ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

การประมวลผลภาพสำหรับการตรวจจับความสมบูรณ์ของเมล็ดข้าวขาว

Image Processing Techniques for Detecting White Rice Completeness

นางสาวณัฐธิดา จรัสกำจรกุล รหัส 49370968

นางสาวรัตนา ปานเพชร รหัส 49371279

นางสาวอทิตยา โป๊ะอ้น รหัส 49371446

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์

วันที่รับ 19 มี.ค. 2555

เลขทะเบียน 15755384

เลขเรียกหนังสือ ปร.

ณ432 ก

2553

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ปีการศึกษา 2553

ใบรับรองโครงงานวิศวกรรม

หัวข้อโครงงาน	**การประมวลผลภาพสำหรับตรวจจับความสมบูรณ์ของเม็ดข้าว**		
ผู้ดำเนินโครงงาน	นางสาวณัฐธิดา	จรัสกำจรกุล	รหัส 49360968
	นางสาวรัตนา	ปานเพชร	รหัส 49371279
	นางสาวอทิตยา	โป๊ะอ้น	รหัส 49371446
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุชาติ แย้มเม่น		
สาขาวิชา	วิศวกรรมคอมพิวเตอร์		
ภาควิชา	วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์		
ปีการศึกษา	2553		

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อนุมัติให้โครงงานฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

คณะกรรมการสอบโครงงานวิศวกรรม

....ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุชาติ แย้มเม่น)

....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ไพศาล มุณีสว่าง)

....กรรมการ
(อาจารย์เศรษฐา ตั้งค้าวานิช)

หัวข้อโครงงาน	เทคนิคการประมวลผลภาพสำหรับตรวจจับความสมบูรณ์ของเมล็ดข้าวขาว
ผู้ดำเนินโครงงาน	นางสาวณัฐธิดา จรัสกำจรกูล รหัส 49370968
	นางสาวรัตนา ปานเพชร รหัส 49371279
	นางสาวอทิตยา โป๊ะอ้น รหัส 49371446
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุชาติ แย้มเม่น
สาขาวิชา	วิศวกรรมคอมพิวเตอร์
ภาควิชา	วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์
ปีการศึกษา	2553

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของโครงงานนี้ คือ การพัฒนาอัลกอริทึมและโปรแกรมแม็ทแล็ปที่ใช้สำหรับการตรวจจับความสมบูรณ์ของเมล็ดข้าวขาวด้วยการใช้เทคนิคประมวลผลภาพแทนวิธีเดิมซึ่งใช้สายตาของผู้เชี่ยวชาญ

จากผลการทดสอบการใช้โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นในการตรวจสอบความสมบูรณ์ของเมล็ดข้าวขาวซึ่งได้รับจากภาพถ่ายดิจิทัลจำนวน 800 ภาพ พบว่า มีค่าความผิดพลาดของโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นในการตรวจสอบความสมบูรณ์ของเมล็ดข้าวขาวอยู่ระหว่าง 5% ถึง 10%

คำสำคัญ: การประมวลผลภาพ, ความสมบูรณ์ของเมล็ดข้าวขาว

Project Title	Image Processing techniques for deteching white rice completeness
Name	Miss Natthida Jaruskamjornkul ID. 49370968
	Miss Ruttana Panpet ID. 49371279
	Miss Atitaya Po - aon ID. 49371446
Project Advisor	Assistant Professor Suchart Yammen, Ph.D.
Major	Computer Engineering
Department	Electrical and computer Engineering
Academic Year	2010

ABSTRACT

The objective of this project was to develop an algorithm and a MATLAB program that was used for detecting white rice completeness by using image processing technique instead of the previous method that uses the eyes of experts.

According to the experiment results of using the developed program to detect white rice completeness received from 800 digital images, it found that the error value of the developed program to verify the white rice completeness was between 5% and 10%.

Keywords: Image processing, white rice completeness

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์เทคนิคการประมวลผลภาพสำหรับตรวจจับความสมบูรณ์ของเมล็ดข้าวนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความกรุณาจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุชาติ แย้มเม่น อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ซึ่งเป็นที่ปรึกษาหลักของโครงงานนี้ และอาจารย์ที่ปรึกษาร่วมอีก 2 ท่าน คือ รองศาสตราจารย์ ดร.ไพศาล มุณีสว่าง อาจารย์เศรษฐา ตั้งค้าวานิช ที่ได้เสียสละเวลาและความเอื้อเฟื้อ เพื่อประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้แก่ผู้ดำเนินโครงงาน อีกทั้งยังคอยช่วยแก้ไขปัญหาในการปฏิบัติงาน

ขอขอบคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุชาติ แย้มเม่น ที่ให้ความรู้ คำปรึกษา คำแนะนำต่างๆ และขอขอบคุณอาจารย์อีก 2 ท่านที่เป็นที่ปรึกษาร่วม คือ รองศาสตราจารย์ ดร.ไพศาล มุณีสว่าง อาจารย์เศรษฐา ตั้งค้าวานิช ที่ให้คำแนะนำและแนวทางในการดำเนินงานเป็นอย่างดี

นางสาวณัฐธิดา จรัสกำจรกูล
นางสาวรัตนา ปานเพชร
นางสาวอทิตยา โป๊ะอ้น

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย........ ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ .... ข
กิตติกรรมประกาศ .... ค
สารบัญ .... ง
สารบัญตาราง .... ฉ
สารบัญรูป .... ช

บทที่ 1 บทนำ
1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงงาน 1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน 1
1.3 ขอบข่ายโครงงาน 1
1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน 1
1.5 ผลที่คาดหวัง 2
1.6 งบประมาณ 2

บทที่ 2 หลักการและทฤษฎี
2.2 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับโครงงาน 3
2.2.1 ระบบสี RGB........3
2.2.1.1 พิกเซล (Pixel)........3
2.2.1.2 ค่าระดับเทา (Gray-level value)........3
2.2.1.3 ค่าสองระดับ........4
2.2.1.4 ฮีสโตแกรม (Histogram)........4
2.2.2 การหาขอบภาพ (Edge detection) 4
2.2.2.1 วิธีโซเบล........4
2.2.2.2 วิธีการตามขอบภาพ (Edge following method)........4
2.2.3 เทคนิคการรู้จำภาพ (Image recognition technique)........4

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

บทที่ 3 วิธีดำเนินโครงงาน
3.2 ขั้นตอนการดำเนินการ 6
3.3 กระบวนการคำนวณ 16
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิเคราะห์ข้อมูล
4.1 ผลการทดลองขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น....18
4.2 การทดลองโปรแกรม....21
บทที่ 5 บทสรุป
5.1 สรุปผลการทดลอง 24
5.2 ปัญหาในการทำงานและแนวทางแก้ไข 24
5.3 ข้อเสนอแนะและแนวทางสำหรับการพัฒนา 24
เอกสารอ้างอิง 25
ภาคผนวก ก....26
ภาคผนวก ข....60
ภาคผนวก ค....109
ประวัติผู้เขียนโครงงาน....116

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1.1 ขั้นตอนการดำเนินการ 2

ก.1 ผลการทดลองสำหรับภาพข้าวขาวแบบหนึ่งเมล็ด ภาพที่ 1-23..........26

ก.1 ผลการทดลองสำหรับภาพข้าวขาวแบบหนึ่งเมล็ด ภาพที่ 24-48..........27

ก.1 ผลการทดลองสำหรับภาพข้าวขาวแบบหนึ่งเมล็ด ภาพที่ 49-72..........28

ก.1 ผลการทดลองสำหรับภาพข้าวขาวแบบหนึ่งเมล็ด ภาพที่ 73-96..........29

ก.1 ผลการทดลองสำหรับภาพข้าวขาวแบบหนึ่งเมล็ด ภาพที่ 97-120..........30

ก.1 ผลการทดลองสำหรับภาพข้าวขาวแบบหนึ่งเมล็ด ภาพที่ 121-144..........31

ก.1 ผลการทดลองสำหรับภาพข้าวขาวแบบหนึ่งเมล็ด ภาพที่ 145-168..........32

ก.1 ผลการทดลองสำหรับภาพข้าวขาวแบบหนึ่งเมล็ด ภาพที่ 169-192..........33

ก.1 ผลการทดลองสำหรับภาพข้าวขาวแบบหนึ่งเมล็ด ภาพที่ 193-216..........34

ก.1ผลการทดลองสำหรับภาพข้าวขาวแบบหนึ่งเมล็ด ภาพที่ 217-240..........35

ก.1 ผลการทดลองสำหรับภาพข้าวขาวแบบหนึ่งเมล็ด ภาพที่ 241-264..........36

ก.1 ผลการทดลองสำหรับภาพข้าวขาวแบบหนึ่งเมล็ด ภาพที่ 265-288..........37

ก.1 ผลการทดลองสำหรับภาพข้าวขาวแบบหนึ่งเมล็ด ภาพที่ 289-312..........38

ก.1 ผลการทดลองสำหรับภาพข้าวขาวแบบหนึ่งเมล็ด ภาพที่ 313-336..........39

ก.1 ผลการทดลองสำหรับภาพข้าวขาวแบบหนึ่งเมล็ด ภาพที่ 337-360..........40

ก.1 ผลการทดลองสำหรับภาพข้าวขาวแบบหนึ่งเมล็ด ภาพที่ 361-384..........41

ก.1 ผลการทดลองสำหรับภาพข้าวขาวแบบหนึ่งเมล็ด ภาพที่ 385-408..........42

ก.1 ผลการทดลองสำหรับภาพข้าวขาวแบบหนึ่งเมล็ด ภาพที่ 409-432..........43

ก.1 ผลการทดลองสำหรับภาพข้าวขาวแบบหนึ่งเมล็ด ภาพที่ 433-456..........44

ก.1 ผลการทดลองสำหรับภาพข้าวขาวแบบหนึ่งเมล็ด ภาพที่ 457-480..........45

ก.1 ผลการทดลองสำหรับภาพข้าวขาวแบบหนึ่งเมล็ด ภาพที่ 481-500..........46

ก.2 ผลการทดลองสำหรับภาพข้าวขาวแบบกลุ่ม ภาพที่ 1-25 47

ก.2 ผลการทดลองสำหรับภาพข้าวขาวแบบกลุ่ม ภาพที่ 26-49 48

ก.2 ผลการทดลองสำหรับภาพข้าวขาวแบบกลุ่ม ภาพที่ 50-73..........49

ก.2 ผลการทดลองสำหรับภาพข้าวขาวแบบกลุ่ม ภาพที่ 74-97..........50

ก.2 ผลการทดลองสำหรับภาพข้าวขาวแบบกลุ่ม ภาพที่ 98-121 51

ก.2 ผลการทดลองสำหรับภาพข้าวขาวแบบกลุ่ม ภาพที่ 122-145..........52

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่ หน้า

ก.2 ผลการทดลองสำหรับภาพข้าวขาวแบบกลุ่ม ภาพที่ 146-169....................................53
ก.2 ผลการทดลองสำหรับภาพข้าวขาวแบบกลุ่ม ภาพที่ 170-193....................................54
ก.2 ผลการทดลองสำหรับภาพข้าวขาวแบบกลุ่ม ภาพที่ 194-218....................................55
ก.2 ผลการทดลองสำหรับภาพข้าวขาวแบบกลุ่ม ภาพที่ 219-243.................................... 56
ก.2 ผลการทดลองสำหรับภาพข้าวขาวแบบกลุ่ม ภาพที่ 244-267....................................57
ก.2 ผลการทดลองสำหรับภาพข้าวขาวแบบกลุ่ม ภาพที่ 268-291....................................58
ก.2 ผลการทดลองสำหรับภาพข้าวขาวแบบกลุ่ม ภาพที่ 292-300....................................59

มหาวิทยาลัยนเรศวร

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

3.1 รูปที่ผ่านอัลกอริทึมส่วนของการปรับปรุงภาพ........8

3.2 การกำหนดจุดแรกและจุดที่สอง........8

3.3 แสดงการไล่จุดบนขอบภาพ........9

3.4 แสดงจุดที่สั้นที่สุดและยาวที่สุด........9

3.5 การนำกระดาษขนาด 2 x 0.1 เซนติเมตร วางบนพื้นหลังภาพถ่าย........9

3.6 โครงสร้างการทำงานของโปรแกรม........11

3.7 ค่าความสูง ความกว้างของเมล็ดข้าวตามลำดับ ที่ผ่านอัลกอริทึมหลักของโปรแกรม........12

3.8 การนำกระดาษขนาด 2 x 0.1 เซนติเมตรวางบนพื้นหลังบริเวณใกล้เคียงข้าวขาว........13

3.9 แสดงจุดที่สั้นที่สุดและยาวที่สุด........13

3.10 แสดงการออกแบบ GUI ในการสร้างปุ่ม Video และปุ่ม Picture........14

3.11 แสดงการออกแบบ GUI เมื่อมีการกดปุ่ม Video........14

3.12 แสดงการออกแบบ GUI เมื่อมีการกดปุ่ม Picture........15

3.13 แสดงการออกแบบ GUI เมื่อมีการกดปุ่ม Processing........15

3.14 กระบวนการคำนวณ........16

4.1 แสดงหน้าต่างการเลือกรูปแบบการนำภาพเข้า........19

4.2 แสดงการจับภาพจากกล้องVideo........19

4.3 แสดงการนำภาพเข้าโดยเรียกภาพจาก file........20

4.4 แสดงการกดปุ่ม Processing เพื่อประมวลผลภาพ........21

4.5 ตัวอย่างการวัดเวอร์เนียร์ คาลิเปอร์........22

ข.1 ภาพข้าวขาวข้าว 1 เมล็ด ภาพที่ 1- 15........60

ข.2 ภาพข้าวขาวข้าว 1 เมล็ด ภาพที่ 46-60........61

ข.3 ภาพข้าวขาวข้าว 1 เมล็ด ภาพที่ 61-75........62

ข.4 ภาพข้าวขาวข้าว 1 เมล็ด ภาพที่ 76-90........63

ข.5 ภาพข้าวขาวข้าว 1 เมล็ด ภาพที่ 91-105........64

ข.6 ภาพข้าวขาวข้าว 1 เมล็ด ภาพที่ 106-120........65

ข.7 ภาพข้าวขาวข้าว 1 เมล็ด ภาพที่ 121-135........66

ข.8 ภาพข้าวขาวข้าว 1 เมล็ด ภาพที่ 136-150........67

ข.9 ภาพข้าวขาวข้าว 1 เมล็ด ภาพที่ 151-165........68

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

ข.10 ภาพข้าวขาวข้าว 1 เมล็ด ภาพที่ 166-180......69
ข.11 ภาพข้าวขาวข้าว 1 เมล็ด ภาพที่ 181-195......70
ข.12 ภาพข้าวขาวข้าว 1 เมล็ด ภาพที่ 196-210......71
ข.13 ภาพข้าวขาวข้าว 1 เมล็ด ภาพที่ 211-225......72
ข.14 ภาพข้าวขาวข้าว 1 เมล็ด ภาพที่ 226-240......73
ข.15 ภาพข้าวขาวข้าว 1 เมล็ด ภาพที่ 241-255......74
ข.16 ภาพข้าวขาวข้าว 1 เมล็ด ภาพที่ 256-270......75
ข.17 ภาพข้าวขาวข้าว 1 เมล็ด ภาพที่ 271-285......76
ข.18 ภาพข้าวขาวข้าว 1 เมล็ด ภาพที่ 286-300......77
ข.19 ภาพข้าวขาวข้าว 1 เมล็ด ภาพที่ 301-315......78
ข.20 ภาพข้าวขาวข้าว 1 เมล็ด ภาพที่ 316-330......79
ข.21 ภาพข้าวขาวข้าว 1 เมล็ด ภาพที่ 331-345......80
ข.22 ภาพข้าวขาวข้าว 1 เมล็ด ภาพที่ 346-360......81
ข.23 ภาพข้าวขาวข้าว 1 เมล็ด ภาพที่ 361-375......82
ข.24 ภาพข้าวขาวข้าว 1 เมล็ด ภาพที่ 376-390......83
ข.25 ภาพข้าวขาวข้าว 1 เมล็ด ภาพที่ 391-405......84
ข.26 ภาพข้าวขาวข้าว 1 เมล็ด ภาพที่ 421-435......85
ข.27 ภาพข้าวขาวข้าว 1 เมล็ด ภาพที่ 436-450......86
ข.28 ภาพข้าวขาวข้าว 1 เมล็ด ภาพที่ 451-465......87
ข.29 ภาพข้าวขาวข้าว 1 เมล็ด ภาพที่ 466-480......88
ข.30 ภาพข้าวขาวข้าว 1 เมล็ด ภาพที่ 481-495......89
ข.31 ภาพข้าวขาวข้าว 1 เมล็ด ภาพที่ 496-500......90
ข.2 ภาพข้าวขาว 100 % ภาพที่ 16 -30......91
ข.3 ภาพข้าวขาว 100 % ภาพที่ 31 – 45......92
ข.4 ภาพข้าวขาว 100 % ภาพที่ 46 – 60......93
ข.5 ภาพข้าวขาว 100 % ภาพที่ 61 -75......94
ข.6 ภาพข้าวขาว 100 % ภาพที่ 76 -90......95
ข.7 ภาพข้าวขาว 100 % ภาพที่ 91 -100......96

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

ข.2 ภาพข้าวขาว 10 % ภาพที่ 16 – 30 97
ข.3 ภาพข้าวขาว 10 % ภาพที่ 31 – 45 98
ข.4 ภาพข้าวขาว 10 % ภาพที่ 46 – 60 99
ข.5 ภาพข้าวขาว 10 % ภาพที่ 61 – 75 100
ข.6 ภาพข้าวขาว 10 % ภาพที่ 76 – 90 101
ข.7 ภาพข้าวขาว 10 % ภาพที่ 91 – 100 102
ข.2 ภาพข้าวขาว 5% ภาพที่ 16 – 30 103
ข.3 ภาพข้าวขาว 5% ภาพที่ 31 – 45 104
ข.4 ภาพข้าวขาว 5% ภาพที่ 46 – 60 105
ข.5 ภาพข้าวขาว 5% ภาพที่ 61 – 75 106
ข.6 ภาพข้าวขาว 5% ภาพที่ 76 – 90 107
ข.7 ภาพข้าวขาว 5% ภาพที่ 91 - 100 108

มหาวิทยาลัยนเรศวร

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

จากอดีตจนถึงปัจจุบันสถานประกอบการโรงสีข้าวได้มีวิธีการคัดแยกประเภทข้าวขาวโดยใช้ผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบคุณภาพข้าวขาวด้วยตาเปล่าเพื่อดูสัดส่วนและลักษณะความสมบูรณ์ของข้าวขาวว่าเป็นชนิดตามเกณฑ์มาตรฐานข้าวไทยของกระทรวงพาณิชย์แห่งประเทศไทย โดยข้าวขาวชนิดดี จะมีราคาสูง หากผู้เชี่ยวชาญประเมินคุณภาพข้าวขาวผิดพลาด อาจทำให้เกิดผลเสียหายหรือการเอารัดเอาเปรียบกับชาวนาได้ จากปัญหาดังกล่าวข้างต้น คณะผู้วิจัย จึงได้มีแนวคิดออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจจับความสมบูรณ์ของข้าวขาวเพื่อเพิ่มความถูกต้องและน่าเชื่อถือให้กับการตรวจสอบคุณภาพข้าวขาวระหว่างผู้ประกอบการกับชาวนา

1.2 วัตถุประสงค์

เพื่อออกแบบและพัฒนาโปรแกรมที่ใช้สำหรับการตรวจจับความสมบูรณ์ของเมล็ดข้าวขาวด้วยเทคนิคการประมวลผลภาพ

1.3 ขอบข่ายโครงงาน

1.3.1 ภาพถ่ายเมล็ดข้าวขาวที่นำมาใช้ในการทดลอง มีเมล็ดข้าวไม่ติดกันหรือทับกัน

1.3.2 การวัดความสมบูรณ์ของเมล็ดข้าวจะใช้เกณฑ์พื้นข้าวตามมาตรฐานข้าวไทย พ.ศ. 2540

1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1.4.1 ศึกษาข้อมูลข้าวขาวและมาตรฐานข้าวขาว

1.4.2 ศึกษาทฤษฎีการประมวลผลภาพและตรวจจับภาพ

1.4.3 เก็บข้อมูลตัวอย่างข้าวขาว

1.4.4 ศึกษาขั้นตอนการตรวจจับความสมบูรณ์ของเมล็ดข้าว

1.4.5 ออกแบบและพัฒนาโปรแกรมที่ใช้ในการตรวจจับความสมบูรณ์ของเมล็ดข้าว

1.4.6 ผลการทดลองและวิเคราะห์ผลการทดลอง

1.4.7 สรุปผลการทดลองและจัดทำรูปเล่ม

โดยสามารถสรุประยะเวลาดำเนินงานแต่ละขั้นตอนตามกิจกรรมในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ระยะเวลาและกิจกรรมในการดำเนินโครงงาน

กิจกรรม	พ.ศ. 2552							พ.ศ. 2553		
	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.
1)ศึกษาข้อมูลข้าว	↔	↔								
2)ศึกษามาตรฐานข้าว	↔	↔								
3)ศึกษาทฤษฎีการประมวลผลภาพ		↔	↔							
4)ศึกษาทฤษฎีการตรวจจับภาพ		↔	↔							
5)เก็บข้อมูลตัวอย่าง			↔							
6)ศึกษาวิธีการวัดความสมบูรณ์เมล็ดข้าว				↔	↔	↔	↔	↔		
7)ออกแบบและพัฒนาโปรแกรม								↔	↔	
8)ทำการทดลองและวิเคราะห์การทดลอง								↔	↔	
9)สรุปผลการทดลองและจัดทำรูปเล่ม										↔

1.5 ผลที่คาดหวัง

1.5.1 เพื่อให้ผู้ที่สนใจศึกษาเทคนิคการประมวลผลภาพนำไปประยุกต์ใช้และพัฒนาต่อ

1.5.2 เพื่อสร้างเครือข่าย สร้างความสัมพันธ์กับผู้ประกอบการโรงสีข้าว ในเรื่องมาตรฐานข้าว

1.5.3 นิสิตปริญญาตรีผู้ทำโครงงานมีความรู้เกี่ยวกับการประมวลผลภาพเพิ่มมากขึ้น

1.6 งบประมาณ

1.6.1 ค่าถ่ายเอกสาร จำนวน 1,000 บาท

1.6.2 ค่าวัสดุอุปกรณ์ จำนวน 1,000 บาท

1.6.3 ค่าใช้จ่ายเบ็ดเตล็ด จำนวน 1,000 บาท

รวม 3,000 บาท

บทที่ 2
หลักการและทฤษฎี

2.1 บทนำ

ในการพัฒนาโปรแกรมเพื่อการประมวลผลภาพสำหรับการตรวจจับความสมบูรณ์ของเมล็ดข้าว คณะผู้จัดทำโครงงานนี้ได้ทำการศึกษาบทความที่เกี่ยวข้องกับการประมวลผลภาพจากผู้เชี่ยวชาญ อาทิเช่น เทคนิคการจับคู่ภาพ (Image Matching) เทคนิคการรู้จำภาพ (Image Recognition) และการจับภาพโดยใช้โปรแกรมโอเพนซีวี (Open CV program) เป็นต้น โดยโครงงานนี้ ได้เลือกใช้เทคนิคการรู้จำภาพในการคำนวณหาค่าความสูง ความกว้างของเมล็ดข้าวจากภาพ

2.2 ความรู้พื้นฐาน

การออกแบบและพัฒนาโปรแกรมที่ใช้ในการตรวจจับความสมบูรณ์ของเมล็ดข้าว (Image processing techniques for detecting White rice completeness) ในโครงงานนี้ได้ตรวจจับความสมบูรณ์ของข้าวขาวจากลักษณะพื้นข้าว โดยพิจารณาเฉพาะ ความสูงและความกว้างเมล็ดข้าว ดังนั้นการที่จะออกแบบและพัฒนาโปรแกรมดังกล่าวขึ้นมาได้ และสามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพที่สมบูรณ์นั้น จำเป็นต้องมีความรู้พื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินโครงงาน ดังนี้

2.2.1 ระบบสี RGB

ระบบสี RGB (Red-green-blue color system) เกิดจากการรวมกันของแสงสีแดง เขียว และน้ำเงิน โดยทั่วไป จะนำระบบสี RGB มาใช้ในจอภาพแบบ CRT (Cathode Ray Tube Monitor) และโมเดลสี (Color space) ประกอบด้วย 3 แม่สีหลัก ได้แก่ สีแดง สีเขียว และสีน้ำเงิน ถ้านำแต่ละแม่สีมาพล็อตกราฟในระดับพิกัดโมเดลสีโดยแต่ละสีมีค่า 0 ถึง 1 ("0" แสดงถึง ค่าความมืด และ "1" แสดงถึง ค่าความสว่าง) จะได้ภาพการผสมสีทางแสงหรือการบวกแม่สีเข้าด้วยกัน (Additive Primary Color)

2.2.1.1 พิกเซล (Pixel) คือ พื้นที่เล็กๆ จุดหนึ่งในภาพโดยในแต่ละจุดนั้น มีค่าตัวเลขกำกับ ตัวเลขเหล่านี้ได้รับมาจากค่าของแม่สีทั้งสามสี (สีแดง, สีเขียว, สีฟ้า) ใช้บอกระดับความเข้มของแต่ละเฉดสี ถ้ามีพิกเซลหลายๆ จุดมาต่อกันเป็นภาพ จะได้ขนาดของภาพเท่ากับผลคูณจำนวนพิกเซลทางด้านความกว้างกับความยาว

2.2.1.2 ค่าระดับเทา (Gray-level value) เป็นค่าที่ระบุความสว่างหรือความเข้มของแสง โดยค่าระดับเทาจะมีค่าตั้งแต่ 0 ถึง 255 ("0" คือค่าระดับความเข้มมืดสุด และ "255" คือระดับความ

เข้มสว่างสุด) ถ้าภาพสี ณ จุดพิกเซลหนึ่ง คือ (R,G,B) แล้วดำเนินการแปลงเป็นภาพระดับเทา ณ ตำแหน่งพิกเซลนั้น โดยมีค่าระดับเทา คือ $(R+G+B)/3$

2.2.1.3 ค่าสองระดับ เป็นกระบวนการแปลงภาพสีหรือภาพระดับเทาให้มีการแสดงผลได้แต่ละพิกเซล 2 ระดับ คือ ดำ และขาว ในการทำภาพไบนารี เริ่มต้นด้วยการแปลงข้อมูลภาพสีหรือภาพระดับเทาให้เป็นภาพไบนารี (Binary Image) ที่มีความเข้ม 2 ระดับ คือ 0 และ 1 โดย "0" แทนด้วยจุดภาพสีดำ และ "1" แทนด้วยจุดภาพสีขาว โดยการใช้เทคนิคธรณีประตู (Threshold technique) ซึ่งพิจารณาแต่ละพิกเซลในภาพว่าพิกเซลใดจะมีค่าเท่ากับ "0" เมื่อค่าระดับเทาของแต่ละพิกเซลน้อยกว่าค่าคงที่ธรณีประตู (Threshold value) หรือมีค่าเท่ากับ "1" เมื่อค่าระดับเทาของแต่ละพิกเซลมากกว่าหรือเท่ากับค่าคงที่ธรณีประตู

2.2.1.4 ฮีสโตแกรม (Histogram) คือ มาตรวัดการกระจายของค่าระดับเทาในภาพ ถ้าเป็นภาพสีต้องดำเนินการแปลงเป็นภาพระดับเทาตามที่กล่าวมาแล้วในข้อ 2.2.1.2 ก่อนจึงนำมาเขียนกราฟฮีสโตแกรมเพื่อการวิเคราะห์การกระจายค่าความสว่างในภาพ

2.2.2 การหาขอบภาพ (Edge detection) คือ การหาเส้นรอบวัตถุในภาพ ในโครงงานนี้ได้ใช้วิธีการหาขอบภาพ จำนวน 2 วิธี คือ วิธีโซเบล (Sobel edge detection) และ วิธีการตามขอบภาพ

2.2.2.1 วิธีโซเบล เป็นการหาขอบภาพโดยการใช้คอนโวลูชั่นภาพแม่แบบต้นฉบับขนาด 3 x 3 พิกเซล กับภาพที่ต้องการหาขอบ โดยที่ S_V และ S_H คือตัวอย่างภาพแม่แบบต้นฉบับตามแนวตั้งและแนวนอน ตามลำดับ

$$S_V = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix} \text{ และ } S_H = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -2 & -1 \end{bmatrix}$$

2.2.2.2 วิธีการตามขอบภาพ (Edge following method) เริ่มด้วยการทราบตำแหน่งพิกเซลใดบนขอบภาพ ต่อมาหาตำแหน่งพิกเซลข้างเคียงที่เป็นขอบภาพ และหาพิกเซลขอบภาพถัดไปจนกระทั่งวนกลับมายังตำแหน่งพิกเซลเริ่มต้น

2.2.3 เทคนิคการรู้จำภาพ (Image recognition technique) คือการรู้จำภาพเป็นแขนงหนึ่งของการรู้จำแบบรูป (Pattern Recognition) ที่มีการศึกษาอย่างแพร่หลาย ในที่นี้ "แบบรูป" หมายถึง กลุ่มตัวเลขที่บรรยายลักษณะของภาพ ในการรู้จำภาพใดๆ จะต้องรู้จำแบบรูปของแต่ละภาพเพื่อคัดแยกภาพที่ต่างออกจากกัน แบบรูปที่ดีต้องบ่งบอกถึงคุณลักษณะเด่นของภาพซึ่งอาจได้รับมาจากการวัด เช่น อัตราส่วนความกว้างต่อความยาว จำนวนยอดแหลม และค่าสถิติต่างๆ จากฮิสโตแกรม เป็นต้น

เมื่อได้รับค่าลักษณะเด่นของภาพ (แบบรูป) ซึ่งเขียนอยู่ในรูปแบบ "เวกเตอร์ค่าลักษณะเด่น" ต่อมานำเวกเตอร์คุณลักษณะเด่นอ้างอิงมาเปรียบเทียบกับเวกเตอร์ค่าลักษณะเด่นของภาพที่ต้องการ

จำแนกโดยการเปรียบเทียบและตัดสินใจ เรียกว่าขั้นตอนนี้ว่า “การจำแนกแบบรูป” ในโครงงานนี้ใช้การจำแนกแบบรูปด้วยวิธีฟังก์ชั่นการตัดสินใจหนึ่งตัวแปรอิสระ (ความสูงของเมล็ดข้าว)

บทที่ 3
วิธีดำเนินโครงงาน

3.1 บทนำ

โครงงานนี้ได้ออกแบบและพัฒนาอัลกอริทึมที่ใช้สำหรับการตรวจจับความสมบูรณ์ของเมล็ดข้าวขาวโดยใช้เทคนิคประมวลผลภาพ เริ่มต้นด้วยการศึกษาข้อมูลเมล็ดข้าวขาวตามมาตรฐานข้าวไทยปี พ.ศ. 2540 เพื่อนำมาใช้เป็นเกณฑ์ในการตรวจสอบชนิดของข้าวขาว ในมาตรฐานข้าวไทย พ.ศ. 2540 มีเกณฑ์ในการคัดแยกเมล็ดข้าวขาวโดยมีมาตรฐาน คือ พื้นข้าว ส่วนผสม สิ่งเจือปนในข้าว และระดับการสี แต่อย่างไรก็ตามโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นในโครงงานนี้ ได้พิจารณาเฉพาะพื้นข้าวในส่วนความสูง ความกว้างเท่านั้น คณะผู้จัดทำจึงเก็บข้อมูลเฉพาะความสูงและความกว้างของเมล็ดข้าวขาวด้วยการใช้เวอร์เนียร์ คาลิเปอร์ ซึ่งข้าวที่นำมาใช้ในการเก็บข้อมูล คือ ข้าวขาวชนิด 100% ข้าวขาวชนิด 5% และข้าวขาวชนิด 10% จากนั้นนำข้าวที่ทำการเก็บข้อมูล มาถ่ายภาพและนำภาพที่ได้ไปประมวลผลภาพกับอัลกอริทึมที่ได้พัฒนาขึ้นในการหาความสูงและความสูง เมื่อรับภาพเมล็ดข้าวที่ต้องการตรวจสอบ จะทำการแปลงภาพสีให้เป็นภาพระดับเทาและภาพขาวดำตามลำดับ ต่อมาดำเนินการหาขอบภาพของเมล็ดข้าวและหาค่าความสูง ความกว้างของเมล็ดข้าว จากนั้นจึงนำค่าที่ได้รับมาเปรียบเทียบกับฟังก์ชั่นการตัดสินใจตามเกณฑ์มาตรฐานข้าวขาวไทยในการคัดแยกชนิดของเมล็ดข้าวขาว

3.2 ขั้นตอนการดำเนินการ

การประมวลผลภาพสำหรับการตรวจจับความสมบูรณ์ของเมล็ดข้าวขาว ในการที่จะประมวลผลของโปรแกรมที่พัฒนาและแสดงผลการทดลองความสมบูรณ์ของเมล็ดข้าวออกมาว่ามีคุณภาพข้าวอยู่ในเกณฑ์ข้าวขาวชนิดใด โดยอ้างอิงมาจากมาตรฐานข้าวไทยนั้น มีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

3.2.1 ศึกษาข้อมูลของข้าวขาวและมาตรฐานข้าวขาว

ได้ศึกษาข้อมูลของเมล็ดข้าวขาวโดยพิจารณาถึงคุณสมบัติและลักษณะของเมล็ดข้าว จากนั้นศึกษามาตรฐานข้าวไทย พ.ศ. 2540 ซึ่งมีเกณฑ์มาตรฐานในการคัดแยกประเภทของข้าวโดยแบ่งข้าวออกเป็น 4 ประเภท คือข้าวขาว ข้าวกล้อง ข้าวเหนียว และข้าวนึ่ง และในมาตรฐานข้าวขาวหรือข้าวสาร กระทรวงพาณิชย์กำหนดคุณภาพของข้าวขาวแต่ละชนิดไว้เป็นระดับต่างๆ คือ ข้าวขาว100% ชั้น1 ข้าวขาว100% ชั้น2 ข้าวขาว100% ชั้น3 ซึ่งจัดว่าเป็น ข้าวคุณภาพดีที่สุด นอกจากนั้น มีข้าวขาว 5% 10% 20% 25% 35% และ 45% เป็นข้าวขาวที่จัดว่า เป็นคุณภาพรอง

ลงไปตามลำดับ ซึ่งข้าวขาวแต่ละชนิดนั้นจะพิจารณาจากสัดส่วนปริมาณของเมล็ดข้าวขาว โดยมีเกณฑ์พิจารณาจาก พื้นข้าว ส่วนผสม ข้าวและสิ่งที่อาจมีปนได้และระดับการสี

3.2.2 ศึกษาทฤษฎีการประมวลผลภาพและตรวจจับภาพ

ในขั้นตอนนี้จะทำการศึกษาทฤษฎีต่างๆ เพื่อนำมาใช้พัฒนาโปรแกรม ซึ่งสามารถกลับไปดูเนื้อหาเพิ่มเติมได้จากบทที่ 2

3.2.3 เก็บข้อมูลตัวอย่างข้าวขาว

หลังจากที่ศึกษามาตรฐานข้าวไทย พ.ศ. 2540 และได้ออกแบบให้โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นตรวจจับความสมบูรณ์ของเมล็ดข้าวขาวโดยพิจารณาเฉพาะพื้นข้าวซึ่งก็คือ ความสูง ความกว้าง จึงทำการเก็บข้อมูลข้าวขาวตัวอย่าง โดยวัดความสูงและความกว้างของเมล็ดข้าวขาวจำนวน 500 เมล็ดด้วยเวอร์เนียร์ คาลิเปอร์จากนั้นบันทึกผล และทำการถ่ายภาพตัวอย่างข้าวขาวนั้นโดยถ่ายภาพข้าวขาว 1 เมล็ดจำนวน 500 ภาพ

3.2.4 ศึกษาขั้นตอนการตรวจจับความสมบูรณ์ของเมล็ดข้าว

ศึกษาขั้นตอนการตรวจจับความสมบูรณ์ของเมล็ดข้าวขาว โดยอ้างอิงจากทฤษฎีต่างๆ และมาตรฐานข้าวขาว พ.ศ. 2540

3.2.5 ออกแบบพัฒนาโปรแกรมที่ใช้ในการตรวจจับความสมบูรณ์ของเมล็ดข้าว

ในขั้นตอนนี้จะทำการประยุกต์ใช้อัลกอริทึมในการประมวลผลภาพเพื่อตรวจสอบลักษณะเด่นของภาพข้าวขาวที่นำมาใช้ในการทดลอง โดยลักษณะเด่นของเมล็ดข้าวขาวจะพิจารณาเฉพาะความสูง และความกว้าง ดังนั้นโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นเพื่อใช้ตรวจสอบความสมบูรณ์ของเมล็ดข้าวขาวตามเกณฑ์มาตรฐานข้าวไทยปี พ.ศ. 2540 ของกระทรวงพาณิชย์แห่งประเทศไทย โดยโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นนี้ได้ออกแบบอัลกอริทึมเพื่อให้ใช้งานได้จริง โดยแบ่งอัลกอริทึมเหล่านั้นออกเป็น 3 อัลกอริทึมซึ่งประกอบไปด้วย อัลกอริทึมส่วนของการปรับปรุงภาพ อัลกอริทึมหลักของโปรแกรม และอัลกอริทึมส่วนของฟังก์ชันตัดสินใจเพื่อคัดแยกเมล็ดข้าวขาวตามเกณฑ์มาตรฐานข้าวไทย ซึ่งสามารถอธิบายได้ดังนี้

3.2.5.1 **อัลกอริทึมส่วนของการปรับปรุงภาพ** เมื่อรับภาพเข้าสู่โปรแกรม จะทำการเรียกใช้งานชุดคำสั่งอัลกอริทึมส่วนของการปรับปรุงภาพที่พัฒนาขึ้น โดยชุดคำสั่งในอัลกอริทึมนี้จะทำการแปลงภาพสีระดับเทา ต่อมาแปลงภาพเป็นสีขาวดำ และทำการกรองพิกเซลส่วนที่ไม่จำเป็นออกเพื่อให้ได้ภาพที่ดีนำไปประมวลผล ดังรูปที่ 3.1 รูปที่ผ่านอัลกอริทึมส่วนของการปรับปรุงภาพ

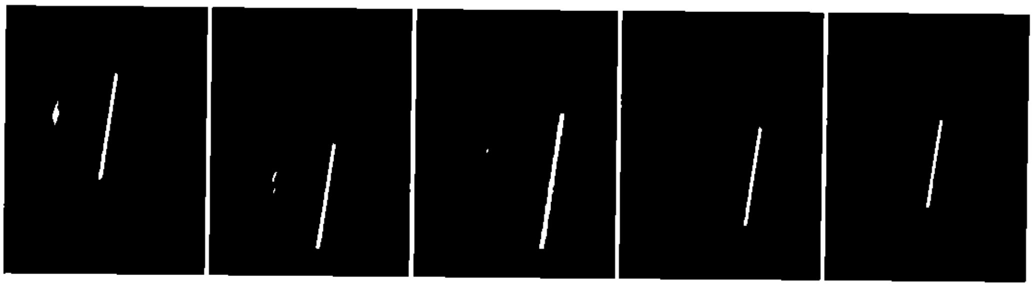
ก.ภาพสีดั้งเดิม ข.ภาพระดับเทา ค.ภาพขาวดำ ง.ภาพที่ผ่านตัวกรอง

รูปที่ 3.1 รูปที่ผ่านอัลกอริทึมส่วนของการปรับปรุงภาพ

3.2.5.2 **อัลกอริทึมหลักของโปรแกรม** เมื่อได้ภาพที่ดีจากอัลกอริทึมส่วนของการปรับปรุงภาพ ต่อมาจะเข้าสู่อัลกอริทึมหลักของโปรแกรม ซึ่งอัลกอริทึมนี้จะเรียกใช้งานชุดคำสั่งเพื่อทำการหาขอบภาพ โดยชุดคำสั่งในอัลกอริทึมนี้จะทำการไล่ขอบภาพของเมล็ดข้าวขาวในภาพนั้น โดยการกำหนดจุดแรกในขอบภาพของเมล็ดข้าวขาวตำแหน่งใดก็ได้ แล้วทำการตามขอบภาพจนมาถึงจุดสุดท้ายของเมล็ดข้าวขาว ซึ่งเป็นจุดเดียวกันกับจุดแรกทำให้ได้ค่าความยาวรอบรูป ซึ่งก็คือจำนวนพิกเซลทั้งหมดของขอบภาพ ต่อมานำค่าที่ได้มาหารสองและนำค่านั้นมากำหนดเป็นจุดที่สอง ดังรูปที่ 3.2 การกำหนดจุดแรกและจุดที่สอง

รูปที่ 3.2 การกำหนดจุดแรกและจุดที่สอง

หลังจากกำหนดจุดแรกและจุดที่สองแล้ว ชุดคำสั่งของอัลกอริทึมนี้จะทำการไล่คู่อันดับพิกเซล (x, y) โดยเลื่อนตำแหน่งพิกเซลของจุดสองจุดนั้นไปพร้อมๆกันทีละ 1 ตำแหน่ง ไปเรื่อยๆ จนครบ (n – 1) รอบ โดย n คือจำนวนพิกเซลรอบวัตถุ ในทุกๆครั้งที่มีการเลื่อนตำแหน่งพิกเซล จะมีการเก็บค่าระยะห่างคู่อันดับของจุดสองสองจุดทุกครั้ง เพื่อหาค่าระยะห่างที่มากที่สุดและน้อยที่สุด ดังรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 แสดงการไล่จุดบนขอบภาพ

