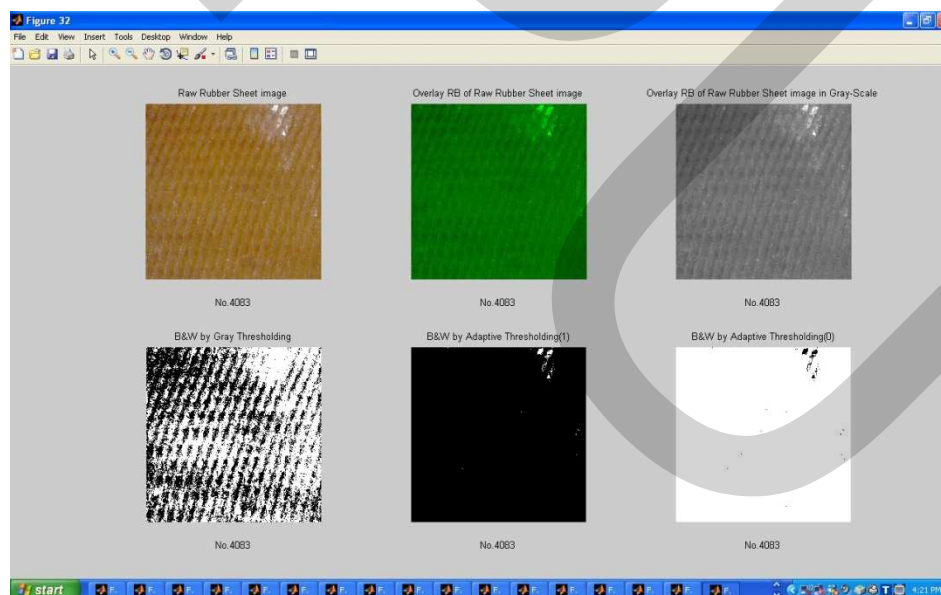
ภาพที่ ค.29 ผลการทดสอบการประมวลผลองค์ประกอบภาพ RB เทียบกับภาพแผ่นยางดิบ หมายเลข 4081



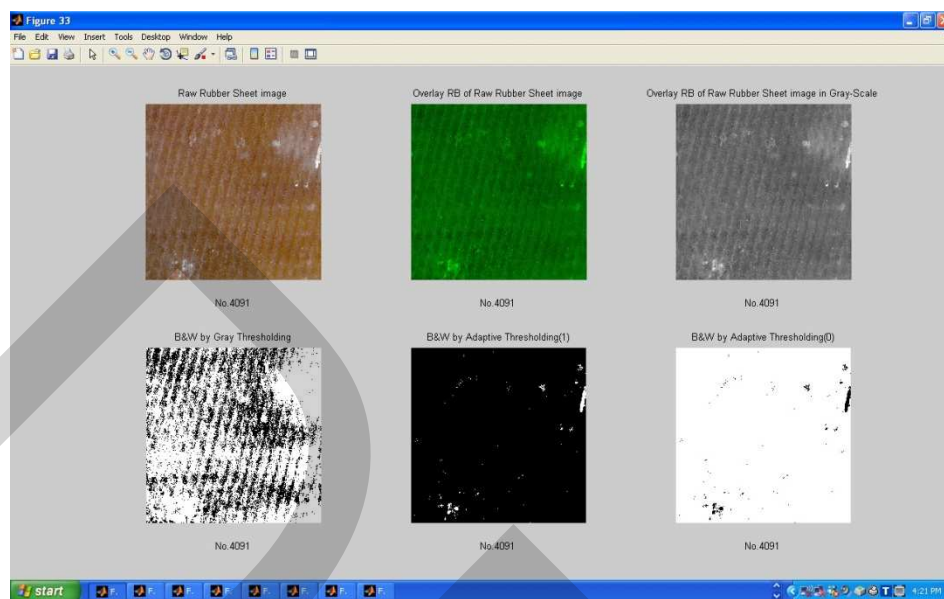
ภาพที่ ค.30 ผลการทดสอบการประมวลผลองค์ประกอบภาพ RB เทียบกับภาพแผ่นยางดิบ หมายเลข 4082



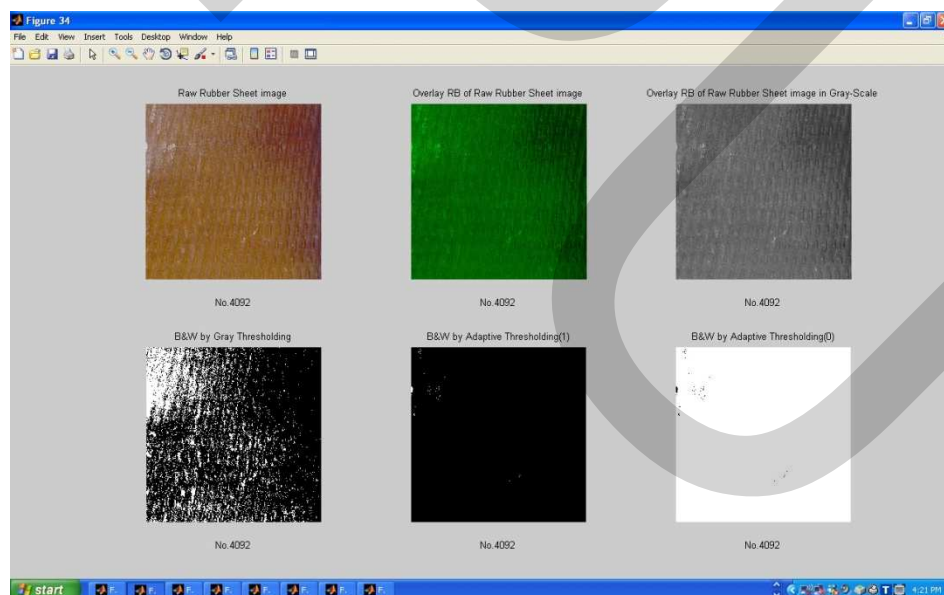
ภาพที่ ค.31 ผลการทดสอบการประมวลผลองค์ประกอบภาพ RB เทียบกับภาพแผ่นยางดิบ หมายเลข 4083



ภาพที่ ค.32 ผลการทดสอบการประมวลผลองค์ประกอบภาพ RB เทียบกับภาพแผ่นยางดิบ หมายเลข 4084

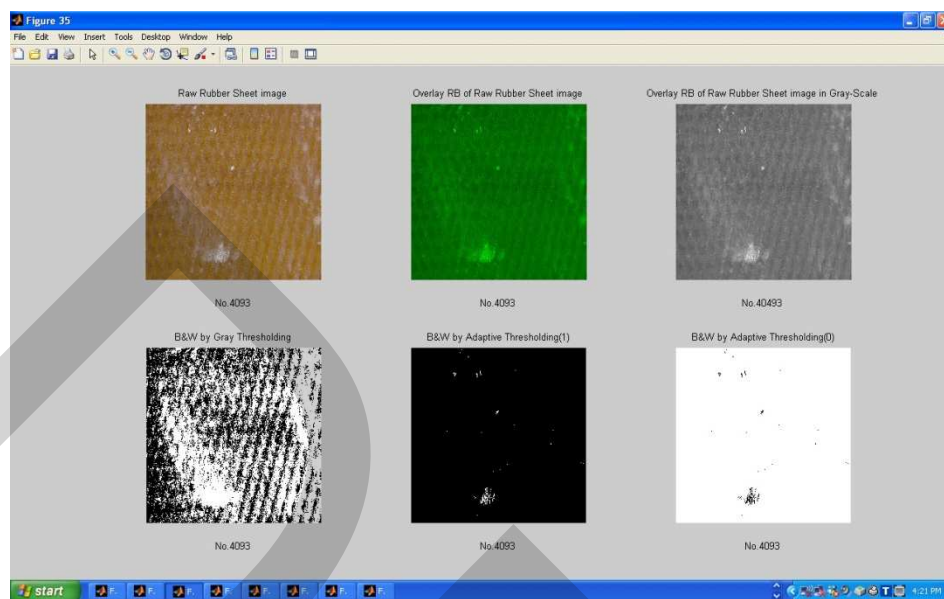


ภาพที่ ค.33 ผลการทดสอบการประมวลผลองค์ประกอบภาพ RB เทียบกับภาพแผ่นยางดิบ หมายเลข 4091

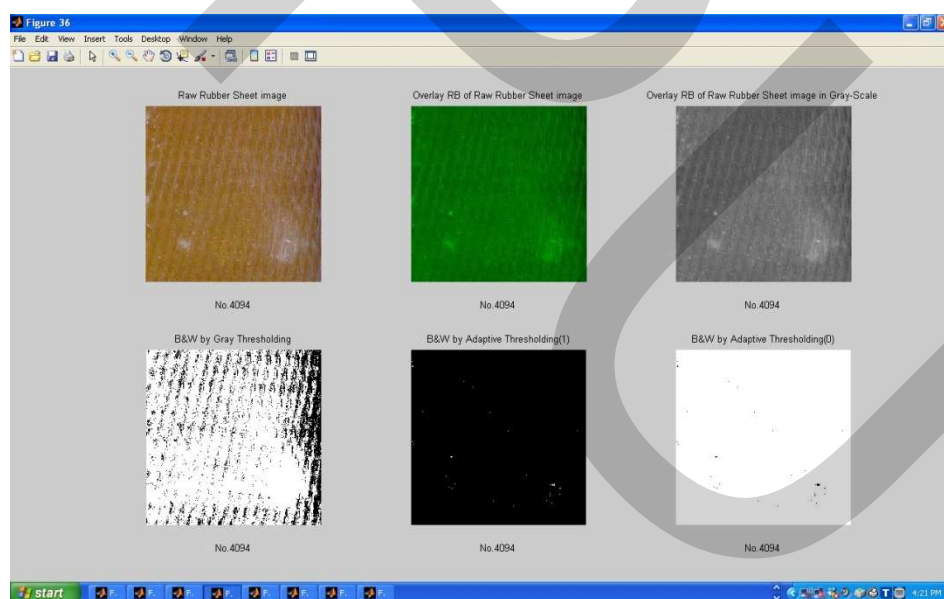


ภาพที่ ค.34 ผลการทดสอบการประมวลผลองค์ประกอบภาพ RB เทียบกับภาพแผ่นยางดิบ หมายเลข 4092

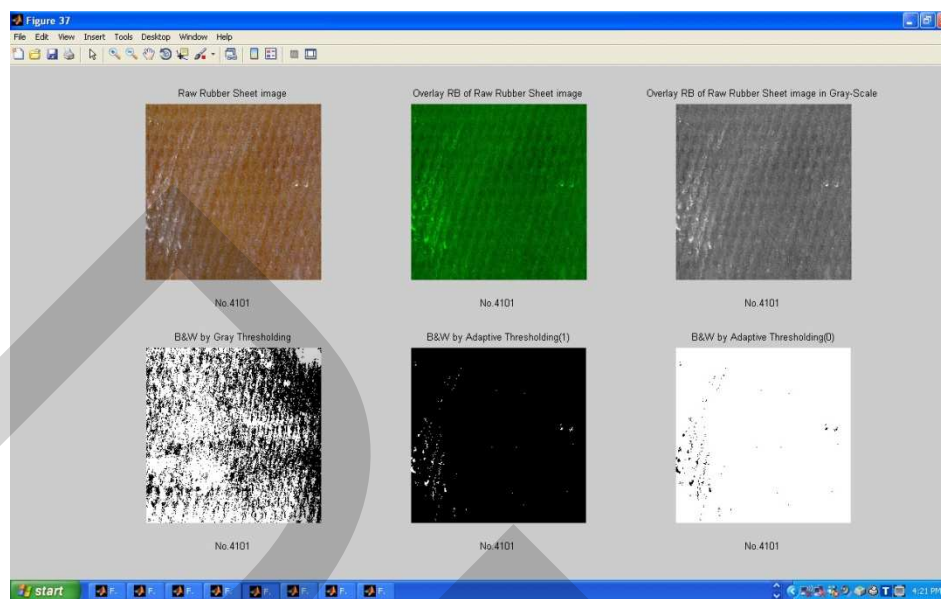




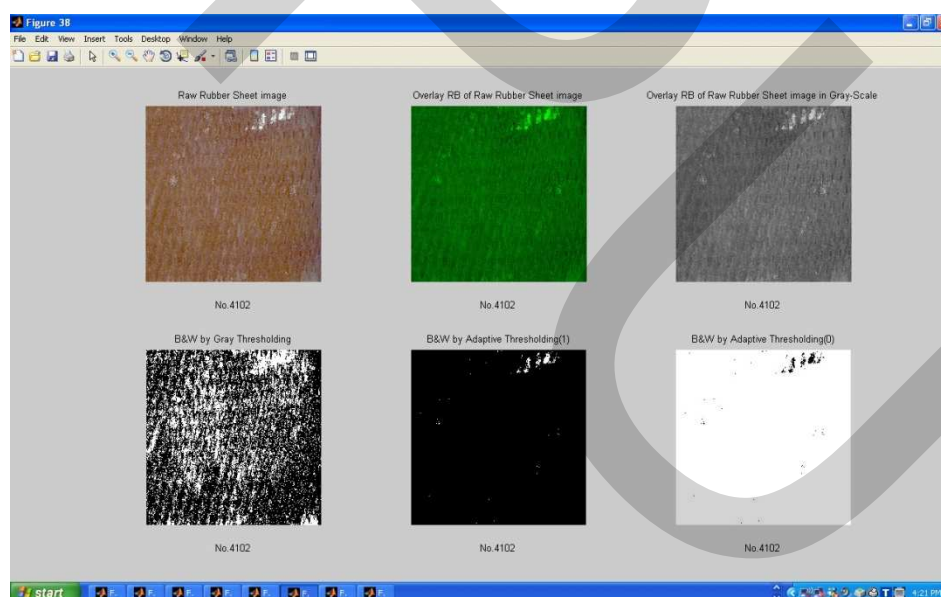
ภาพที่ ค.35 ผลการทดสอบการประมวลผลองค์ประกอบภาพ RB เทียบกับภาพแผ่นยางดิบ หมายเลข 4093