เมื่อได้ระยะห่างที่ยาวสุดและสั้นสุด หลังจากนั้นจะทำการกำหนดจุดไว้ โดยค่าระยะห่างที่ยาวสุดกำหนดให้เป็นความสูงและระยะห่างที่สั้นสุดกำหนดให้เป็นความกว้างของเมล็ดข้าวขาวที่นำมาทดลอง ดังรูป 3.4 แสดงจุดที่สั้นที่สุดและยาวที่สุด

รูปที่ 3.4 แสดงจุดที่สั้นที่สุดและยาวที่สุด

เมื่อได้ค่าความสูง ความกว้างของเมล็ดข้าวขาว ต่อจากนั้นทำการแปลงหน่วยค่าดังกล่าวจากหน่วยพิกเซลให้เป็นหน่วยเซนติเมตร โดยการนำกระดาษขนาดความยาว 2 เซนติเมตร และความกว้าง 0.1 เซนติเมตร วางบนพื้นหลังภาพบริเวณใกล้เคียงตัวอย่างเมล็ดข้าวขาวดังภาพด้านซ้ายของรูปที่ 3.5 โดยกระดาษอ้างอิงนี้ จะนำมาใช้หาสเกลที่แท้จริงของเมล็ดข้าวขาวที่ได้รับจากภาพถ่ายดิจิทัลเพื่อคำนวณหาขนาดเมล็ดข้าวขาวจากภาพถ่ายด้านขวาในรูปที่ 3.5 ได้อย่างถูกต้อง

รูปที่ 3.5 การนำกระดาษขนาด 2 x 0.1 เซนติเมตร วางบนพื้นหลังภาพถ่าย

3.2.5.3 **อัลกอริทึมส่วนของฟังก์ชันตัดสินใจเพื่อคัดแยกเมล็ดข้าวขาวตามเกณฑ์มาตรฐานข้าวไทย** คืออัลกอริทึมสุดท้ายที่นำค่าความสูง ความกว้างของเมล็ดข้าวขาวที่คำนวณได้จากอัลกอริทึมหลักของโปรแกรม นำมาคัดแยกความสมบูรณ์ของเมล็ดข้าวขาวตามเกณฑ์มาตรฐานข้าวไทยปี พ.ศ. 2540 โดยโปรแกรมนี้ได้พัฒนาเฉพาะพื้นข้าว โดยแบ่งเกณฑ์มาตรฐานพื้นข้าวตามความสูงของเมล็ดข้าวออกเป็น 4 เกณฑ์คือ ความสูงตั้งแต่ 7.0 มิลลิเมตรขึ้นไป ความสูงระหว่าง 6.6 -7.0 มิลลิเมตร ความสูงระหว่าง 6.2 -6.6 มิลลิเมตร และความสูงไม่เกิน 6.2 มิลลิเมตร ซึ่งมีการตรวจสอบความสมบูรณ์ของข้าวขาว ดังนี้

- ข้าวที่มีความสูง เกิน 7 มิลลิเมตร จะต้องมีจำนวนข้าวมากกว่าหรือเท่ากับร้อยละ70 และมีข้าวที่มีความสูงระหว่าง 6.2 – 6.6 มิลลิเมตร จะต้องมีจำนวนข้าวน้อยกว่าร้อยละ 5 จะถือว่าเป็นข้าวขาวชนิด 100 % ชั้น 1

- ข้าวที่มีความสูง เกิน 7 มิลลิเมตร จะต้องมีจำนวนข้าวมากกว่าหรือเท่ากับร้อยละ 40 และมีข้าวที่มีความสูงไม่เกิน 6.2 มิลลิเมตร จะต้องมีจำนวนข้าวน้อยกว่าร้อยละ 5 จะถือว่าเป็นข้าวขาวชนิด 100 % ชั้น 2

- ข้าวที่มีความสูง เกิน 7 มิลลิเมตร จะต้องมีจำนวนข้าวมากกว่าหรือเท่ากับร้อยละ 30 และมีข้าวที่มีความสูงไม่เกิน 6.2 มิลลิเมตร จะต้องมีจำนวนข้าวน้อยกว่าร้อยละ 5 จะถือว่าเป็นข้าวขาวชนิด 100 % ชั้น 3

- ข้าวที่มีความสูง เกิน 7 มิลลิเมตร จะต้องมีจำนวนข้าวมากกว่าหรือเท่ากับร้อยละ 20 และมีข้าวที่มีความสูงไม่เกิน 6.2 มิลลิเมตร จะต้องมีจำนวนข้าวน้อยกว่าร้อยละ 10 จะถือว่าเป็นข้าวขาวชนิด 5 %

- ข้าวที่มีความสูง เกิน 7 มิลลิเมตร จะต้องมีจำนวนข้าวมากกว่าหรือเท่ากับร้อยละ 10 และมีข้าวที่มีความสูงไม่เกิน 6.2 มิลลิเมตร จะต้องมีจำนวนข้าวน้อยกว่าร้อยละ 15 จะถือว่าเป็นข้าวขาวชนิด 10 %

- ข้าวที่มีความสูง เกิน 7 มิลลิเมตร จะต้องมีจำนวนข้าวมากกว่าหรือเท่ากับร้อยละ 5 และมีข้าวที่มีความสูงไม่เกิน 6.2 มิลลิเมตร จะต้องมีจำนวนข้าวน้อยกว่าร้อยละ 30 จะถือว่าเป็นข้าวขาวชนิด 15 %

- ข้าวที่มีความสูงระหว่าง 6.2 - 7 มิลลิเมตร จะต้องมีจำนวนข้าวมากกว่าหรือเท่ากับร้อยละ 50 และมีข้าวที่มีความสูงไม่เกิน 6.2 มิลลิเมตร จะต้องมีจำนวนข้าวน้อยกว่าร้อยละ 50 จะถือว่าเป็นข้าวขาวชนิด 25%

โดยมีโครงสร้างการทำงานของโปรแกรมดังกล่าวดังรูปที่ 3.6

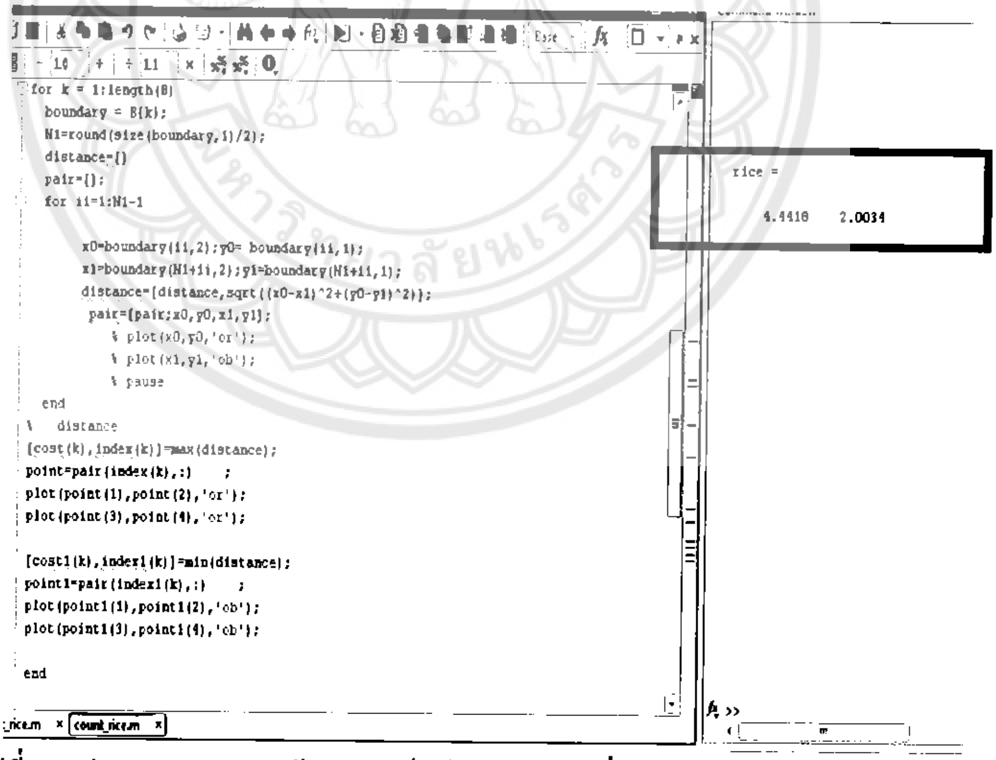
รูปที่ 3.6 โครงสร้างการทำงานของโปรแกรม

3.2.6 ทำการทดลองและวิเคราะห์ผลการทดลอง

นำภาพถ่ายข้าวขาวมาทำการทดลองประมวลผล เพื่อตรวจสอบความแม่นยำของโปรแกรมซึ่งตัวอย่างเมล็ดข้าวขาวที่ใช้ในการทดลองคือภาพข้าวขาว100% ชั้น1 ภาพข้าวขาว100% ชั้น 2 ภาพข้าวขาว100% ชั้น3 ภาพข้าวขาวชนิด 5% และภาพข้าวขาวชนิด 10% เพื่อที่จะทดลองว่าภาพข้าวขาวแบบกลุ่มที่นำมาประมวลผลนี้มีเกณฑ์อยู่ในข้าวขาวชนิดใดตามมาตรฐานข้าวไทย พ.ศ.2540 ซึ่งขอบข่ายในโครงงานนี้ก็คือภาพข้าวขาวแบบกลุ่มข้าวทุกเมล็ดต้องไม่ติดกัน โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 2 กรณีคือ

3.2.6.1 กรณีที่ 1 ใช้ภาพถ่ายข้าวขาวแบบหนึ่งเมล็ด

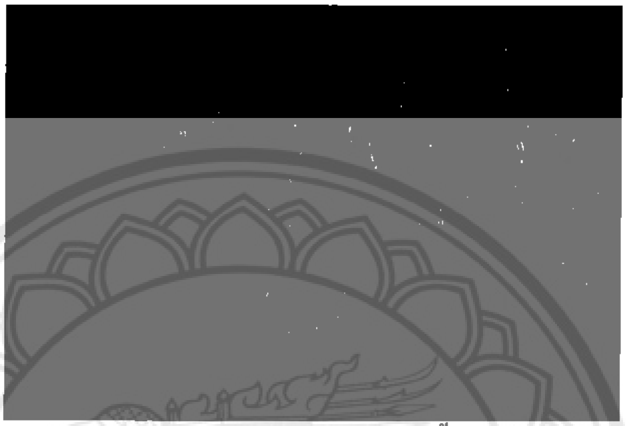
คือการนำภาพตัวอย่างเมล็ดข้าวขาวเพียงหนึ่งเมล็ดต่อหนึ่งภาพ เข้าสู่โปรแกรมที่ได้พัฒนาขึ้น โปรแกรมจะมีการเรียกใช้คำสั่งในอัลกอริทึม โดยเริ่มจากอัลกอริทึมส่วนของการปรับปรุงภาพดังรูปที่ 3.1 ต่อมาเรียกใช้คำสั่งในอัลกอริทึมหลักของโปรแกรม ดังรูปที่ 3.7 เมื่อเราได้ค่าความสูง ความกว้างจากอัลกอริทึมนี้ นำค่ามาตรวจสอบความแม่นยำของพื้นข้าวตรงกับการวัดโดยเวอร์เนียร์ คาลิเปอร์หรือไม่ ซึ่งกรณีนี้เป็นการทดลองเพื่อตรวจสอบความแม่นยำของพื้นข้าว ซึ่งพิจารณาเฉพาะความสูง ความกว้างของเมล็ดข้าว



รูปที่ 3.7 ค่าความสูง ความกว้างของเมล็ดข้าวตามลำดับ ที่ผ่านอัลกอริทึมหลักของโปรแกรม

3.2.6.2 กรณีที่ 2 ใช้ภาพข้าวขาวแบบกลุ่ม

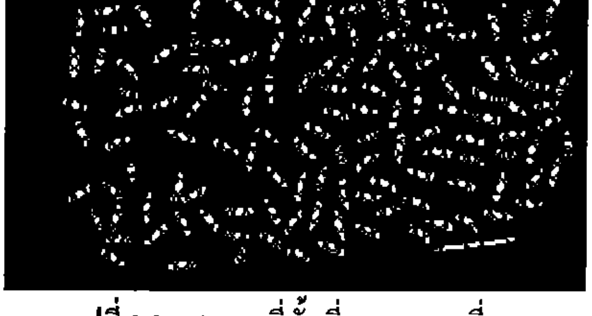
ในกรณีนี้คือการนำภาพข้าวขาวแบบกลุ่มมาทดสอบ โดยการเพิ่มจำนวนตัวอย่างเมล็ดข้าวขาวลงในภาพหลายๆเมล็ด ต่อจากนั้นทำการถ่ายภาพเพื่อนำภาพมาทดลอง ดังรูปที่ 3.8 โดยให้โปรแกรมประมวลผลภาพข้าวขาวแบบกลุ่มที่นำมาทดลองนั้นตามอัลกอริทึมที่ออกแบบและพัฒนาว่ามีเกณฑ์อยู่ในข้าวขาวชนิดใดตามมาตรฐานข้าวไทย พ.ศ.2540



รูปที่ 3.8 การนำกระดาษขนาด 2 x 0.1 เซนติเมตร วางบนพื้นหลังภาพบริเวณใกล้เคียงข้าวขาว

ซึ่งได้ออกแบบโปรแกรมในการนำภาพเข้ามาทดลองนั้นเป็น 2 แบบ คือ จับภาพนิ่งโดยการเรียกใช้กล้อง VDO และการเรียกภาพถ่ายจากไฟล์ ผู้ใช้โปรแกรมสามารถเลือกใช้ได้กรณีใดกรณีหนึ่ง

เมื่อทำการนำภาพเข้าโปรแกรมทำการวัดระยะกระจัดที่ยาวสุดและสั้นที่สุด โดยโปรแกรมจะทำการ mark จุดไว้ เพื่อหาค่าระยะกระจัดความสูงและความกว้างของเมล็ดข้าวขาวที่นำมาทดลอง ดังรูปที่ 3.9 แสดงจุดที่สั้นที่สุดและยาวที่สุด เมื่อโปรแกรมประมวลผลว่าภาพข้าวขาวแบบกลุ่มที่นำมาทดลองนี้มีเกณฑ์อยู่ในข้าวขาวชนิดใดตามมาตรฐานข้าวไทย พ.ศ. 2540 ทำการบันทึกข้อมูล

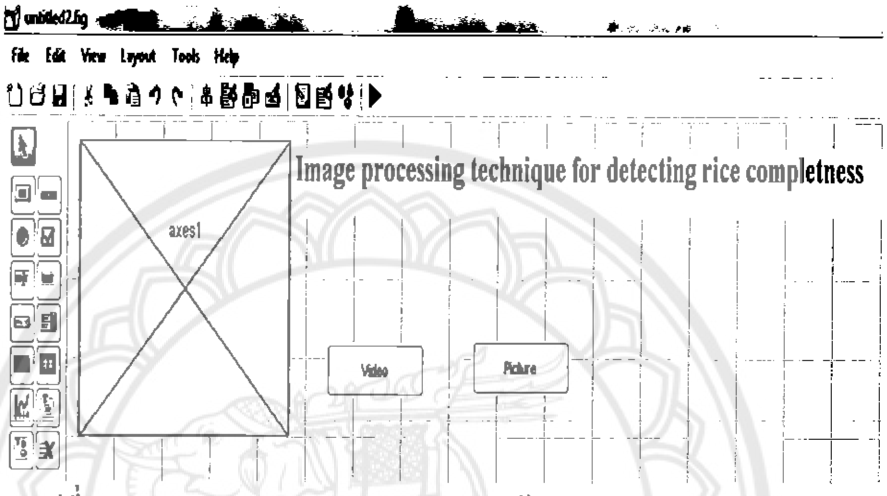


รูปที่ 3.9 แสดงจุดที่สั้นที่สุดและยาวที่สุด

3.2.6.3 ขั้นตอนการออกแบบ GUI

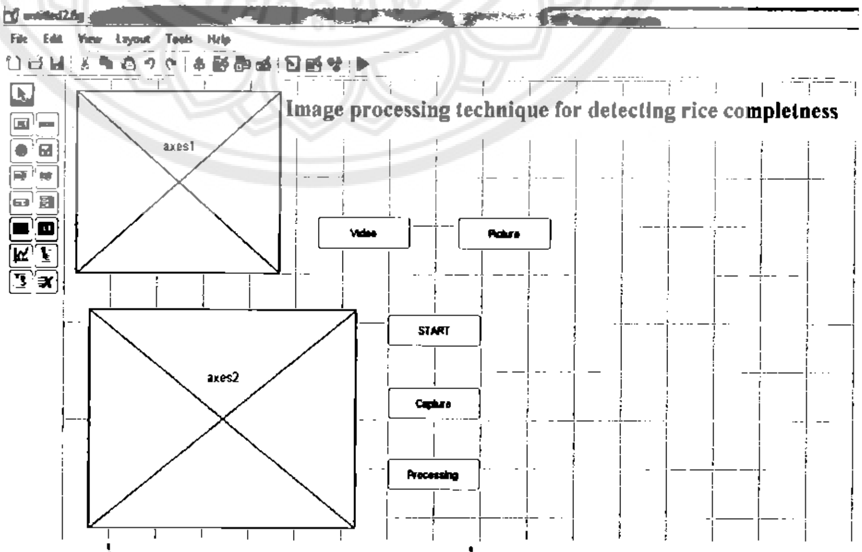
ในขั้นตอนนี้เป็นการออกแบบรูปร่างหน้าต่างเมื่อมีการรันโปรแกรมซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

1. ออกแบบให้มีปุ่มสำหรับรูปแบบการนำภาพเข้าสองปุ่มคือ ปุ่ม Video และ Picture และสร้าง axes1 สำหรับใช้โชว์รูปภาพของตรามหาวิทยาลัยนเรศวร



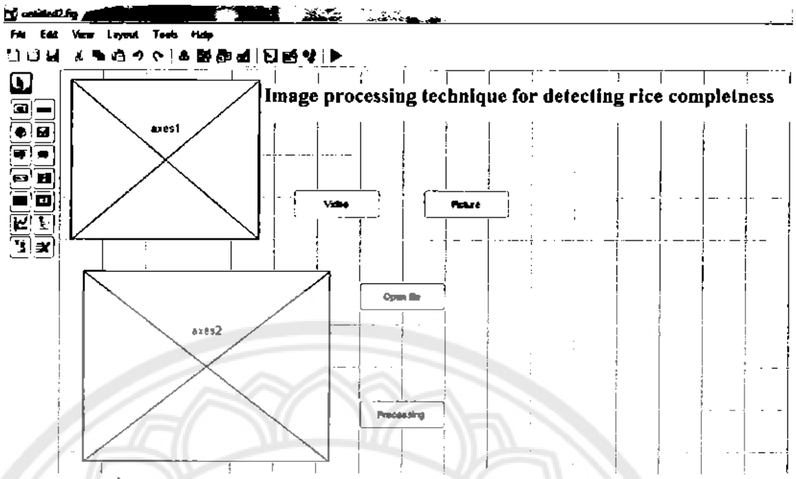
รูปที่ 3.10 แสดงการออกแบบ GUI ในการสร้างปุ่ม Video และ ปุ่ม Picture

2. เมื่อทำการเลือกปุ่ม Video ก็จะแสดงปุ่มขึ้นมาอีก 3 ปุ่มคือ START Capture และ Processing และเมื่อกดปุ่ม START จะสร้าง axes2 ขึ้นมา สำหรับใช้โชว์การจับภาพข้าวขาวจากกล้อง Video



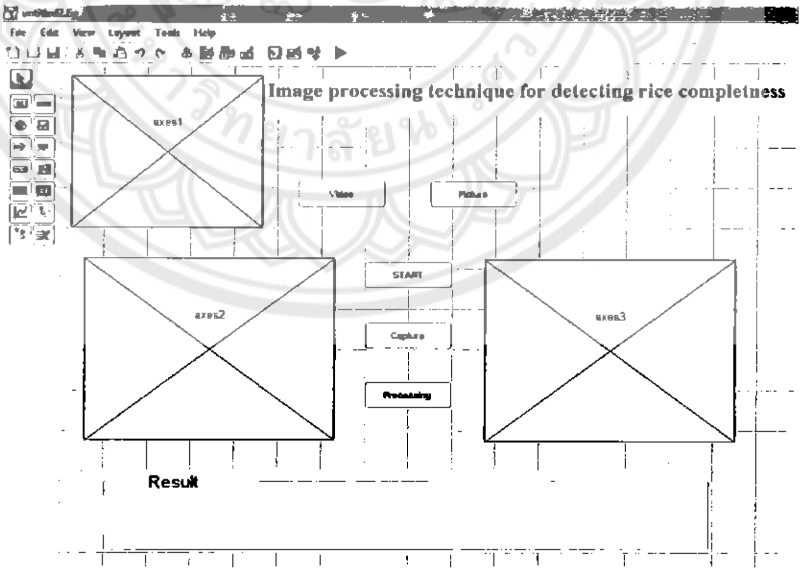
รูปที่ 3.11 แสดงการออกแบบ GUI เมื่อมีการกดปุ่ม Video

3. เมื่อทำการเลือกปุ่ม Picture ก็จะแสดงปุ่มขึ้นมาอีก 2 ปุ่ม คือ Open file และ processing และสร้าง axes2 สำหรับใช้โชว์ภาพข้าวขาวที่ถูกเรียกใช้ file



รูปที่ 3.12 แสดงการออกแบบ GUI เมื่อมีการกดปุ่ม Picture

4. เมื่อทำการกดปุ่ม Processing จะแสดง axes3 ซึ่งได้ออกแบบให้เป็นส่วนที่ใช้แสดงภาพข้าวขาวที่ทำการประมวลผลแล้ว และมีส่วนของ Result สำหรับใช้แสดงผลความสมบูรณ์เมล็ดข้าวที่ได้นำมาทดลอง



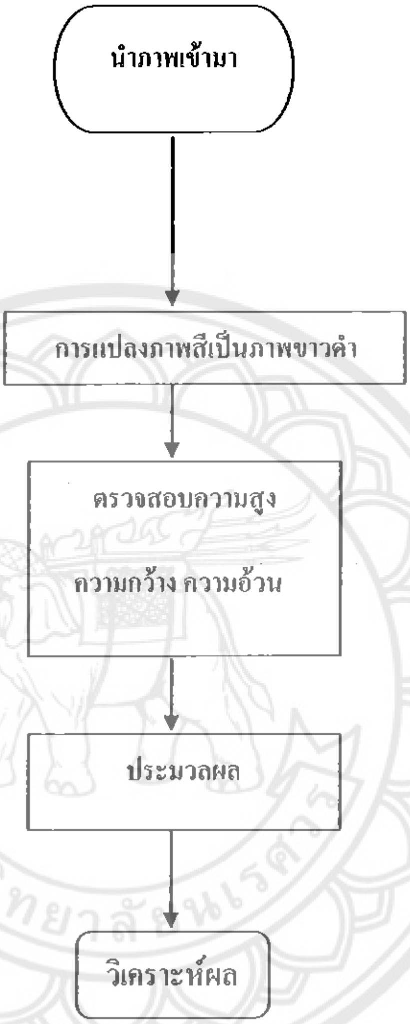
รูปที่ 3.13 แสดงการออกแบบ GUI เมื่อมีการกดปุ่ม Processing

3.2.7 สรุปผลการทดลองและจัดทำรูปเล่ม

ทำการสรุปผลการทดลองและจัดทำรูปเล่ม

3.3 กระบวนการคำนวณ

เทคนิคการจดจำภาพ (Recognition)



รูปที่ 3.14 กระบวนการคำนวณ

จากรูป 3.14 สามารถอธิบายกระบวนการคำนวณของภาพถ่ายแบบทั่วไปได้ดังนี้คือ

1. การนำภาพถ่ายข้าวขาวเข้ามาโดยการใช้คำสั่งเรียกรูปเข้ามา

2. นำภาพที่เรียกเข้ามาแปลงให้เป็นภาพขาว – ดำ

3. คำนวณหาขนาดเมล็ดข้าวขาวจากภาพถ่าย โดยการนำกระดาษขนาดความยาว 2 เซนติเมตร และ ความกว้าง 0.1 เซนติเมตร วางบนพื้นหลังภาพบริเวณใกล้เคียงตัวอย่างเมล็ดข้าวขาวเพื่อหาสเกลที่แท้จริงของเมล็ดข้าวขาวที่ได้รับจากภาพถ่ายดิจิทัล

4. ทำการไล่จุด(x,y)จากจุดเริ่มต้นของเมล็ดข้าวขาวไปจนถึงจุด(x,y)ปลายสุดของเมล็ดข้าวขาวเพื่อหาลักษณะเด่นซึ่งก็คือ ความสูง ความกว้าง

5. ทำการประมวลผล

6. ทำการวิเคราะห์ผลที่ได้และทำการสรุปผล

บทที่ 4
ผลการทดลองและวิเคราะห์ข้อมูล

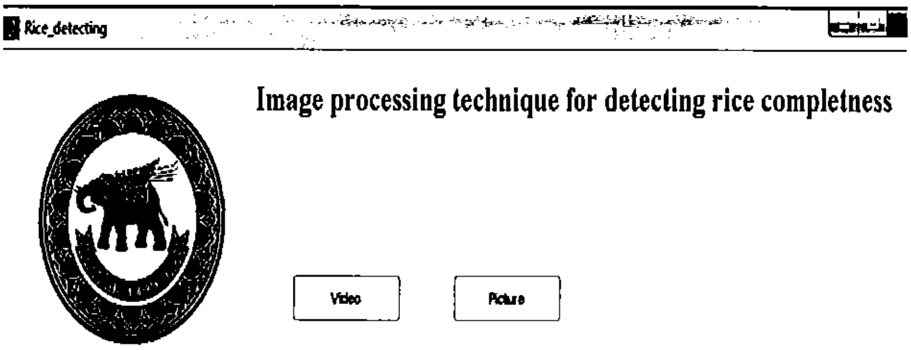
ในบทนี้จะกล่าวถึงผลการทดลองในการประมวลผลคุณภาพข้าวซึ่งสามารถตรวจสอบได้จากความสูง ความกว้างของข้าวขาวแต่ละเมล็ด โดยในขั้นตอนการทดลองจะทำการถ่ายภาพตัวอย่างเมล็ดข้าวขาวเพื่อใช้นำมาทดลองประมวลผล ซึ่งตัวอย่างเมล็ดข้าวขาวที่นำมาใช้ในการทดลองโครงงานนี้คือภาพข้าวขาวชนิด100% ชั้น 1 ภาพข้าวขาวชนิด100% ชั้น 2 ภาพข้าวขาวชนิด100% ชั้น 3 ภาพข้าวขาวชนิด 5 % และภาพข้าวขาวชนิด 10% เพื่อที่จะประมวลผลภาพข้าวขาวที่นำมาทดลองนี้มีเกณฑ์อยู่ในข้าวขาวชนิดใด

โดยในขั้นตอนนี้จะอธิบายถึงผลการทดลองและการทำงานของโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น พร้อมทั้งวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการประมวลผลเพื่อตรวจสอบว่าโปรแกรมมีความแม่นยำมากน้อยเพียงใด ซึ่งในการทดลองนี้ได้แบ่งการทดลองออกเป็น 2 กรณีคือ กรณีที่ 1 ใช้ภาพถ่ายข้าวขาวแบบหนึ่งเมล็ดในการประมวลผลเพื่อตรวจสอบความแม่นยำของโปรแกรมในการวัดขนาดข้าวขาวว่าโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นสามารถวัดค่าความสูงและความกว้างของเมล็ดข้าวออกมาได้จริงและถูกต้องแม่นยำ และกรณีที่ 2 ใช้ภาพข้าวขาวแบบกลุ่มซึ่งเป็นการนำเมล็ดข้าวจำนวนหลายเมล็ดนำมาทดลองมาไว้ในภาพเดียวกัน เพื่อประมวลผลภาพข้าวขาวที่นำมาทดลองนี้มีเกณฑ์อยู่ในข้าวขาวชนิดใดตามมาตรฐานข้าวไทย พ.ศ.2540 ซึ่งขอบข่ายในโครงงานนี้ก็คือ ภาพข้าวขาวเมล็ดข้าวทุกเมล็ดต้องไม่ติดกัน

4.1 ผลการทดลองขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น

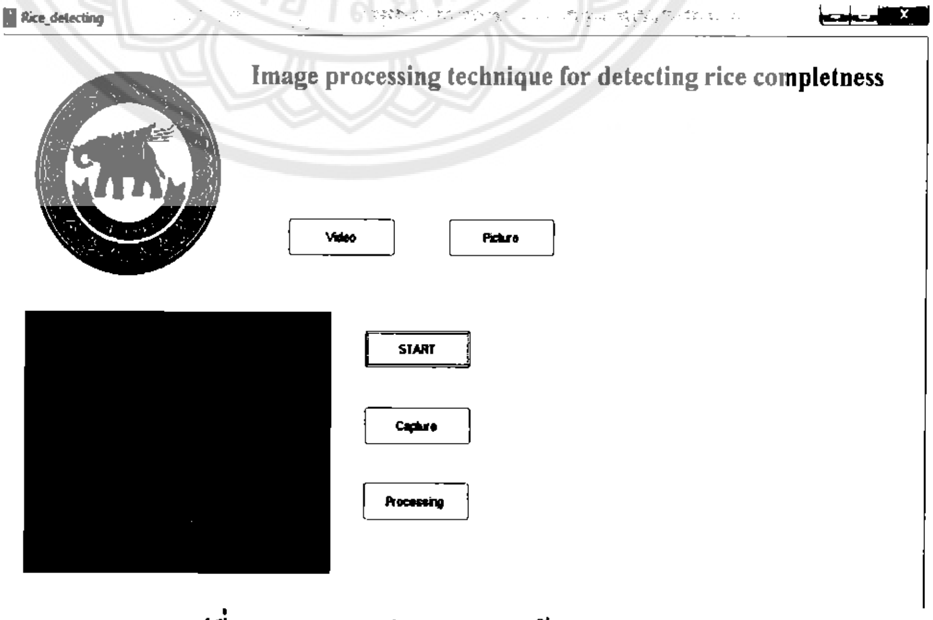
ผู้จัดทำได้พัฒนาอัลกอริทึมของโปรแกรมเพื่อวิเคราะห์ข้อมูลภาพตัวอย่างเมล็ดข้าวขาวที่นำมาทดลองมีความแม่นยำตรงตามมาตรฐานข้าวไทย พ.ศ.2540 หรือไม่ ดังนั้นจึงได้ออกแบบอัลกอริทึมของโปรแกรมนี้ในส่วนของ GUI เพื่อให้ง่ายต่อการใช้งานของโปรแกรม โดยมีขั้นตอนการทดลองโปรแกรมการประมวลผลภาพสำหรับตรวจจับความสมบูรณ์ของเมล็ดข้าวขาวดังนี้

1. ออกแบบให้มีปุ่มสำหรับรูปแบบการเลือกภาพเข้าสองปุ่มคือ ปุ่ม Video และ Picture และสร้าง axes1 สำหรับใช้โชว์รูปภาพของตรามหาวิทยาลัยนเรศวร เมื่อทำการรันโปรแกรมแล้วจะแสดงหน้าต่างให้เลือกรูปแบบการนำภาพเข้าเพื่อนำมาประมวลผลและแสดงตรามหาวิทยาลัยนเรศวรตามที่ได้ออกแบบไว้ ดังรูปที่ 4.1 แสดงหน้าต่างการเลือกรูปแบบการนำภาพเข้า



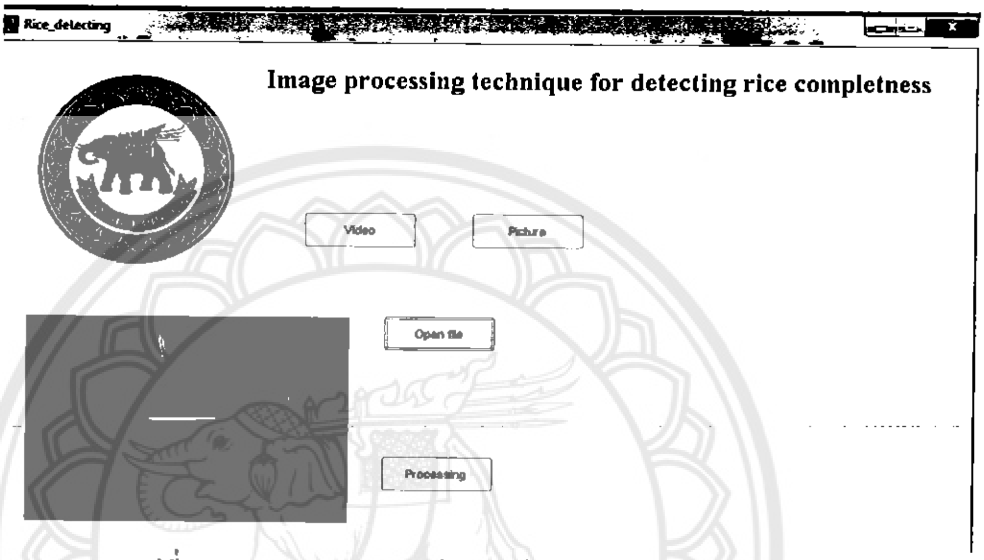
รูปที่ 4.1 แสดงหน้าต่างการเลือกรูปแบบการนำภาพเข้า

2. ในการออกแบบนั้นได้ออกแบบไว้ คือ เมื่อมีการเลือกปุ่ม Video ก็จะแสดงปุ่มขึ้นมาอีก 3 ปุ่ม คือ START Capture และ Processing และเมื่อกดปุ่ม START จะสร้าง axes2 ขึ้นมา สำหรับใช้โชว์การจับภาพข้าวขาวจากกล้อง Video ดังนั้นเมื่อทำการทดลองรันโปรแกรมและเลือกกดปุ่ม Video จะโชว์ปุ่มเพิ่มขึ้นมา 3 ปุ่ม คือ START Capture และ Processing และเมื่อกดปุ่ม START จะสามารถทำการจับภาพข้าวขาวจากกล้อง Video ได้จริง ดังรูปที่ 4.2 แสดงการจับภาพจากกล้อง Video



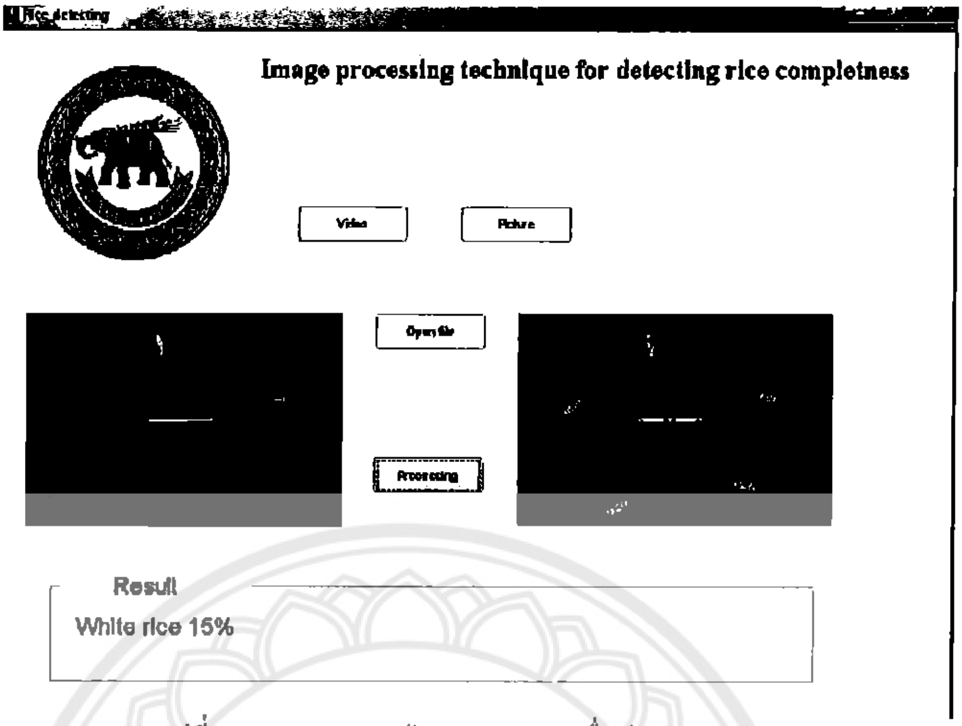
รูปที่ 4.2 แสดงการจับภาพจากกล้อง Video

3. ในการออกแบบหากต้องการเลือกการนำภาพเข้า โดยเรียกภาพจาก file จะทำการกดปุ่ม Picture ต่อจากนั้นแสดงปุ่มขึ้นมาอีก 2 ปุ่ม คือ Open file และ Processing และเมื่อกดปุ่ม Open file และเลือก file ภาพที่ต้องการนำมาประมวลผลแล้ว file ภาพข้าวขาวที่ถูกเรียกใช้จะแสดงที่ส่วนของ axes2 ดังนั้นเมื่อทำทดลองรันโปรแกรมแล้วจะแสดงการนำภาพเข้ามาประมวลผลได้จริงตามที่ออกแบบไว้



รูปที่ 4.3 แสดงการนำภาพเข้าภาพเข้าโดยเรียกภาพจาก file

4. เมื่อทำการกดปุ่ม Processing จะแสดง axes3 ซึ่งได้ออกแบบให้เป็นส่วนที่ใช้แสดงภาพข้าวขาวที่ทำการประมวลผลแล้ว และมีส่วนของ Result สำหรับใช้แสดงผลความสมบูรณ์เมล็ดข้าวที่ได้นำมาทดลองดังนั้นในขั้นตอนการทดลองรันโปรแกรมเมื่อทำการกดปุ่ม Processing เพื่อประมวลผลภาพแล้วจะสามารถประมวลผลและแสดงความสมบูรณ์เมล็ดข้าวออกมาได้จริงตามที่ได้ออกแบบไว้ ดังรูปที่ 4.4 แสดงการกดปุ่ม Processing เพื่อประมวลผลภาพ



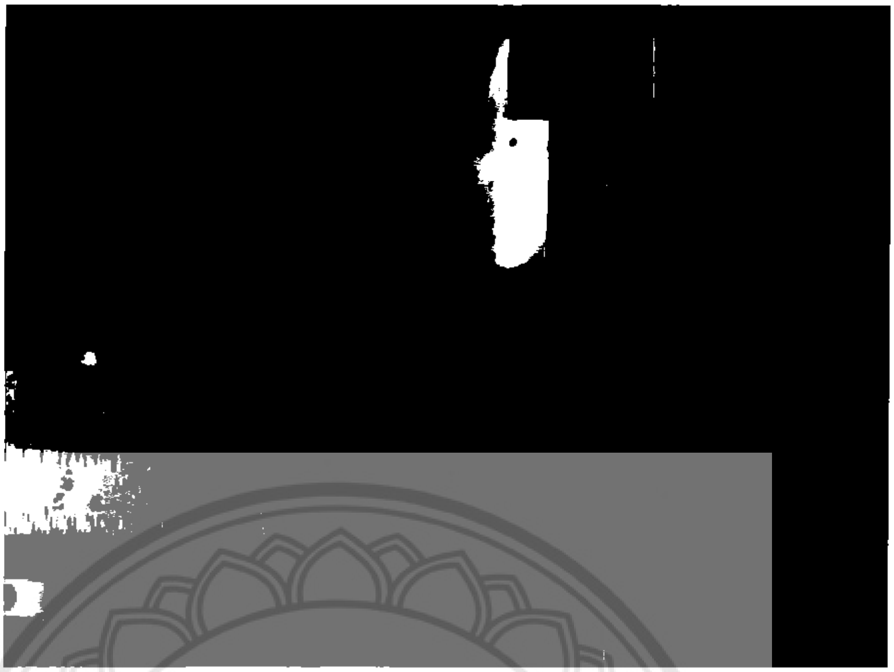
รูปที่ 4.4 แสดงการกดปุ่ม Processing เพื่อประมวลผลภาพ

4.2 การทดลองโปรแกรมการประมวลผลภาพสำหรับตรวจจับความสมบูรณ์ของเมล็ดข้าวขาว

เมื่อทำการทดลองในส่วนของการ GUI นั้นจะเห็นได้ว่าสามารถทำงานได้จริงตามที่ได้ออกแบบไว้ ดังนั้นจะเริ่มเข้าสู่ขั้นตอนการนำภาพข้าวขาวที่ได้ทำการถ่ายเก็บไว้นำมาทดลองประมวลผล ซึ่งในโครงงานนี้ได้กล่าวไว้แล้วข้างต้นว่าจะทำการทดลองประมวลผลภาพข้าวขาวสำหรับตรวจจับความสมบูรณ์ของเมล็ดข้าว โดยจะทดลองใน 2 กรณี คือ การทดลองสำหรับภาพข้าวขาวแบบหนึ่งเมล็ด และ การทดลองสำหรับภาพข้าวขาวแบบกลุ่ม โดยค่าความสมบูรณ์ของเมล็ดข้าวจากการทดลองประมวลผลนั้นจะอ้างอิงจากเกณฑ์มาตรฐานข้าวไทย พ.ศ.2540 ซึ่งสามารถอธิบายได้ดังนี้

กรณีที่ 1 ผลการทดลองสำหรับภาพข้าวขาวแบบหนึ่งเมล็ด

การทดลองสำหรับภาพข้าวขาวแบบหนึ่งเมล็ดคือการทดลองเพื่อตรวจสอบความแม่นยำของพื้นข้าว ซึ่งพิจารณาเฉพาะความสูง ความกว้างของเมล็ดข้าว ดังนั้นจึงทำการทดลองโดยนำตัวอย่างเมล็ดข้าวขาว 500 เมล็ด ทำการวัดความสูง ความกว้างโดยเวอร์เนียร์ คาลิเปอร์ดังรูปที่ 4.5



รูปที่ 4.5 ตัวอย่างการวัดเวอร์เนียร์ คาลิเปอร์

และทำการเก็บบันทึกข้อมูลลงในตารางที่ 1 ผลการทดลองสำหรับข้าวขาวหนึ่งเมล็ด ซึ่งสามารถดูข้อมูลได้จากภาคผนวก ก จากนั้นนำตัวอย่างเมล็ดข้าวขาวที่ทำการวัดเรียบร้อยแล้วนำไปถ่ายภาพ โดยถ่ายภาพตัวอย่างเมล็ดข้าวขาวภาพละหนึ่งเมล็ดจำนวน 500 ภาพ พร้อมนำกระดาษขนาด 2 เซนติเมตร x 0.1 เซนติเมตร วางบนพื้นหลังภาพบริเวณใกล้เคียงตัวอย่างเมล็ดข้าวขาว ซึ่งสามารถอ่านรายละเอียดเพิ่มเติมได้จากบทที่ 3

เมื่อเราได้ภาพดังกล่าวแล้ว จึงนำภาพเหล่านั้นไปทดสอบด้วยโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น เมื่อโปรแกรมประมวลผลเสร็จสิ้นจะได้ค่าความสูง ความกว้างจึงทำการเก็บบันทึกข้อมูลลงตารางที่ 1 ผลการทดลองสำหรับข้าวขาวหนึ่งเมล็ด ใน ภาคผนวก ก

ทำการวิเคราะห์ข้อมูลการทดลองสำหรับข้าวขาวหนึ่งเมล็ดจากตารางภาคผนวก ก เพื่อพิจารณาความแม่นยำของโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น ซึ่งจะเห็นได้ว่าข้อมูลระหว่างการวัดขนาดความสูงและความกว้างจากเวอร์เนียร์ คาลิเปอร์ และข้อมูลจากการประมวลผลของโปรแกรมนั้น เมื่อทำการวิเคราะห์ค่าข้อมูล โดยนำค่าทั้งสองมาเปรียบเทียบกัน ทำให้ทราบว่าโปรแกรมการประมวลผลภาพที่ได้พัฒนาขึ้นค่อนข้างมีความแม่นยำ เนื่องจากค่าข้อมูลจากการวัดด้วยเวอร์เนียร์และการประมวลผลด้วยโปรแกรมนั้นมีความใกล้เคียงกันอย่างมาก แม้จะมีความคลาดเคลื่อนอยู่บ้างแต่ก็เพียงเล็กน้อยเท่านั้น ซึ่งความคลาดเคลื่อนของค่าข้อมูลมีความต่างกันประมาณ 0.01 – 0.05 เซนติเมตร

กรณีที่ 2 ผลการทดลองสำหรับภาพข้าวขาวแบบกลุ่ม

การทดลองสำหรับภาพข้าวขาวแบบกลุ่ม จะทำการทดลองโดยนำภาพถ่ายข้าวขาวจำนวนหลายเมล็ดมาทดลองประมวลผลว่า ภาพข้าวขาวแบบกลุ่มที่ได้นำมาทดลองนั้นอยู่ในเกณฑ์ข้าวขาวชนิดใดตามมาตรฐานข้าวไทย พ.ศ.2540 ดังนั้นในขั้นตอนการทดลองจึงทำการถ่ายภาพตัวอย่างเมล็ดข้าวขาวแบบกลุ่มจำนวน 300 รูป ซึ่งตัวอย่างข้าวขาวที่นำมาทำการทดลองนั้น ข้าวทุกเมล็ดในภาพถ่ายทุกภาพ จะต้องผ่านการวัดค่าความสูง ความกว้าง ด้วยเวอร์เนียร์ คาลิเปอร์ ทุกเมล็ดเพื่อที่จะสามารถแยกความสมบูรณ์ของข้าวขาวที่นำมาทดลองว่ามีค่าความสมบูรณ์ตามเกณฑ์ข้าวขาวชนิดใดและทำการเก็บบันทึกข้อมูลลงตารางที่ 2 ผลการทดลองสำหรับข้าวขาวแบบกลุ่ม ในภาคผนวก ก

และจากนั้นนำภาพที่ได้ไปทดสอบด้วยโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น ซึ่งเมื่อโปรแกรมทำการประมวลผลภาพข้าวขาวดังกล่าวแล้ว จะแสดงค่าความสมบูรณ์ออกมาและทำการเก็บบันทึกข้อมูลลงตารางที่ 2 ผลการทดลองสำหรับข้าวขาวแบบกลุ่ม ใน ภาคผนวก ก

เมื่อนำข้อมูลจากตารางผลการทดลองสำหรับข้าวขาวแบบกลุ่ม ใน ภาคผนวก ก มาทำการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อพิจารณาความแม่นยำของโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น จะเห็นว่าข้อมูลข้าวขาวแบบกลุ่มซึ่งผ่านการวัดจากเวอร์เนียร์ คาลิเปอร์ และทำการคำนวณหาค่าความสมบูรณ์ของเมล็ดข้าวขาวด้วยมือ กับค่าความสมบูรณ์ของข้าวขาวจากการประมวลผลของโปรแกรม เมื่อทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าข้อมูลดังกล่าวแล้ว จะเห็นว่ามีค่าข้อมูลความสมบูรณ์ของข้าวขาวตรงกันเกือบทั้งหมด อาจจะมีบางข้อมูลผิดพลาดไปบ้างแต่ก็เพียงเล็กน้อยเท่านั้น ประมาณร้อยละ 10 จากภาพถ่ายทั้งหมด

บทที่ 5
บทสรุป

5.1 สรุปผลการทดลอง

โครงงานเล่มนี้ ได้พัฒนาโปรแกรมแม็ทแล็ปที่ใช้สำหรับการตรวจสอบความสมบูรณ์ของเมล็ดข้าวด้วยการวัดความสูง ความกว้างของเมล็ดข้าวจากภาพทั้งกรณีเมล็ดเดียวและหลายเมล็ดที่ไม่ติดกัน

ในกรณีการตรวจจับความสมบูรณ์ของภาพเมล็ดข้าวเดียวจำนวน 500 ภาพ พบว่า โปรแกรมมีความผิดพลาด 10% ในการตรวจจับความสมบูรณ์เมล็ดข้าว

ในกรณีการตรวจจับความสมบูรณ์ของภาพกลุ่มเมล็ดข้าวที่ไม่ติดกันจำนวน 300 ภาพ พบว่า โปรแกรมมีความผิดพลาดเพียง 5% ในการตรวจจับความสมบูรณ์เมล็ดข้าว

5.2 ปัญหาในการทำงานและแนวทางแก้ไข

การถ่ายภาพแต่ละครั้งจะมีระยะระหว่างวัตถุถึงเลนส์กล้องไม่เท่ากัน ทำให้ภาพเมล็ดข้าวที่ได้รับแต่ละครั้งมีขนาดเปลี่ยนแปลง จึงทำให้การวัดขนาดไม่เที่ยงตรง

คณะผู้จัดทำโครงงานมีวิธีการแก้ไขด้วยการวางกระดาษอ้างอิงขนาด 2 เซนติเมตร x 0.1 เซนติเมตร ปนกับเมล็ดข้าว ทำให้สามารถเปรียบเทียบขนาดวัดจริงของเมล็ดข้าวในภาพถ่ายได้เป็นอย่างดี

5.3 ข้อเสนอแนะและแนวทางสำหรับการพัฒนา

สามารถนำโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นมานี้มาประยุกต์ใช้สำหรับการประมวลผลความสมบูรณ์ของกลุ่มเมล็ดข้าวที่ติดกันได้ด้วยการใช้ภาพแม่แบบต้นฉบับร่วมกับการตัดขอบภาพ

15755384
2/5.
ค432ก
2553

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

เอกสารอ้างอิง

[1] A. K. Jain, "Fundamentals of Digital Image Processing," Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, NJ, 1989.

[2] K. R. Castleman, "Digital Image Processing," Prentice Hall International, Inc., Englewood Cliffs, NJ, 1996.

[3] P. K. William, "Digital Image Processing," Sun Microsystems, Inc., California, 1991.

[4] ประกาศกระทรวงพาณิชย์ เรื่องมาตรฐานสินค้าข้าว พ.ศ 2540

ภาคผนวก ก

ตารางที่ 1 ผลการทดลองสำหรับภาพข้าวขาวแบบหนึ่งเมล็ด

ลำดับภาพ	ค่าจากการวัดเวอร์เนียร์ คาลิเปอร์		ค่าจากการประมวลผลจากโปรแกรม	
	ความสูง	ความกว้าง	ความสูง	ความกว้าง
1	0.68	0.21	0.66	0.18
2	0.63	0.22	0.61	0.20
3	0.63	0.20	0.59	0.19
4	0.55	0.23	0.51	0.19
5	0.67	0.21	0.53	0.22
6	0.64	0.21	0.62	0.20
7	0.66	0.23	0.59	0.18
8	0.60	0.20	0.58	0.19
9	0.72	0.21	0.69	0.19
10	0.45	0.22	0.45	0.20
11	0.71	0.21	0.70	0.19
12	0.74	0.21	0.73	0.19
13	0.67	0.20	0.64	0.19
14	0.72	0.21	0.69	0.19
15	0.5	0.2	0.48	0.17
16	0.72	0.21	0.66	0.18
17	0.67	0.21	0.65	0.20
18	0.70	0.21	0.69	0.19
19	0.66	0.21	0.64	0.20
20	0.68	0.20	0.67	0.17
21	0.74	0.19	0.73	0.17
22	0.67	0.20	0.65	0.19
23	0.69	0.19	0.66	0.18

ตารางที่ 1 ผลการทดลองสำหรับภาพข้าวขาวแบบหนึ่งเมล็ด(ต่อ)

ลำดับภาพ	ค่าจากการวัดเวอร์เนียร์ คาลิเปอร์		ค่าจากการประมวลผลจากโปรแกรม	
	ความสูง	ความกว้าง	ความสูง	ความกว้าง
24	0.71	0.21	0.70	0.18
25	0.79	0.22	0.76	0.20
26	0.70	0.22	0.62	0.21
27	0.75	0.20	0.73	0.19
28	0.72	0.21	0.71	0.20
29	0.65	0.21	0.64	0.20
30	0.66	0.21	0.67	0.18
31	0.72	0.22	0.72	0.21
32	0.78	0.22	0.77	0.22
33	0.73	0.21	0.72	0.19
34	0.74	0.21	0.72	0.19
35	0.57	0.2	0.51	0.18
36	0.78	0.21	0.65	0.19
37	0.73	0.21	0.73	0.20
38	0.78	0.21	0.76	0.20
39	0.70	0.22	0.68	0.20
40	0.76	0.22	0.75	0.21
41	0.74	0.21	0.73	0.18
42	0.72	0.20	0.69	0.19
43	0.9	0.25	0.87	0.24
44	0.68	0.21	0.67	0.20
45	0.72	0.21	0.7	0.2
46	0.59	0.21	0.61	0.19
47	0.76	0.22	0.73	0.20
48	0.43	0.20	0.43	0.18

ตารางที่ 1 ผลการทดลองสำหรับภาพข้าวขาวแบบหนึ่งเมล็ด(ต่อ)

ลำดับภาพ	ค่าจากการวัดเวอร์เนียร์ คาลิเปอร์		ค่าจากการประมวลผลจากโปรแกรม	
	ความสูง	ความกว้าง	ความสูง	ความกว้าง
49	0.71	0.22	0.7o	0.21
50	0.61	0.20	0.60	0.19
51	0.72	0.20	0.71	0.18
52	0.73	0.21	0.70	0.20
53	0.50	0.22	0.50	0.21
54	0.63	0.21	0.66	0.19
55	066	0.20	0.64	0.18
56	0.68	0.21	0.62	0.20
57	0.74	0.21	0.73	0.18
58	0.68	0.22	0.65	0.20
59	0.73	0.21	0.71	0.19
60	0.59	0.20	0.45	0.20
61	0.52	0.22	0.44	0.20
62	0.7o	0.21	0.56	0.20
63	0.73	0.20	0.70	0.18
64	0.76	0.21	0.73	0.18
65	0.56	0.21	0.45	0.20
66	0.64	0.21	0.63	0.19
67	0.73	0.22	0.71	0.19
68	0.70	0.21	0.68	0.14
69	0.71	0.20	0.68	0.18
70	0.71	0.21	0.58	0.20
71	0.73	0.20	0.69	0.19
72	0.70	0.20	0.55	0.19

ตารางที่ 1 ผลการทดลองสำหรับภาพข้าวขาวแบบหนึ่งเมล็ด(ต่อ)

ลำดับภาพ	ค่าจากการวัดเวอร์เนียร์ คาลิเปอร์		ค่าจากการประมวลผลจากโปรแกรม	
	ความสูง	ความกว้าง	ความสูง	ความกว้าง
73	0.67	0.20	0.66	0.15
74	0.63	0.20	0.60	0.18
75	0.71	0.21	0.70	0.19
76	0.61	0.19	0.61	0.14
77	0.70	0.21	0.68	0.19
78	0.68	0.21	0.66	0.18
79	0.73	0.21	0.64	0.19
80	0.73	0.22	0.72	0.20
81	0.69	0.19	0.67	0.14
82	0.53	0.20	0.41	0.12
83	0.66	0.21	0.64	0.20
84	0.50	0.21	0.48	0.19
85	0.63	0.21	0.62	0.19
86	0.63	0.21	0.61	0.19
87	0.71	0.21	0.69	0.18
88	0.71	0.21	0.69	0.19
89	0.76	0.21	0.74	0.17
90	0. 75	0.21	0.68	0.20
91	0.68	0.19	0.66	0.18
92	0.71	0.21	0.70	0.20
93	0.62	0.21	0.60	0.18
94	0.64	0.21	0.61	0.15
95	0.68	0.21	0.67	0.19
96	0.69	0.22	0.30	0.20

ตารางที่ 1 ผลการทดลองสำหรับภาพข้าวขาวแบบหนึ่งเมล็ด(ต่อ)

ลำดับภาพ	ค่าจากการวัดเวอร์เนียร์ คาลิเปอร์		ค่าจากการประมวลผลจากโปรแกรม	
	ความสูง	ความกว้าง	ความสูง	ความกว้าง
97	0.64	0.22	0.63	0.18
98	0.69	0.19	0.62	0.18
99	0.72	0.22	0.60	0.17
100	0.57	0.20	0.52	0.08
101	0.64	0.20	0.57	0.19
102	0.73	0.21	0.70	0.19
103	0.73	0.20	0.62	0.20
104	0.70	0.22	0.67	0.20
105	0.70	0.21	0.70	0.20
106	0.66	0.21	0.40	0.19
107	0.73	0.21	0.71	0.20
108	0.67	0.21	0.60	0.17
109	0.79	0.21	0.77	0.20
110	0.58	0.20	0.56	0.18
111	0.62	0.20	0.53	0.17
112	0.74	0.22	0.73	0.20
113	0.58	0.20	0.56	0.19
114	0.60	0.21	0.58	0.19
115	0.69	0.21	0.67	0.17
116	0.66	0.21	0.65	0.19
117	0.75	0.21	0.72	0.19
118	0.92	0.24	0.85	0.20
119	0.68	0.23	0.55	0.13
120	0.73	0.20	0.62	0.18

ตารางที่ 1 ผลการทดลองสำหรับภาพข้าวขาวแบบหนึ่งเมล็ด(ต่อ)

ลำดับภาพ	ค่าจากการวัดเวอร์เนียร์ คาลิเปอร์		ค่าจากการประมวลผลจากโปรแกรม	
	ความสูง	ความกว้าง	ความสูง	ความกว้าง
121	0.67	0.21	0.50	0.19
122	0.72	0.21	0.70	0.19
123	0.64	0.22	0.61	0.18
124	0.65	0.20	0.53	0.17
125	0.80	0.21	0.74	0.19
126	0.74	0.21	0.75	0.19
127	0.71	0.22	0.68	0.21
128	0.74	0.22	0.72	0.19
129	0.76	0.21	0.74	0.18
130	0.57	0.22	0.54	0.18
131	0.77	0.20	0.62	0.16
132	0.75	019	0.72	0.19
133	0.63	0.19	0.58	0.17
134	0.63	0.22	0.54	0.20
135	0.66	0.19	0.63	0.17
136	0.74	0.21	0.72	0.18
137	0.71	0.20	0.70	0.17
138	0.68	0.20	0.65	0.17
139	0.61	0.21	0.58	0.15
140	0.70	0.21	0.63	0.18
141	0.66	0.20	0.61	0.16
142	0.74	0.21	0.64	0.19
143	0.52	0.19	0.26	0.14
144	0.63	0.21	0.63	0.19

ตารางที่ 1 ผลการทดลองสำหรับภาพข้าวขาวแบบหนึ่งเมล็ด(ต่อ)

ลำดับภาพ	ค่าจากการวัดเวอร์เนียร์ คาลิเปอร์		ค่าจากการประมวลผลจากโปรแกรม	
	ความสูง	ความกว้าง	ความสูง	ความกว้าง
145	0.75	0.21	0.64	0.20
146	0.74	0.21	0.71	0.17
147	0.76	0.2	0.73	0.18
148	0.62	0.19	0.60	0.17
149	0.68	0.20	0.67	0.18
150	0.62	0.22	0.56	0.19
151	0.50	0.22	0.49	0.18
152	0.68	0.19	0.66	0.18
153	0.74	0.20	0.69	0.18
154	0.61	0.21	0.49	0.19
155	0.76	0.21	0.75	0.20
156	0.70	0.21	0.68	0.19
157	0.73	0.23	0.71	0.21
158	0.72	0.20	0.71	0.19
159	0.58	0.23	0.43	0.19
160	0.49	0.21	0.48	0.20
161	0.74	0.20	0.71	0.18
162	0.75	0.21	0.73	0.20
163	0.71	0.20	0.67	0.17
164	0.69	0.20	0.66	0.18
165	0.68	0.19	0.64	0.18
166	0.67	0.20	0.63	0.17
167	0.64	0.20	0.61	0.19
168	0.72	0.22	0.69	0.21

ตารางที่ 1 ผลการทดลองสำหรับภาพข้าวขาวแบบหนึ่งเมล็ด(ต่อ)

ลำดับภาพ	ค่าจากการวัดเวอร์เนียร์ คาลิเปอร์		ค่าจากการประมวลผลจากโปรแกรม	
	ความสูง	ความกว้าง	ความสูง	ความกว้าง
169	0.55	0.21	0.45	0.19
170	0.68	0.18	0.65	0.17
171	0.76	0.22	0.73	0.21
172	0.55	0.20	0.54	0.19
173	0.66	0.22	0.61	0.20
174	0.73	0.21	0.71	0.20
175	0.66	0.19	0.60	0.13
176	0.69	0.20	0.67	0.17
177	0.73	0.20	0.65	0.19
178	0.69	0.20	0.57	0.15
179	0.52	0.20	0.55	0.19
180	0.57	0.20	0.54	0.18
181	0.66	0.22	0.66	0.19
182	0.68	0.20	0.57	0.19
183	0.70	0.20	0.60	0.16
184	0.70	0.20	0.67	0.11
185	0.74	0.21	0.64	0.21
186	0.67	0.20	0.66	0.18
187	0.70	0.21	0.61	0.20
188	0.47	0.21	0.47	0.16
189	0.76	0.21	0.74	0.19
190	0.53	0.20	0.54	0.18
191	0.67	0.22	0.58	0.21
192	0.67	0.21	0.63	0.23

ตารางที่ 1 ผลการทดลองสำหรับภาพข้าวขาวแบบหนึ่งเมล็ด(ต่อ)

ลำดับภาพ	ค่าจากการวัดเวอร์เนียร์ คาลิเปอร์		ค่าจากการประมวลผลจากโปรแกรม	
	ความสูง	ความกว้าง	ความสูง	ความกว้าง
193	0.69	0.21	0.62	0.20
194	0.70	0.20	0.66	0.19
195	0.69	0.22	0.66	0.18
196	0.58	0.18	0.57	0.16
197	0.78	0.21	0.76	0.19
198	0.62	0.21	0.60	0.19
199	0.64	0.22	0.62	0.21
200	0.64	0.21	0.62	0.17
201	0.79	0.21	0.69	0.19
202	0.51	0.20	0.50	0.19
203	0.64	0.20	0.62	0.18
204	0.77	0.20	0.73	0.18
205	0.63	0.18	0.60	0.16
206	0.65	0.18	0.63	0.16
207	0.77	0.21	0.74	0.16
208	0.73	0.21	0.71	0.20
209	0.75	0.23	0.75	0.20
210	0.67	0.19	0.65	0.18
211	0.73	0.21	0.70	0.20
212	0.69	0.20	0.66	0.18
213	0.62	0.20	0.67	0.18
214	0.72	0.19	0.69	0.18
215	0.78	0.21	0.73	0.19
216	0.74	0.21	0.70	0.19

ตารางที่ 1 ผลการทดลองสำหรับภาพข้าวขาวแบบหนึ่งเมล็ด(ต่อ)

ลำดับภาพ	ค่าจากการวัดเวอร์เนียร์ คาลิเปอร์		ค่าจากการประมวลผลจากโปรแกรม	
	ความสูง	ความกว้าง	ความสูง	ความกว้าง
217	0.54	0.21	0.50	0.18
218	0.63	0.16	0.67	0.15
219	0.70	0.22	0.56	0.18
220	0.56	0.23	0.56	0.18
221	0.50	0.21	0.49	0.19
222	0.63	0.19	0.61	0.18
223	0.68	0.20	0.66	0.18
224	0.71	0.21	0.68	0.19
225	0.77	0.22	0.74	0.20
226	0.69	0.18	0.64	0.15
227	0.77	0.22	0.74	0.20
228	0.75	0.19	0.72	0.18
229	0.60	0.16	0.56	0.14
230	0.53	0.23	0.51	0.21
231	0.72	0.20	0.70	0.18
232	0.76	0.20	0.63	0.17
233	0.72	0.21	0.68	0.17
234	0.69	0.21	0.66	0.20
235	0.75	0.20	0.73	0.18
236	0.65	0.19	0.63	0.18
237	0.73	0.21	0.71	0.17
238	0.63	0.22	0.54	0.20
239	0.76	0.21	0.73	0.19
240	0.71	0.22	0.55	0.17

ตารางที่ 1 ผลการทดลองสำหรับภาพข้าวขาวแบบหนึ่งเมล็ด(ต่อ)

ลำดับภาพ	ค่าจากการวัดเวอร์เนียร์ คาลิเปอร์		ค่าจากการประมวลผลจากโปรแกรม	
	ความสูง	ความกว้าง	ความสูง	ความกว้าง
241	0.71	0.22	0.61	0.19
242	0.71	0.21	0.69	0.20
243	0.73	0.20	0.71	0.18
244	0.76	0.20	0.74	0.17
245	0.63	0.19	0.60	0.18
246	0.68	0.23	0.66	0.20
247	0.75	0.21	0.73	0.19
248	0.55	0.20	0.53	0.19
249	0.73	0.21	0.70	0.19
250	0.75	0.21	0.71	0.19
251	0.63	0.21	0.55	0.19
252	0.73	0.22	0.71	0.20
253	0.75	0.22	0.74	0.20
254	0.69	0.21	0.56	0.18
255	0.75	0.22	0.61	0.19
256	0.72	0.20	0.70	0.15
257	0.70	0.22	0.68	0.20
258	0.70	0.22	0.68	0.20
259	0.69	0.20	0.66	0.17
260	0.60	0.21	0.56	0.20
261	0.65	0.18	0.61	0.17
262	0.64	0.19	0.62	0.17
263	0.70	0.20	0.69	0.19
264	0.75	0.21	0.72	0.19

ตารางที่ 1 ผลการทดลองสำหรับภาพข้าวขาวแบบหนึ่งเมล็ด(ต่อ)

ลำดับภาพ	ค่าจากการวัดเวอร์เนียร์ คาลิเปอร์		ค่าจากการประมวลผลจากโปรแกรม	
	ความสูง	ความกว้าง	ความสูง	ความกว้าง
265	0.71	0.20	0.51	0.11
266	0.70	0.20	0.68	0.18
267	0.72	0.21	0.68	0.19
268	0.69	0.21	0.68	0.20
269	0.67	0.21	0.66	0.20
270	0.71	0.21	0.70	0.19
271	0.70	0.20	0.68	0.18
272	0.48	0.20	0.45	0.18
273	0.71	0.21	0.68	0.19
274	0.74	0.21	0.68	0.20
275	0.75	0.22	0.71	0.21
276	0.77	0.21	0.75	0.20
277	0.38	0.21	0.37	0.20
278	0.74	0.22	0.68	0.20
279	0.73	0.19	0.70	0.18
280	0.70	0.21	0.66	0.20
281	0.67	0.20	0.64	0.18
282	0.69	0.21	0.68	0.19
283	0.72	0.21	0.69	0.19
284	0.77	0.22	0.73	0.19
285	0.69	0.22	0.68	0.19
286	0.66	0.21	0.65	0.20
287	0.76	0.22	0.74	0.20
288	0.73	0.21	0.72	0.20

ตารางที่ 1 ผลการทดลองสำหรับภาพข้าวขาวแบบหนึ่งเมล็ด(ต่อ)

ลำดับภาพ	ค่าจากการวัดเวอร์เนียร์ คาลิเปอร์		ค่าจากการประมวลผลจากโปรแกรม	
	ความสูง	ความกว้าง	ความสูง	ความกว้าง
289	0.70	0.21	0.69	0.19
290	0.67	0.21	0.35	0.18
291	0.74	0.21	0.71	0.19
292	0.64	0.20	0.61	0.19
293	0.74	0.21	0.65	0.20
294	0.57	0.20	0.59	0.18
295	0.73	0.20	0.67	0.17
296	0.75	0.21	0.73	0.19
297	0.69	0.21	0.67	0.19
298	0.62	0.20	0.54	0.18
299	0.73	0.21	0.71	0.19
300	0.69	0.21	0.67	0.19
301	0.74	0.21	0.71	0.19
302	0.65	0.22	0.64	0.19
303	0.67	0.21	0.65	0.18
304	0.67	0.21	0.66	0.19
305	0.55	0.22	0.51	0.20
306	0.70	0.21	0.68	0.19
307	0.70	0.19	0.67	0.17
308	0.69	0.22	0.67	0.20
309	0.52	0.21	0.52	0.17
310	0.61	0.21	0.58	0.19
311	0.70	0.21	0.68	0.19
312	0.68	0.21	0.65	0.20

ตารางที่ 1 ผลการทดลองสำหรับภาพข้าวขาวแบบหนึ่งเมล็ด(ต่อ)

ลำดับภาพ	ค่าจากการวัดเวอร์เนียร์ คาลิเปอร์		ค่าจากการประมวลผลจากโปรแกรม	
	ความสูง	ความกว้าง	ความสูง	ความกว้าง
313	0.36	0.21	0.37	0.20
314	0.73	0.21	0.67	0.19
315	0.71	0.23	0.61	0.20
316	0.69	0.19	0.68	0.16
317	0.69	0.21	0.67	0.20
318	0.74	0.21	0.72	0.20
319	0.66	0.22	0.50	0.19
320	0.76	0.20	0.74	0.17
321	0.62	0.19	0.61	0.15
322	0.76	0.21	0.75	0.19
323	0.67	0.21	0.65	0.20
324	0.68	0.19	0.66	0.18
325	0.67	0.20	0.65	0.19
326	0.71	0.21	0.69	0.19
327	0.66	0.20	0.65	0.18
328	0.63	0.21	0.61	0.18
329	0.67	0.21	0.55	0.20
330	0.77	0.21	0.74	0.20
331	0.77	0.19	0.75	0.19
332	0.52	0.20	0.50	0.18
333	0.74	0.22	0.71	0.21
334	0.66	0.18	0.64	0.17
335	0.65	0.20	0.53	0.13
336	0.30	0.17	0.31	0.17

ตารางที่ 1 ผลการทดลองสำหรับภาพข้าวขาวแบบหนึ่งเมล็ด(ต่อ)

ลำดับภาพ	ค่าจากการวัดเวอร์เนียร์ คาลิเปอร์		ค่าจากการประมวลผลจากโปรแกรม	
	ความสูง	ความกว้าง	ความสูง	ความกว้าง
337	0.66	0.20	0.65	0.18
338	0.68	0.20	0.65	0.19
339	0.64	0.21	0.63	0.20
340	0.52	0.20	0.40	0.17
341	0.68	0.20	0.66	0.18
342	0.79	0.22	0.77	0.20
343	0.75	0.22	0.73	0.20
344	0.61	0.21	0.44	0.19
345	0.72	0.24	0.64	0.20
346	0.71	0.21	0.67	0.16
347	0.59	0.21	0.64	0.21
348	0.76	0.21	0.75	0.20
349	0.64	0.21	0.63	0.19
350	0.73	0.22	0.61	0.20
351	0.50	0.20	0.51	0.19
352	0.63	0.19	0.61	0.17
353	0.60	0.20	0.57	0.16
354	0.58	0.19	0.57	0.16
355	0.77	0.21	0.74	0.19
356	0.66	0.19	0.64	0.18
357	0.53	0.21	0.53	0.19
358	0.59	0.19	0.50	0.17
359	0.74	0.20	0.73	0.20
360	0.69	0.18	0.54	0.18

ตารางที่ 1 ผลการทดลองสำหรับภาพข้าวขาวแบบหนึ่งเมล็ด(ต่อ)

ลำดับภาพ	ค่าจากการวัดเวอร์เนียร์ คาลิเปอร์		ค่าจากการประมวลผลจากโปรแกรม	
	ความสูง	ความกว้าง	ความสูง	ความกว้าง
361	0.71	0.21	0.70	0.19
362	0.69	0.20	0.67	0.17
363	0.71	0.21	0.63	0.19
364	0.62	0.24	0.61	0.23
365	0.66	0.22	0.62	0.14
366	0.69	0.21	0.50	0.19
367	0.65	0.22	0.62	0.20
368	0.59	0.23	0.57	0.22
369	0.76	0.20	0.74	0.19
370	0.75	0.22	0.72	0.20
371	0.67	0.20	0.66	0.19
372	0.76	0.21	0.73	0.19
373	0.64	0.21	0.62	0.20
374	0.66	0.21	0.64	0.20
375	0.67	0.21	0.56	0.19
376	0.63	0.21	0.60	0.20
377	0.64	0.22	0.63	0.19
378	0.62	0.24	0.60	0.21
379	0.57	0.19	0.56	0.19
380	0.80	0.21	0.79	0.20
381	0.48	0.21	0.47	0.20
382	0.61	0.21	0.60	0.20
383	0.73	0.21	0.69	0.19
384	0.70	0.21	0.69	0.18

ตารางที่ 1 ผลการทดลองสำหรับภาพข้าวขาวแบบหนึ่งเมล็ด(ต่อ)

ลำดับภาพ	ค่าจากการวัดเวอร์เนียร์ คาลิเปอร์		ค่าจากการประมวลผลจากโปรแกรม	
	ความสูง	ความกว้าง	ความสูง	ความกว้าง
385	0.72	0.21	0.70	0.19
386	0.67	0.21	0.66	0.20
387	0.72	0.20	0.71	0.19
388	0.52	0.19	0.51	0.18
389	0.60	0.18	0.57	0.15
390	0.74	0.18	0.73	0.17
391	0.74	0.19	0.72	0.18
392	0.70	0.21	0.63	0.20
393	0.68	0.21	0.56	0.20
394	0.73	0.20	0.70	0.19
395	0.71	0.21	0.70	0.20
396	0.68	0.21	0.66	0.19
397	0.68	0.20	0.57	0.19
398	0.31	0.20	0.30	0.20
399	0.57	0.19	0.54	0.17
400	0.54	0.21	0.53	0.19
401	0.48	0.20	0.46	0.19
402	0.68	0.21	0.66	0.20
403	0.76	0.22	0.67	0.21
404	0.50	0.23	0.45	0.21
405	0.71	0.22	0.70	0.17
406	0.73	0.21	0.70	0.18
407	0.67	0.20	0.65	0.19
408	0.63	0.21	0.61	0.20

ตารางที่ 1 ผลการทดลองสำหรับภาพข้าวขาวแบบหนึ่งเมล็ด(ต่อ)

ลำดับภาพ	ค่าจากการวัดเวอร์เนียร์ คาลิเปอร์		ค่าจากการประมวลผลจากโปรแกรม	
	ความสูง	ความกว้าง	ความสูง	ความกว้าง
409	0.75	0.21	0.63	0.19
410	0.51	0.20	0.48	0.19
411	0.70	0.20	0.68	0.18
412	0.62	0.19	0.52	0.18
413	0.75	0.20	0.73	0.19
414	0.80	0.20	0.69	0.19
415	0.74	0.20	0.71	0.19
416	0.74	0.21	0.71	0.17
417	0.68	0.22	0.68	0.21
418	0.72	0.21	0.71	0.20
419	0.65	0.21	0.63	0.20
420	0.72	0.20	0.70	0.19
421	0.62	0.20	0.60	0.17
422	0.73	0.21	0.70	0.16
423	0.70	0.21	0.69	0.19
424	0.64	0.21	0.63	0.19
425	0.72	0.20	0.70	0.18
426	0.68	0.22	0.65	0.20
427	0.55	0.20	0.54	0.18
428	0.74	0.21	0.65	0.19
429	0.66	0.21	0.60	0.19
430	0.73	0.21	0.71	0.19
431	0.71	0.20	0.69	0.19
432	0.50	0.19	0.50	0.18

ตารางที่ 1 ผลการทดลองสำหรับภาพข้าวขาวแบบหนึ่งเมล็ด(ต่อ)

ลำดับภาพ	ค่าจากการวัดเวอร์เนียร์ คาลิเปอร์		ค่าจากการประมวลผลจากโปรแกรม	
	ความสูง	ความกว้าง	ความสูง	ความกว้าง
433	0.69	0.18	0.66	0.17
434	0.53	0.20	0.51	0.19
435	0.72	0.21	0.69	0.20
436	0.71	0.21	0.68	0.18
437	0.78	0.19	0.76	0.17
438	0.72	0.19	0.71	0.18
439	0.71	0.19	0.70	0.17
440	0.70	0.21	0.69	0.19
441	0.74	0.21	0.69	0.19
442	0.65	0.19	0.61	0.17
443	0.70	0.20	0.73	0.17
444	0.72	0.21	0.70	0.20
445	0.49	0.20	0.49	0.19
446	0.67	0.22	0.61	0.20
447	0.75	0.22	0.73	0.20
448	0.78	0.20	0.76	0.19
449	0.73	0.21	0.71	0.19
450	0.75	0.21	0.73	0.20
451	0.74	0.21	0.72	0.19
452	0.69	0.19	0.64	0.18
453	0.71	0.22	0.57	0.20
454	0.56	0.20	0.46	0.17
455	0.64	0.21	0.63	0.19
456	0.77	0.19	0.74	0.17

ตารางที่ 1 ผลการทดลองสำหรับภาพข้าวขาวแบบหนึ่งเมล็ด(ต่อ)

ลำดับภาพ	ค่าจากการวัดเวอร์เนียร์ คาลิเปอร์		ค่าจากการประมวลผลจากโปรแกรม	
	ความสูง	ความกว้าง	ความสูง	ความกว้าง
457	0.68	0.20	0.66	0.19
458	0.71	0.20	0.53	0.14
459	0.70	0.20	0.67	0.20
460	0.74	0.22	0.72	0.20
461	0.69	0.20	0.65	0.16
462	0.60	0.21	0.60	0.19
463	0.72	0.19	0.70	0.17
464	0.70	0.21	0.68	0.20
465	0.78	0.22	0.76	0.20
466	0.69	0.22	0.67	0.20
467	0.70	0.19	0.66	0.17
468	0.81	0.21	0.79	0.19
469	0.65	0.21	0.620	0.18
470	0.75	0.20	0.72	0.19
471	0.77	0.22	0.74	0.20
472	0.64	0.22	0.63	0.20
473	0.70	0.20	0.68	0.19
474	0.64	0.18	0.61	0.17
475	0.72	0.20	0.70	0.18
476	0.70	0.21	0.68	0.19
477	0.66	0.22	0.64	0.17
478	0.76	0.23	0.74	0.21
479	0.72	0.21	0.71	0.19
480	0.74	0.21	0.72	0.20

ตารางที่ 1 ผลการทดลองสำหรับภาพข้าวขาวแบบหนึ่งเมล็ด(ต่อ)

ลำดับภาพ	ค่าจากการวัดเวอร์เนียร์ คาลิเปอร์		ค่าจากการประมวลผลจากโปรแกรม	
	ความสูง	ความกว้าง	ความสูง	ความกว้าง
481	0.69	0.20	0.66	0.15
482	0.78	0.21	0.77	0.19
483	0.76	0.20	0.74	0.16
484	0.68	0.22	0.66	0.20
485	0.72	0.21	0.70	0.19
486	0.65	0.22	0.56	0.19
487	0.66	0.19	0.57	0.17
488	0.73	0.21	0.54	0.14
489	0.64	0.19	0.60	0.18
490	0.61	0.19	0.58	0.16
491	0.44	0.20	0.40	0.17
492	0.59	0.21	0.40	0.18
493	0.56	0.20	0.51	0.21
494	0.73	0.23	0.71	0.21
495	0.52	0.15	0.40	0.14
496	0.60	0.22	0.58	0.17
497	0.58	0.21	0.57	0.17
498	0.70	0.20	0.68	0.17
499	0.61	0.21	0.59	0.20
500	0.72	0.21	0.71	0.20

ตารางที่ 2 ผลการทดลองสำหรับภาพข้าวขาวแบบกลุ่ม

ลำดับภาพ	ค่าจากการสุ่มข้าวขาว จากกองข้าวขาวตัวอย่าง	ค่าจากการประมวลผลจากโปรแกรม
1	ข้าวขาว 100%	100 % Class 2
2	ข้าวขาว 100%	100 % Class 2
3	ข้าวขาว 100%	100 % Class 1
4	ข้าวขาว 100%	100 % Class 2
5	ข้าวขาว 100%	100 % Class 1
6	ข้าวขาว 100%	100 % Class 1
7	ข้าวขาว 100%	100 % Class 2
8	ข้าวขาว 100%	100 % Class 2
9	ข้าวขาว 100%	100 % Class 1
10	ข้าวขาว 100%	100 % Class 1
11	ข้าวขาว 100%	100 % Class 1
12	ข้าวขาว 100%	100 % Class 1
13	ข้าวขาว 100%	100 % Class 2
14	ข้าวขาว 100%	100 % Class 2
15	ข้าวขาว 100%	100 % Class 1
16	ข้าวขาว 100%	100 % Class 1
17	ข้าวขาว 100%	100 % Class 2
18	ข้าวขาว 100%	100 % Class 2
19	ข้าวขาว 100%	100 % Class 2
20	ข้าวขาว 100%	100 % Class 2
21	ข้าวขาว 100%	100 % Class 2
22	ข้าวขาว 100%	100 % Class 1
23	ข้าวขาว 100%	100 % Class 1
24	ข้าวขาว 100%	100 % Class 1
25	ข้าวขาว 100%	100 % Class 1

ตารางที่ 2 ผลการทดลองสำหรับภาพข้าวขาวแบบกลุ่ม(ต่อ)

ลำดับภาพ	ค่าจากการสุ่มข้าวขาว จากกองข้าวขาวตัวอย่าง	ค่าจากการประมวลผลจากโปรแกรม
26	ข้าวขาว 100%	100 % Class 1
27	ข้าวขาว 100%	100 % Class 1
28	ข้าวขาว 100%	100 % Class 1
29	ข้าวขาว 100%	100 % Class 1
30	ข้าวขาว 100%	100 % Class 1
31	ข้าวขาว 100%	100 % Class 1
32	ข้าวขาว 100%	100 % Class 1
33	ข้าวขาว 100%	100 % Class 2
34	ข้าวขาว 100%	100 % Class 2
35	ข้าวขาว 100%	100 % Class 2
36	ข้าวขาว 100%	100 % Class 1
37	ข้าวขาว 100%	100 % Class 1
38	ข้าวขาว 100%	100 % Class 1
39	ข้าวขาว 100%	100 % Class 1
40	ข้าวขาว 100%	100 % Class 1
41	ข้าวขาว 100%	100 % Class 2
42	ข้าวขาว 100%	100 % Class 1
43	ข้าวขาว 100%	100 % Class 1
44	ข้าวขาว 100%	100 % Class 1
45	ข้าวขาว 100%	100 % Class 1
46	ข้าวขาว 100%	100 % Class 1
47	ข้าวขาว 100%	100 % Class 2
48	ข้าวขาว 100%	100 % Class 1
49	ข้าวขาว 100%	100 % Class 1

ตารางที่ 2 การทดลองสำหรับภาพข้าวขาวแบบกลุ่ม(ต่อ)

ลำดับภาพ	ค่าจากการสุ่มข้าวขาว จากกองข้าวขาวตัวอย่าง	ค่าจากการประมวลผลจาก โปรแกรม
50	ข้าวขาว 100%	100 % Class 1
51	ข้าวขาว 100%	100 % Class 1
52	ข้าวขาว 100%	100 % Class 1
53	ข้าวขาว 100%	100 % Class 1
54	ข้าวขาว 100%	100 % Class 1
55	ข้าวขาว 100%	100 % Class 2
56	ข้าวขาว 100%	100 % Class 1
57	ข้าวขาว 100%	100 % Class 2
58	ข้าวขาว 100%	100 % Class 2
59	ข้าวขาว 100%	100 % Class 2
60	ข้าวขาว 100%	100 % Class 2
61	ข้าวขาว 100%	100 % Class 2
62	ข้าวขาว 100%	100 % Class 1
63	ข้าวขาว 100%	100 % Class 1
64	ข้าวขาว 100%	100 % Class 1
65	ข้าวขาว 100%	100 % Class 1
66	ข้าวขาว 100%	100 % Class 1
67	ข้าวขาว 100%	100 % Class 1
68	ข้าวขาว 100%	100 % Class 1
69	ข้าวขาว 100%	100 % Class 1
70	ข้าวขาว 100%	100 % Class 1
71	ข้าวขาว 100%	100 % Class 1
72	ข้าวขาว 100%	100 % Class 1
73	ข้าวขาว 100%	100 % Class 1