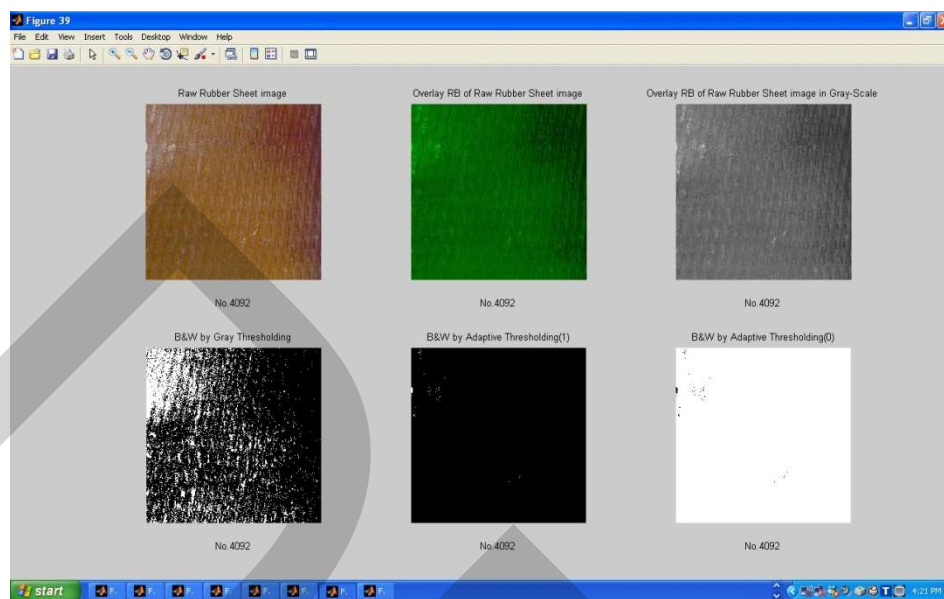
ภาพที่ ค.36 ผลการทดสอบการประมวลผลองค์ประกอบภาพ RB เทียบกับภาพแผ่นยางดิบ หมายเลข 4094



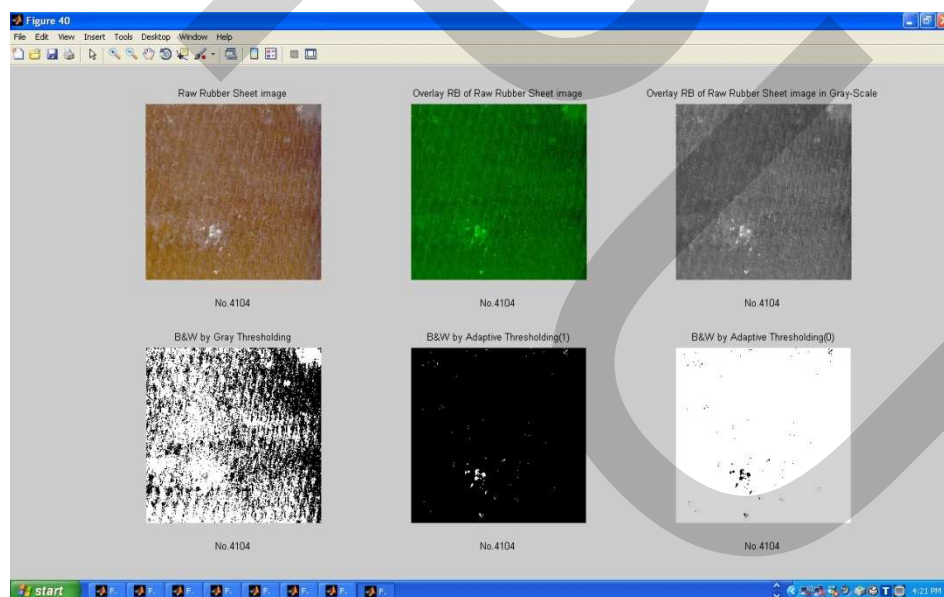
ภาพที่ ค.37 ผลการทดสอบการประมวลผลองค์ประกอบภาพ RB เทียบกับภาพแผ่นยางดิบ หมายเลข 4101



ภาพที่ ค.38 ผลการทดสอบการประมวลผลองค์ประกอบภาพ RB เทียบกับภาพแผ่นยางดิบ หมายเลข 4102



ภาพที่ ค.39 ผลการทดสอบการประมวลผลองค์ประกอบภาพ RB เทียบกับภาพแผ่นยางดิบ หมายเลข 4103



ภาพที่ ค.40 ผลการทดสอบการประมวลผลองค์ประกอบภาพ RB เทียบกับภาพแผ่นยางดิบ หมายเลข 4104

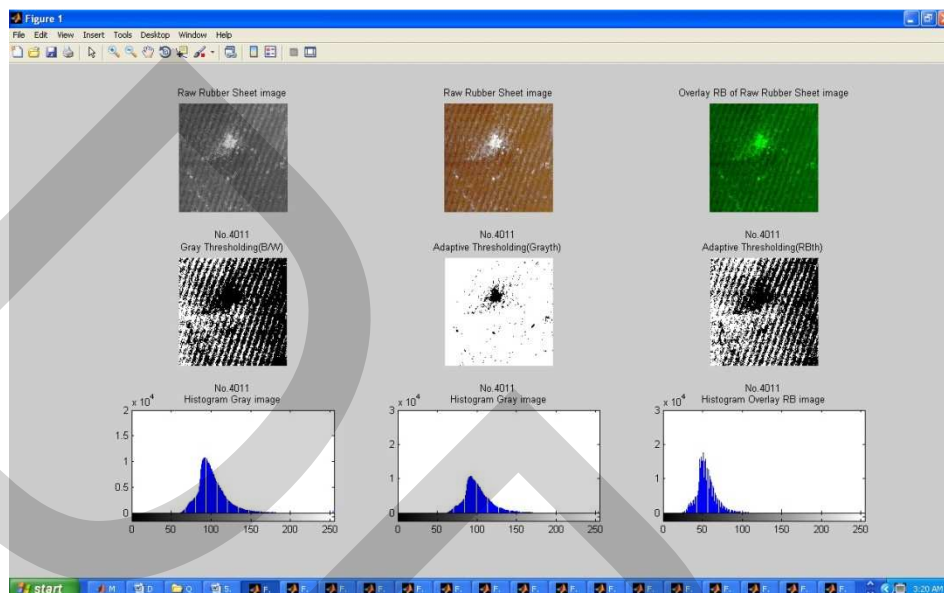




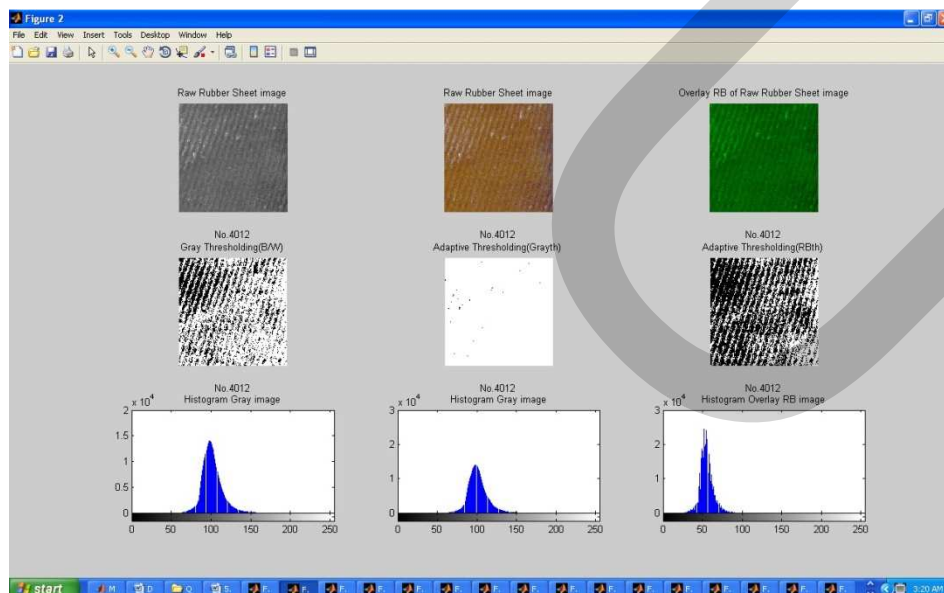
ภาคผนวก ง

ชุดภาพประกอบการวิเคราะห์ภาพผลลัพธ์

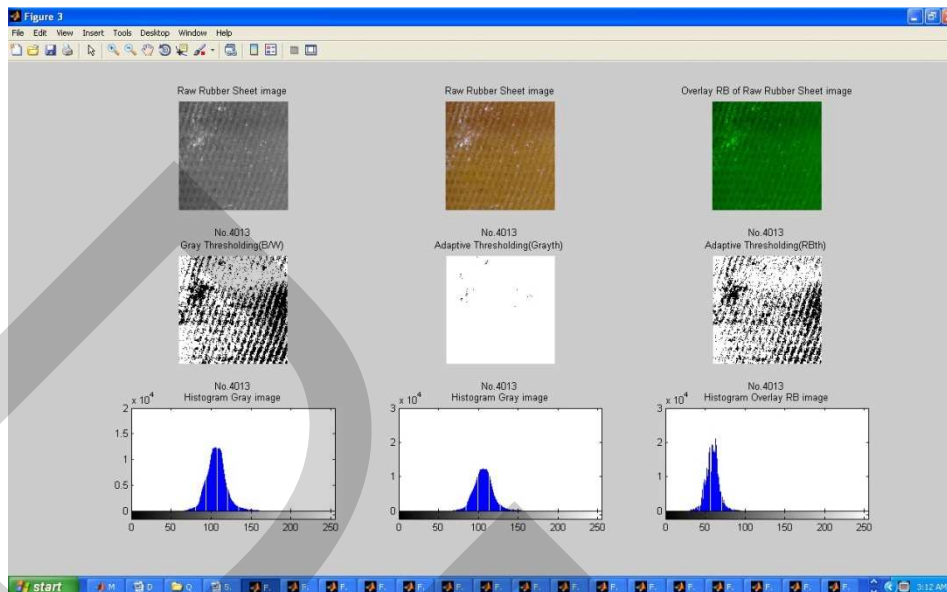
ผลการวิเคราะห์ภาพผลลัพท์ใช้เทคนิคค่าเกณฑ์แบบปรับตัวที่นำเสนอ



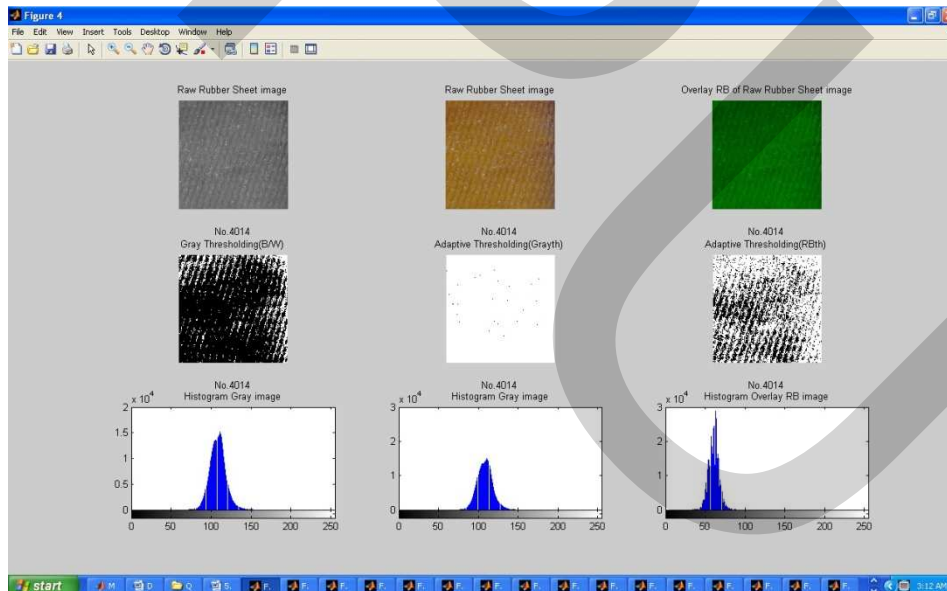
ภาพที่ ง.1 ผลการวิเคราะห์ภาพผลลัพท์ใช้เทคนิคค่าเกณฑ์แบบปรับตัวที่นำเสนอของภาพหมายเลข 4011