ตารางที่ 2 ผลการทดลองสำหรับภาพข้าวขาวแบบกลุ่ม(ต่อ)

ลำดับภาพ	ค่าจากการสุ่มข้าวขาว จากกองข้าวขาวตัวอย่าง	ค่าจากการประมวลผลจากโปรแกรม
74	ข้าวขาว 100%	100 % Class 1
75	ข้าวขาว 100%	100 % Class 2
76	ข้าวขาว 100%	100 % Class 1
77	ข้าวขาว 100%	100 % Class 2
78	ข้าวขาว 100%	100 % Class 2
79	ข้าวขาว 100%	100 % Class 2
80	ข้าวขาว 100%	100 % Class 2
81	ข้าวขาว 100%	100 % Class 2
82	ข้าวขาว 100%	100 % Class 2
83	ข้าวขาว 100%	100 % Class 2
84	ข้าวขาว 100%	100 % Class 2
85	ข้าวขาว 100%	100 % Class 2
86	ข้าวขาว 100%	100 % Class 2
87	ข้าวขาว 100%	100 % Class 2
88	ข้าวขาว 100%	100 % Class 2
89	ข้าวขาว 100%	100 % Class 2
90	ข้าวขาว 100%	100 % Class 2
91	ข้าวขาว 100%	100 % Class 2
92	ข้าวขาว 100%	100 % Class 2
93	ข้าวขาว 100%	100 % Class 2
94	ข้าวขาว 100%	100 % Class 2
95	ข้าวขาว 100%	100 % Class 1
96	ข้าวขาว 100%	100 % Class 1
97	ข้าวขาว 100%	100 % Class 2

ตารางที่ 2 ผลการทดลองสำหรับภาพข้าวขาวแบบกลุ่ม(ต่อ)

ลำดับภาพ	ค่าจากการสุ่มข้าวขาว จากกองข้าวขาวตัวอย่าง	ค่าจากการประมวลผลจากโปรแกรม
98	ข้าวขาว 100%	100 % Class 1
99	ข้าวขาว 100%	100 % Class 2
100	ข้าวขาว 100%	100 % Class 1
101	ข้าวขาว 10 %	10 %
102	ข้าวขาว 10 %	10 %
103	ข้าวขาว 10 %	10 %
104	ข้าวขาว 10 %	10 %
105	ข้าวขาว 10 %	100 % Class 1
106	ข้าวขาว 10 %	100 % Class 1
107	ข้าวขาว 10 %	10 %
108	ข้าวขาว 10 %	100 % Class 1
109	ข้าวขาว 10 %	100 % Class 1
110	ข้าวขาว 10 %	10 %
111	ข้าวขาว 10 %	10 %
112	ข้าวขาว 10 %	10 %
113	ข้าวขาว 10 %	10 %
114	ข้าวขาว 10 %	10 %
115	ข้าวขาว 10 %	10 %
116	ข้าวขาว 10 %	10 %
117	ข้าวขาว 10 %	10 %
118	ข้าวขาว 10 %	10 %
119	ข้าวขาว 10 %	10 %
120	ข้าวขาว 10 %	10 %
121	ข้าวขาว 10 %	10 %

ตารางที่ 2 ผลการทดลองสำหรับภาพข้าวขาวแบบกลุ่ม(ต่อ)

ลำดับภาพ	ค่าจากการสุ่มข้าวขาว จากกองข้าวขาวตัวอย่าง	ค่าจากการประมวลผลจากโปรแกรม
122	ข้าวขาว 10 %	10 %
123	ข้าวขาว 10 %	10 %
124	ข้าวขาว 10 %	10 %
125	ข้าวขาว 10 %	10 %
126	ข้าวขาว 10 %	10 %
127	ข้าวขาว 10 %	10 %
128	ข้าวขาว 10 %	10 %
129	ข้าวขาว 10 %	10 %
130	ข้าวขาว 10 %	10 %
131	ข้าวขาว 10 %	10 %
132	ข้าวขาว 10 %	100 % Class 1
133	ข้าวขาว 10 %	10 %
134	ข้าวขาว 10 %	100 % Class 1
135	ข้าวขาว 10 %	100 % Class 1
136	ข้าวขาว 10 %	100 % Class 1
137	ข้าวขาว 10 %	100 % Class 1
138	ข้าวขาว 10 %	10 %
139	ข้าวขาว 10 %	100 % Class 1
140	ข้าวขาว 10 %	100 % Class 1
141	ข้าวขาว 10 %	10 %
142	ข้าวขาว 10 %	100 % Class 1
143	ข้าวขาว 10 %	10 %
144	ข้าวขาว 10 %	10 %
145	ข้าวขาว 10 %	10 %

ตารางที่ 2 ผลการทดลองสำหรับภาพข้าวขาวแบบกลุ่ม(ต่อ)

ลำดับภาพ	ค่าจากการสุ่มข้าวขาว จากกองข้าวขาวตัวอย่าง	ค่าจากการประมวลผลจากโปรแกรม
146	ข้าวขาว 10 %	10 %
147	ข้าวขาว 10 %	10 %
148	ข้าวขาว 10 %	10 %
149	ข้าวขาว 10 %	10 %
150	ข้าวขาว 10 %	10 %
151	ข้าวขาว 10 %	10 %
152	ข้าวขาว 10 %	10 %
153	ข้าวขาว 10 %	10 %
154	ข้าวขาว 10 %	10 %
155	ข้าวขาว 10 %	10 %
156	ข้าวขาว 10 %	10 %
157	ข้าวขาว 10 %	10 %
158	ข้าวขาว 10 %	10 %
159	ข้าวขาว 10 %	100 % Class 1
160	ข้าวขาว 10 %	10 %
161	ข้าวขาว 10 %	10 %
162	ข้าวขาว 10 %	10 %
163	ข้าวขาว 10 %	10 %
164	ข้าวขาว 10 %	10 %
165	ข้าวขาว 10 %	10 %
166	ข้าวขาว 10 %	10 %
167	ข้าวขาว 10 %	10 %
168	ข้าวขาว 10 %	10 %
169	ข้าวขาว 10 %	10 %

ตารางที่ 2 ผลการทดลองสำหรับภาพข้าวขาวแบบกลุ่ม(ต่อ)

ลำดับภาพ	ค่าจากการสุ่มข้าวขาวจากกองข้าวขาวตัวอย่าง	ค่าจากการประมวลผลจากโปรแกรม
170	ข้าวขาว 10 %	10 %
171	ข้าวขาว 10 %	10 %
172	ข้าวขาว 10 %	10 %
173	ข้าวขาว 10 %	10 %
174	ข้าวขาว 10 %	10 %
175	ข้าวขาว 10 %	100 % Class 1
176	ข้าวขาว 10 %	10 %
177	ข้าวขาว 10 %	10 %
178	ข้าวขาว 10 %	10 %
179	ข้าวขาว 10 %	10 %
180	ข้าวขาว 10 %	10 %
181	ข้าวขาว 10 %	10 %
182	ข้าวขาว 10 %	10 %
183	ข้าวขาว 10 %	10 %
184	ข้าวขาว 10 %	10 %
185	ข้าวขาว 10 %	10 %
186	ข้าวขาว 10 %	10 %
187	ข้าวขาว 10 %	10 %
188	ข้าวขาว 10 %	10 %
189	ข้าวขาว 10 %	100 % Class 1
190	ข้าวขาว 10 %	10 %
191	ข้าวขาว 10 %	10 %
192	ข้าวขาว 10 %	100 % Class 1
193	ข้าวขาว 10 %	10 %

ตารางที่ 2 ผลการทดลองสำหรับภาพข้าวขาวแบบกลุ่ม(ต่อ)

ลำดับภาพ	ค่าจากการสุ่มข้าวขาว จากกองข้าวขาวตัวอย่าง	ค่าจากการประมวลผลจากโปรแกรม
194	ข้าวขาว 10 %	10 %
195	ข้าวขาว 10 %	10 %
196	ข้าวขาว 10 %	100 % Class 1
197	ข้าวขาว 10 %	100 % Class 1
198	ข้าวขาว 10 %	100 % Class 1
199	ข้าวขาว 10 %	10 %
200	ข้าวขาว 10 %	100 % Class 1
201	ข้าวขาว 5 %	5 %
202	ข้าวขาว 5 %	5 %
203	ข้าวขาว 5 %	5 %
204	ข้าวขาว 5 %	5 %
205	ข้าวขาว 5 %	5 %
206	ข้าวขาว 5 %	5 %
207	ข้าวขาว 5 %	5 %
208	ข้าวขาว 5 %	5 %
209	ข้าวขาว 5 %	10 %
210	ข้าวขาว 5 %	5 %
211	ข้าวขาว 5 %	5 %
212	ข้าวขาว 5 %	5 %
213	ข้าวขาว 5 %	5 %
214	ข้าวขาว 5 %	5 %
215	ข้าวขาว 5 %	5 %
216	ข้าวขาว 5 %	5 %
217	ข้าวขาว 5 %	10 %
218	ข้าวขาว 5 %	10 %

ตารางที่ 2 ผลการทดลองสำหรับภาพข้าวขาวแบบกลุ่ม(ต่อ)

ลำดับภาพ	ค่าจากการสุ่มข้าวขาว จากกองข้าวขาวตัวอย่าง	ค่าจากการประมวลผลจากโปรแกรม
219	ข้าวขาว 5 %	15 %
220	ข้าวขาว 5 %	15 %
221	ข้าวขาว 5 %	15 %
222	ข้าวขาว 5 %	5 %
223	ข้าวขาว 5 %	5 %
224	ข้าวขาว 5 %	5 %
225	ข้าวขาว 5 %	10 %
226	ข้าวขาว 5 %	5 %
227	ข้าวขาว 5 %	5 %
228	ข้าวขาว 5 %	5 %
229	ข้าวขาว 5 %	5 %
230	ข้าวขาว 5 %	10 %
231	ข้าวขาว 5 %	5 %
232	ข้าวขาว 5 %	10 %
233	ข้าวขาว 5 %	5 %
234	ข้าวขาว 5 %	5 %
235	ข้าวขาว 5 %	5 %
236	ข้าวขาว 5 %	10 %
237	ข้าวขาว 5 %	10 %
238	ข้าวขาว 5 %	5 %
239	ข้าวขาว 5 %	5 %
240	ข้าวขาว 5 %	5 %
241	ข้าวขาว 5 %	5 %
242	ข้าวขาว 5 %	5 %
243	ข้าวขาว 5 %	5 %

ตารางที่ 2 ผลการทดลองสำหรับภาพข้าวขาวแบบกลุ่ม(ต่อ)

ลำดับภาพ	ค่าจากการสุ่มข้าวขาว จากกองข้าวขาวตัวอย่าง	ค่าจากการประมวลผลจากโปรแกรม
244	ข้าวขาว 5 %	10 %
245	ข้าวขาว 5 %	5 %
246	ข้าวขาว 5 %	5 %
247	ข้าวขาว 5 %	5 %
248	ข้าวขาว 5 %	5 %
249	ข้าวขาว 5 %	5 %
250	ข้าวขาว 5 %	5 %
251	ข้าวขาว 5 %	5 %
252	ข้าวขาว 5 %	10 %
253	ข้าวขาว 5 %	5 %
254	ข้าวขาว 5 %	5 %
255	ข้าวขาว 5 %	5 %
256	ข้าวขาว 5 %	5 %
257	ข้าวขาว 5 %	5 %
258	ข้าวขาว 5 %	5 %
259	ข้าวขาว 5 %	5 %
260	ข้าวขาว 5 %	5 %
261	ข้าวขาว 5 %	5 %
262	ข้าวขาว 5 %	10 %
263	ข้าวขาว 5 %	5 %
264	ข้าวขาว 5 %	15 %
265	ข้าวขาว 5 %	5 %
266	ข้าวขาว 5 %	5 %
267	ข้าวขาว 5 %	5 %

ตารางที่ 2 ผลการทดลองสำหรับภาพข้าวขาวแบบกลุ่ม(ต่อ)

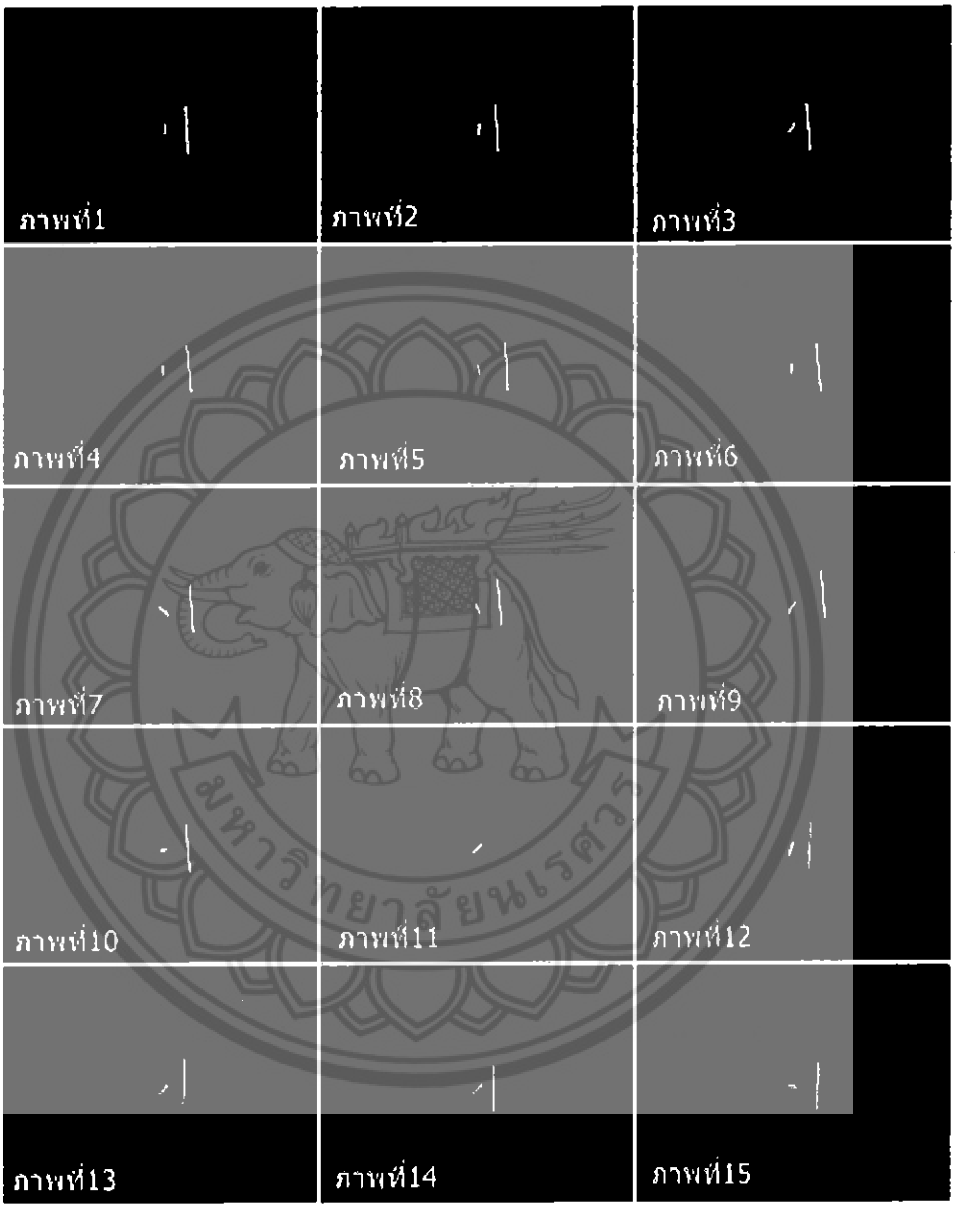
ลำดับภาพ	ค่าจากการสุ่มข้าวขาว จากกองข้าวขาวตัวอย่าง	ค่าจากการประมวลผลจากโปรแกรม
268	ข้าวขาว 5 %	15 %
269	ข้าวขาว 5 %	5 %
270	ข้าวขาว 5 %	5 %
271	ข้าวขาว 5 %	5 %
272	ข้าวขาว 5 %	5 %
273	ข้าวขาว 5 %	5 %
274	ข้าวขาว 5 %	5 %
275	ข้าวขาว 5 %	15 %
276	ข้าวขาว 5 %	5 %
277	ข้าวขาว 5 %	5 %
278	ข้าวขาว 5 %	5 %
279	ข้าวขาว 5 %	5 %
280	ข้าวขาว 5 %	5 %
281	ข้าวขาว 5 %	5 %
282	ข้าวขาว 5 %	5 %
283	ข้าวขาว 5 %	5 %
284	ข้าวขาว 5 %	5 %
285	ข้าวขาว 5 %	10 %
286	ข้าวขาว 5 %	10 %
287	ข้าวขาว 5 %	10 %
288	ข้าวขาว 5 %	5 %
289	ข้าวขาว 5 %	5 %
290	ข้าวขาว 5 %	5 %
291	ข้าวขาว 5 %	5 %

ตารางที่ 2 ผลการทดลองสำหรับภาพข้าวขาวแบบกลุ่ม(ต่อ)

ลำดับภาพ	ค่าจากการสุ่มข้าวขาว จากกองข้าวขาวตัวอย่าง	ค่าจากการประมวลผลจากโปรแกรม
292	ข้าวขาว 5 %	5 %
293	ข้าวขาว 5 %	5 %
294	ข้าวขาว 5 %	5 %
295	ข้าวขาว 5 %	10 %
296	ข้าวขาว 5 %	5 %
297	ข้าวขาว 5 %	5 %
298	ข้าวขาว 5 %	5 %
299	ข้าวขาว 5 %	5 %
300	ข้าวขาว 5 %	5 %

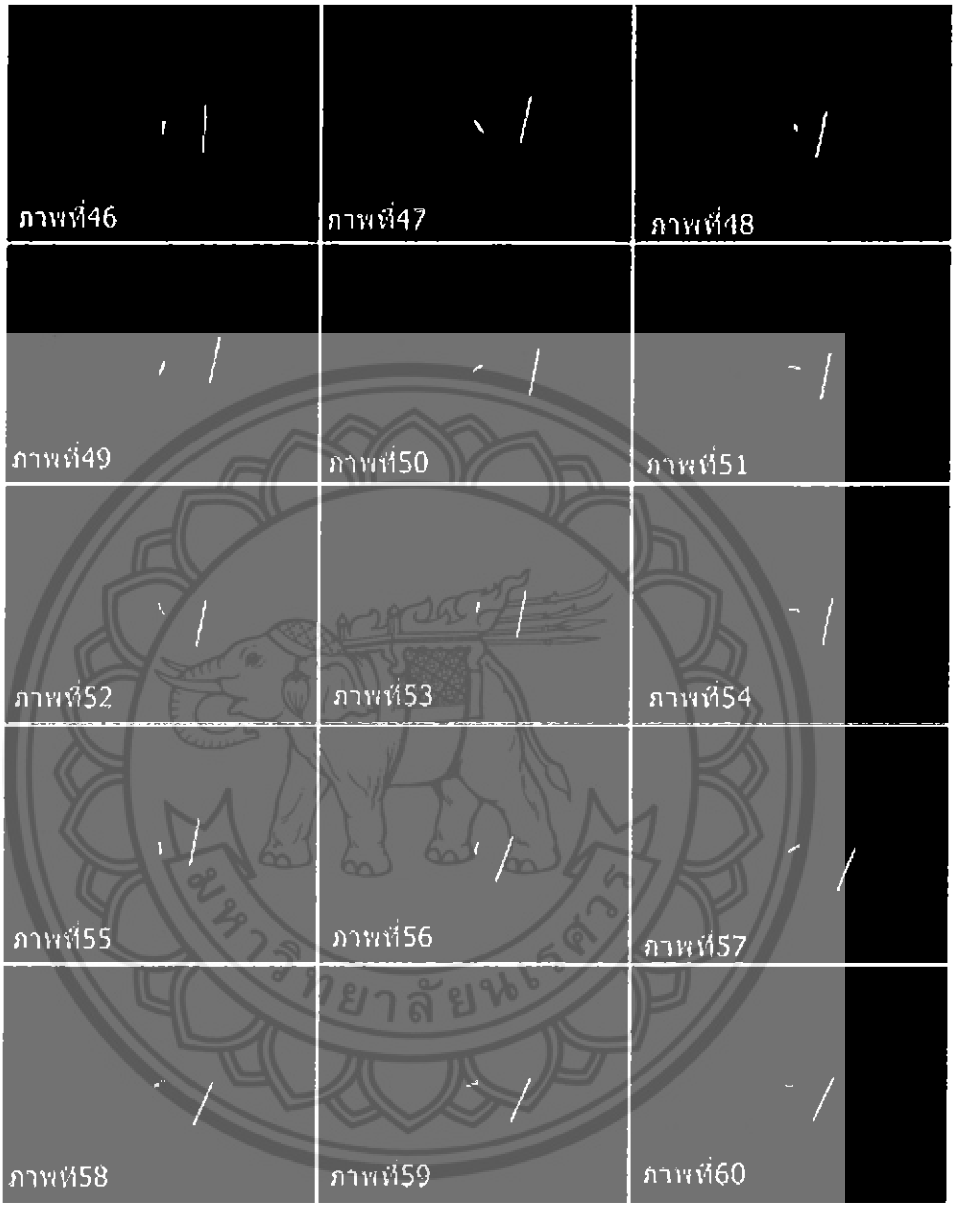
ภาคผนวก ข

ภาพข้าวขาวข้าว 1 เมล็ด



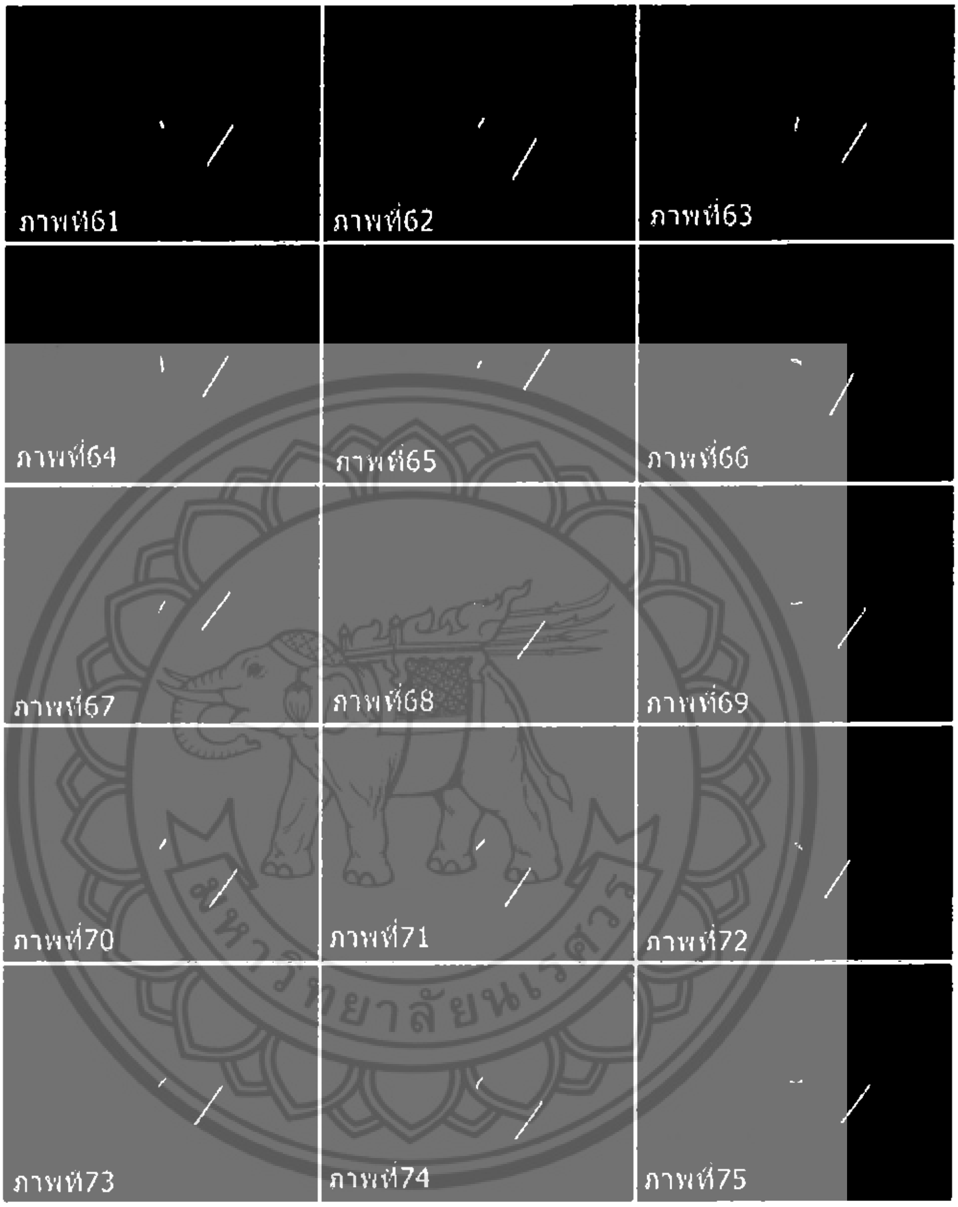
รูปที่ 1 ภาพข้าวขาวข้าว 1 เมล็ด ภาพที่ 1- 15

ภาพข้าวขาวข้าว 1 เมล็ด(ต่อ)



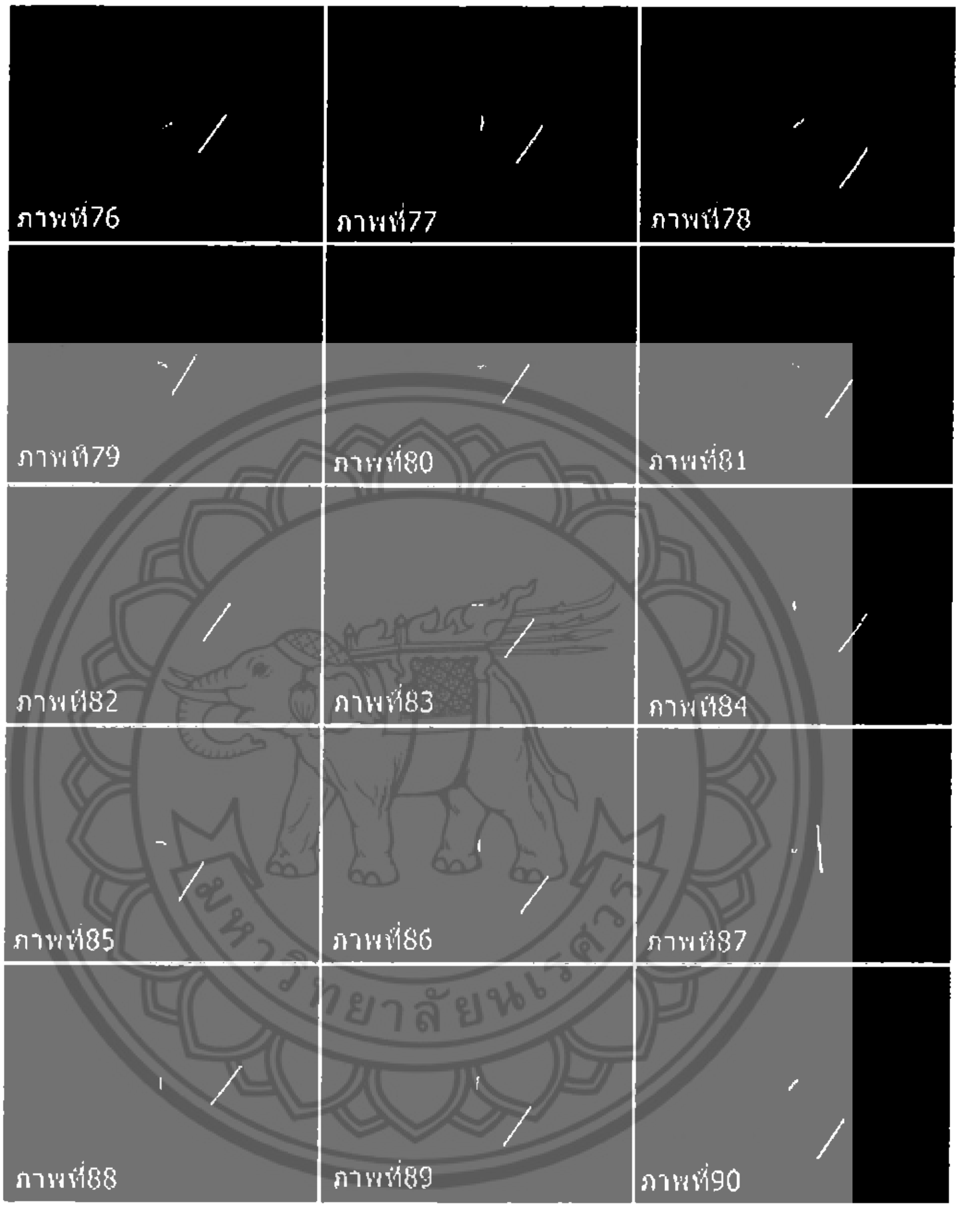
รูปที่ 2 ภาพข้าวขาวข้าว 1 เมล็ด ภาพที่ 46-60

ภาพข้าวขาวข้าว 1 เมล็ด(ต่อ)



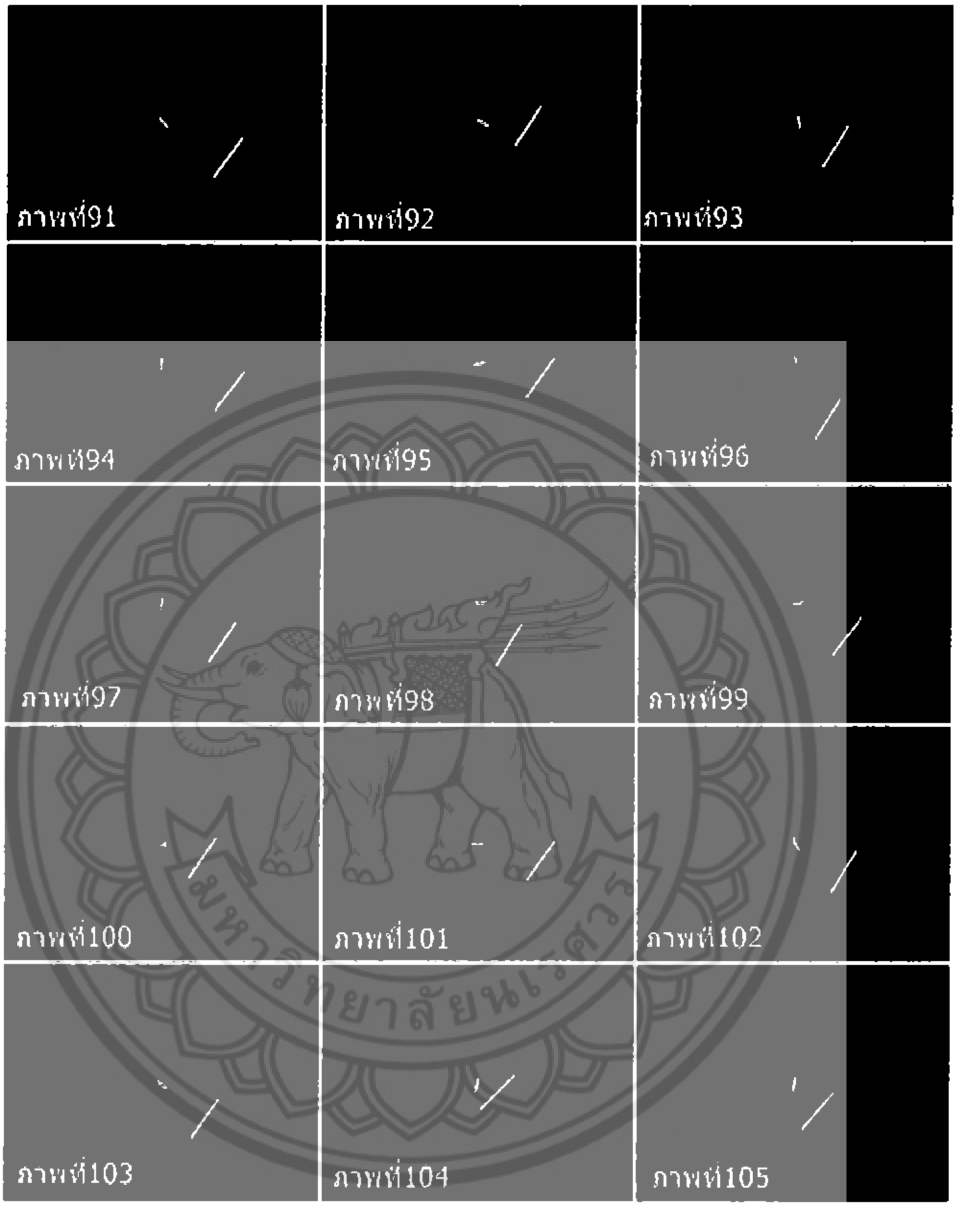
รูปที่ 3 ภาพข้าวขาวข้าว 1 เมล็ด ภาพที่ 61-75

ภาพข้าวขาวข้าว 1 เมล็ด(ต่อ)



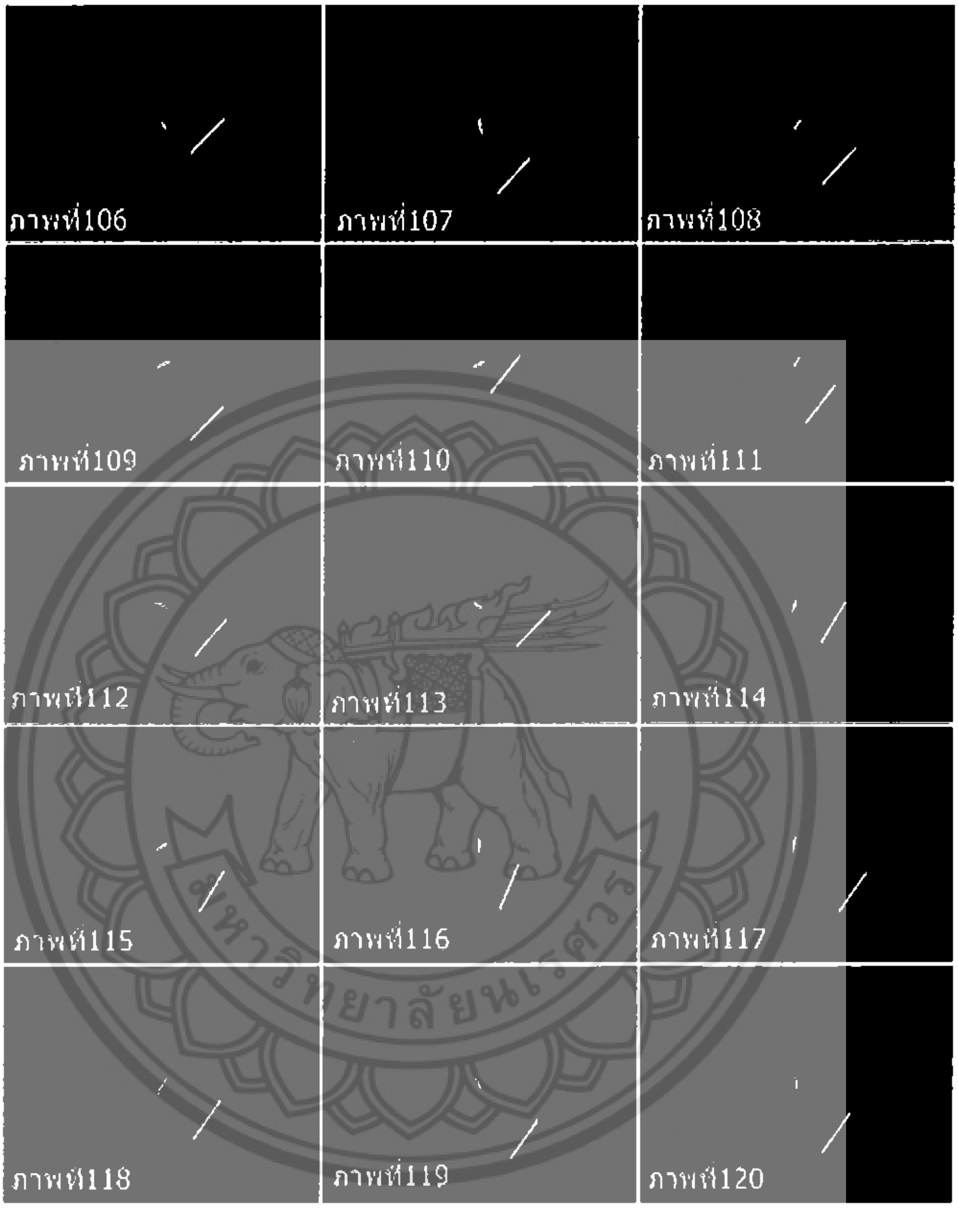
รูปที่ 4 ภาพข้าวขาวข้าว 1 เมล็ด ภาพที่ 76-90

ภาพข้าวขาวข้าว 1 เมล็ด(ต่อ)



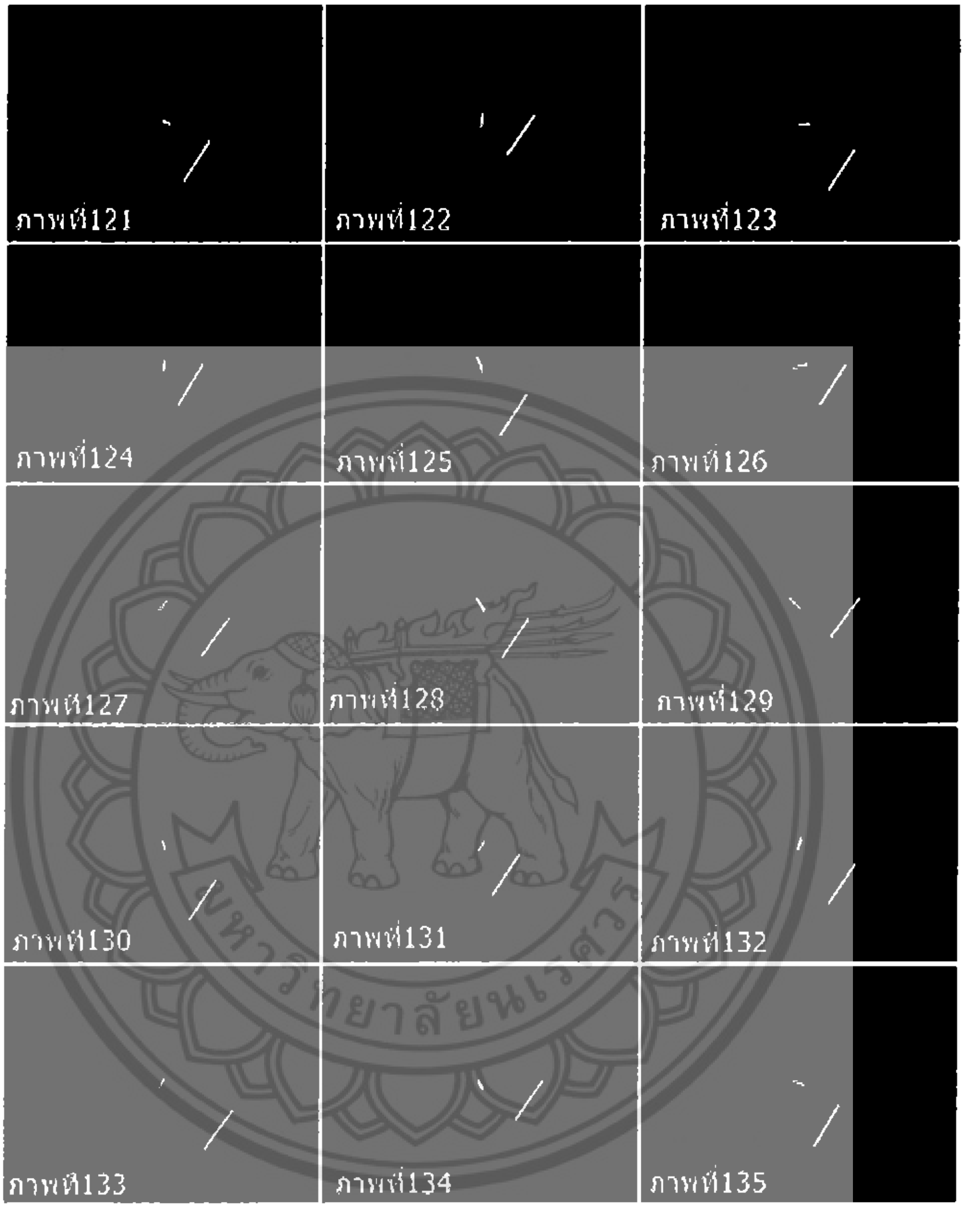
รูปที่ 5 ภาพข้าวขาวข้าว 1 เมล็ด ภาพที่ 91-105

ภาพข้าวขาวข้าว 1 เมล็ด(ต่อ)



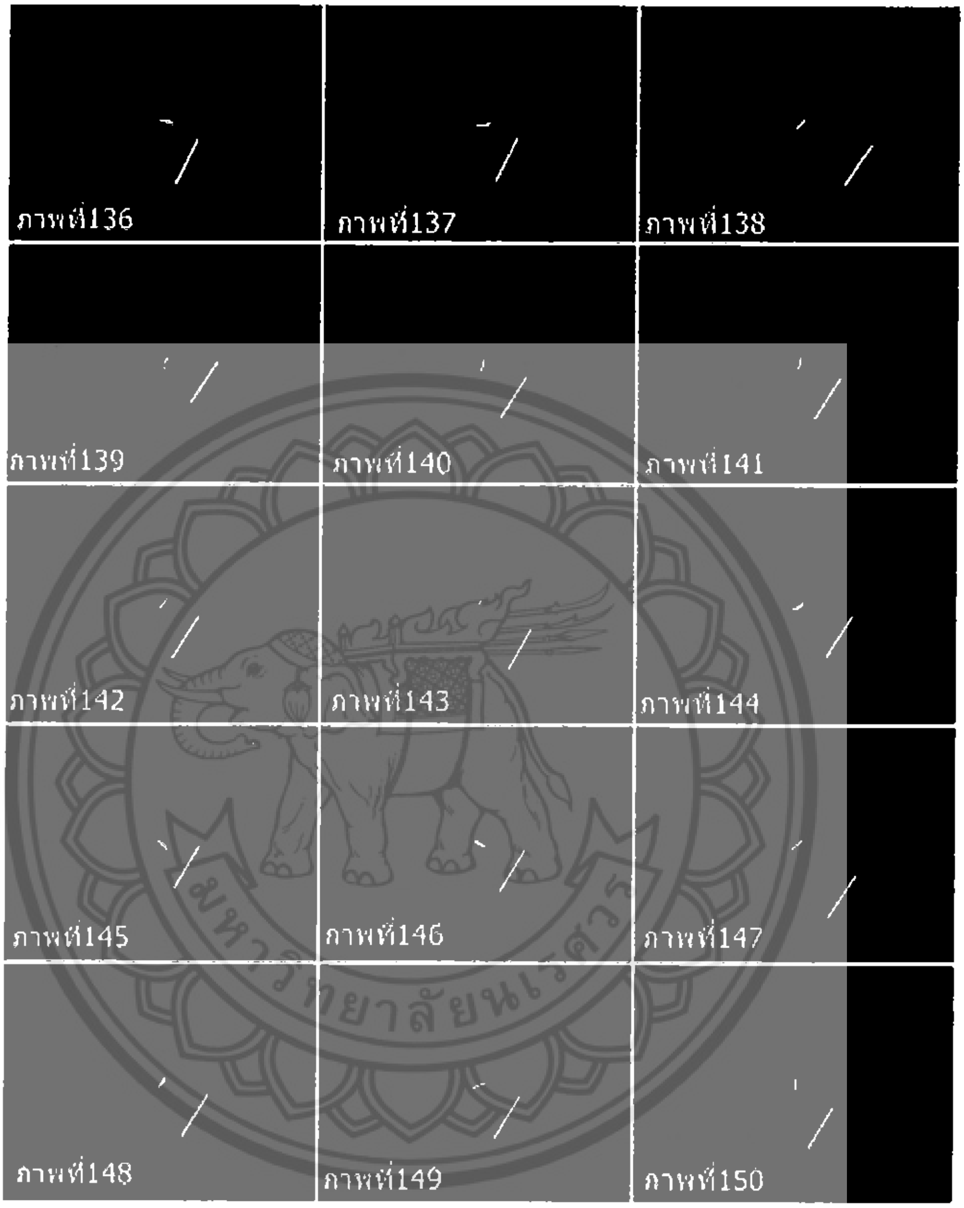
รูปที่ 6 ภาพข้าวขาวข้าว 1 เมล็ด ภาพที่ 106-120

ภาพข้าวขาวข้าว 1 เมล็ด(ต่อ)



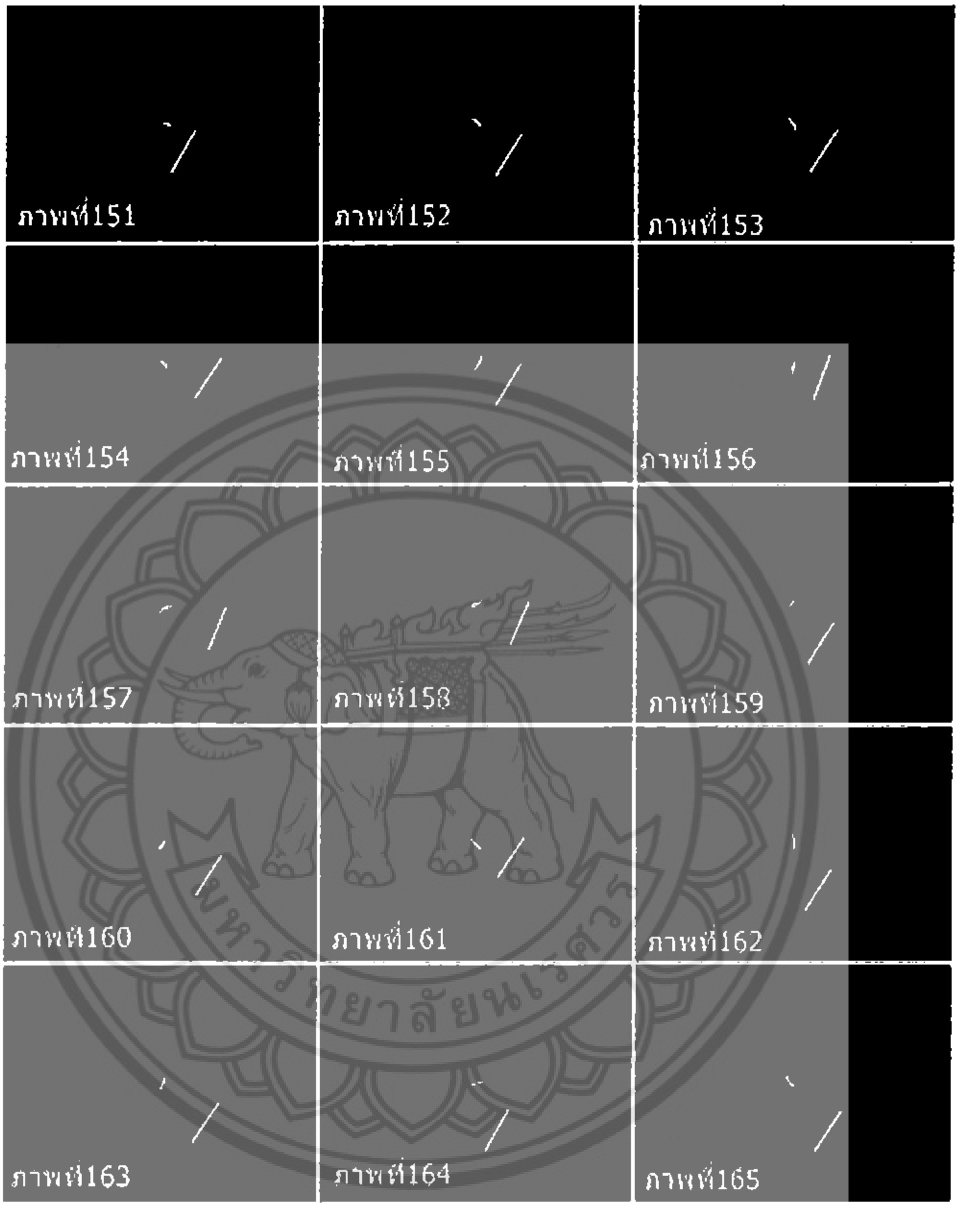
รูปที่ 7 ภาพข้าวขาวข้าว 1 เมล็ด ภาพที่ 121-135

ภาพข้าวขาวข้าว 1 เมล็ด(ต่อ)



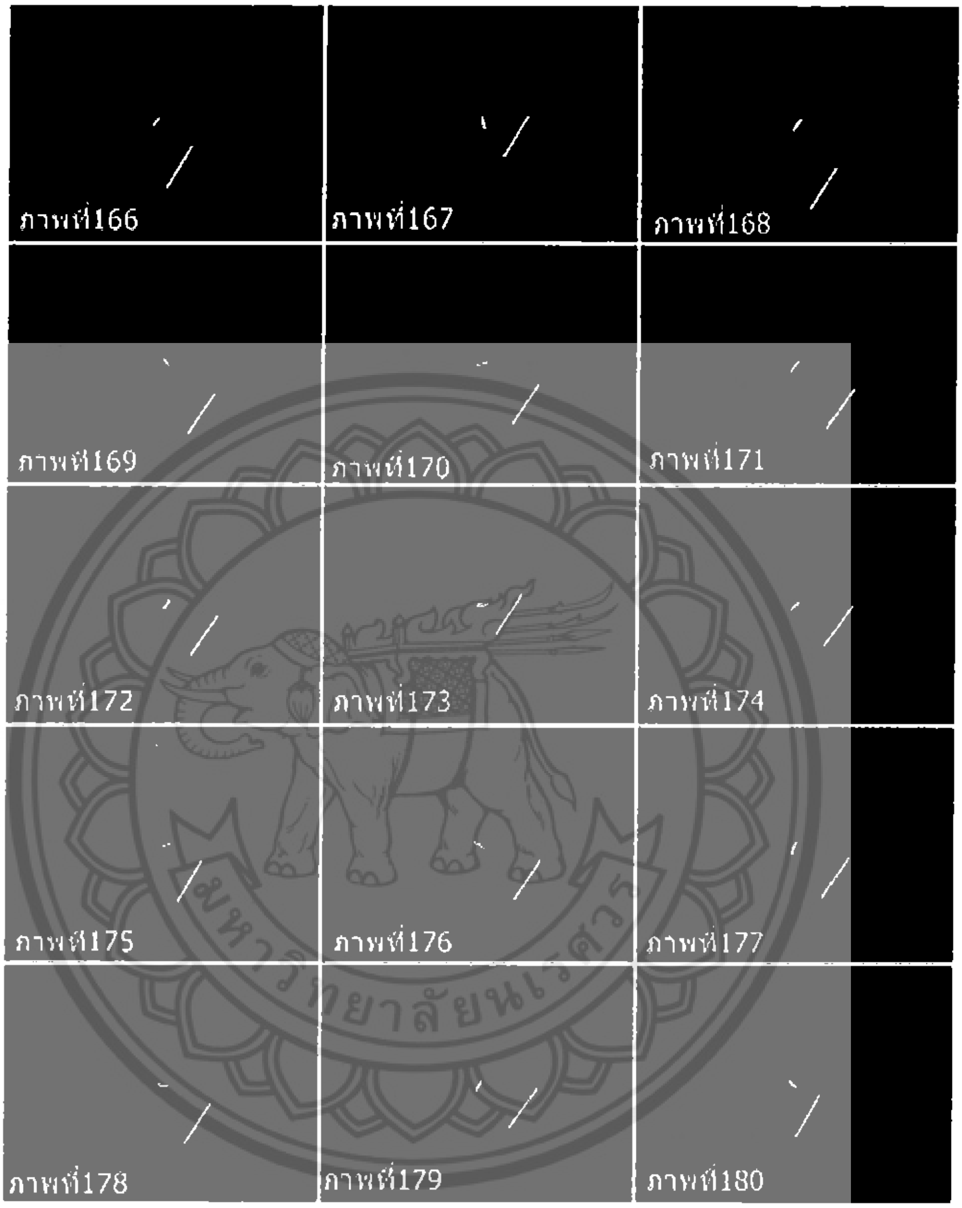
รูปที่ 8 ภาพข้าวขาวข้าว 1 เมล็ด ภาพที่ 136-150

ภาพข้าวขาวข้าว 1 เมล็ด(ต่อ)



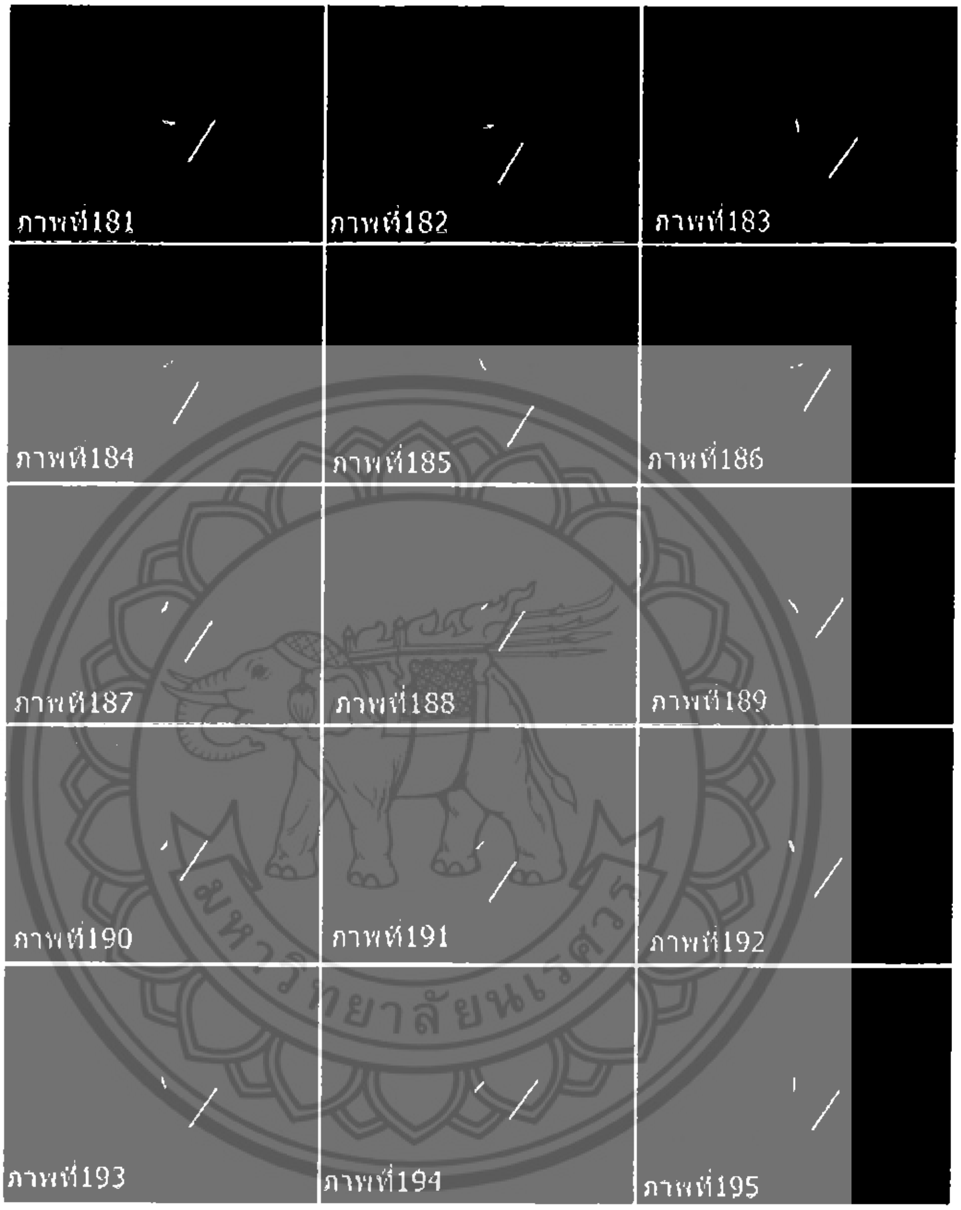
รูปที่ 9 ภาพข้าวขาวข้าว 1 เมล็ด ภาพที่ 151-165

ภาพข้าวขาวข้าว 1 เมล็ด(ต่อ)



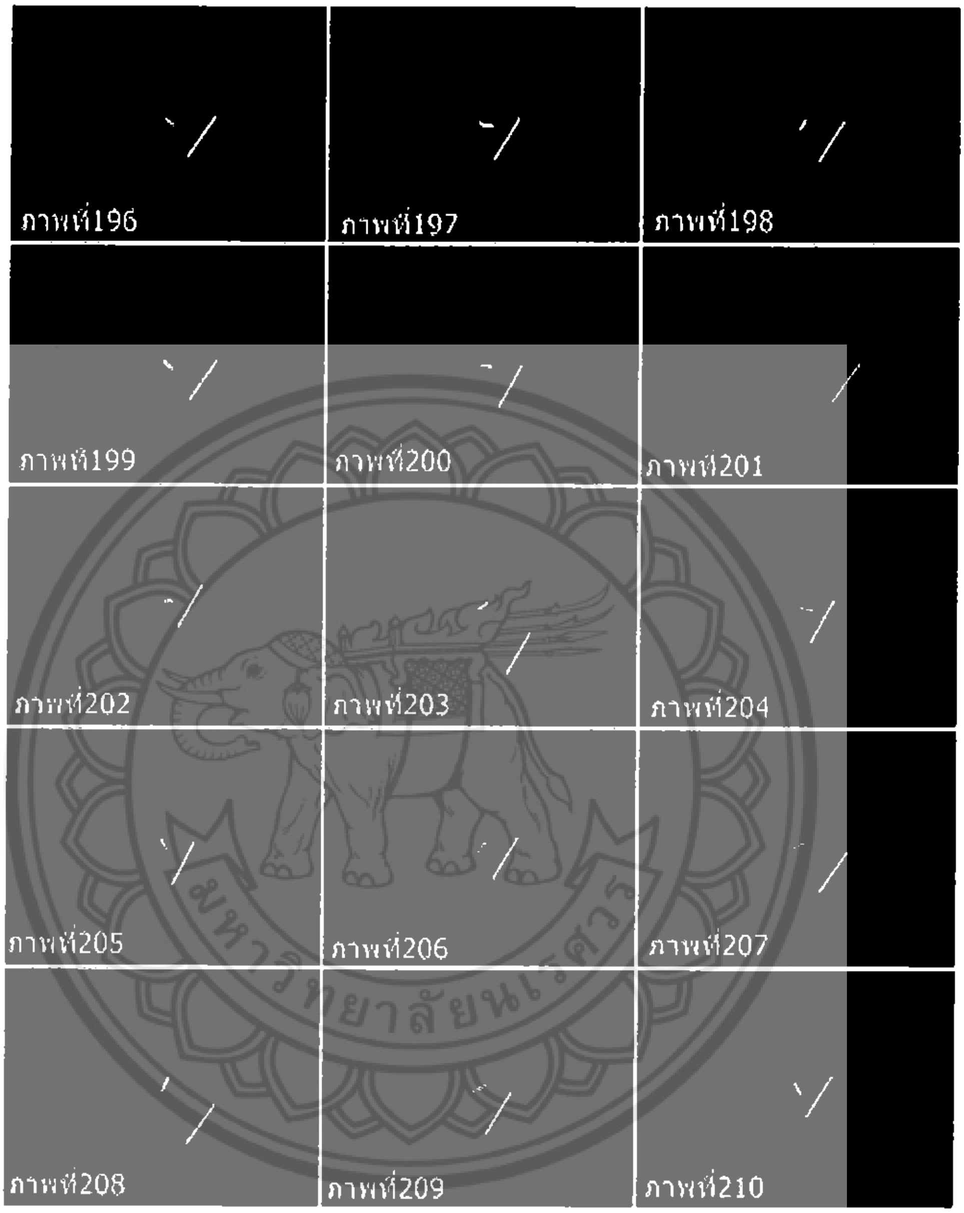
รูปที่ 10 ภาพข้าวขาวข้าว 1 เมล็ด ภาพที่ 166-180

ภาพข้าวขาวข้าว 1 เมล็ด(ต่อ)



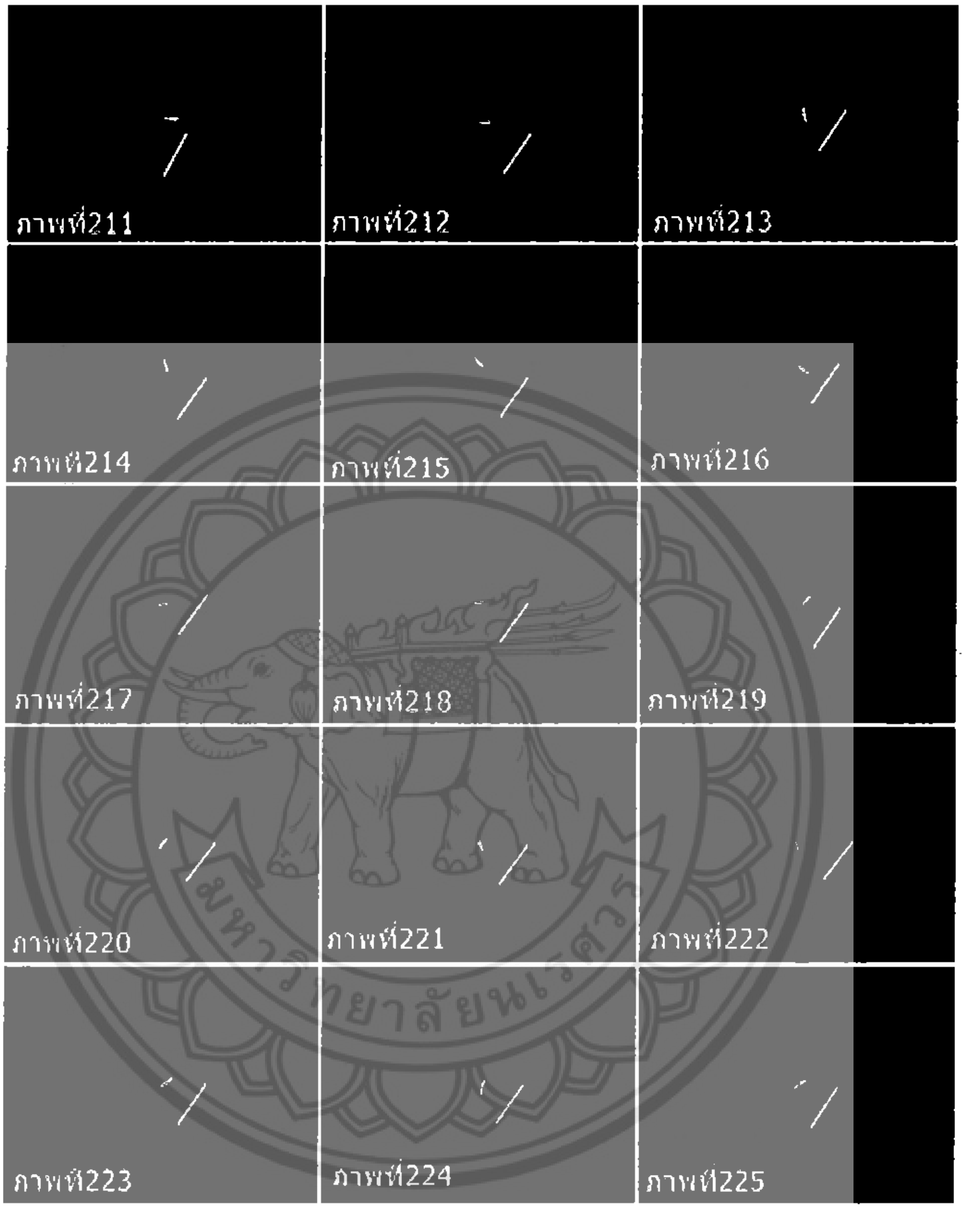
รูปที่ 11 ภาพข้าวขาวข้าว 1 เมล็ด ภาพที่ 181-195

ภาพข้าวขาวข้าว 1 เมล็ด(ต่อ)



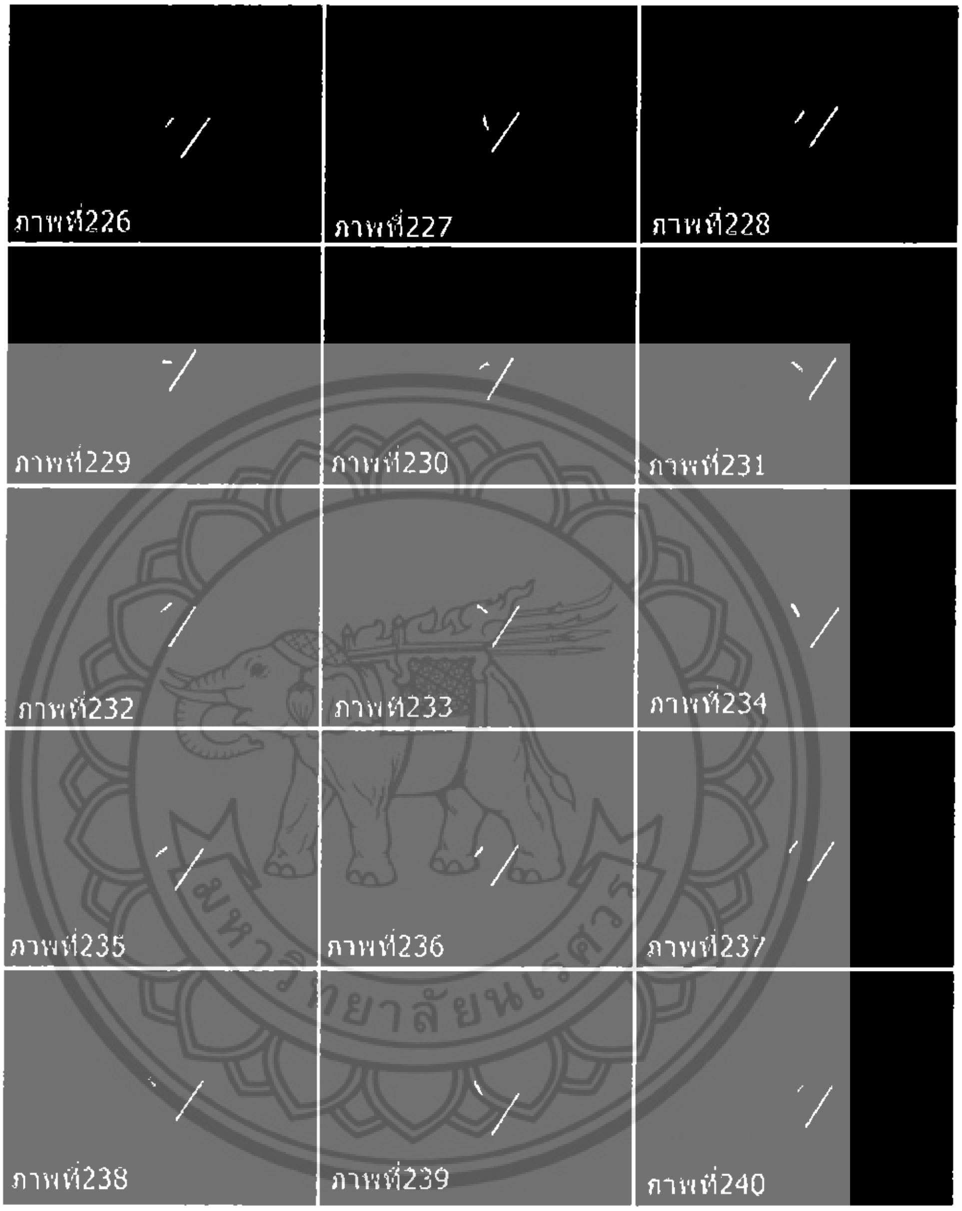
รูปที่ 12 ภาพข้าวขาวข้าว 1 เมล็ด ภาพที่ 196-210

ภาพข้าวขาวข้าว 1 เมล็ด(ต่อ)



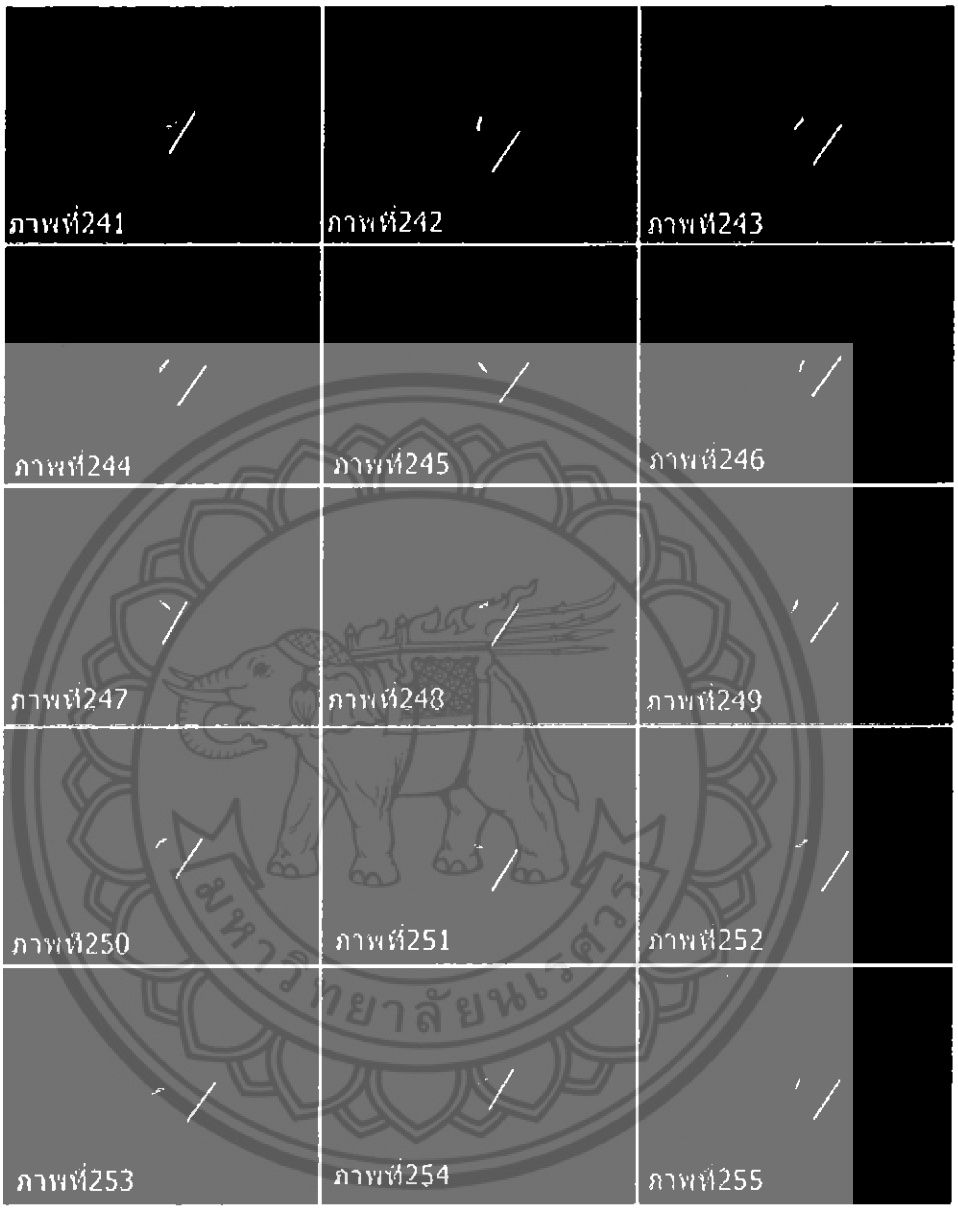
รูปที่ 13 ภาพข้าวขาวข้าว 1 เมล็ด ภาพที่ 211-225

ภาพข้าวขาวข้าว 1 เมล็ด(ต่อ)



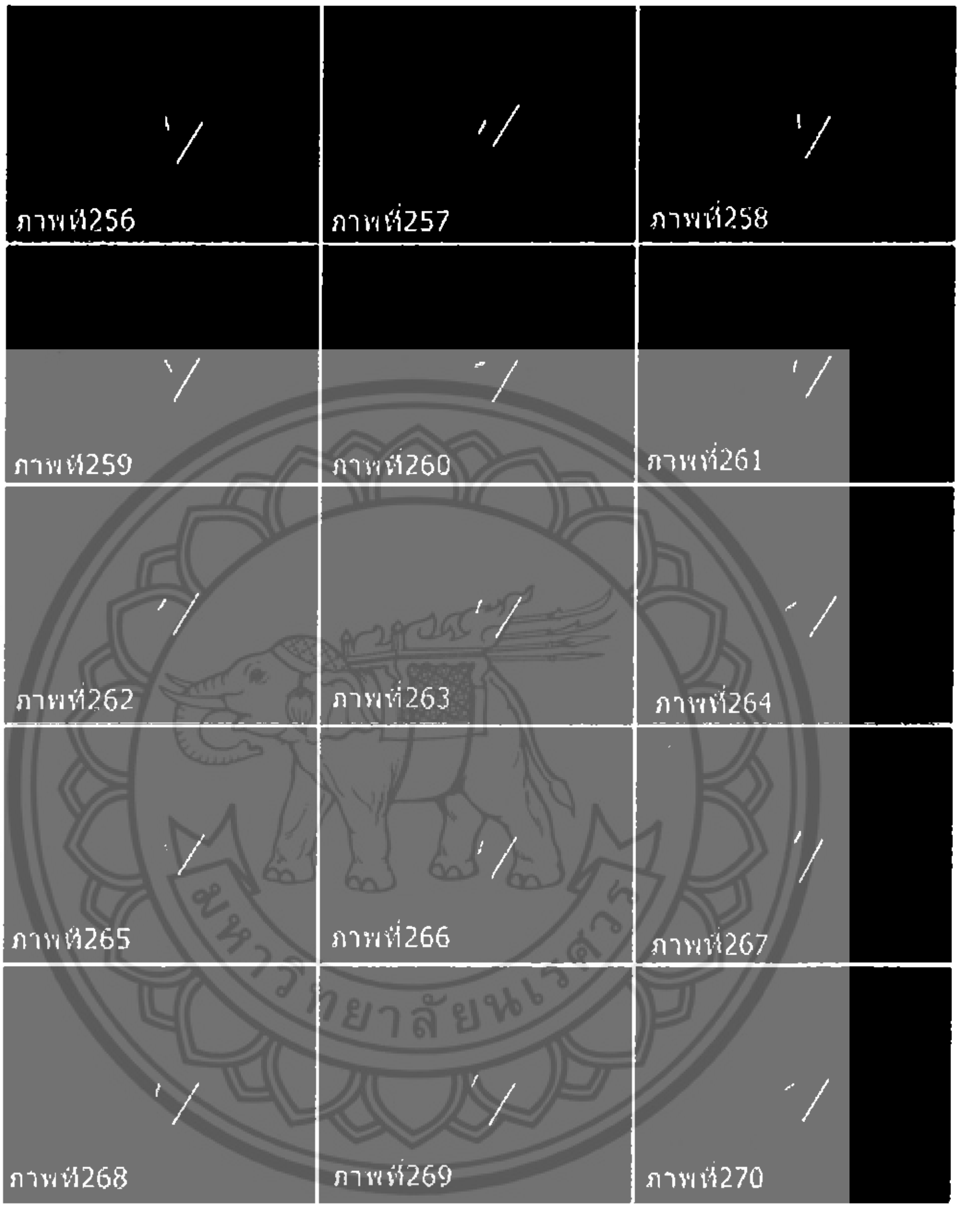
รูปที่ 14 ภาพข้าวขาวข้าว 1 เมล็ด ภาพที่ 226-240

ภาพข้าวขาวข้าว 1 เมล็ด(ต่อ)



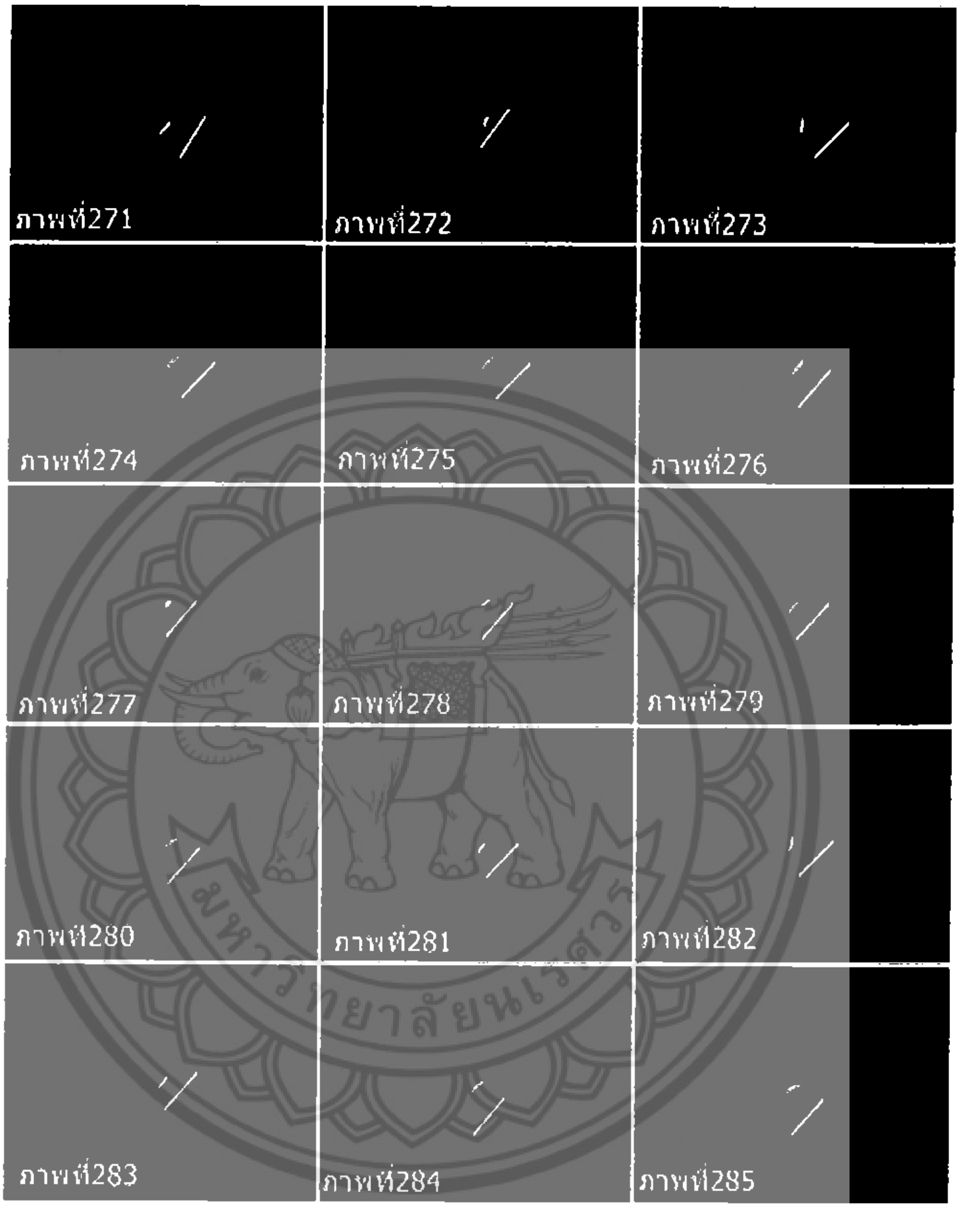
รูปที่ 15 ภาพข้าวขาวข้าว 1 เมล็ด ภาพที่ 241-255

ภาพข้าวขาวข้าว 1 เมล็ด(ต่อ)



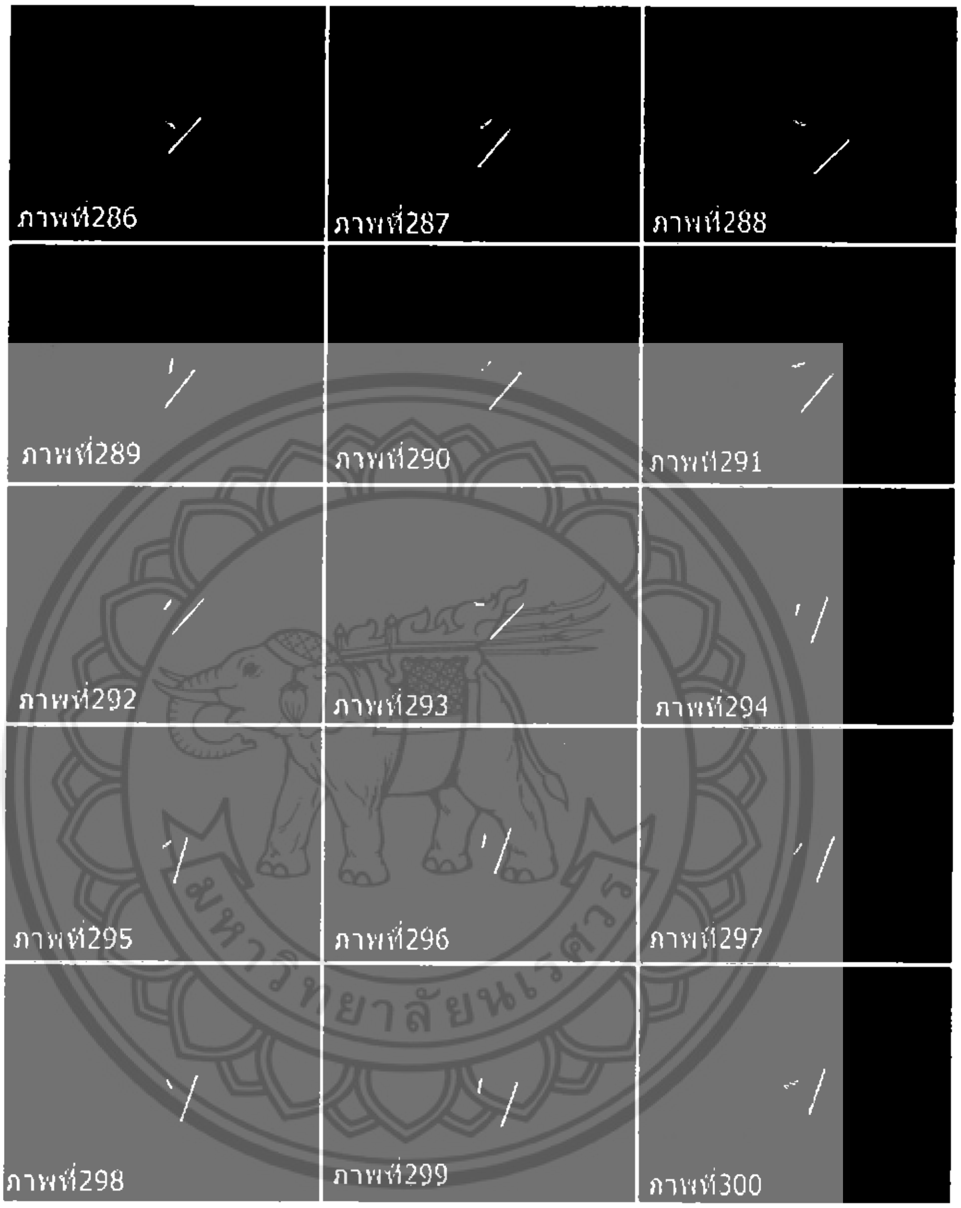
รูปที่ 16 ภาพข้าวขาวข้าว 1 เมล็ด ภาพที่ 256-270