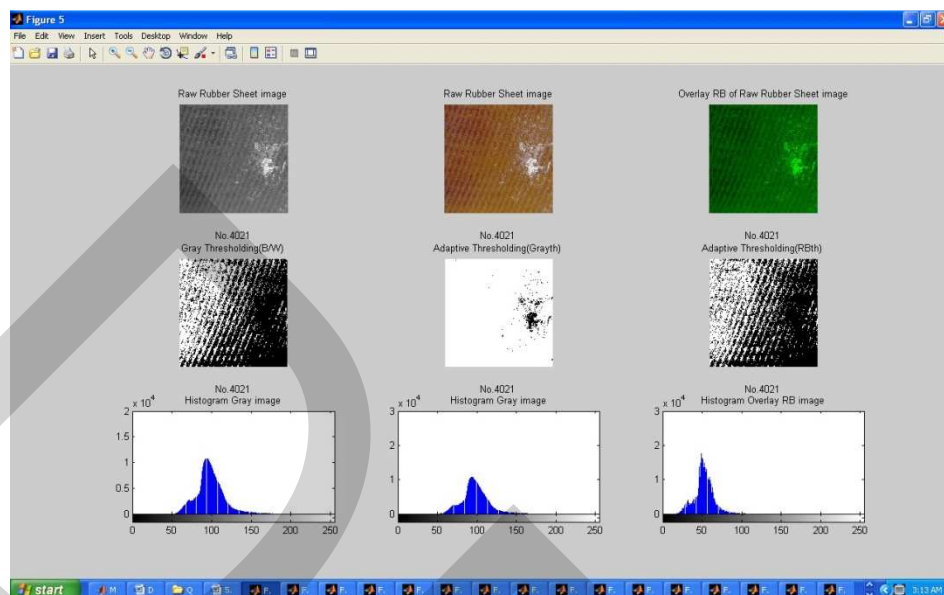
ภาพที่ ง.2 ผลการวิเคราะห์ภาพผลลัพท์ใช้เทคนิคค่าเกณฑ์แบบปรับตัวที่นำเสนอของภาพหมายเลข 4012



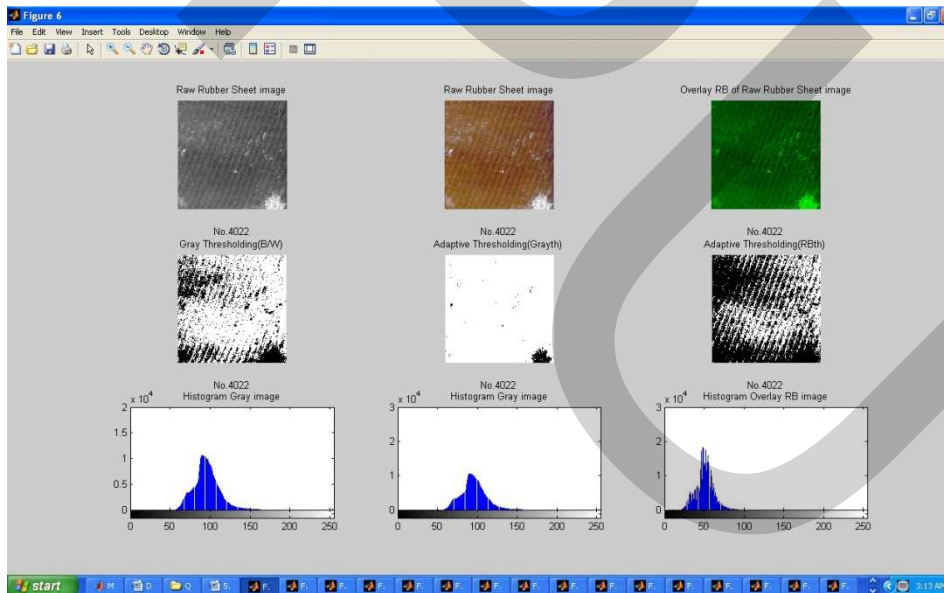
ภาพที่ ง.3 ผลการวิเคราะห์ภาพผลลัพธ์ใช้เทคนิคค่าเกณฑ์แบบปรับตัวที่นำเสนอของภาพหมายเลข 4013



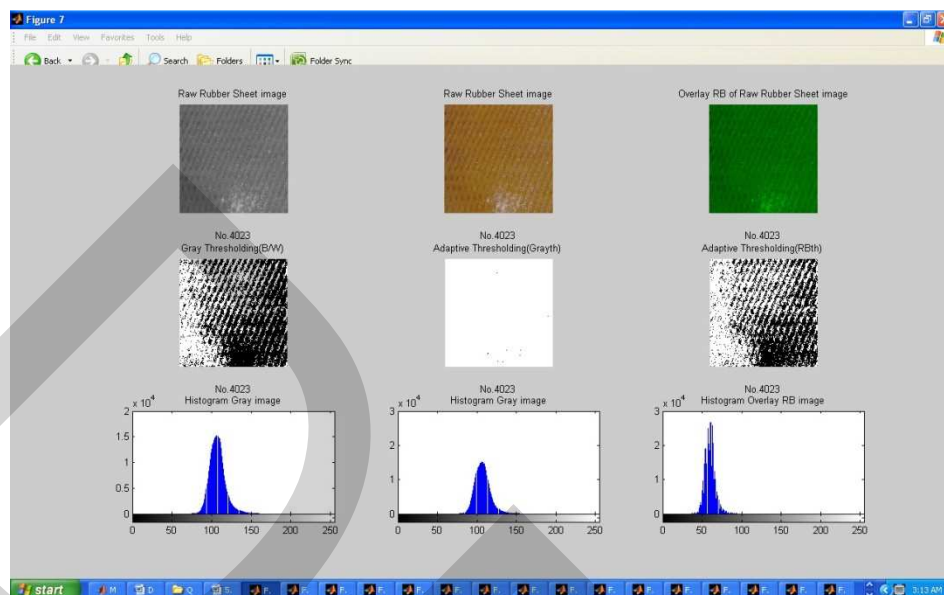
ภาพที่ ง.4 ผลการวิเคราะห์ภาพผลลัพธ์ใช้เทคนิคค่าเกณฑ์แบบปรับตัวที่นำเสนอของภาพหมายเลข 4014



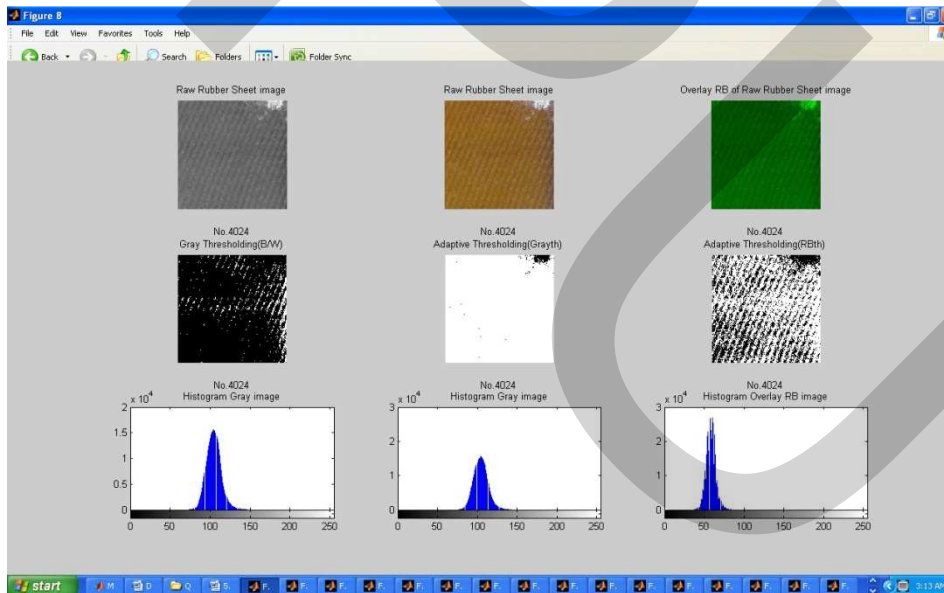
ภาพที่ ๕.5 ผลการวิเคราะห์ภาพผลลัพธ์ใช้เทคนิคค่าเกณฑ์แบบปรับตัวที่นำเสนอของภาพหมายเลข 4021



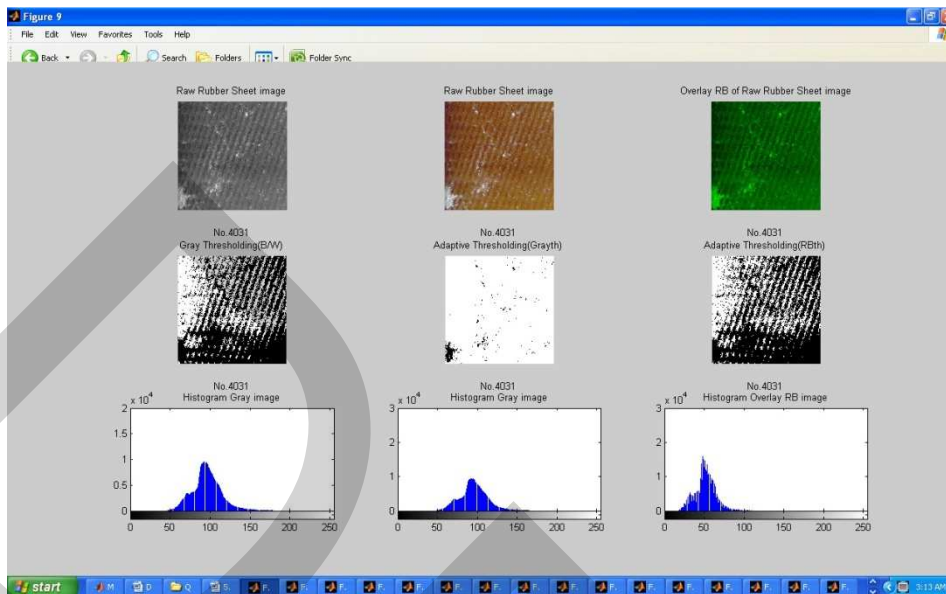
ภาพที่ ๕.6 ผลการวิเคราะห์ภาพผลลัพธ์ใช้เทคนิคค่าเกณฑ์แบบปรับตัวที่นำเสนอของภาพหมายเลข 4022



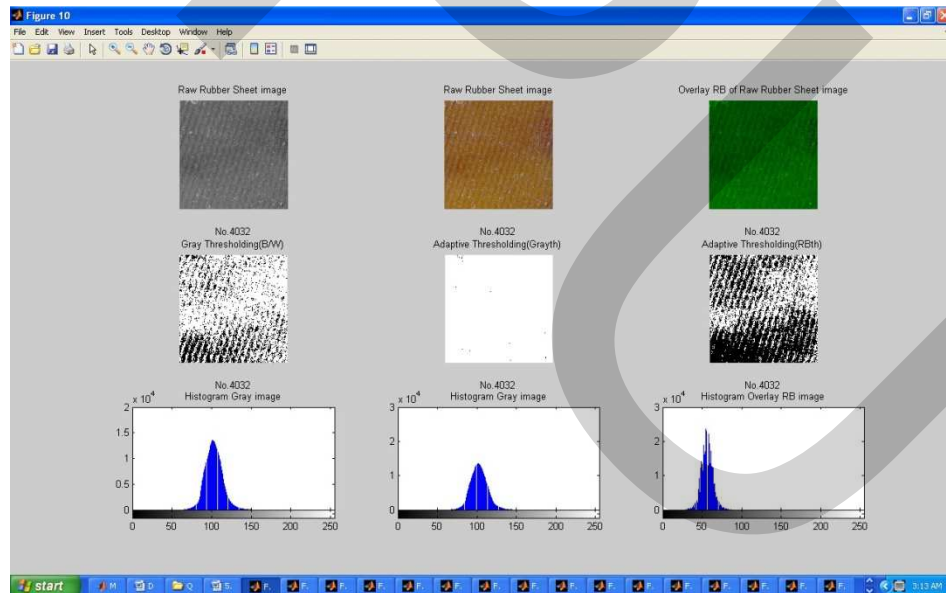
ภาพที่ ง.7 ผลการวิเคราะห์ภาพผลลัพธ์ใช้เทคนิคค่าเกณฑ์แบบปรับตัวที่นำเสนอของภาพหมายเลข 4023