ภาพข้าวขาวข้าว 1 เมล็ด(ต่อ)



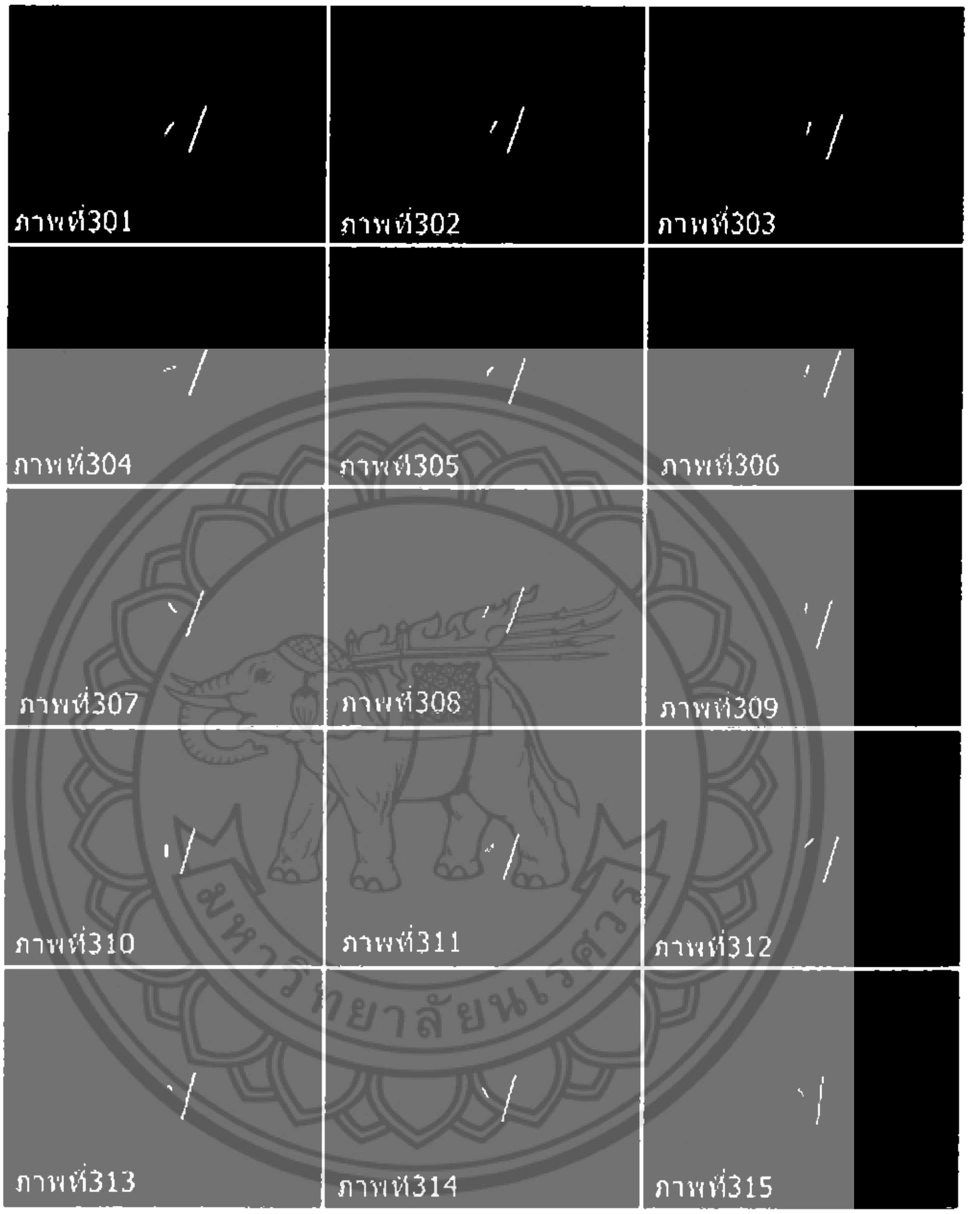
รูปที่ 17 ภาพข้าวขาวข้าว 1 เมล็ด ภาพที่ 271-285

ภาพข้าวขาวข้าว 1 เมล็ด(ต่อ)



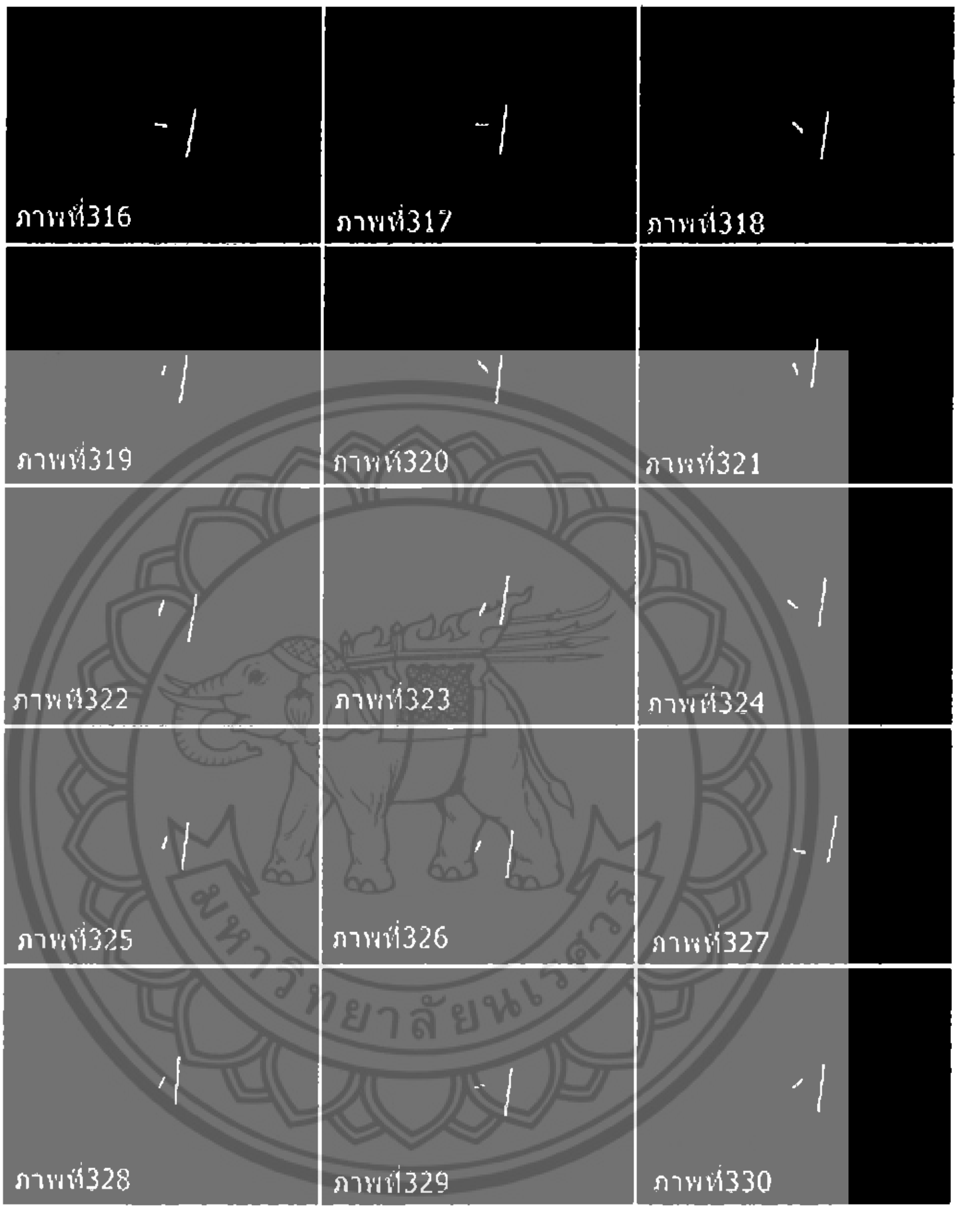
รูปที่ 18 ภาพข้าวขาวข้าว 1 เมล็ด ภาพที่ 286-300

ภาพข้าวขาวข้าว 1 เมล็ด(ต่อ)



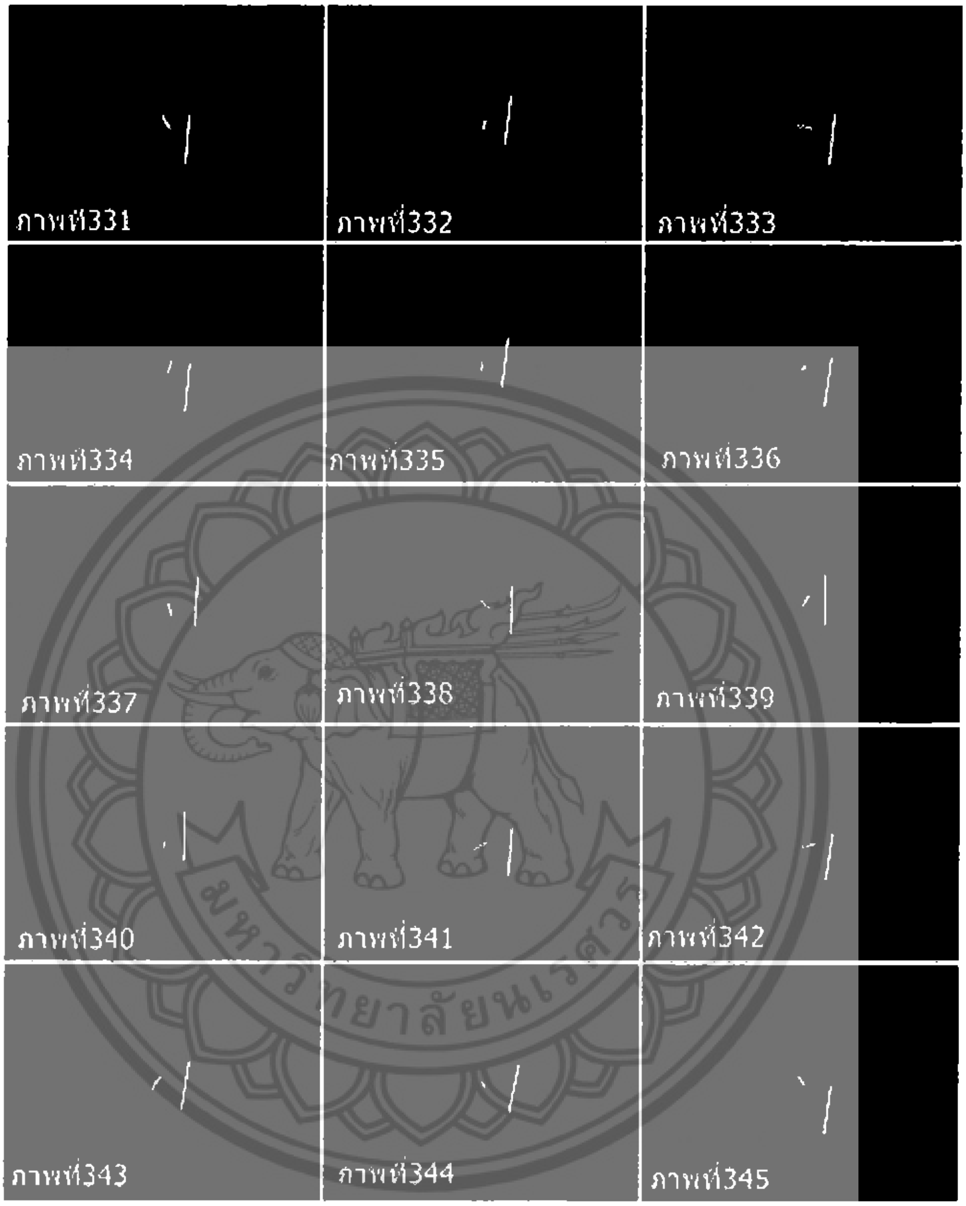
รูปที่ 19 ภาพข้าวขาวข้าว 1 เมล็ด ภาพที่ 301-315

ภาพข้าวขาวข้าว 1 เมล็ด(ต่อ)



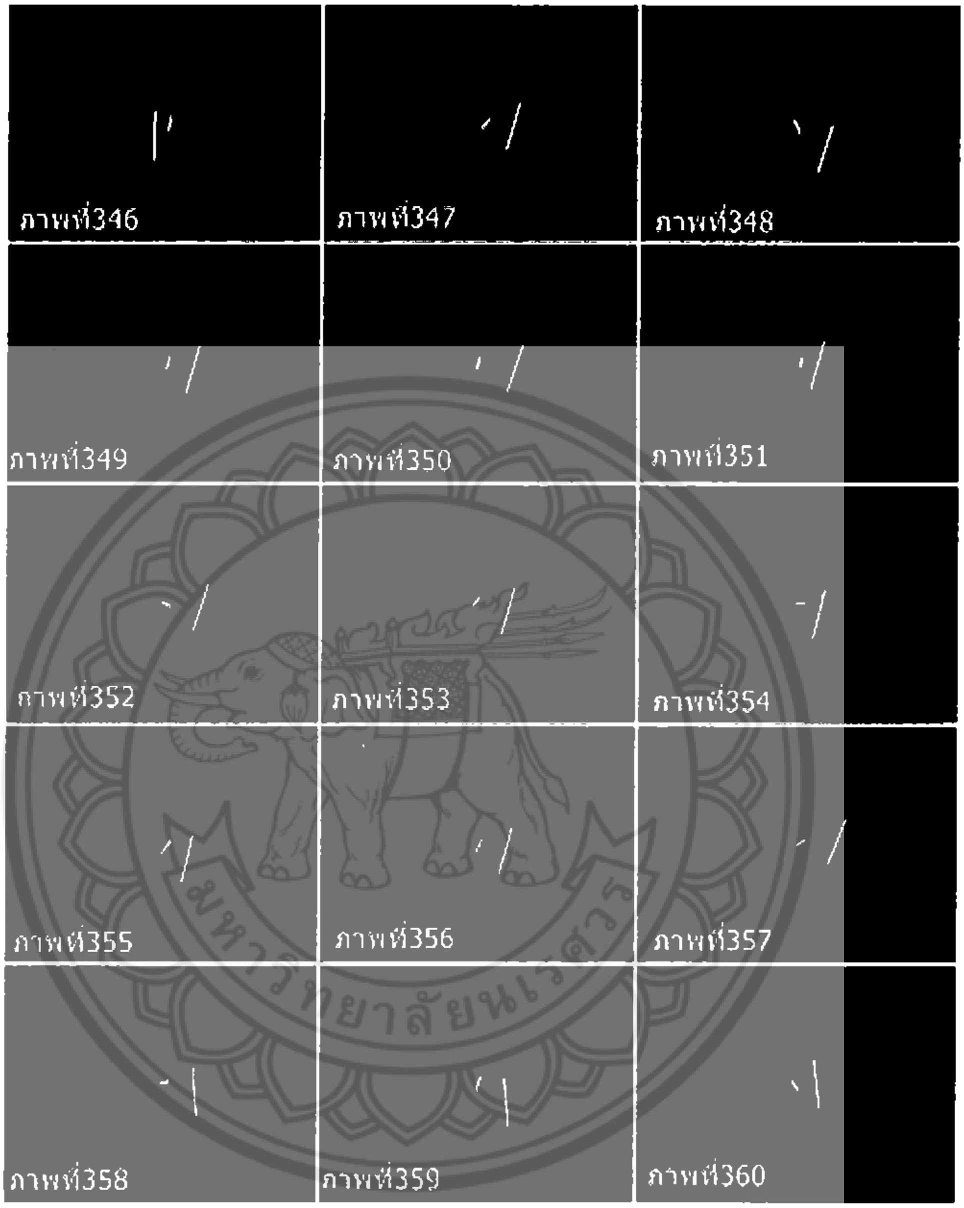
รูปที่ 20 ภาพข้าวขาวข้าว 1 เมล็ด ภาพที่ 316-330

ภาพข้าวขาวข้าว 1 เมล็ด(ต่อ)



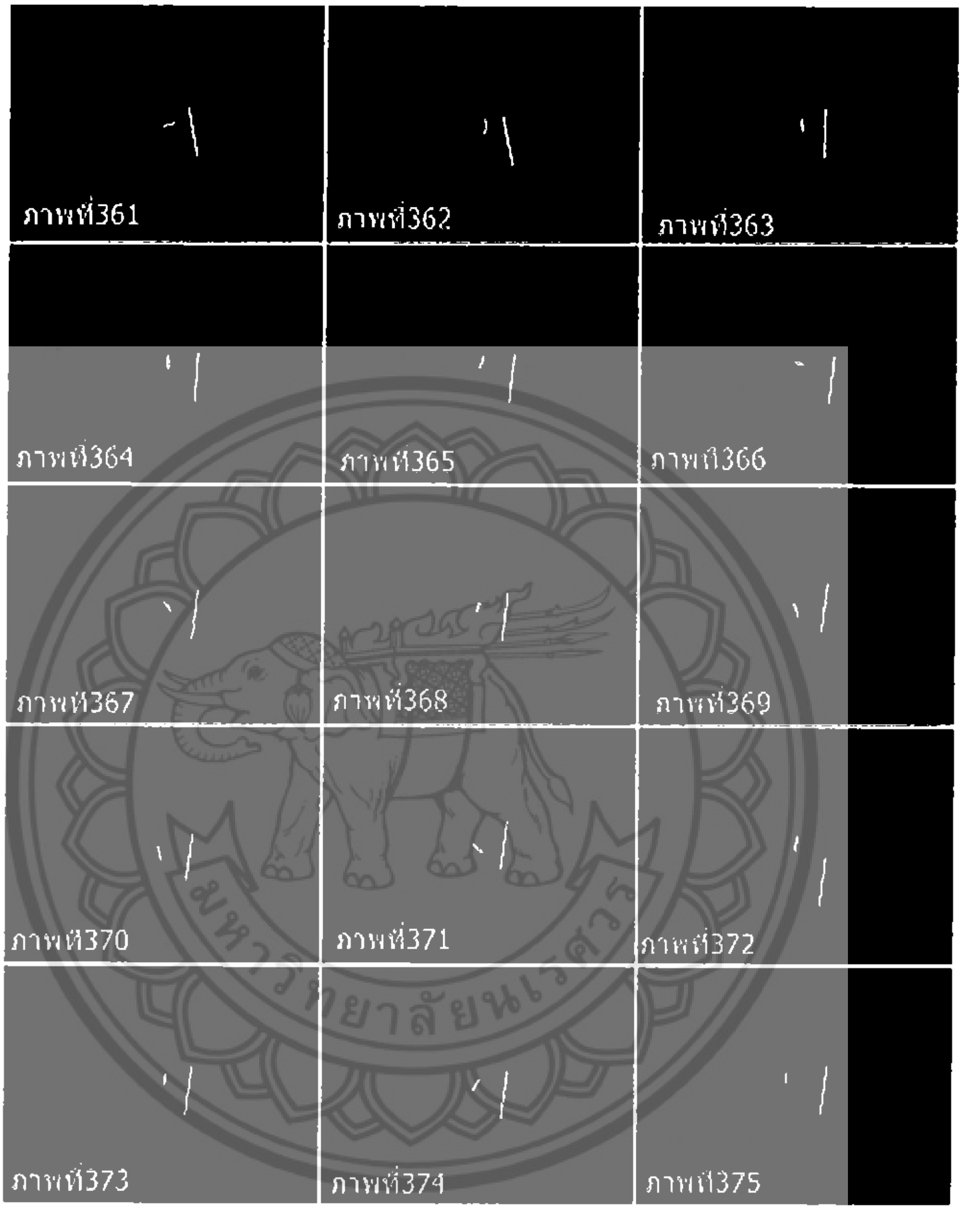
รูปที่ 21 ภาพข้าวขาวข้าว 1 เมล็ด ภาพที่ 331-345

ภาพข้าวขาวข้าว 1 เมล็ด(ต่อ)



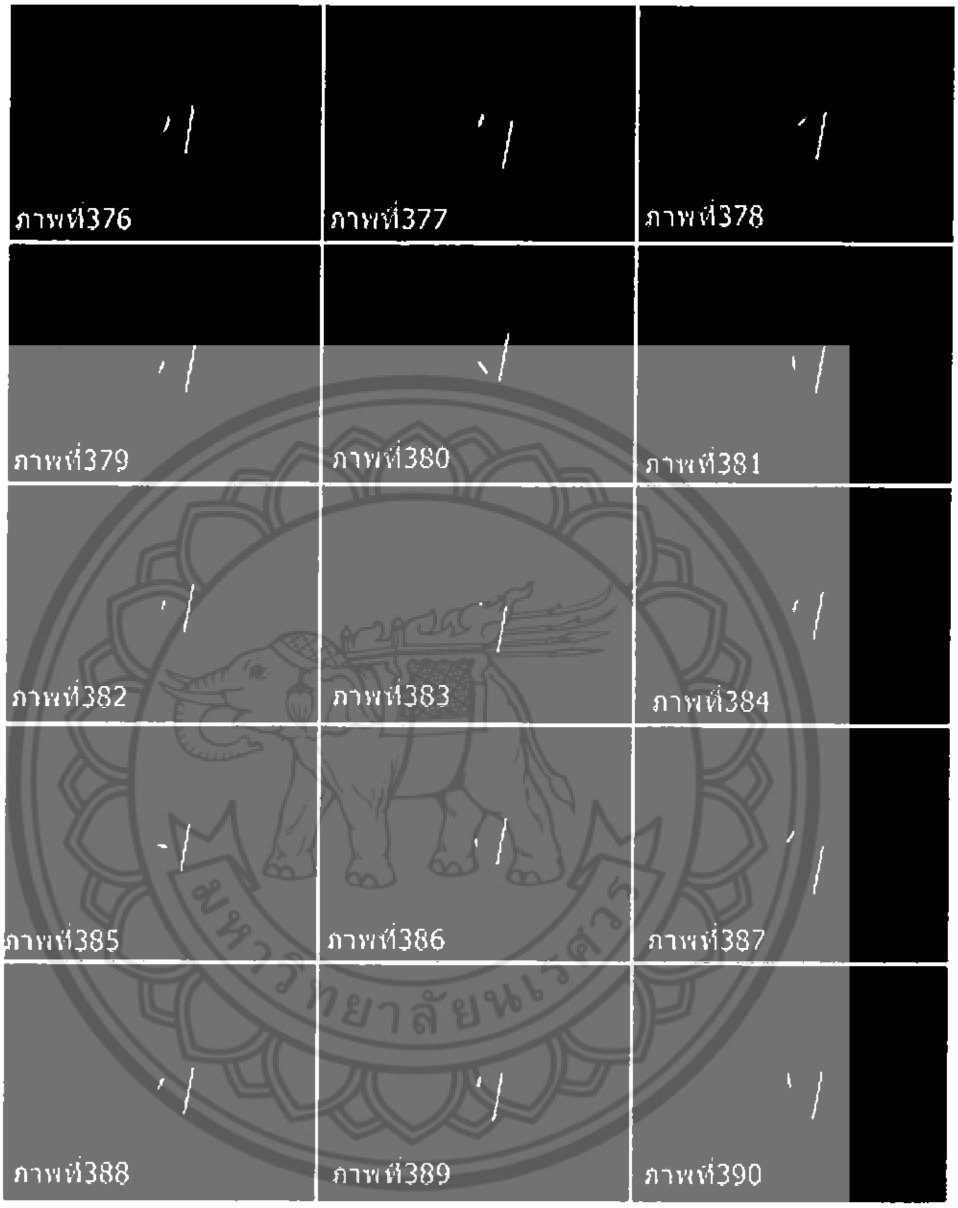
รูปที่ 22 ภาพข้าวขาวข้าว 1 เมล็ด ภาพที่ 346-360

ภาพข้าวขาวข้าว 1 เมล็ด(ต่อ)



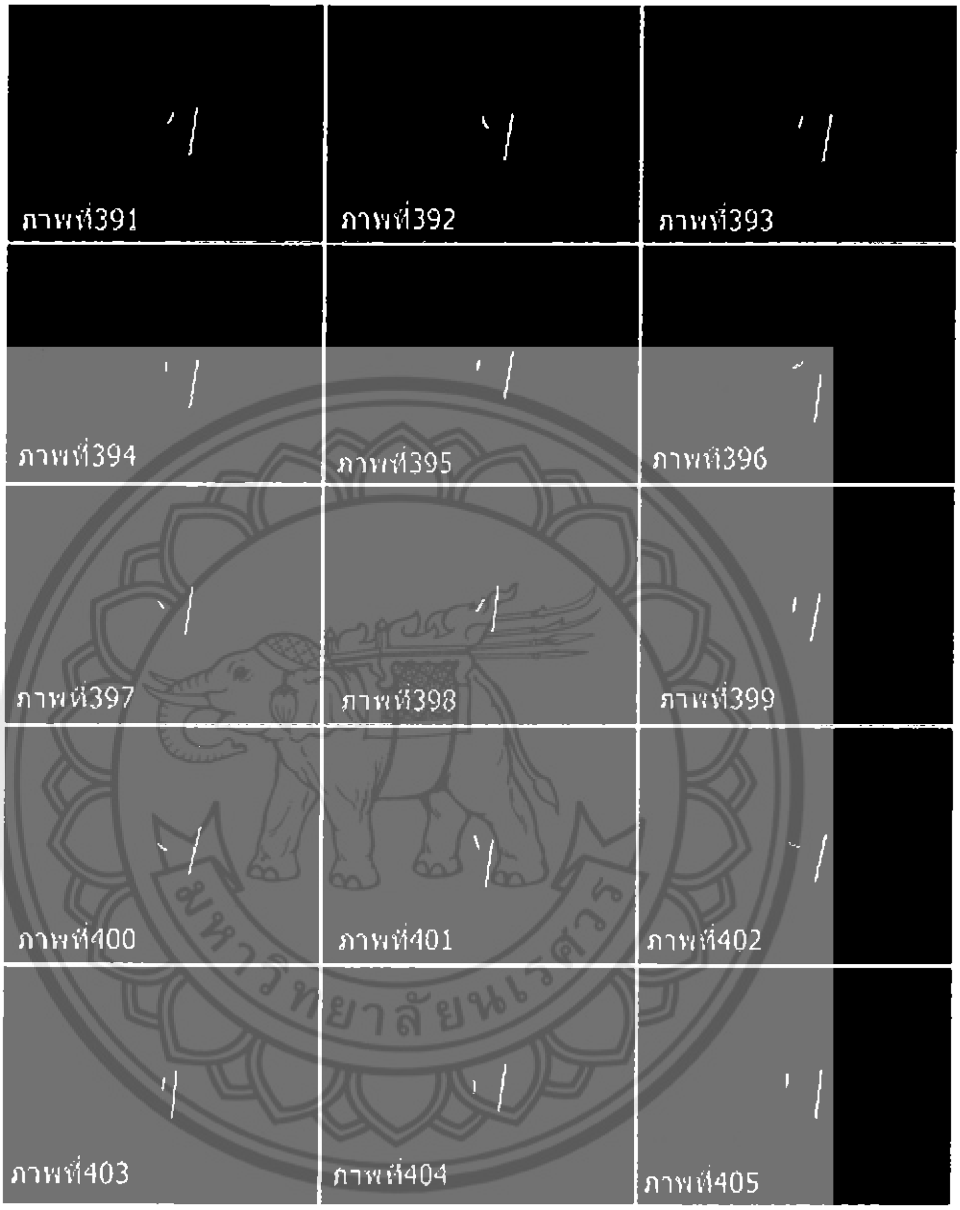
รูปที่ 23 ภาพข้าวขาวข้าว 1 เมล็ด ภาพที่ 361-375

ภาพข้าวขาวข้าว 1 เมล็ด(ต่อ)



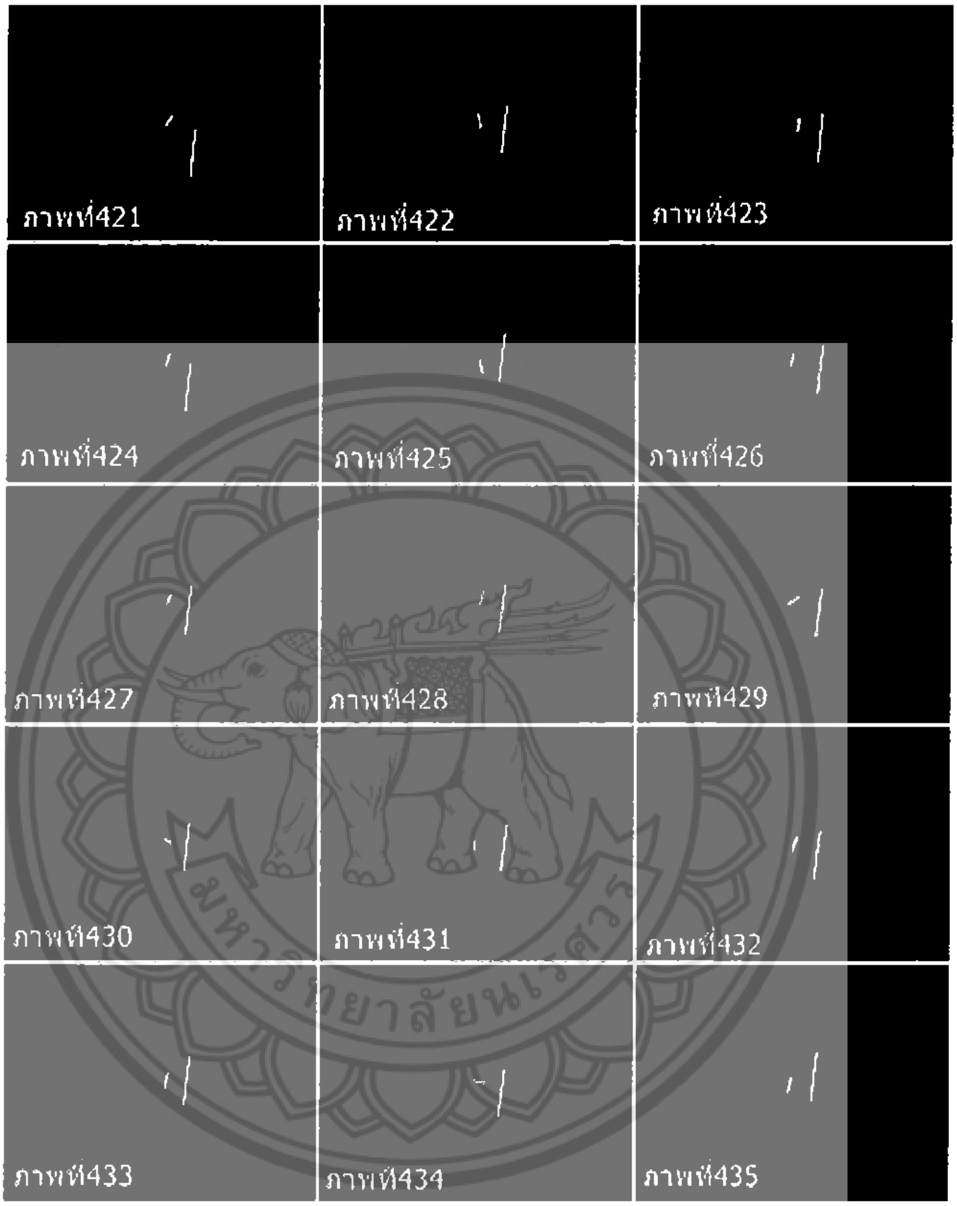
รูปที่ 24 ภาพข้าวขาวข้าว 1 เมล็ด ภาพที่ 376-390

ภาพข้าวขาวข้าว 1 เมล็ด(ต่อ)



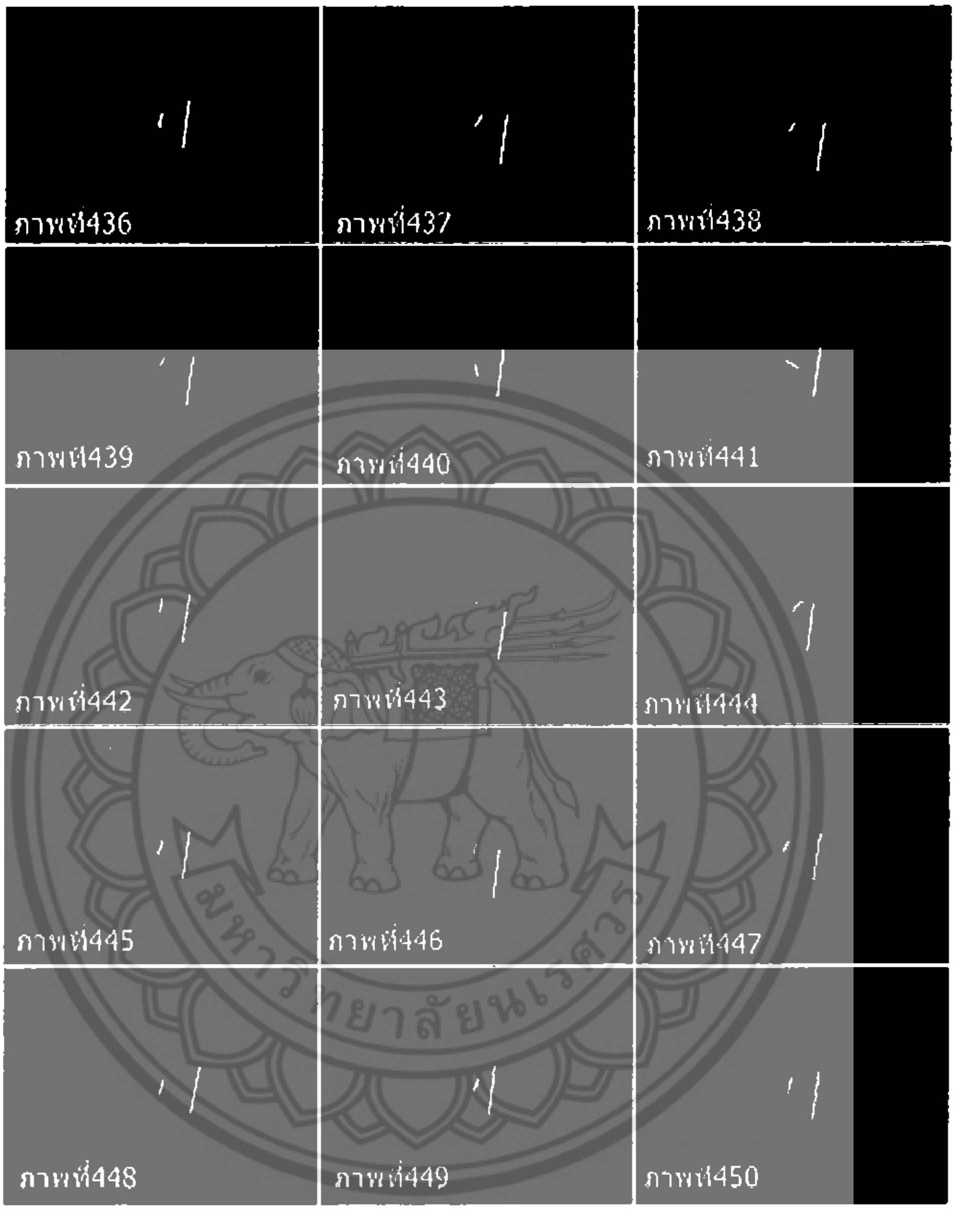
รูปที่ 25 **ภาพข้าวขาวข้าว** 1 **เมล็ด ภาพที่** 391-405

ภาพข้าวขาวข้าว 1 เมล็ด(ต่อ)



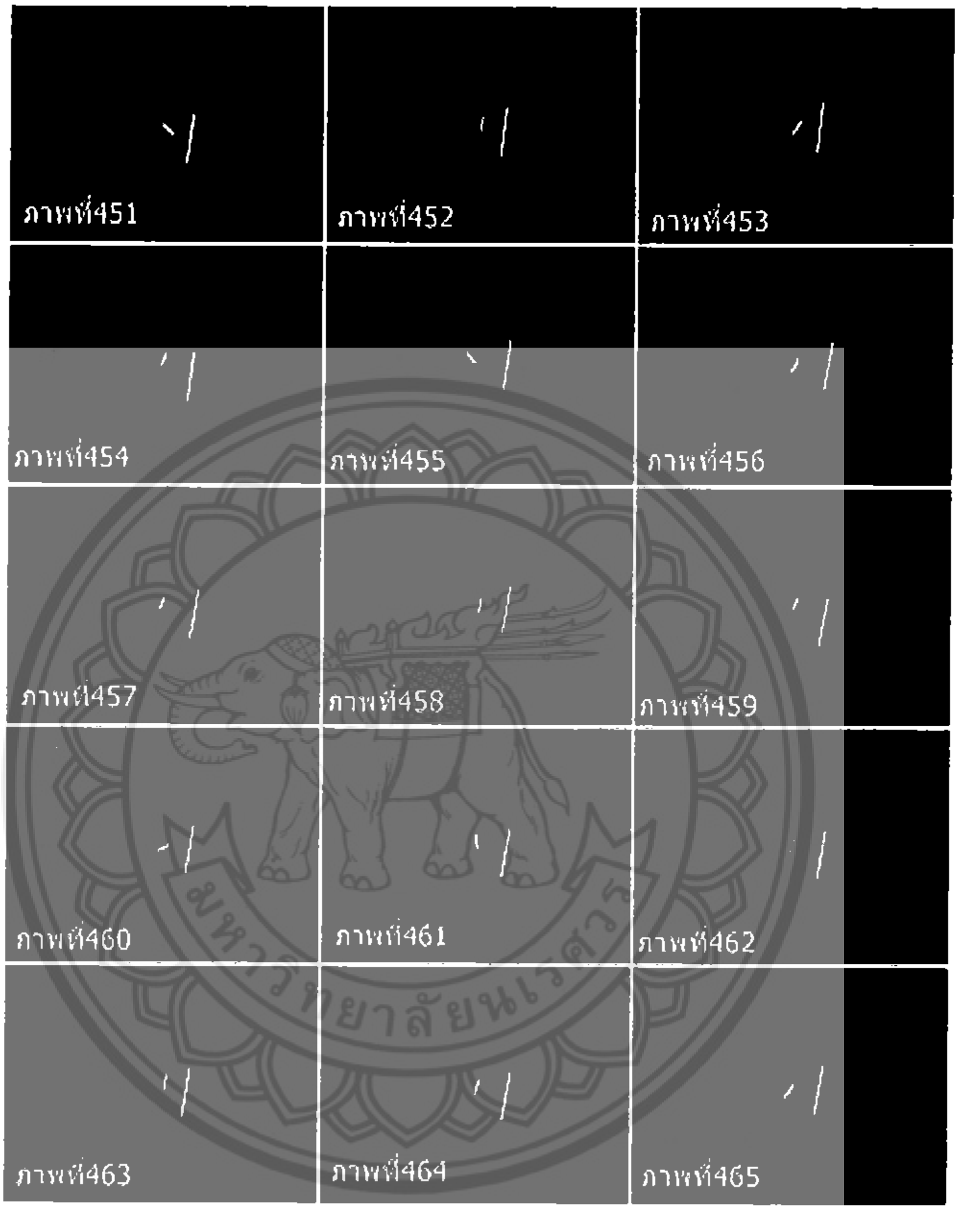
รูปที่ 26 ภาพข้าวขาวข้าว 1 เมล็ด ภาพที่ 421-435

ภาพข้าวขาวข้าว 1 เมล็ด(ต่อ)



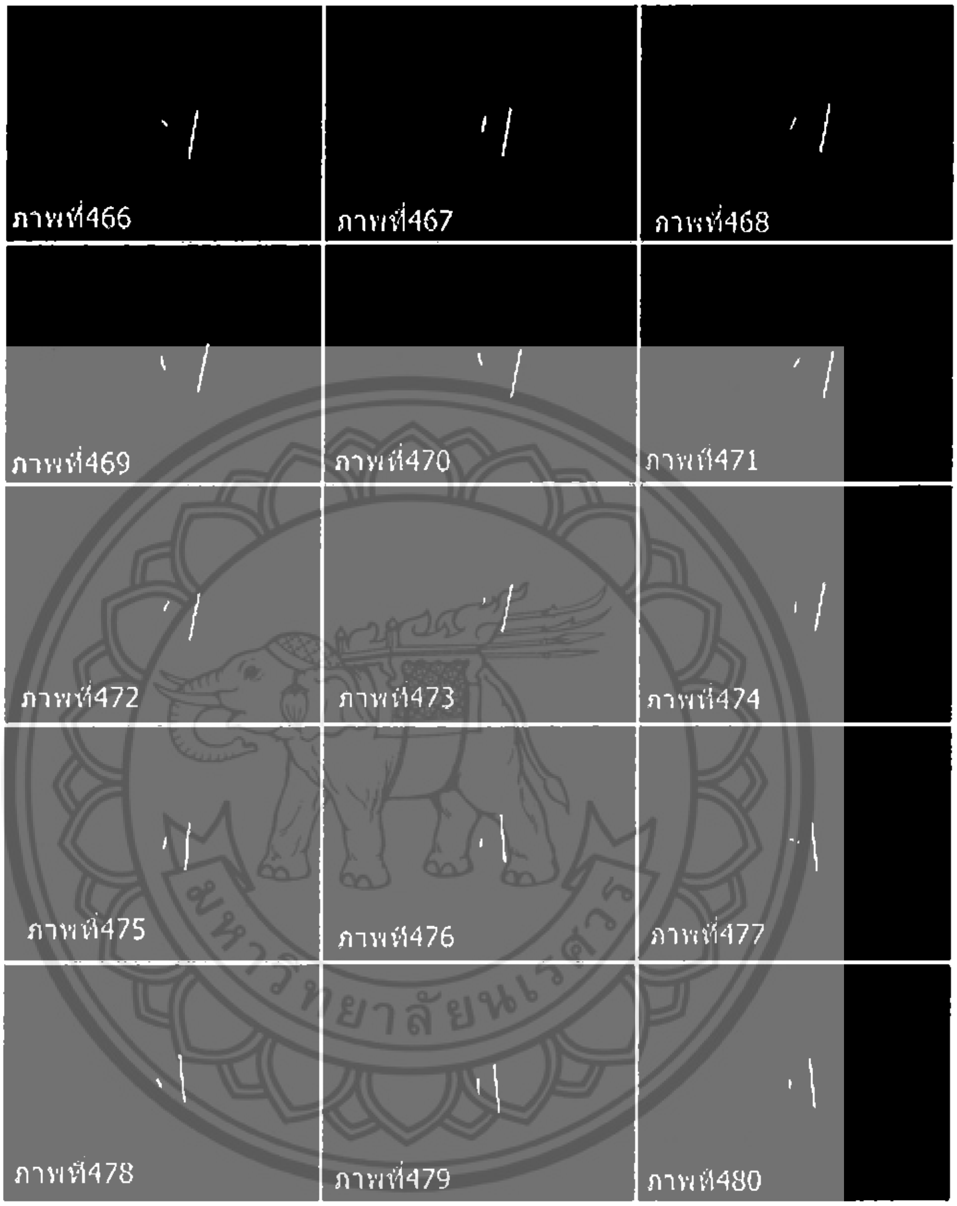
รูปที่ 27 ภาพข้าวขาวข้าว 1 เมล็ด ภาพที่ 436-450