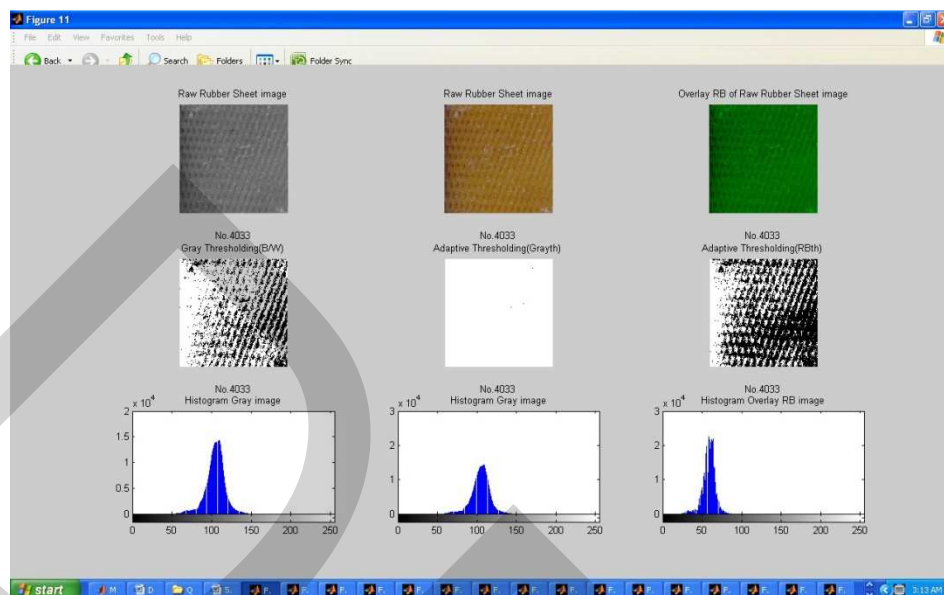
ภาพที่ ง.8 ผลการวิเคราะห์ภาพผลลัพธ์ใช้เทคนิคค่าเกณฑ์แบบปรับตัวที่นำเสนอของภาพหมายเลข 4024



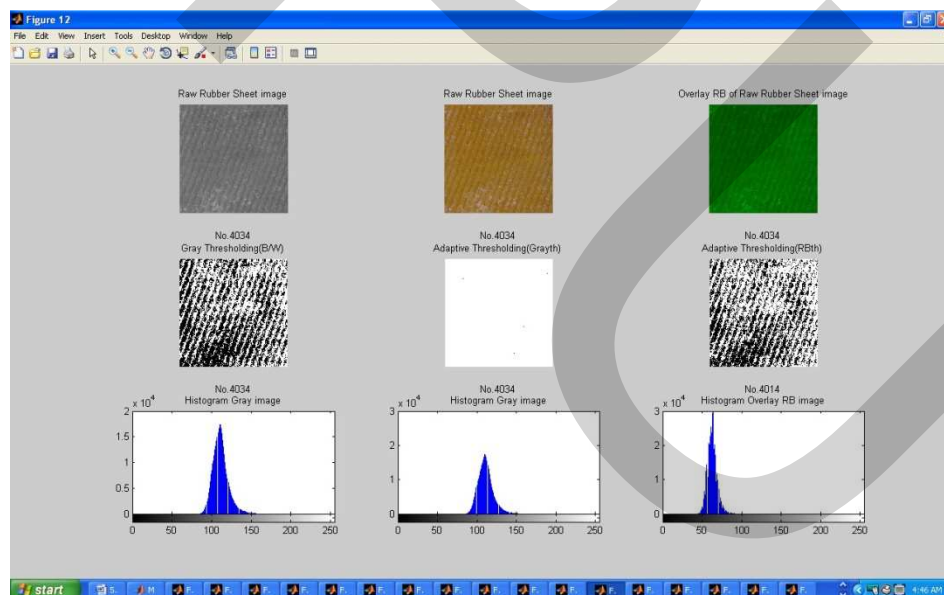
ภาพที่ ง.9 ผลการวิเคราะห์ภาพผลลัพธ์ใช้เทคนิคค่าเกณฑ์แบบปรับตัวที่นำเสนอของภาพหมายเลข 4031



ภาพที่ ง.10 ผลการวิเคราะห์ภาพผลลัพธ์ใช้เทคนิคค่าเกณฑ์แบบปรับตัวที่นำเสนอของภาพหมายเลข 4032

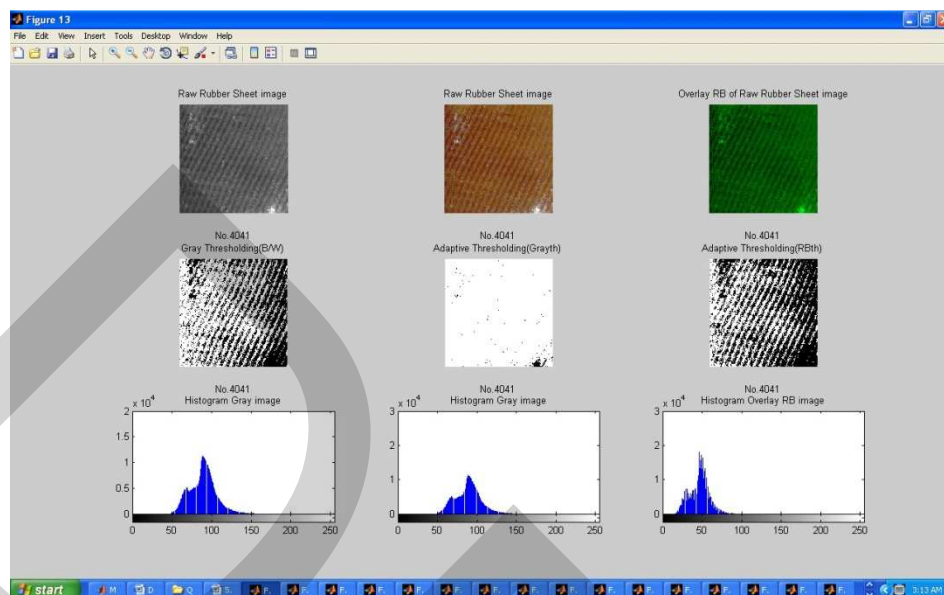


ภาพที่ ง.11 ผลการวิเคราะห์ภาพผลลัพท์ใช้เทคนิคค่าเกณฑ์แบบปรับตัวที่นำเสนอของภาพหมายเลข 4033

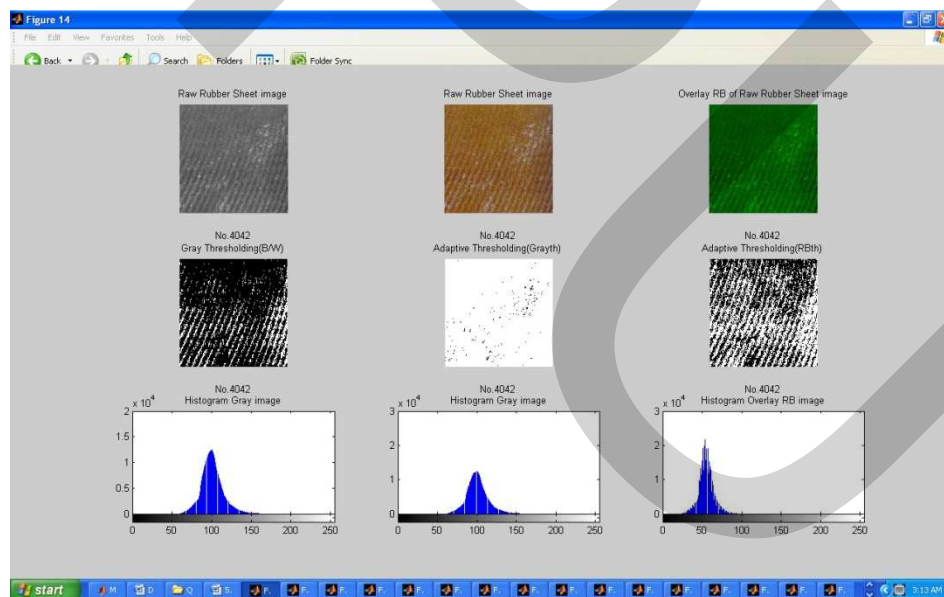


ภาพที่ ง.12 ผลการวิเคราะห์ภาพผลลัพท์ใช้เทคนิคค่าเกณฑ์แบบปรับตัวที่นำเสนอของภาพหมายเลข 4034

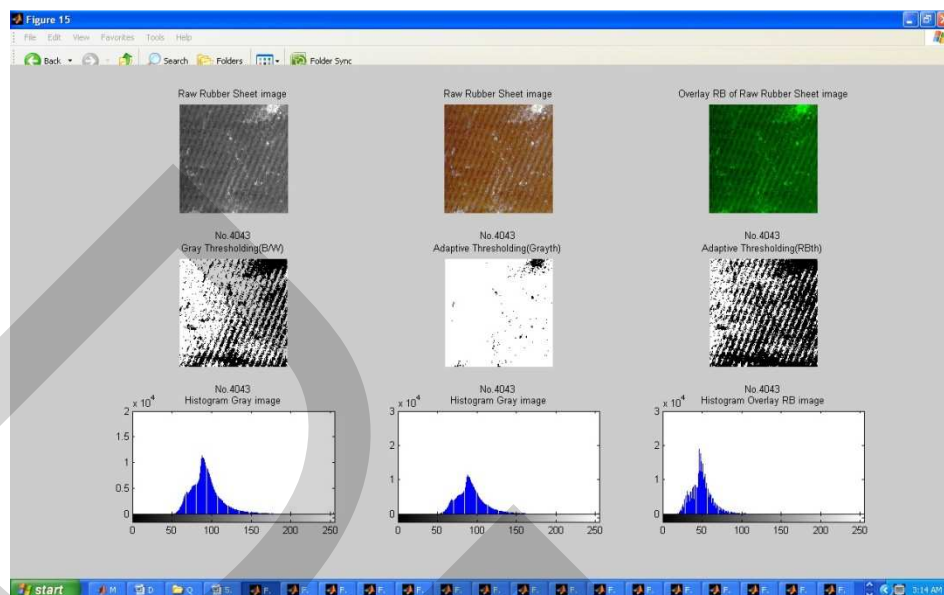




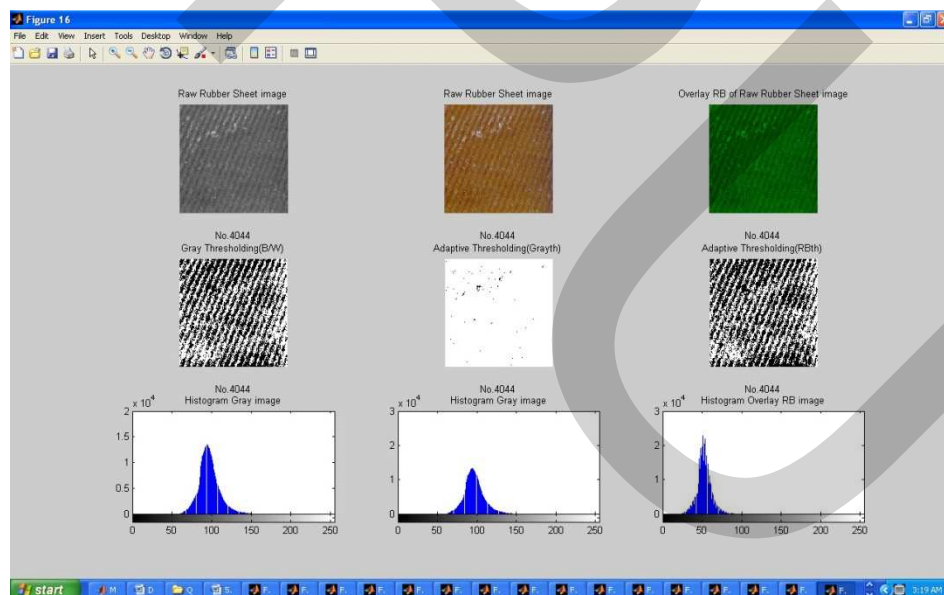
ภาพที่ ง.13 ผลการวิเคราะห์ภาพผลลัพท์ใช้เทคนิคค่าเกณฑ์แบบปรับตัวที่นำเสนอของภาพหมายเลข 4041