ภาพข้าวขาวข้าว 1 เมล็ด(ต่อ)



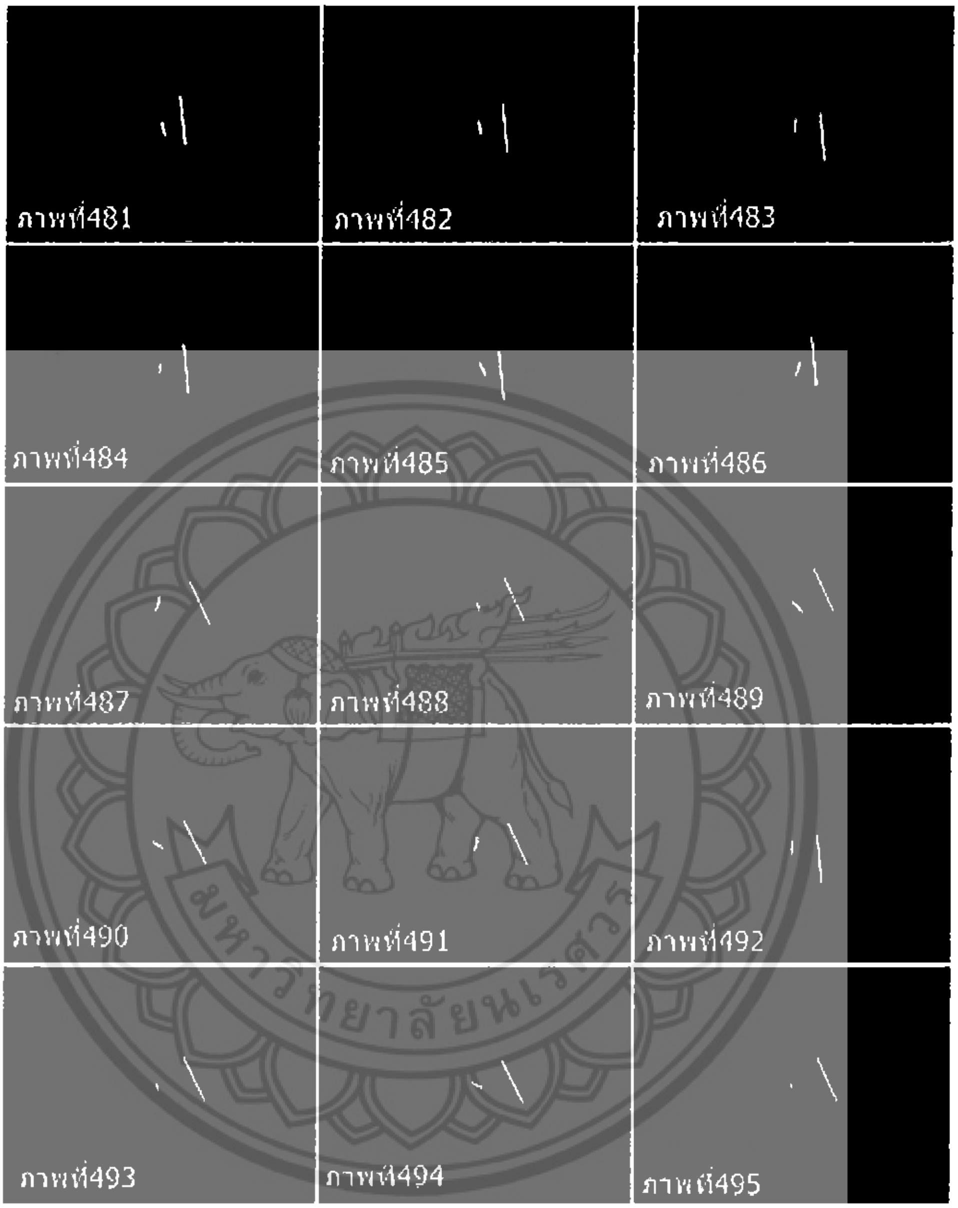
รูปที่ 28 ภาพข้าวขาวข้าว 1 เมล็ด ภาพที่ 451-465

ภาพข้าวขาวข้าว 1 เมล็ด(ต่อ)



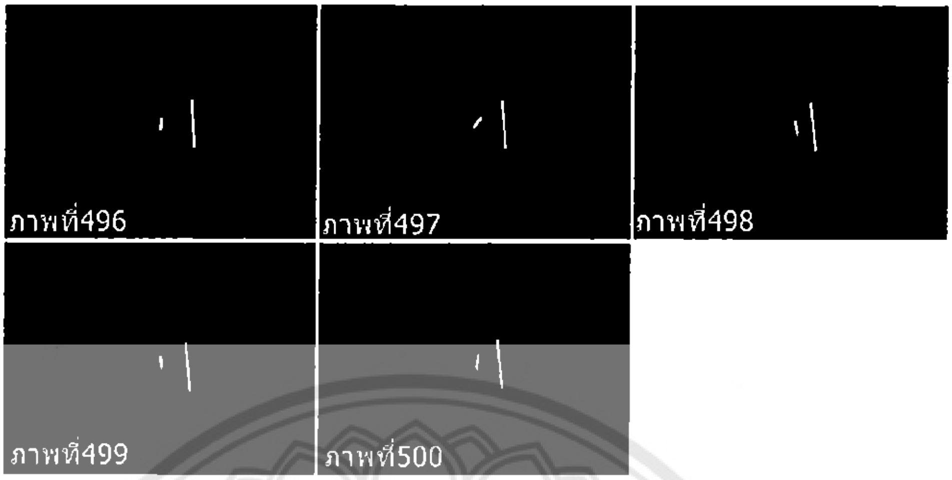
รูปที่ 29 ภาพข้าวขาวข้าว 1 เมล็ด ภาพที่ 466-480

ภาพข้าวขาวข้าว 1 เมล็ด(ต่อ)



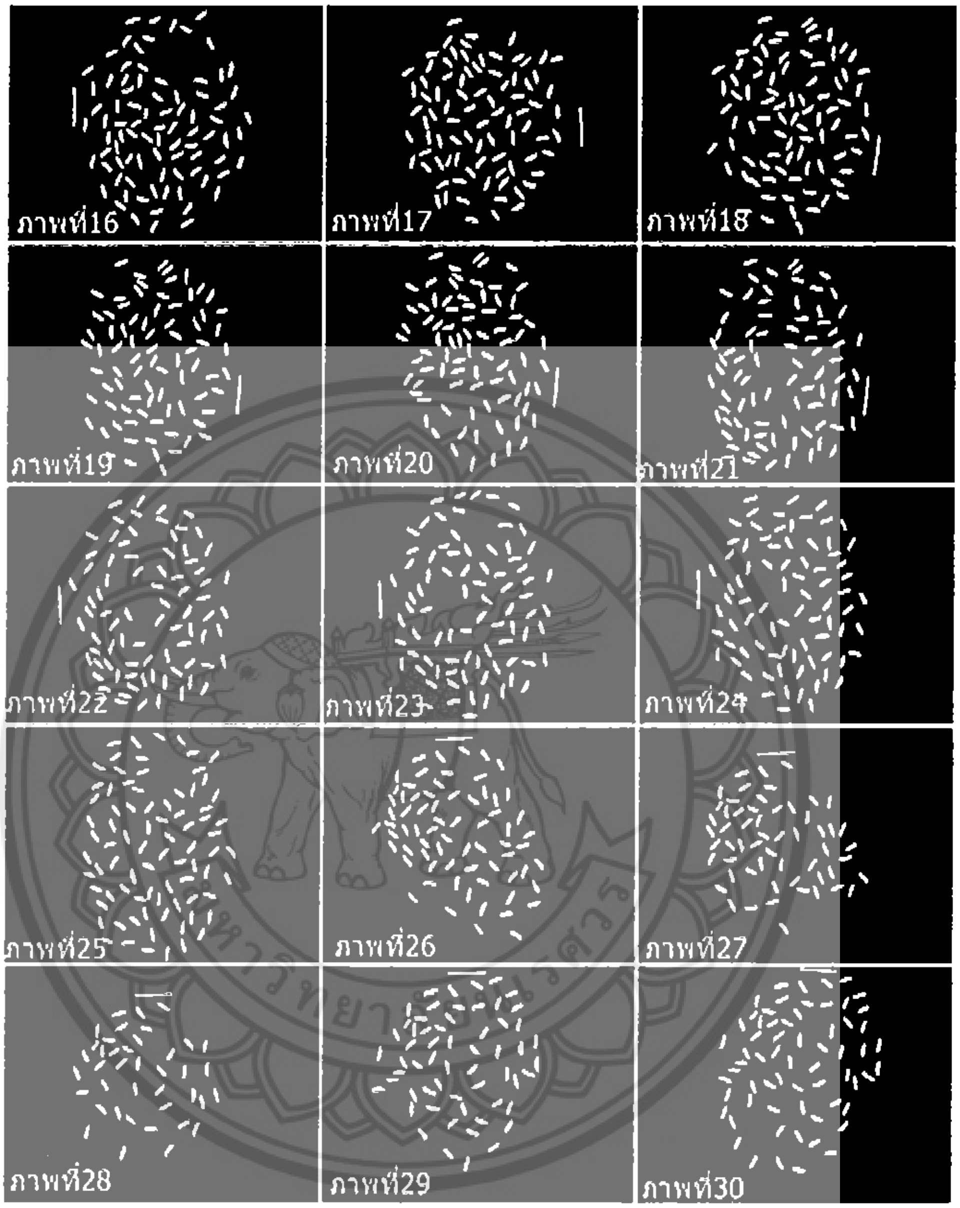
รูปที่ 30 ภาพข้าวขาวข้าว 1 เมล็ด ภาพที่ 481-495

ภาพข้าวขาวข้าว 1 เมล็ด(ต่อ)



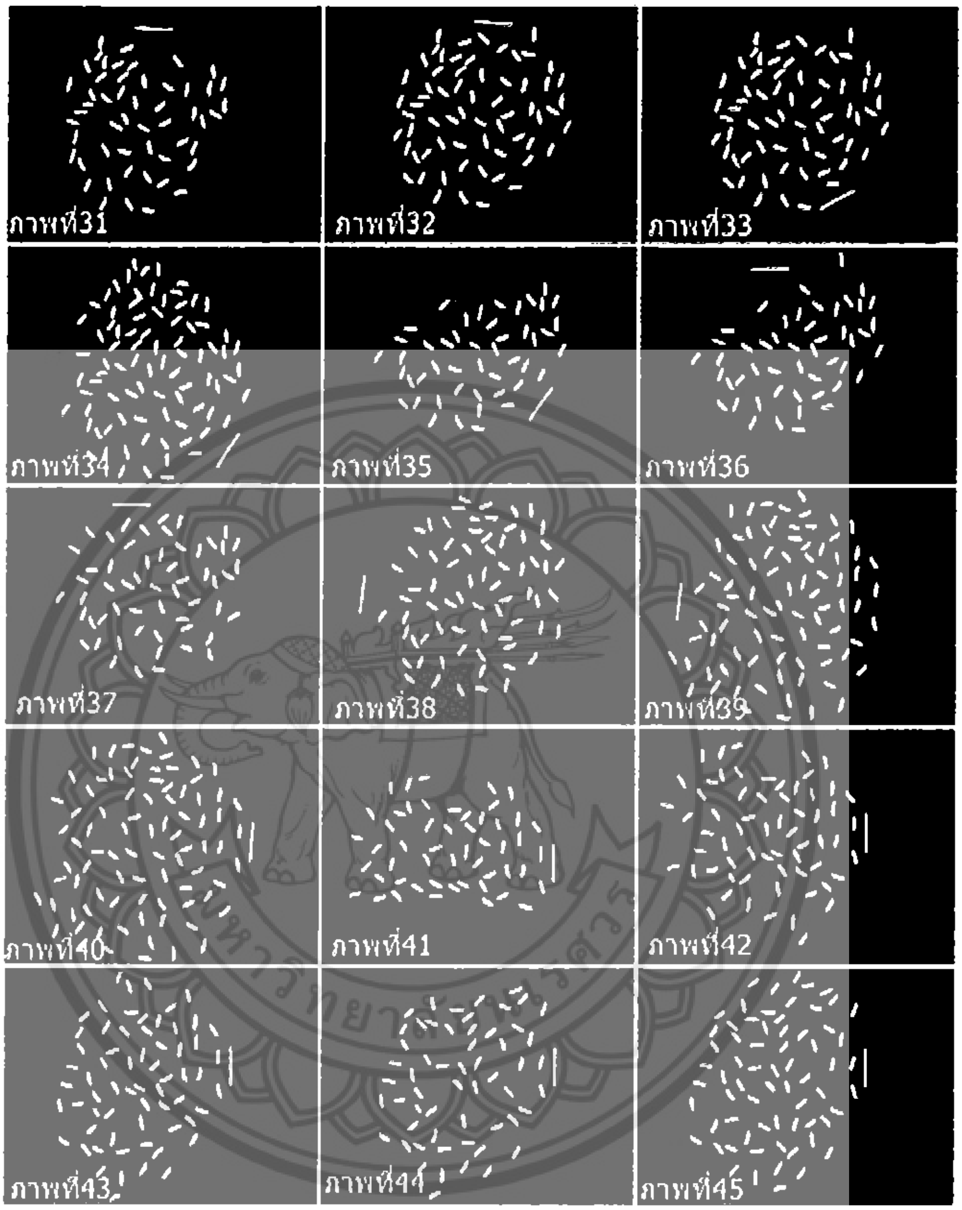
รูปที่ 31 ภาพข้าวขาวข้าว 1 เมล็ด ภาพที่ 496-500

ภาพข้าวขาว 100%



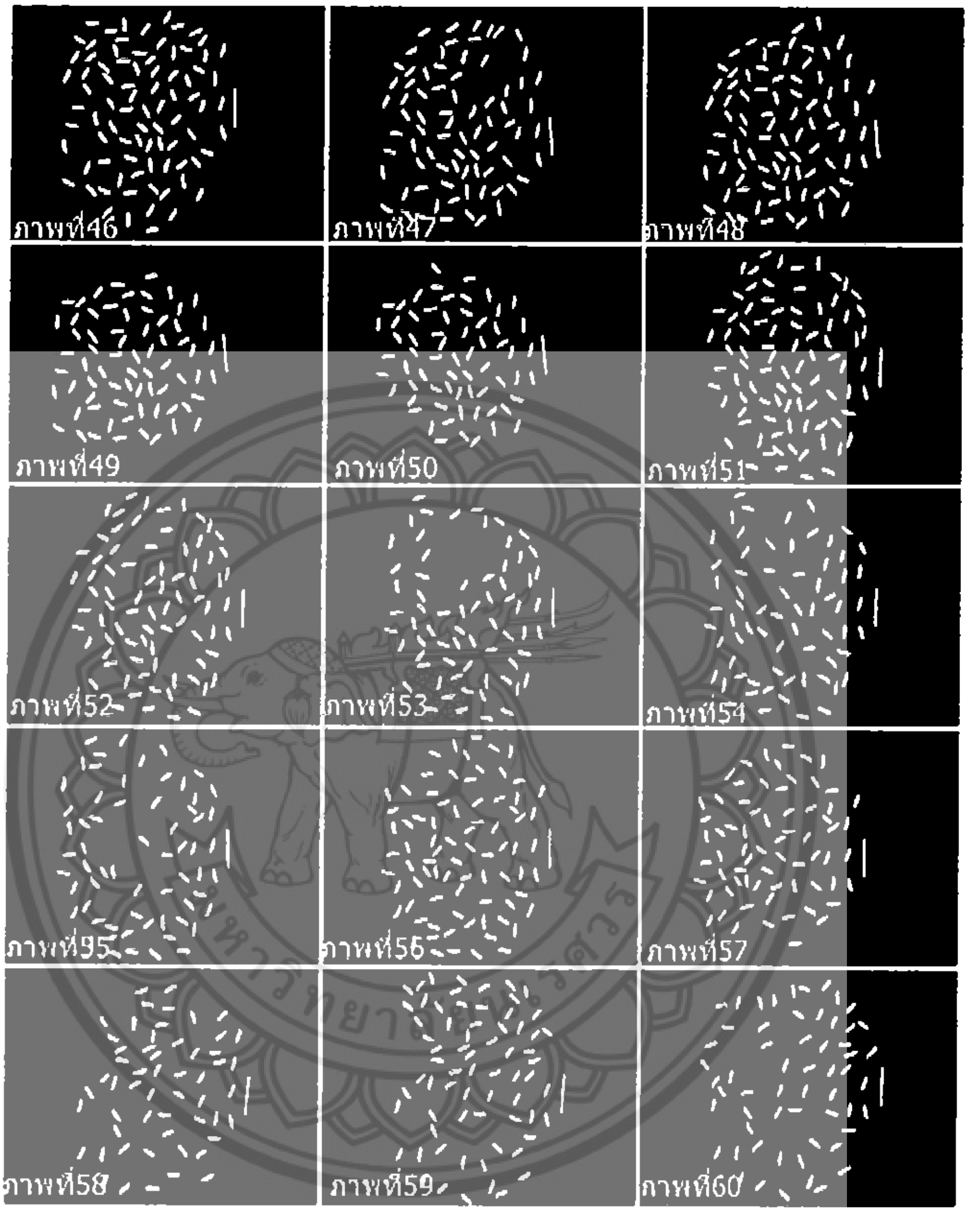
รูปที่ 32 ภาพข้าวขาว 100 % ภาพที่ 16 -30

ภาพข้าวขาว 100%



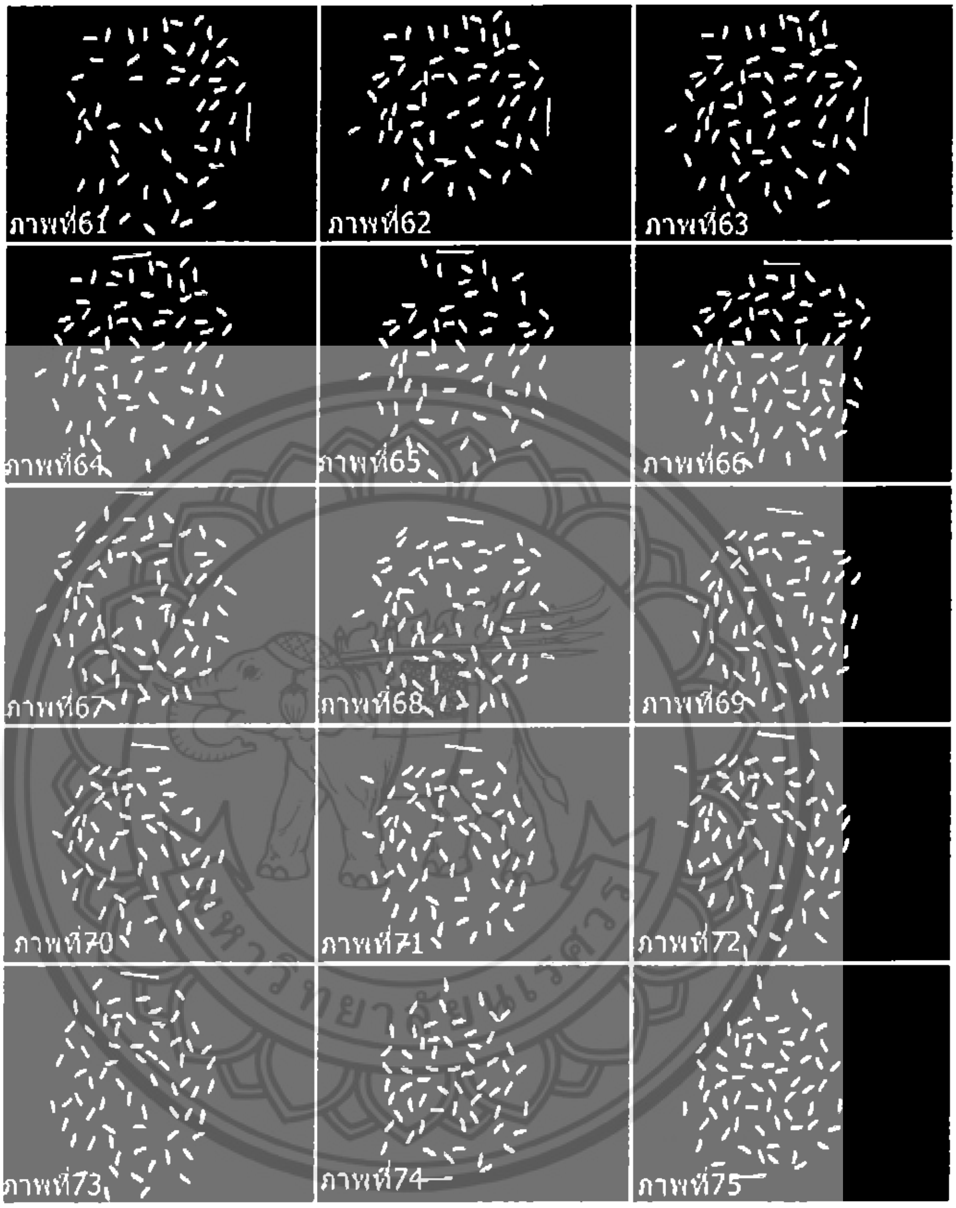
รูปที่ 33 ภาพข้าวขาว 100 % ภาพที่ 31 - 45

ภาพข้าวขาว 100%(ต่อ)



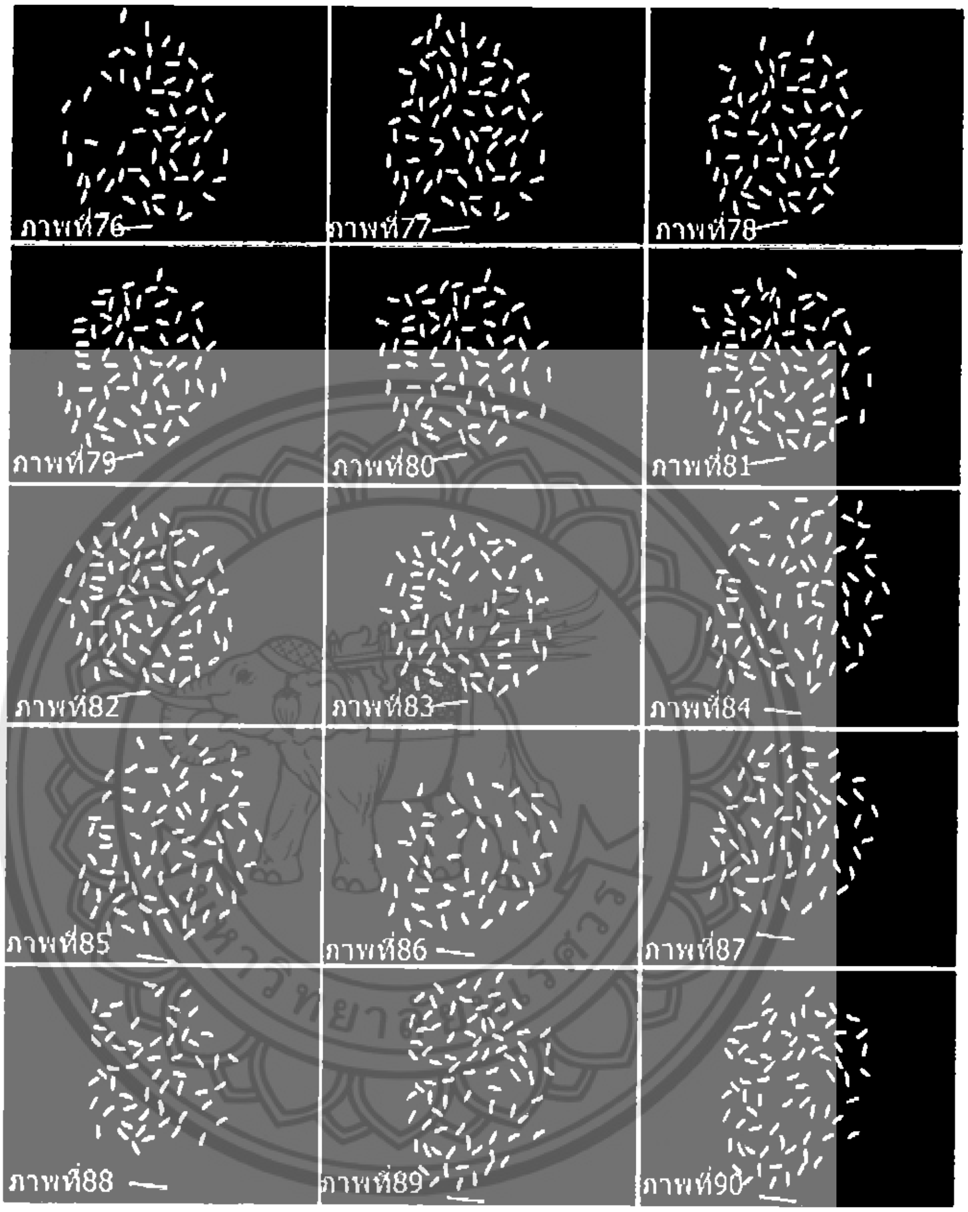
รูปที่ 34 ภาพข้าวขาว 100 % ภาพที่ 46 - 60

ภาพข้าวขาว 100%(ต่อ)



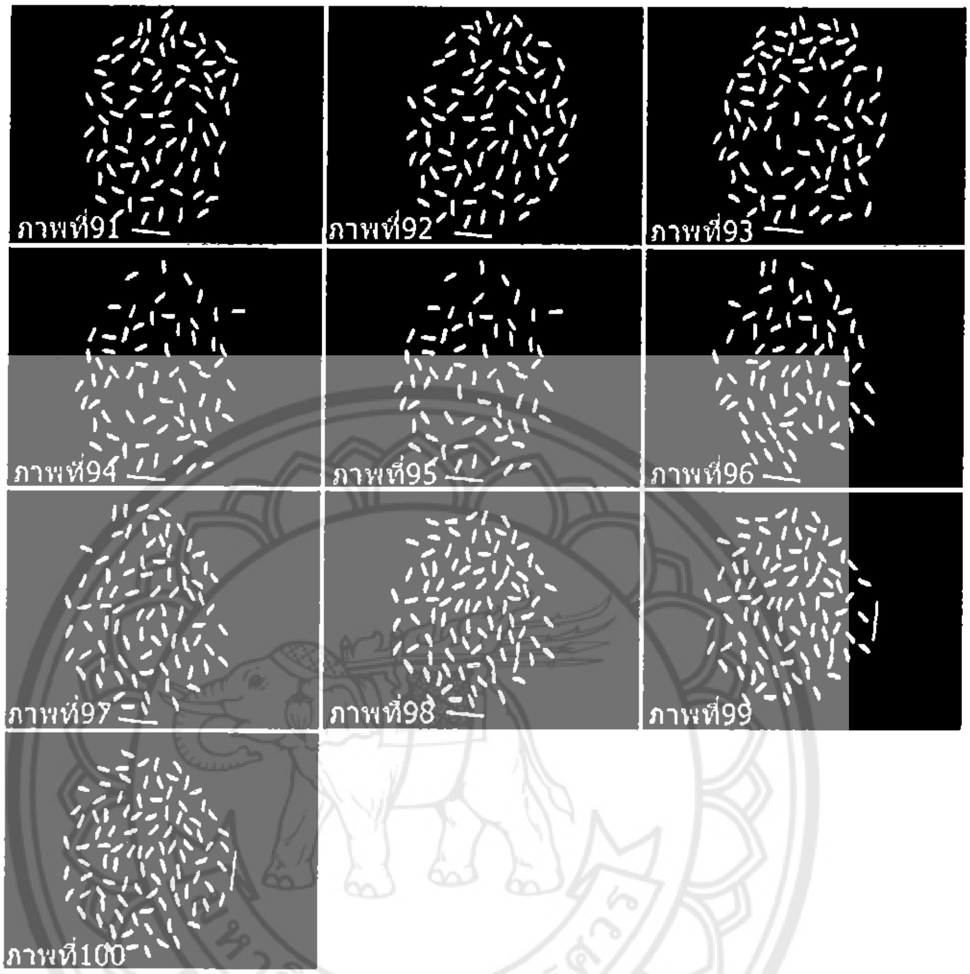
รูปที่ 35 ภาพข้าวขาว 100 % ภาพที่ 61 -75

ภาพข้าวขาว 100%(ต่อ)



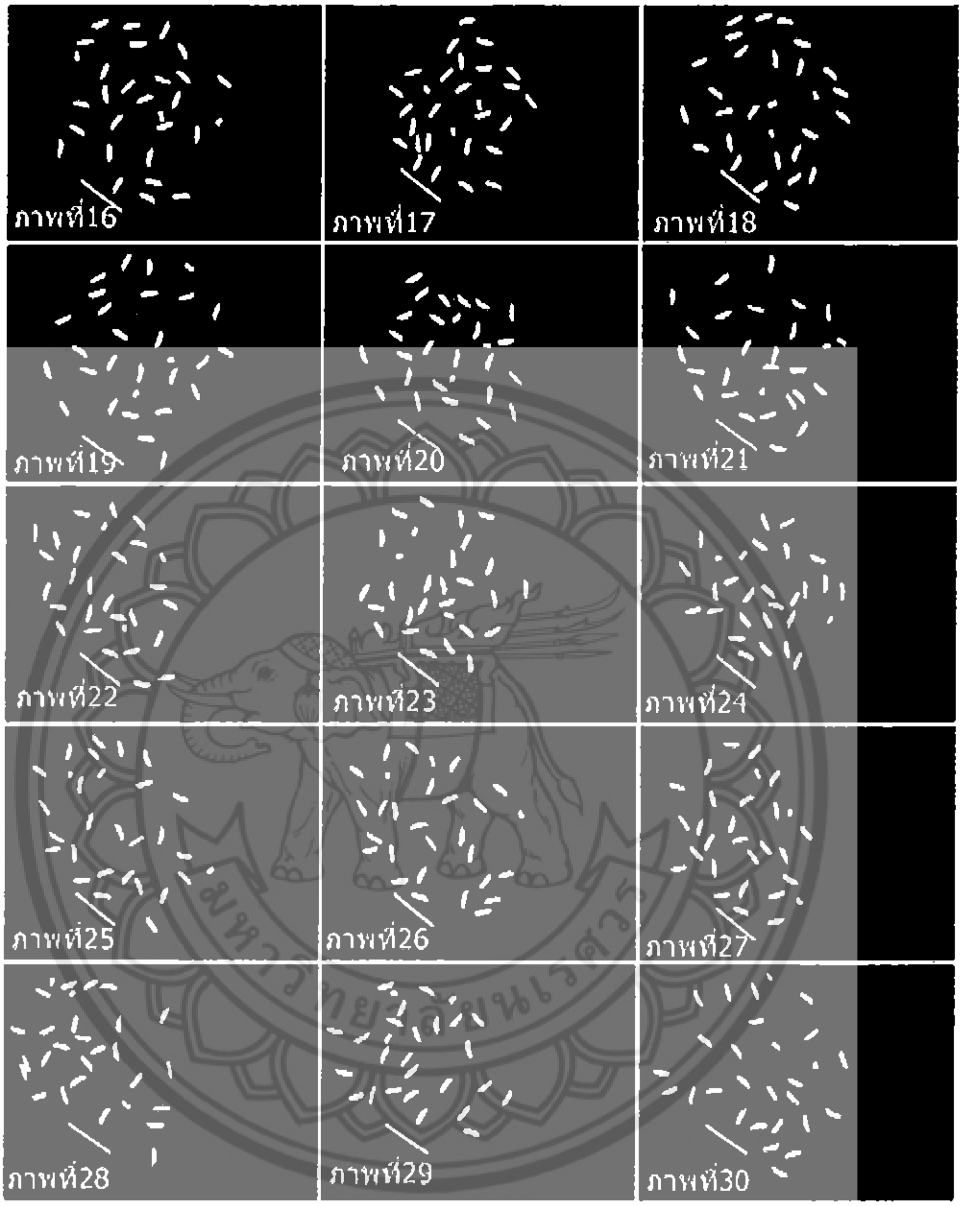
รูปที่ 36 ภาพข้าวขาว 100 % ภาพที่ 76 -90

ภาพข้าวขาว 100%(ต่อ)



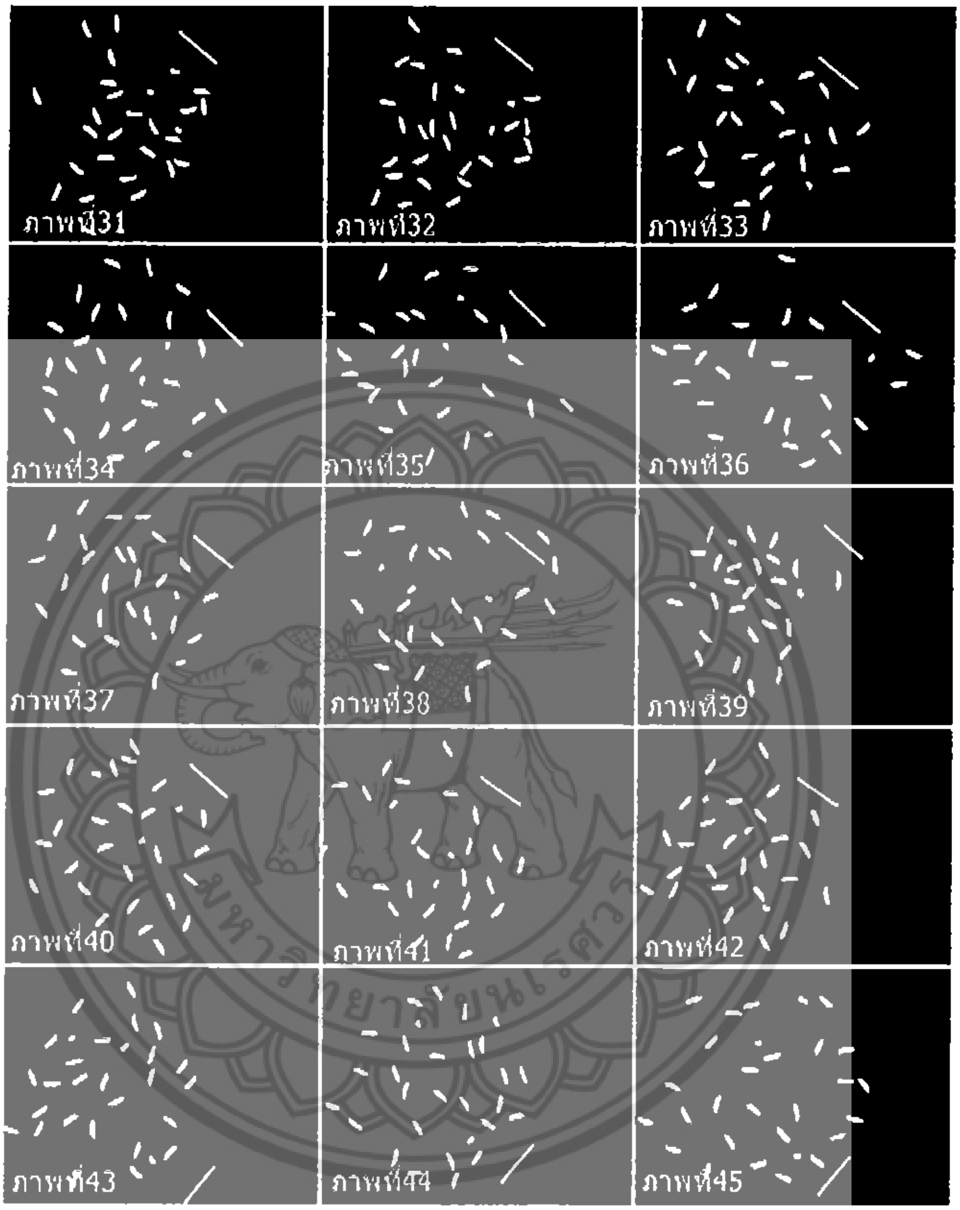
รูปที่ 37 ภาพข้าวขาว 100 % ภาพที่ 91 -100

ภาพข้าวขาว10%



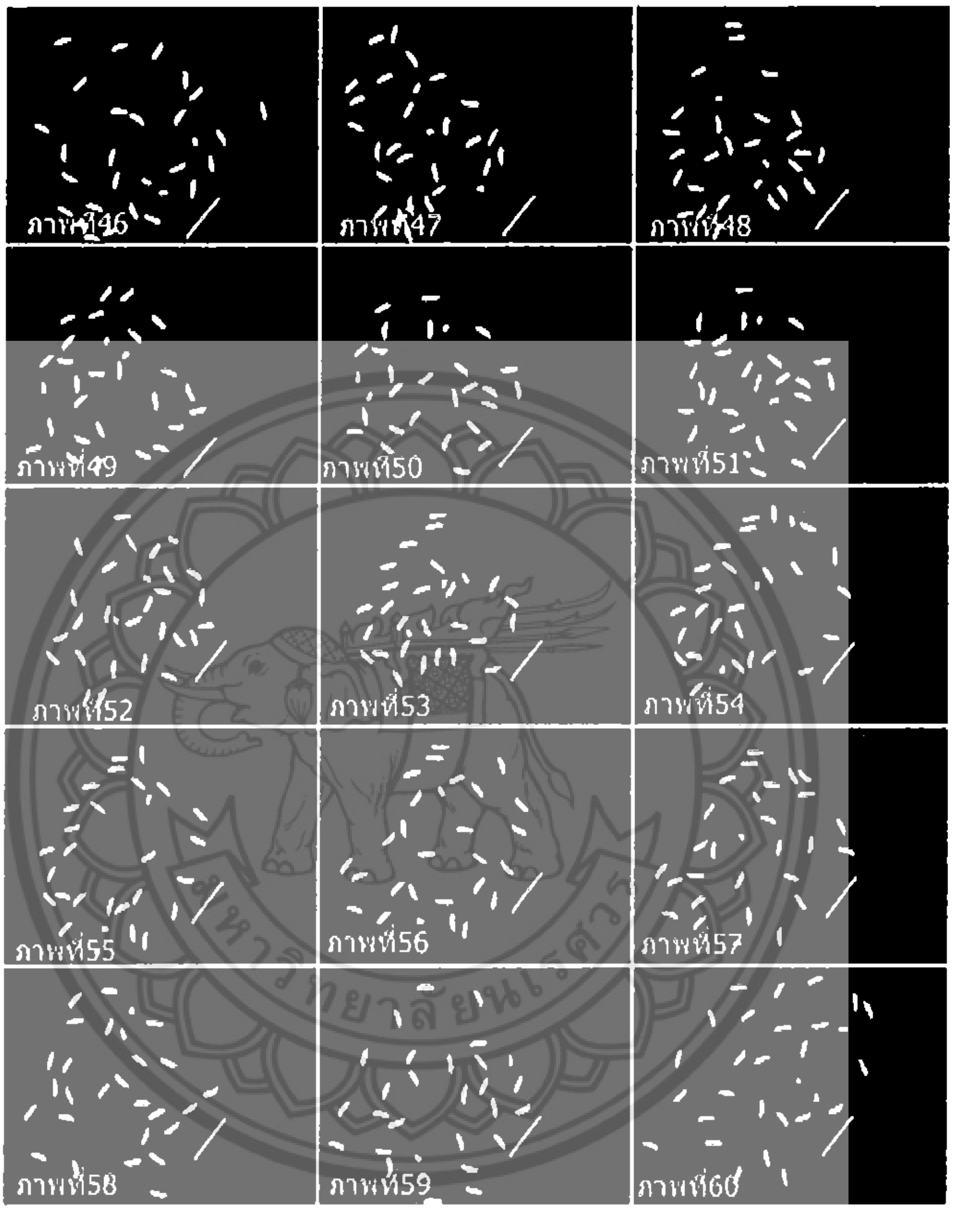
รูปที่ 38 ภาพข้าวขาว 10 % ภาพที่ 16 - 30

ภาพข้าวขาว10%(ต่อ)