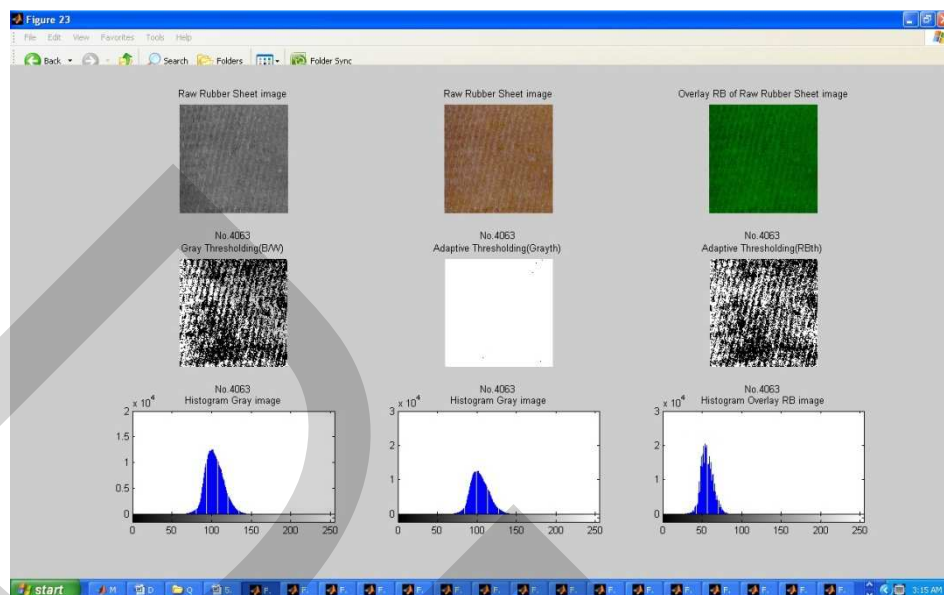
ภาพที่ ง.14 ผลการวิเคราะห์ภาพผลลัพท์ใช้เทคนิคค่าเกณฑ์แบบปรับตัวที่นำเสนอของภาพหมายเลข 4042



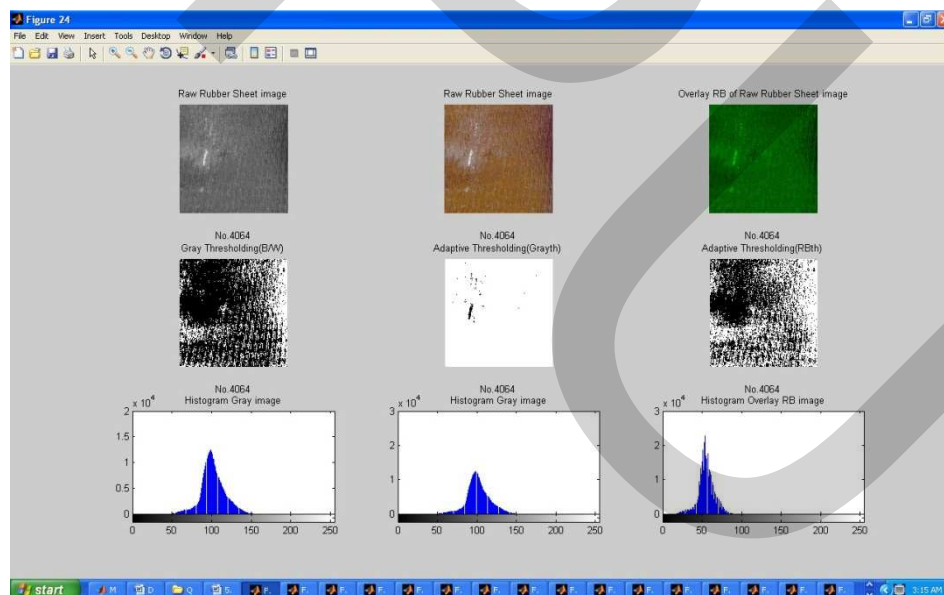
ภาพที่ ง.15 ผลการวิเคราะห์ภาพผลลัพ์ใช้เทคนิคค่าเกณฑ์แบบปรับตัวที่นำเสนอของภาพหมายเลข 4043



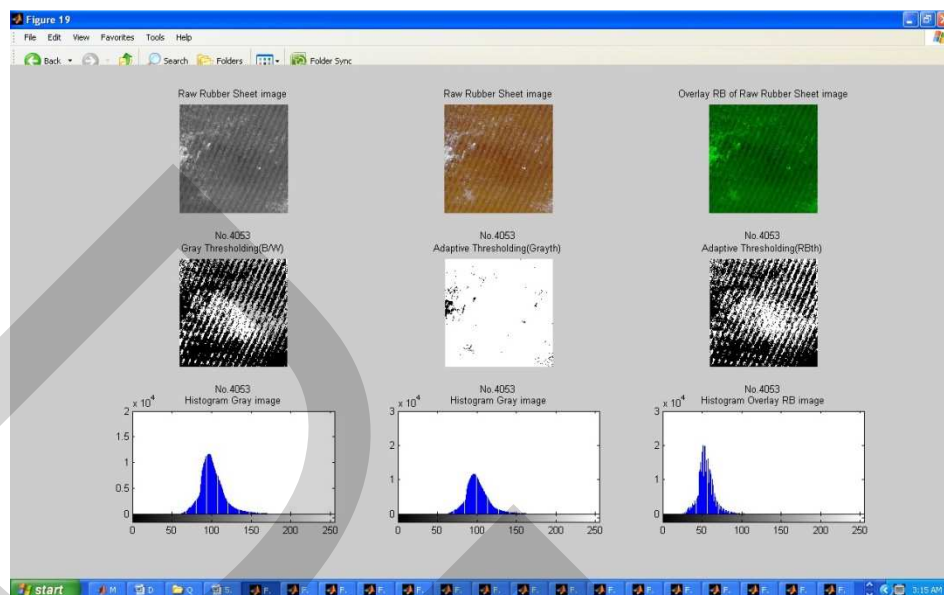
ภาพที่ ง.16 ผลการวิเคราะห์ภาพผลลัพ์ใช้เทคนิคค่าเกณฑ์แบบปรับตัวที่นำเสนอของภาพหมายเลข 4044



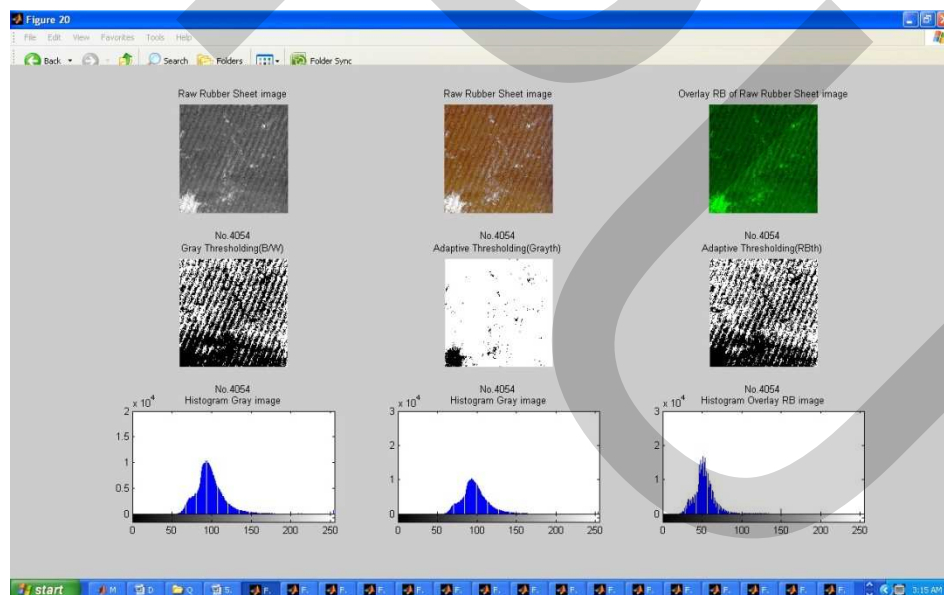
ภาพที่ ง.17 ผลการวิเคราะห์ภาพผลลัพธ์ใช้เทคนิคค่าเกณฑ์แบบปรับตัวที่นำเสนอของภาพหมายเลข 4051



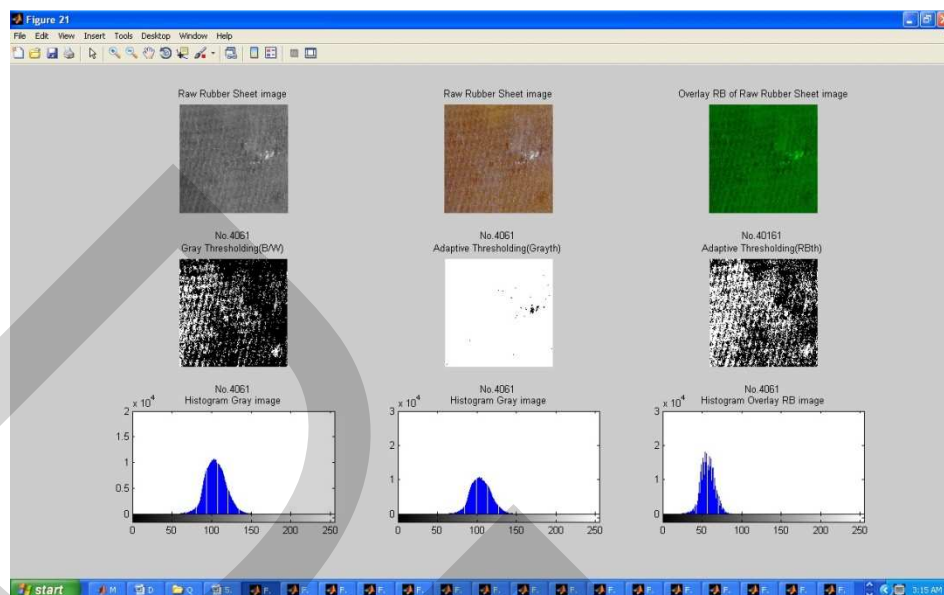
ภาพที่ ง.18 ผลการวิเคราะห์ภาพผลลัพธ์ใช้เทคนิคค่าเกณฑ์แบบปรับตัวที่นำเสนอของภาพหมายเลข 4052



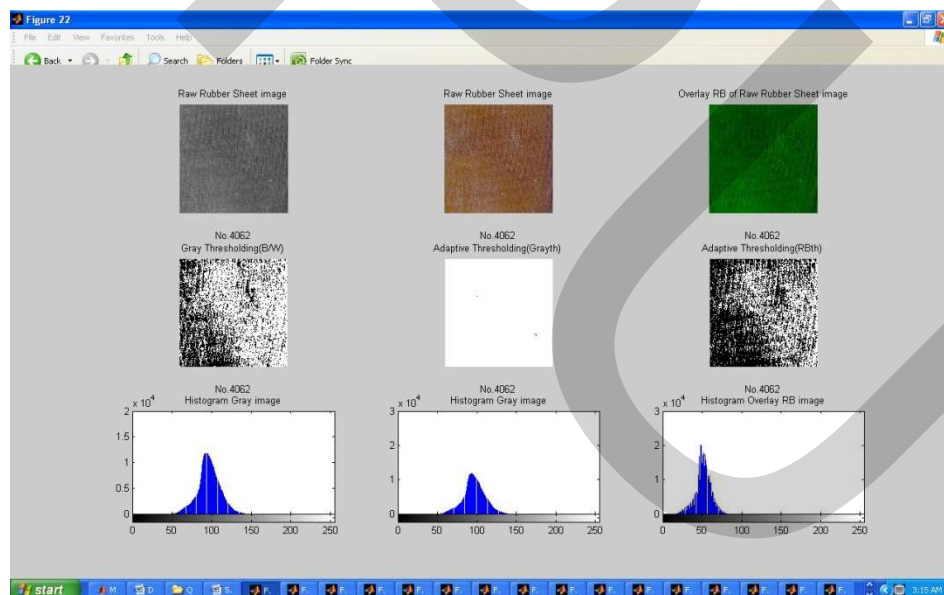
ภาพที่ ง.19 ผลการวิเคราะห์ภาพผลลัพท์ใช้เทคนิคค่าเกณฑ์แบบปรับตัวที่นำเสนอของภาพหมายเลข 4053