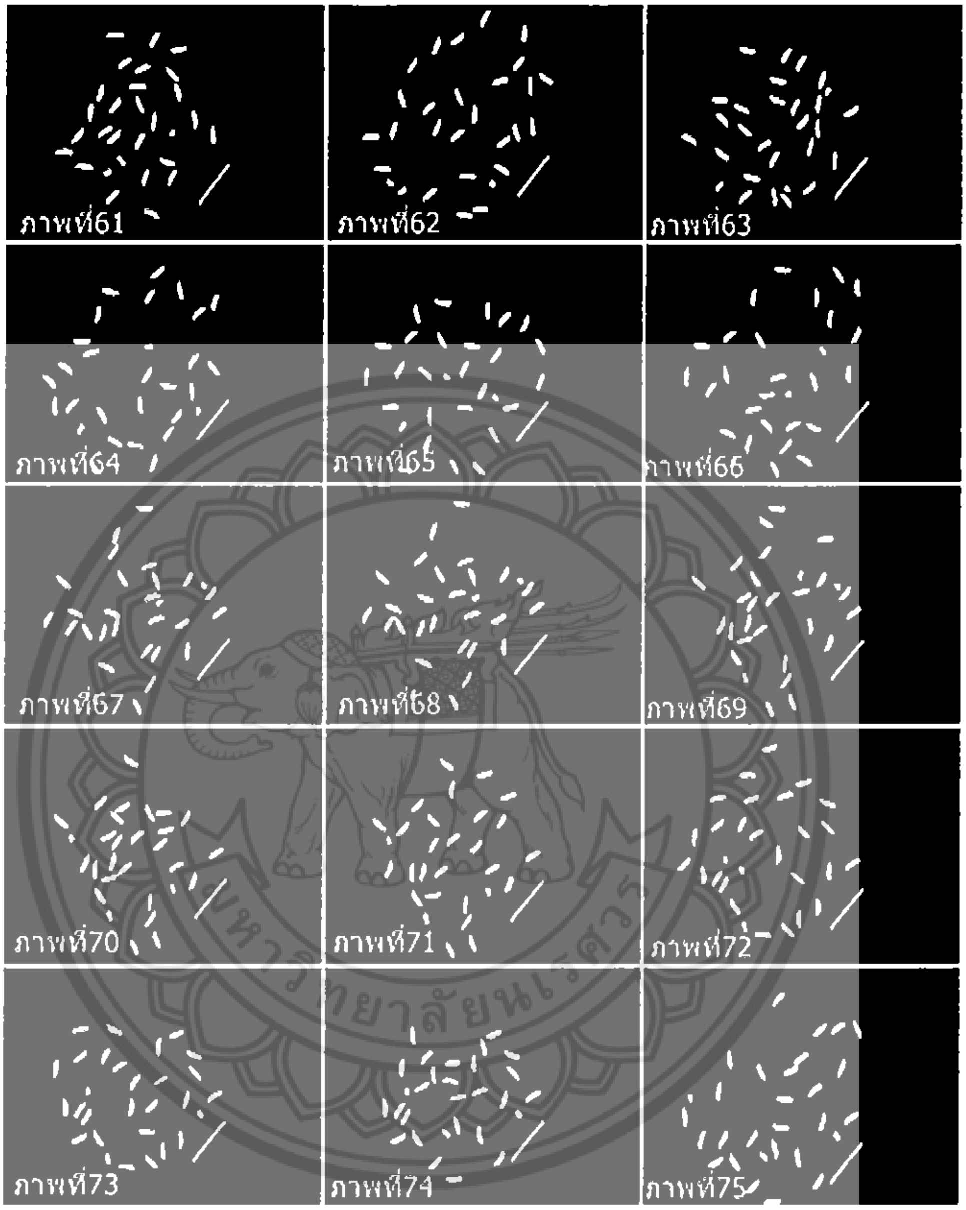
รูปที่ 39 **ภาพข้าวขาว** 10 % **ภาพที่** 31 - 45

ภาพข้าวขาว10%(ต่อ)



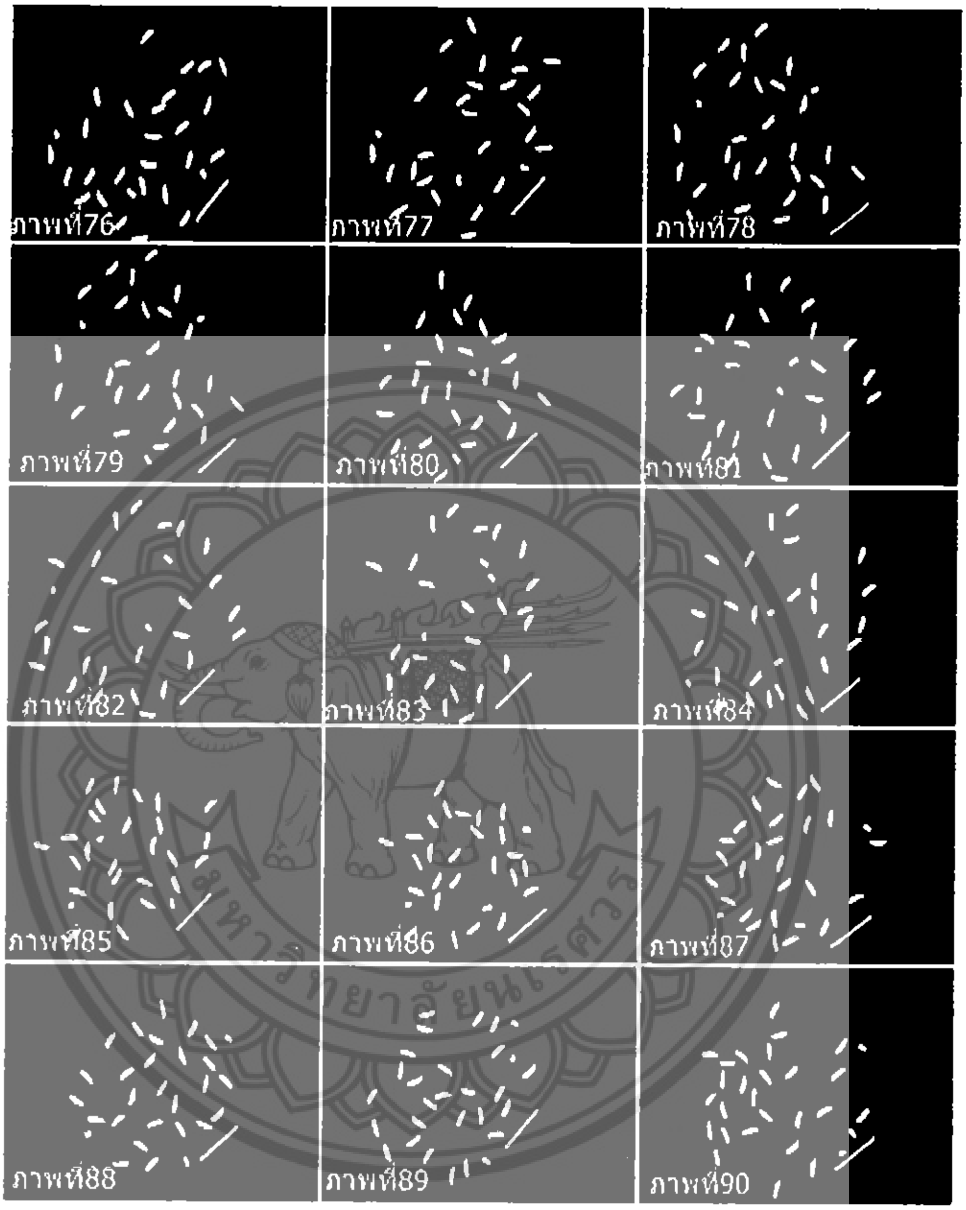
รูปที่ 40 ภาพข้าวขาว 10 % ภาพที่ 46 - 60

ภาพข้าวขาว10%(ต่อ)



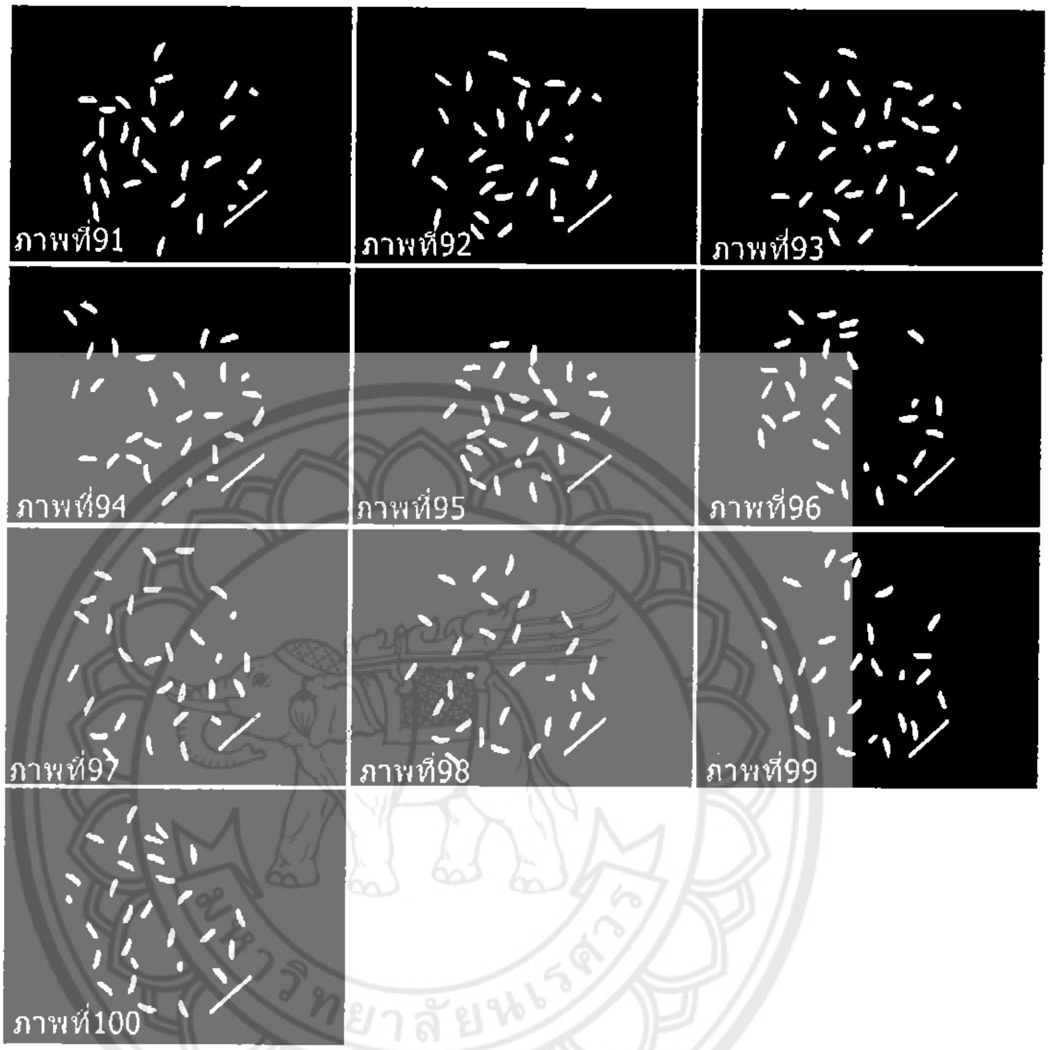
รูปที่ 41 ภาพข้าวขาว 10 % ภาพที่ 61 - 75

ภาพข้าวขาว10%(ต่อ)



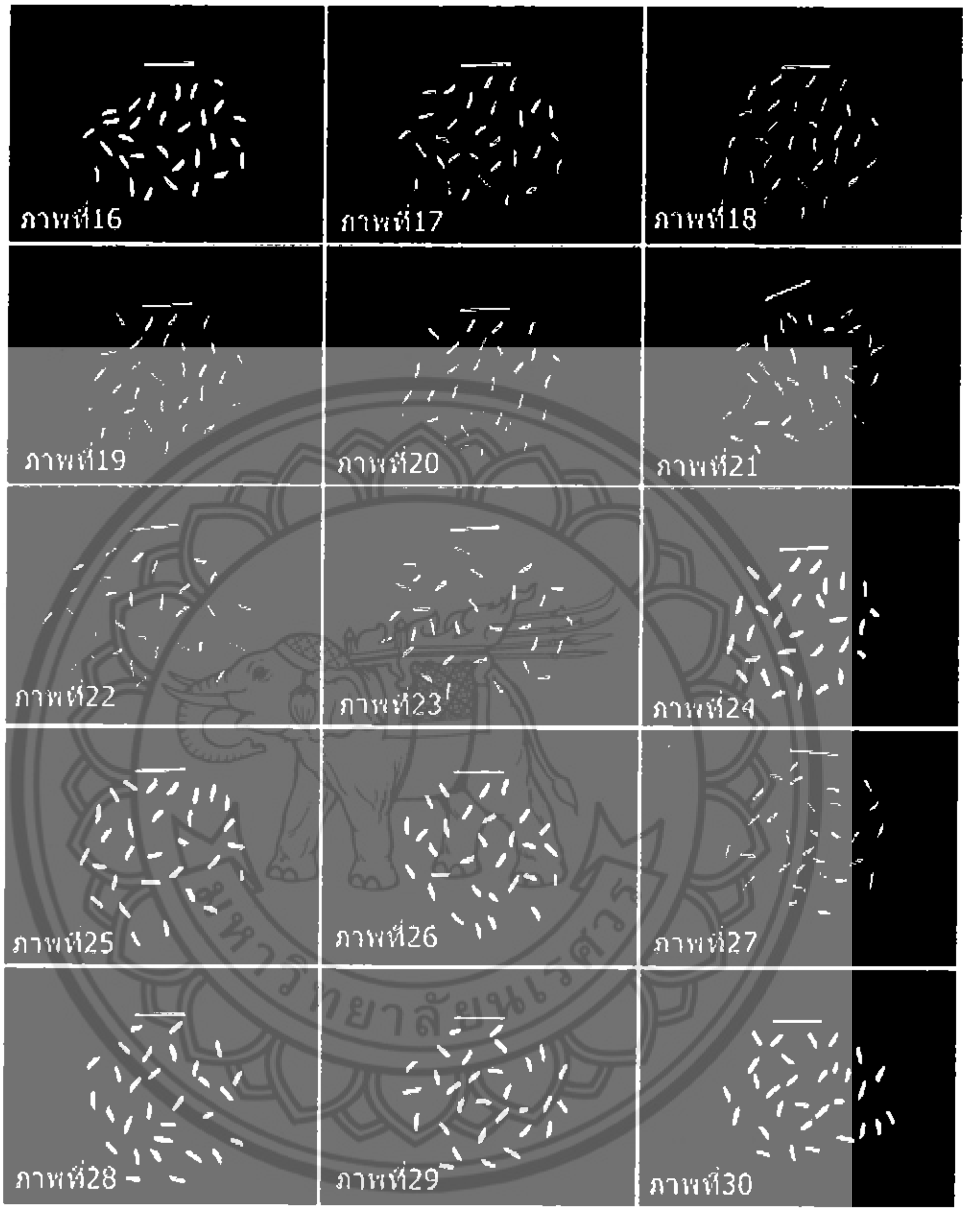
รูปที่ 42 ภาพข้าวขาว 10 % ภาพที่ 76 – 90

ภาพข้าวขาว10%(ต่อ)



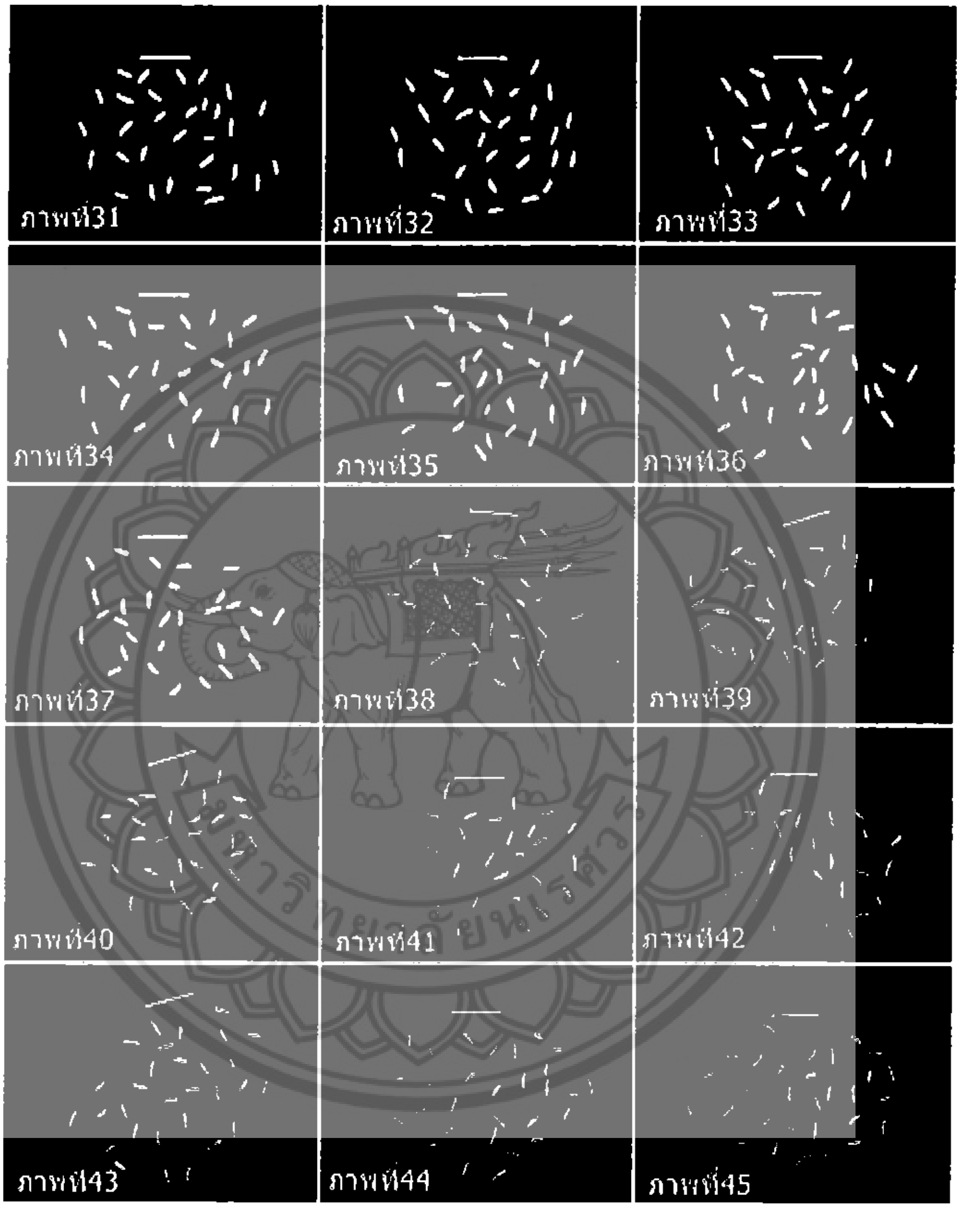
รูปที่ 43 ภาพข้าวขาว 10 % ภาพที่ 91 - 100

ภาพข้าวขาว 5%



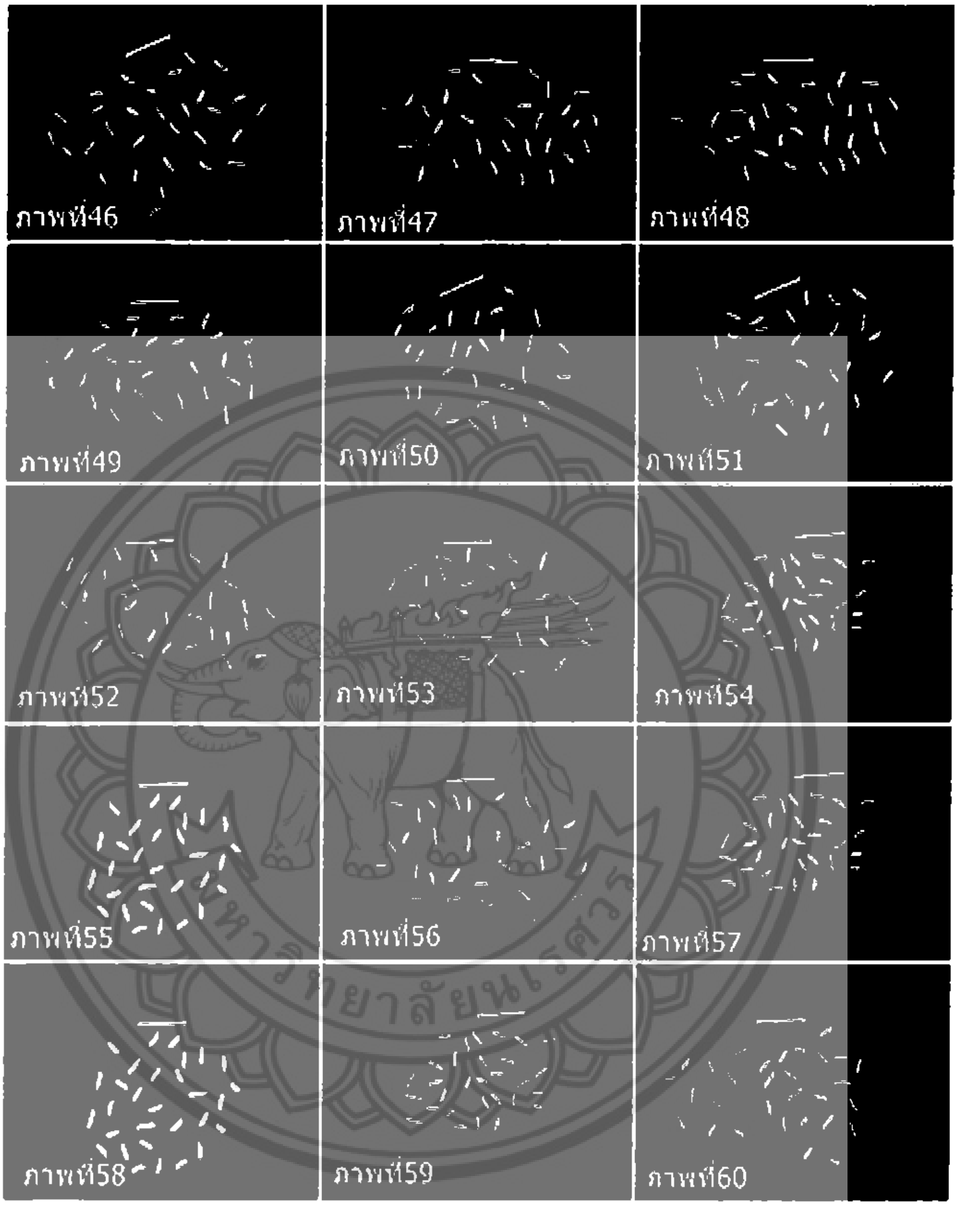
รูปที่ 44 ภาพข้าวขาว 5% ภาพที่ 16 - 30

ภาพข้าวขาว 5%(ต่อ)



รูปที่ 45 ภาพข้าวขาว 5% ภาพที่ 31 - 45

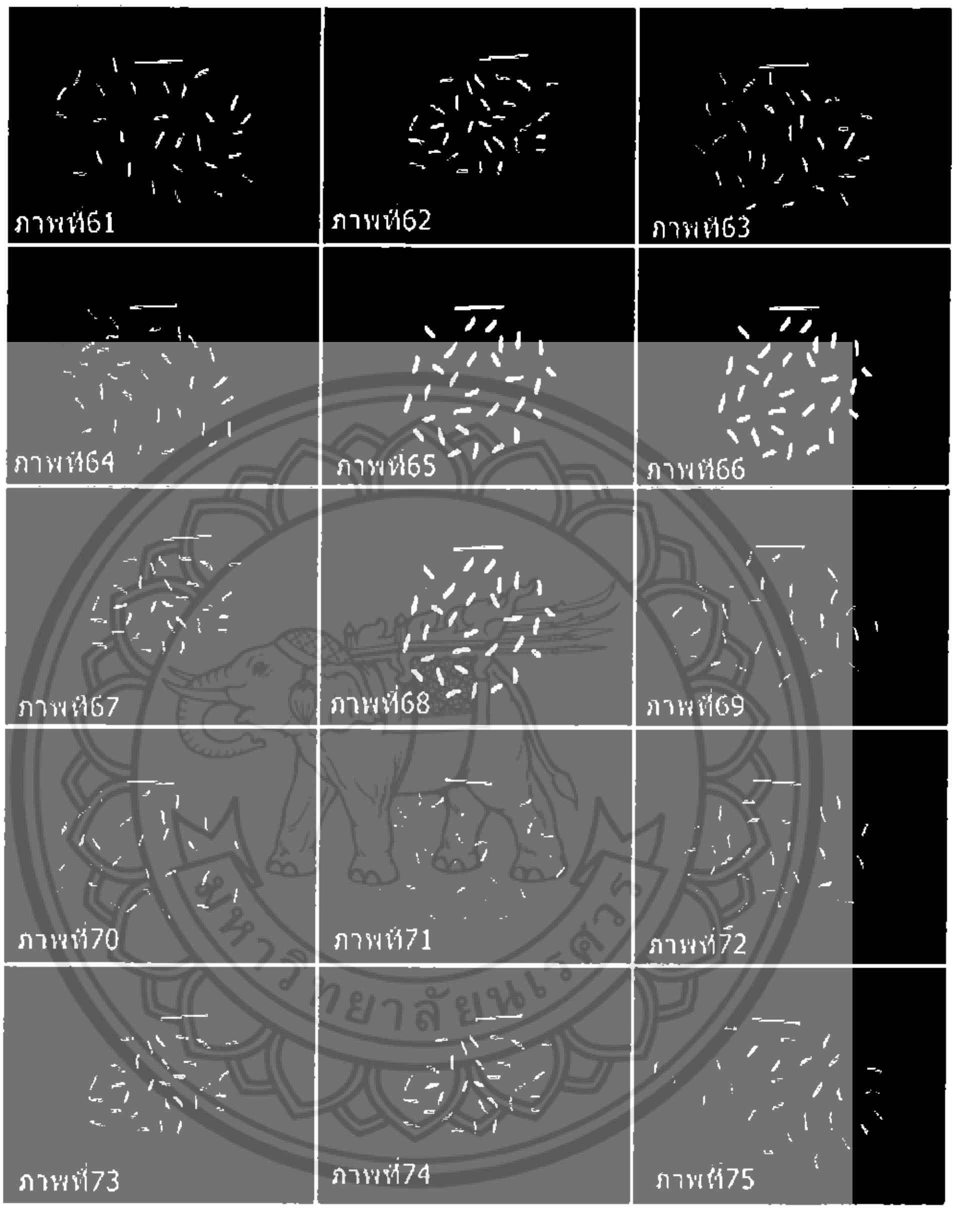
ภาพข้าวขาว 5%(ต่อ)



มหาวิทยาลัยนเรศวร

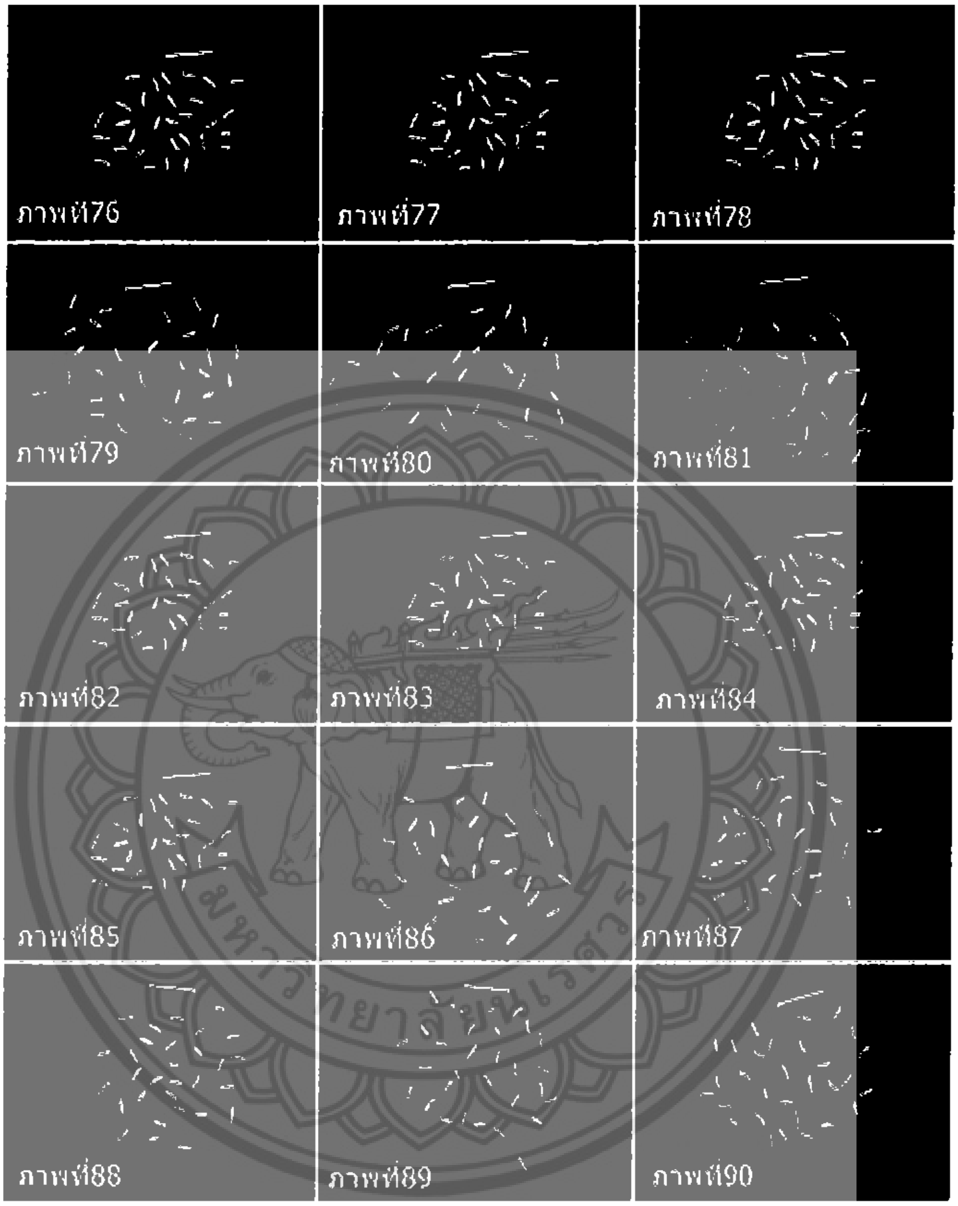
รูปที่ 46 ภาพข้าวขาว 5% ภาพที่ 46 - 60

ภาพข้าวขาว 5%(ต่อ)



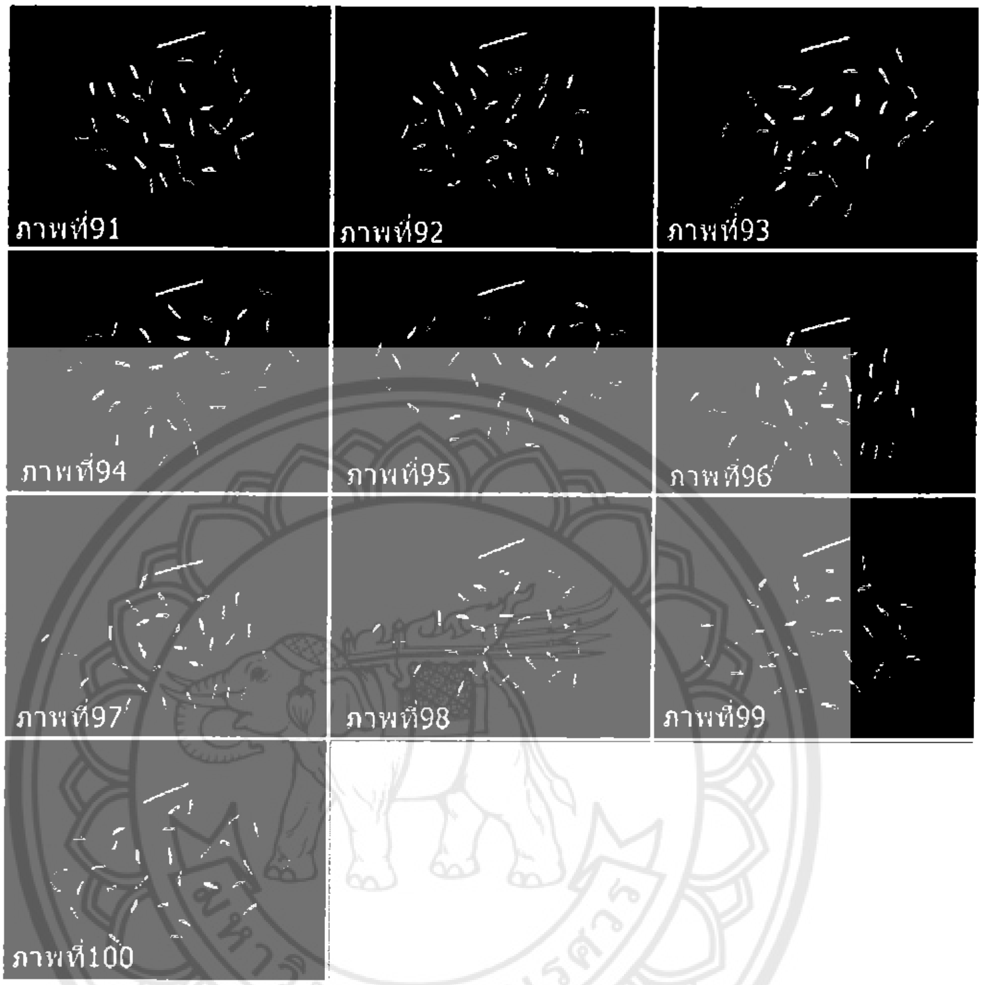
รูปที่ 47 ภาพข้าวขาว 5% ภาพที่ 61 – 75

ภาพข้าวขาว 5%(ต่อ)



รูปที่ 48 ภาพข้าวขาว 5% ภาพที่ 76 - 90

ภาพข้าวขาว 5%(ต่อ)



รูปที่ 49 ภาพข้าวขาว 5% ภาพที่ 91 - 100

ภาคผนวก ค

โปรแกรมการประมวลผลภาพสำหรับตรวจจับความสมบูรณ์ของเมล็ดข้าวขาว
Code ในส่วนของ GUI และ Code ในส่วนของโปรแกรม

```
function varargout = Rice_detecting(varargin)
% RICE_DETECTING M-file for Rice_detecting.fig
%      RICE_DETECTING, by itself, creates a new RICE_DETECTING or raises the existing
%      singleton*.
%      H = RICE_DETECTING returns the handle to a new RICE_DETECTING or the
handle to
%      the existing singleton*.
%      RICE_DETECTING('CALLBACK',hObject,eventData,handles,...) calls the local
%      function named CALLBACK in RICE_DETECTING.M with the given input
arguments.
%      RICE_DETECTING('Property','Value',...) creates a new RICE_DETECTING or raises
the
%      existing singleton*.  Starting from the left, property value pairs are
%      applied to the GUI before Rice_detecting_OpeningFcn gets called.  An
%      unrecognized property name or invalid value makes property application
%      stop.  All inputs are passed to Rice_detecting_OpeningFcn via varargin.
%      *See GUI Options on GUIDE's Tools menu.  Choose "GUI allows only one
%      instance to run (singleton)".
% See also: GUIDE, GUIDATA, GUIHANDLES
% Edit the above text to modify the response to help Rice_detecting
% Last Modified by GUIDE v2.5 15-Mar-2011 20:48:00
% Begin initialization code - DO NOT EDIT
gui_Singleton = 1;
gui_State = struct('gui_Name',       mfilename, ...
                   'gui_Singleton',  gui_Singleton, ...
                   'gui_OpeningFcn', @Rice_detecting_OpeningFcn, ...
```

```
            'gui_OutputFcn',  @Rice_detecting_OutputFcn, ...
            'gui_LayoutFcn',  [] , ...
            'gui_Callback',   []);
if nargin && ischar(varargin{1})
    gui_State.gui_Callback = str2func(varargin{1});
end
if nargout
    [varargout{1:nargout}] = gui_mainfcn(gui_State, varargin{:});
else
    gui_mainfcn(gui_State, varargin{:});
end
% End initialization code - DO NOT EDIT
% --- Executes just before Rice_detecting is made visible.
function Rice_detecting_OpeningFcn(hObject, eventdata, handles, varargin)
% This function has no output args, see OutputFcn.
% hObject    handle to figure
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
% varargin   command line arguments to Rice_detecting (see VARARGIN)
% Choose default command line output for Rice_detecting
handles.output = hObject;
% Update handles structure
% UIWAIT makes Rice_detecting wait for user response (see UIRESUME)
% uiwait(handles.figure1);
logo=imread('10290134.jpg');
axes(handles.axes1)
imshow(logo)
hidem(handles.start)
hidem(handles.capture)
hidem(handles.processing)
handles.logo=logo;
guidata(hObject, handles);
```

```
% --- Outputs from this function are returned to the command line.
function varargout = Rice_detecting_OutputFcn(hObject, eventdata, handles)
% varargout  cell array for returning output args (see VARARGOUT);
% hObject    handle to figure
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
% Get default command line output from handles structure
varargout{1} = handles.output;
% --- Executes on button press in start.
function start_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to start (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
strcase=get(handles.start,'string');
if strcmp(strcase,'START')
  info = imaqhwinfo('winvideo');
% type=info.DeviceInfo.SupportedFormats;
obj=videoinput('winvideo',1,'YUY2_640x480');  %YUY2_640x480
set(obj, 'SelectedSourceName', 'input1');
axes(handles.axes2)
vidRes = get(obj, 'VideoResolution');
nBands = get(obj, 'NumberOfBands');
hImage = image( zeros(vidRes(2), vidRes(1), nBands));
preview(obj, hImage);
   handles.data=obj;
   guidata(hObject, handles);
else
   cla(handles.axes3,'reset')
   set(handles.axes3,'visible','off');
   [name dirfile]=uigetfile({'*.jpg;*.tif;*.png;*.gif','All Image Files';...'*.*','All Files' });
     imrice=imread([dirfile name]);
     axes(handles.axes2)
```

```
    imshow(imrice)
    handles.imrice=imrice;
    guidata(hObject, handles);
end
% --- Executes on button press in capture.
function capture_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to capture (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
obj=handles.data;
frame = getsnapshot(obj);
img=ycbcr2rgb(frame);
axes(handles.axes2)
imshow(img);
handles.imrice=img;
guidata(hObject, handles);
% close(obj)
% --- Executes on button press in processing.
function processing_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to processing (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
imrice=handles.imrice;
% x = imread('IMG_0517.jpg');
% figure(1)
% imshow(x);
I=rgb2gray(imrice);
% se = strel('disk',10);
% I = imopen(I,se);
% figure(3)
% imshow(I)
threshold = graythresh(I);
```

```
bw = ((im2bw(I,threshold)));
% figure(4)
% imshow(bw);
bw = bwareaopen(bw,150);
% figure(5)
% imshow(bw);
% L = bwlabeln(bw);
% figure(10),imshow(L)
% S = regionprops(L, 'PixelList')
axes(handles.axes3)
imshow(bw)
[B,L] = bwboundaries(bw,'noholes');
hold on
% save data
for k = 1:length(B)
  boundary = B{k};
  N1=round(size(boundary,1)/2);
  distance=[];
  pair=[];
  for ii=1:N1-1
      x0=boundary(ii,2);y0= boundary(ii,1);
     x1=boundary(N1+ii,2);y1=boundary(N1+ii,1);
     distance=[distance,sqrt((x0-x1)^2+(y0-y1)^2)];
      pair=[pair;x0,y0,x1,y1];
end
% distance
[cost(k),index(k)]=max(distance);
point=pair(index(k),:);
plot(point(1),point(2),'or');
plot(point(3),point(4),'or');
[cost1(k),index1(k)]=min(distance);
point1=pair(index1(k),:)    ;
```

```
plot(point1(1),point1(2),'ob');
plot(point1(3),point1(4),'ob');
end
[cost,index]=sort(cost);
D=cost(1:end-1)*20/cost(end)
d=cost1(index(1:end-1))*20/cost(end)
rice=[D',d']
N=size(rice,1)
c1=sum(D>=7)*100/N
c2=sum(and(D>=6.6,D<7))*100/N
c3=sum(and(D>=6.2,D<6.6))*100/N
c4=sum(D<6.2)*100/N
if and(c1>=70,c3<=5)
   disp('White rice 100% Class 1')
   set(handles.text2,'string','White rice 100% Class 1')
elseif and(c1>=40,c4<=5)
   disp('White rice 100% Grade 2')
   set(handles.text2,'string','White rice 100% Grade 2')
elseif and(c1>=30,c4<=10)
   disp('White rice 100 % Grade 3')
   set(handles.text2,'string','White rice 100 % Grade 3')
elseif and(c1>=20,c4<=10)
   disp('White rice 5%')
   set(handles.text2,'string','White rice 5%')
elseif and(c1>=10,c4<=15)
   disp('White rice 10%')
   set(handles.text2,'string','White rice 10%')
elseif and(c1>=5,c4<=30)
   disp('White rice 15%')
   set(handles.text2,'string','White rice 15%')
elseif and((c1+c2+c3)>=50,c4<=50)
   disp('White rice 25%')
```

```
set(handles.text2,'string','White rice 25%')
end
% --- Executes on button press in video.
function video_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to video (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
showm(handles.start)
showm(handles.capture)
showm(handles.processing)
set(handles.start,'string','START');
% --- Executes on button press in picture.
function picture_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to picture (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure wi h handles and user data (see GUIDATA)
showm(handles.start)
set(handles.start,'string','Open file');
hidem(handles.capture)
showm(handles.processing)
axes(handles.axes2)
imshow(handles.logo)
```

ประวัติผู้เขียนโครงงาน

นางสาวณัฐธิดา จรัสกำจรกุล

ภูมิลำเนา 261 ศรีธรรมไตรปิฎก ต.ในเมือง อ.เมือง จ.พิษณุโลก 65000

ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนเฉลิมขวัญสตรี
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 5 สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail : im_y33n@hotmail.com

นางสาวรัตนา ปานเพชร

ภูมิลำเนา 34/2 ม.4 ต.ปากพระ อ.เมือง จ.สุโขทัย 64000

ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนอุดมดรุณีสุโขทัย
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 5 สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail : os_mosis_t@hotmail.com

นางสาวอทิตยา โป๊ะอ้น

ภูมิลำเนา 1 ซ. ประเวศนคร ต.ธานี อ.เมือง จ.สุโขทัย 64000

ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนอุดมดรุณีสุโขทัย
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 5 สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail : pangkadream_nu@hotmail.com