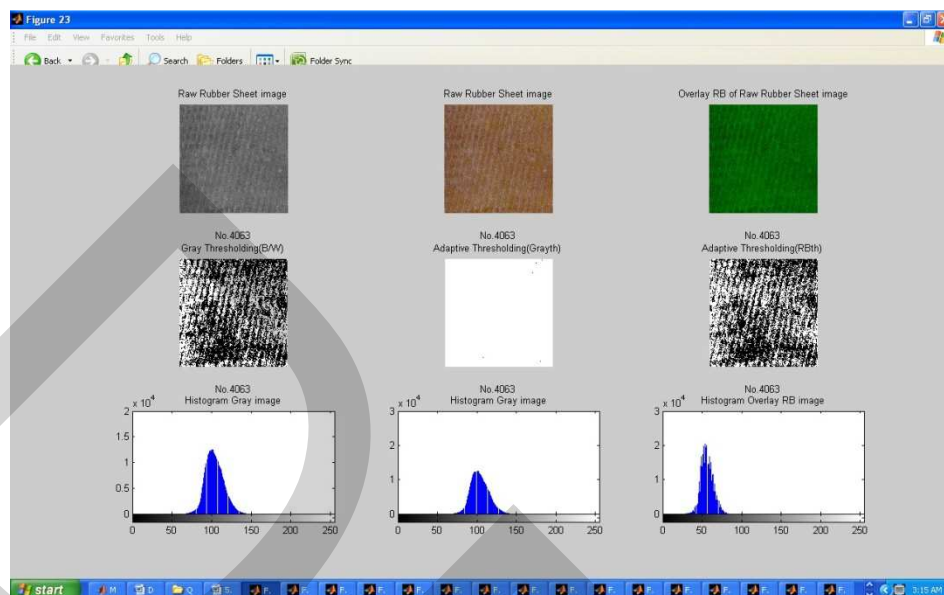
ภาพที่ ง.20 ผลการวิเคราะห์ภาพผลลัพท์ใช้เทคนิคค่าเกณฑ์แบบปรับตัวที่นำเสนอของภาพหมายเลข 4054



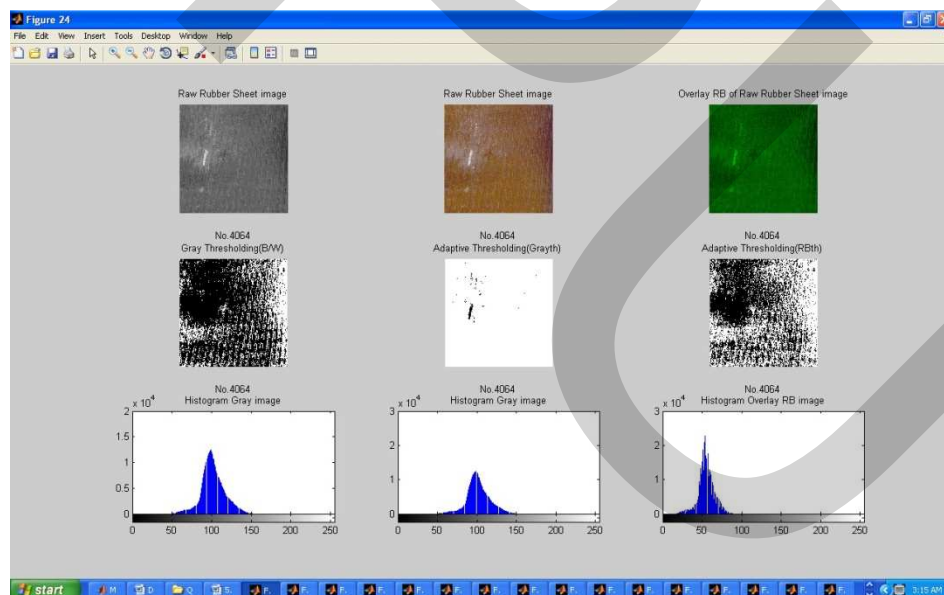
ภาพที่ ง.21 ผลการวิเคราะห์ภาพผลลัพท์ใช้เทคนิคค่าเกณฑ์แบบปรับตัวที่นำเสนอของภาพหมายเลข 4061



ภาพที่ ง.22 ผลการวิเคราะห์ภาพผลลัพท์ใช้เทคนิคค่าเกณฑ์แบบปรับตัวที่นำเสนอของภาพหมายเลข 4062

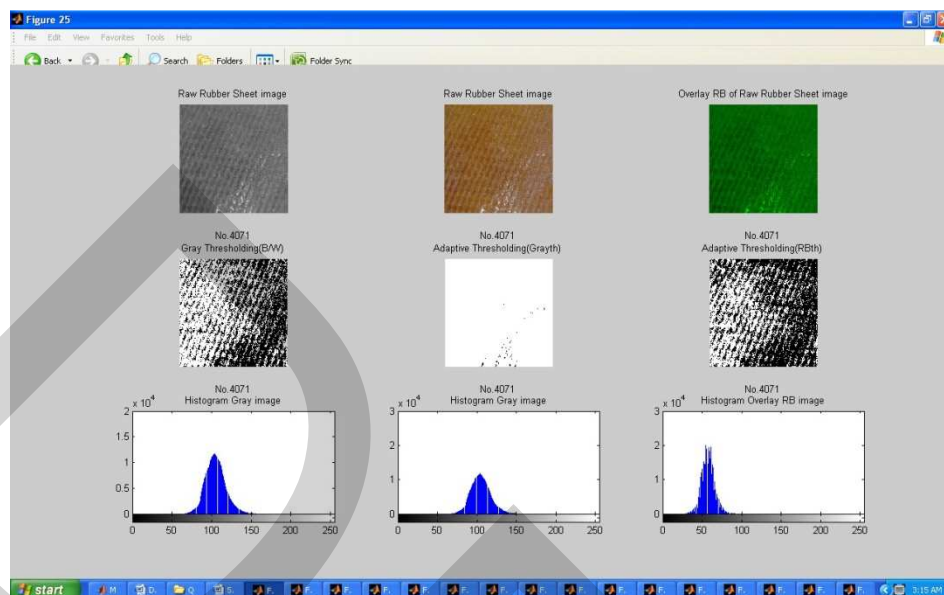


ภาพที่ ง.23 ผลการวิเคราะห์ภาพผลลัพท์ใช้เทคนิคค่าเกณฑ์แบบปรับตัวที่นำเสนอของภาพหมายเลข 4063

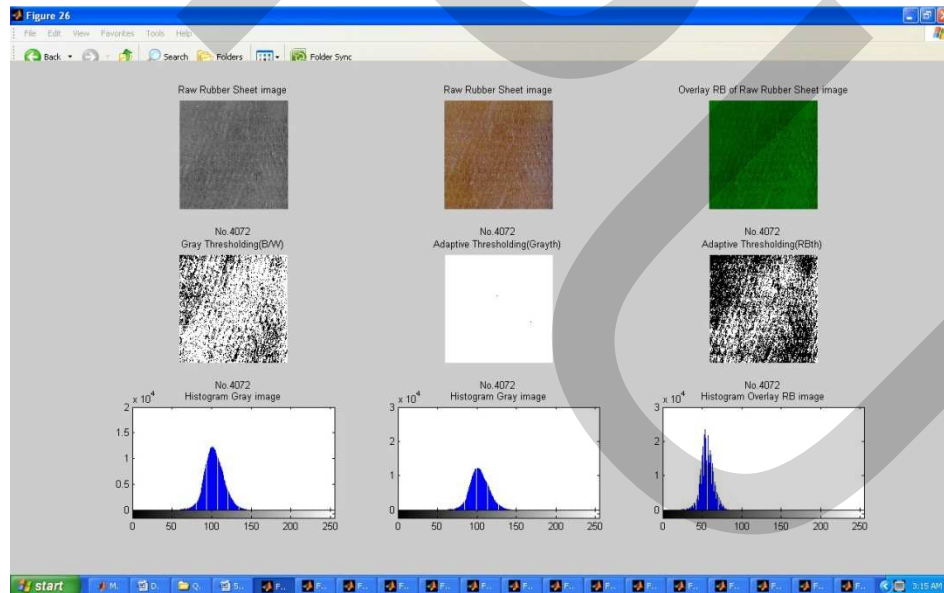


ภาพที่ ง.24 ผลการวิเคราะห์ภาพผลลัพท์ใช้เทคนิคค่าเกณฑ์แบบปรับตัวที่นำเสนอของภาพหมายเลข 4064



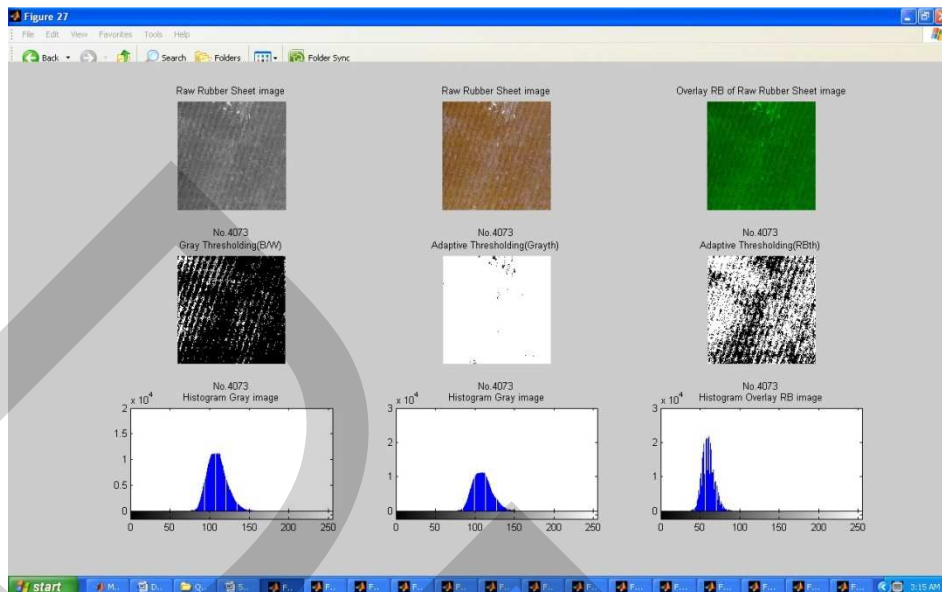


ภาพที่ ง.25 ผลการวิเคราะห์ภาพผลลัพ์ใช้เทคนิคค่าเกณฑ์แบบปรับตัวที่นำเสนอของภาพหมายเลข 4071

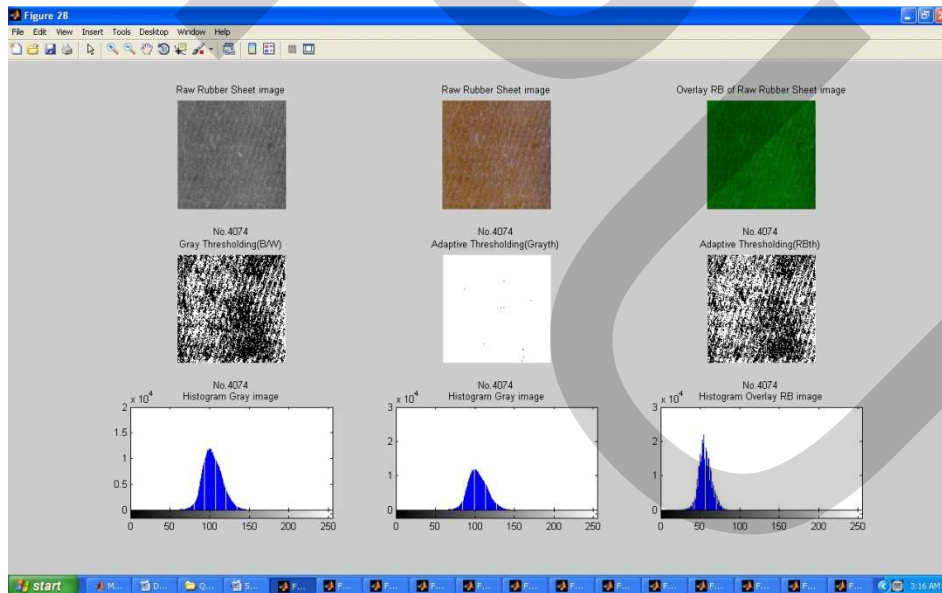


ภาพที่ ง.26 ผลการวิเคราะห์ภาพผลลัพ์ใช้เทคนิคค่าเกณฑ์แบบปรับตัวที่นำเสนอของภาพหมายเลข 4072

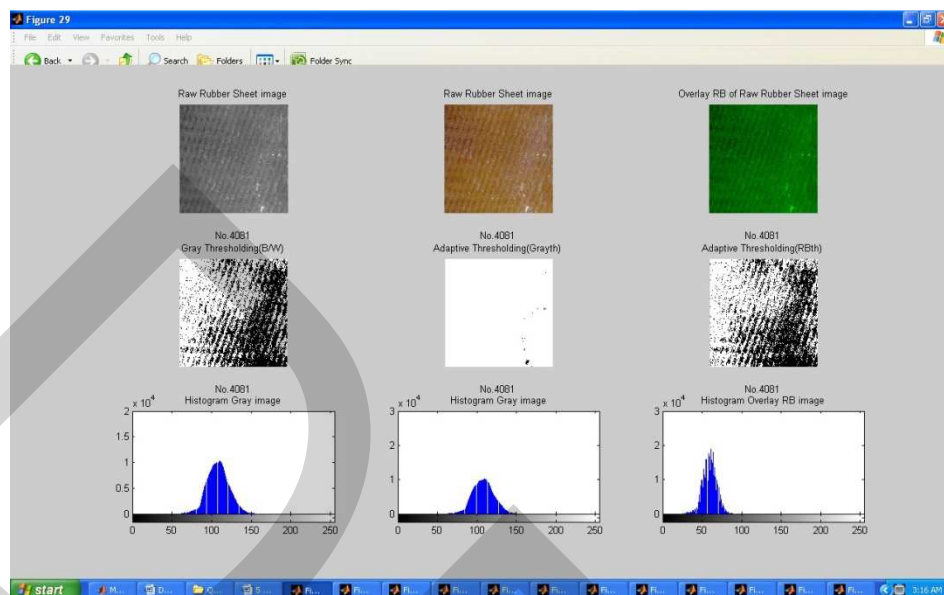




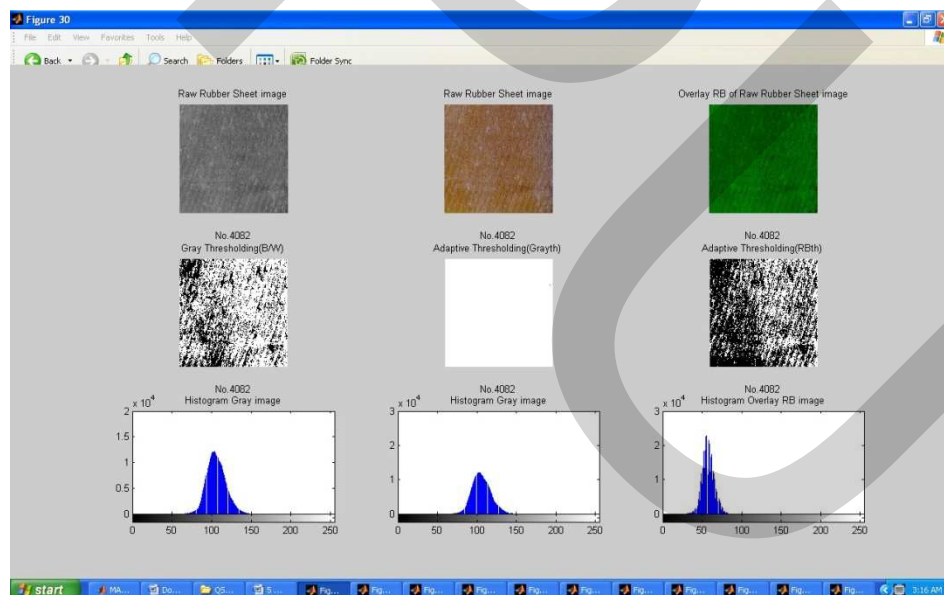
ภาพที่ ง.27 ผลการวิเคราะห์ภาพผลลัพท์ใช้เทคนิคค่าเกณฑ์แบบปรับตัวที่นำเสนอของภาพหมายเลข 4073



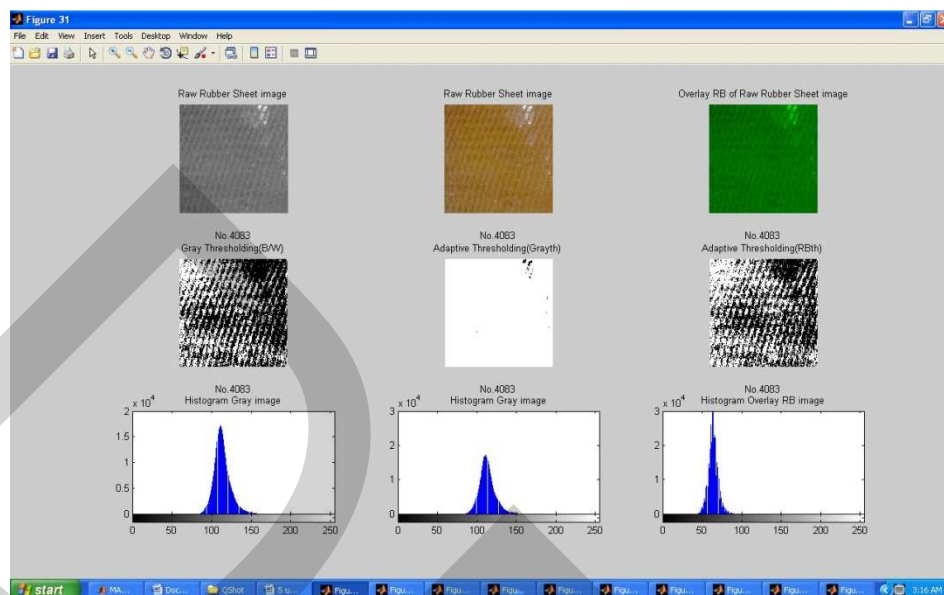
ภาพที่ ง.28 ผลการวิเคราะห์ภาพผลลัพท์ใช้เทคนิคค่าเกณฑ์แบบปรับตัวที่นำเสนอของภาพหมายเลข 4074



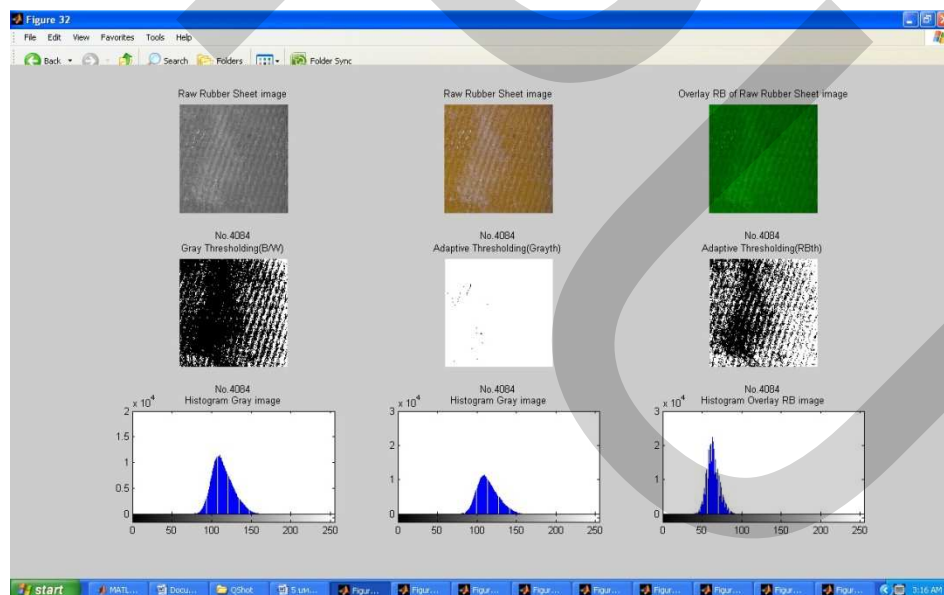
ภาพที่ ง.29 ผลการวิเคราะห์ภาพผลลัพธ์ใช้เทคนิคค่าเกณฑ์แบบปรับตัวที่นำเสนอของภาพหมายเลข 4081



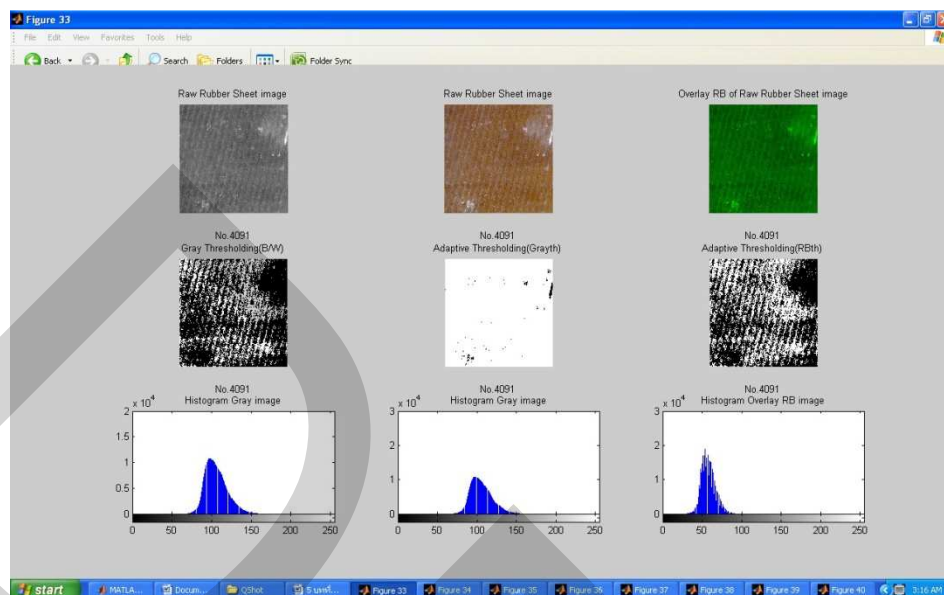
ภาพที่ ง.30 ผลการวิเคราะห์ภาพผลลัพธ์ใช้เทคนิคค่าเกณฑ์แบบปรับตัวที่นำเสนอของภาพหมายเลข 4082



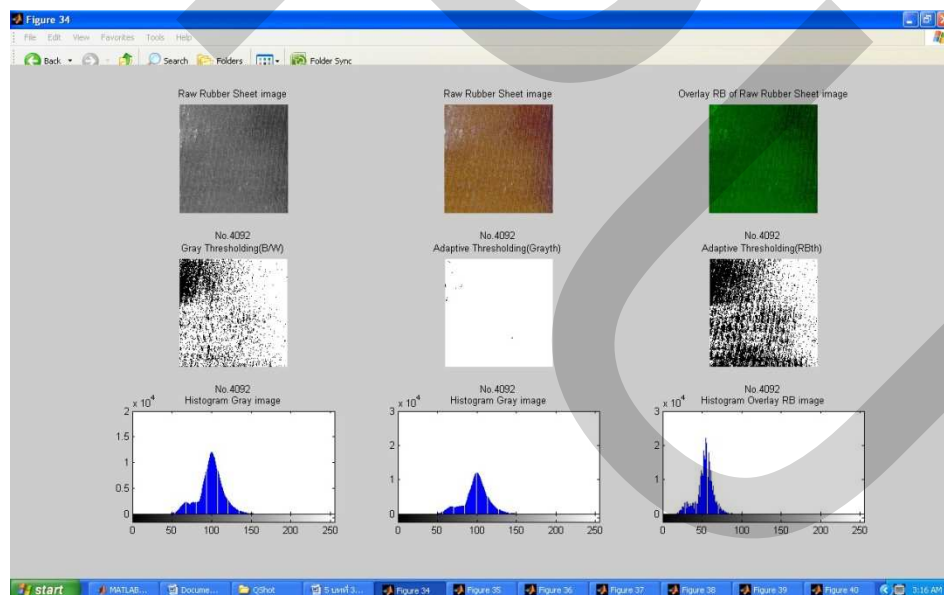
ภาพที่ ง.31 ผลการวิเคราะห์ภาพผลลัพท์ใช้เทคนิคค่าเกณฑ์แบบปรับตัวที่นำเสนอของภาพหมายเลข 4083



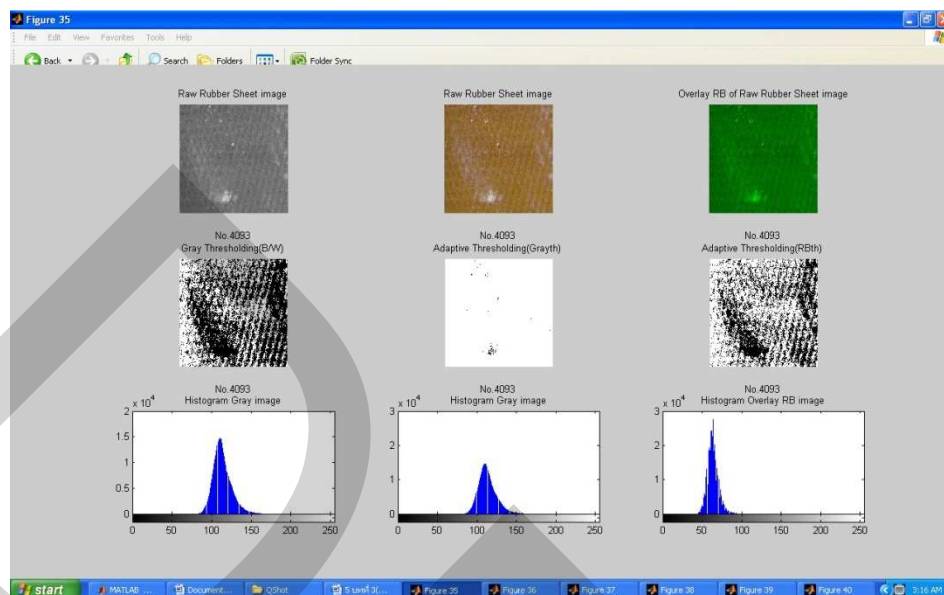
ภาพที่ ง.32 ผลการวิเคราะห์ภาพผลลัพท์ใช้เทคนิคค่าเกณฑ์แบบปรับตัวที่นำเสนอของภาพหมายเลข 4084



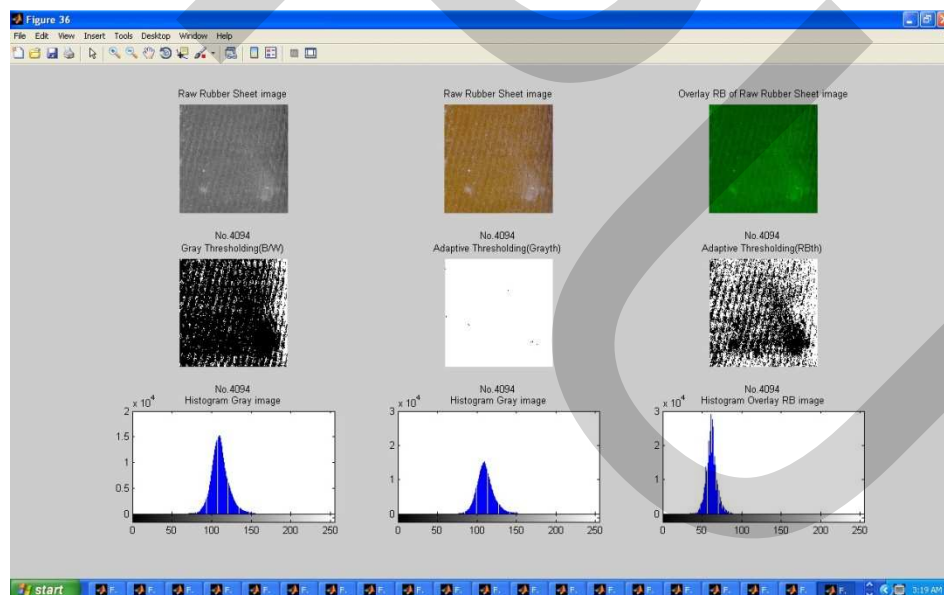
ภาพที่ ง.33 ผลการวิเคราะห์ภาพผลลัพธ์ใช้เทคนิคค่าเกณฑ์แบบปรับตัวที่นำเสนอของภาพหมายเลข 4091



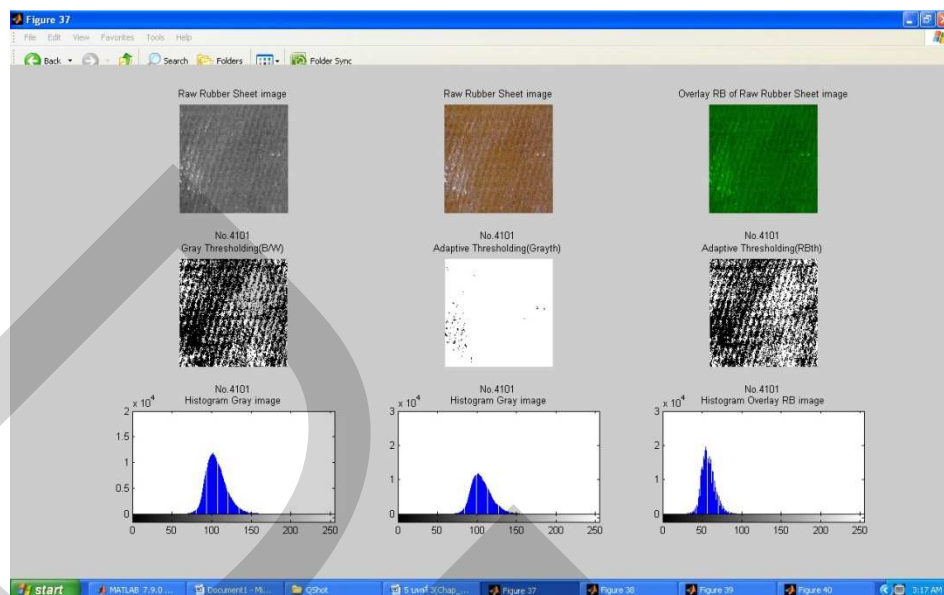
ภาพที่ ง.34 ผลการวิเคราะห์ภาพผลลัพธ์ใช้เทคนิคค่าเกณฑ์แบบปรับตัวที่นำเสนอของภาพหมายเลข 4092



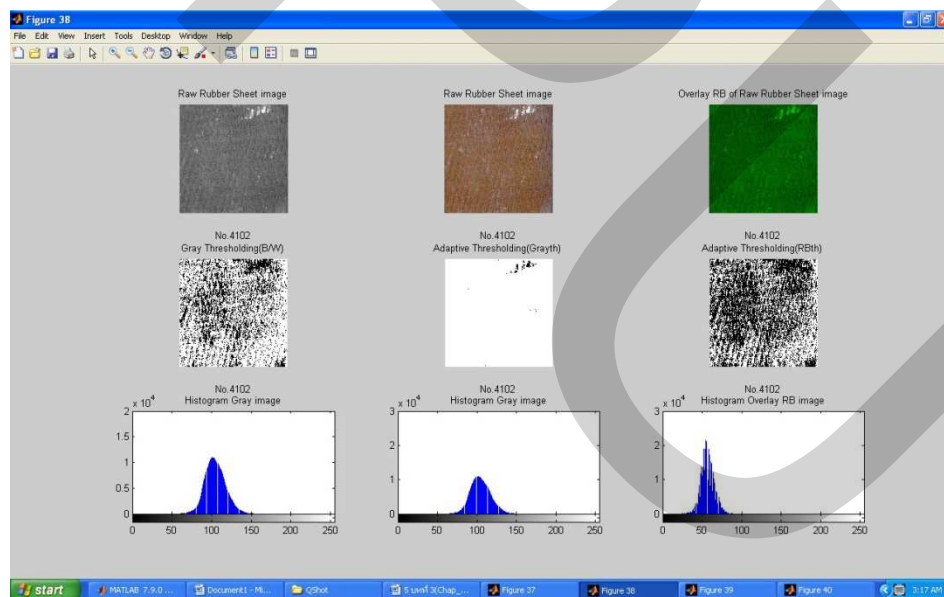
ภาพที่ 3.35 ผลการวิเคราะห์ภาพผลลัพท์ใช้เทคนิคค่าเกณฑ์แบบปรับตัวที่นำเสนอของภาพหมายเลข 4093



ภาพที่ 3.36 ผลการวิเคราะห์ภาพผลลัพท์ใช้เทคนิคค่าเกณฑ์แบบปรับตัวที่นำเสนอของภาพหมายเลข 4094

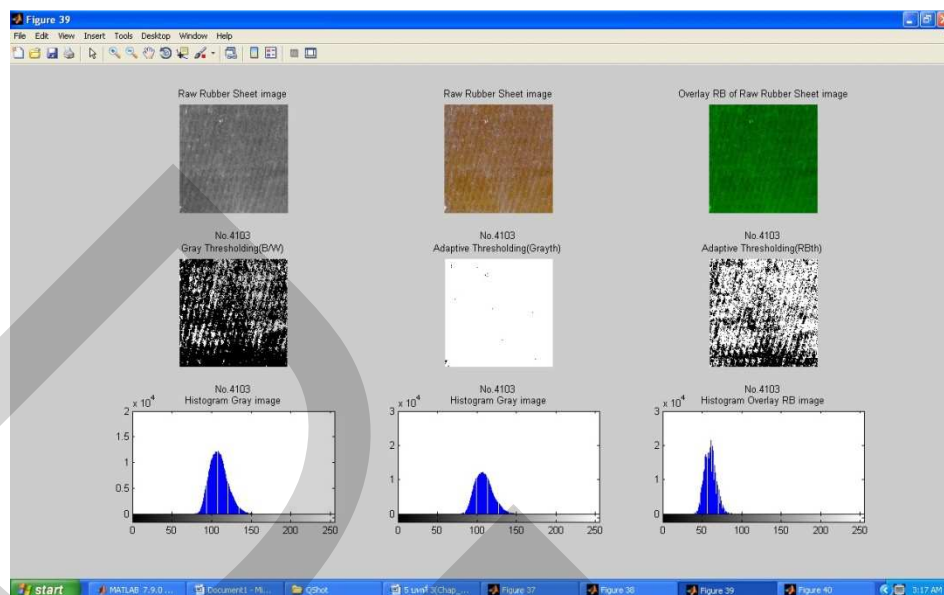


ภาพที่ ง.37 ผลการวิเคราะห์ภาพผลลัพท์ใช้เทคนิคค่าเกณฑ์แบบปรับตัวที่นำเสนอของภาพหมายเลข 4101

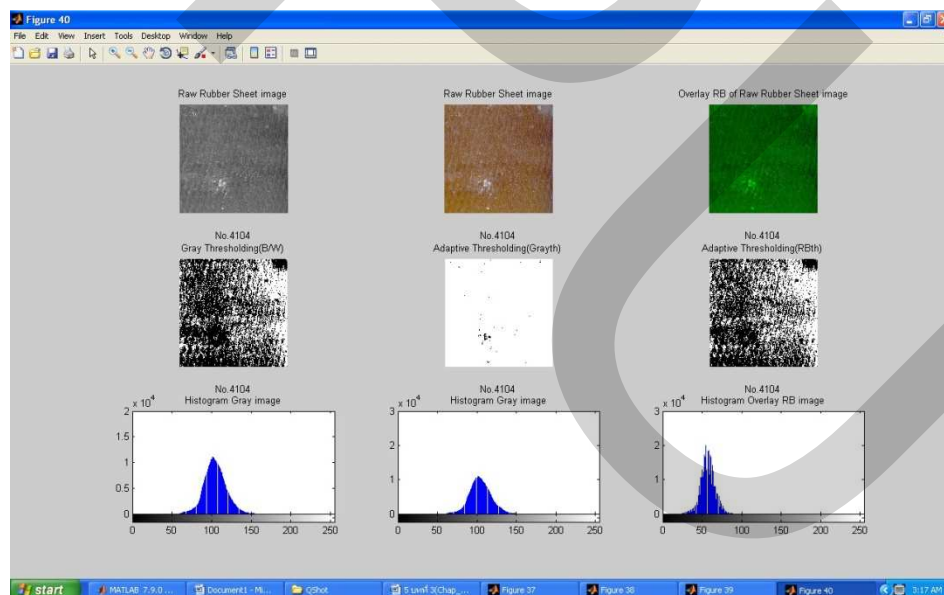


ภาพที่ ง.38 ผลการวิเคราะห์ภาพผลลัพท์ใช้เทคนิคค่าเกณฑ์แบบปรับตัวที่นำเสนอของภาพหมายเลข 4102





ภาพที่ ง.39 ผลการวิเคราะห์ภาพผลลัพท์ใช้เทคนิคค่าเกณฑ์แบบปรับตัวที่นำเสนอของภาพหมายเลข 4103



ภาพที่ ง.40 ผลการวิเคราะห์ภาพผลลัพท์ใช้เทคนิคค่าเกณฑ์แบบปรับตัวที่นำเสนอของภาพหมายเลข 4104



## ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล

อนิรุทธิ์ นุ่นแก้ว

วัน เดือน ปีเกิด

5 ธันวาคม 2520

ประวัติการศึกษา

สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า  
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต  
2544

ตำแหน่งและสถานที่

ครูปฏิบัติการ ภาควิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์  
มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต

ทำงานปัจจุบัน

รับทุนสนับสนุนพัฒนาบุคลากร

ทุนการศึกษา

จากมหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต ปี 2550

เพื่อศึกษาต่อระดับปริญญาโท

ผลงานทางวิชาการ

นำเสนอบทความวิชาการเรื่อง “วิธีการกำจัดเริ่ม  
องค์ประกอบภาพสำหรับการคัดเกรดภาพแผ่นยางดิบ”  
ในการประชุมวิชาการทางวิศวกรรมศาสตร์  
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ครั้งที่ 9 (PEC-9)  
วันที่ 2-3 พฤษภาคม 2554