



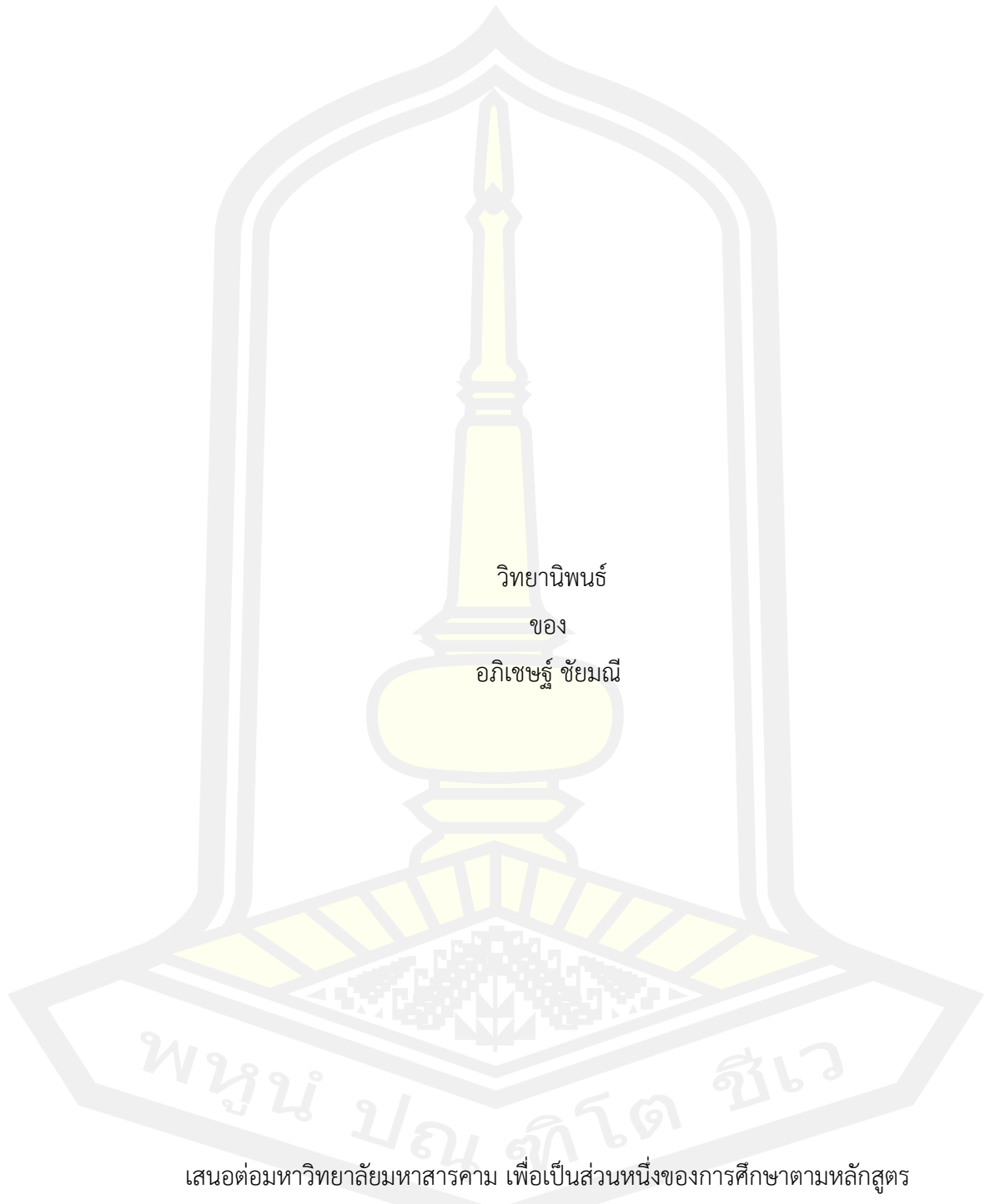
การปรับปรุงประสิทธิภาพวิธีการฟอสซีซีมีนของการระบुरอยโรคในใบพืชด้วยวิธีการทางสัณฐานวิทยา

วิทยานิพนธ์
ของ
อภิเชษฐ์ ชัยมณี

เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์
มกราคม 2565

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

การปรับปรุงประสิทธิภาพวิธีการฟุ้งสีฝุ่นของกระบุงรอยโรคในใบพืชด้วยวิธีการทางสัณฐานวิทยา



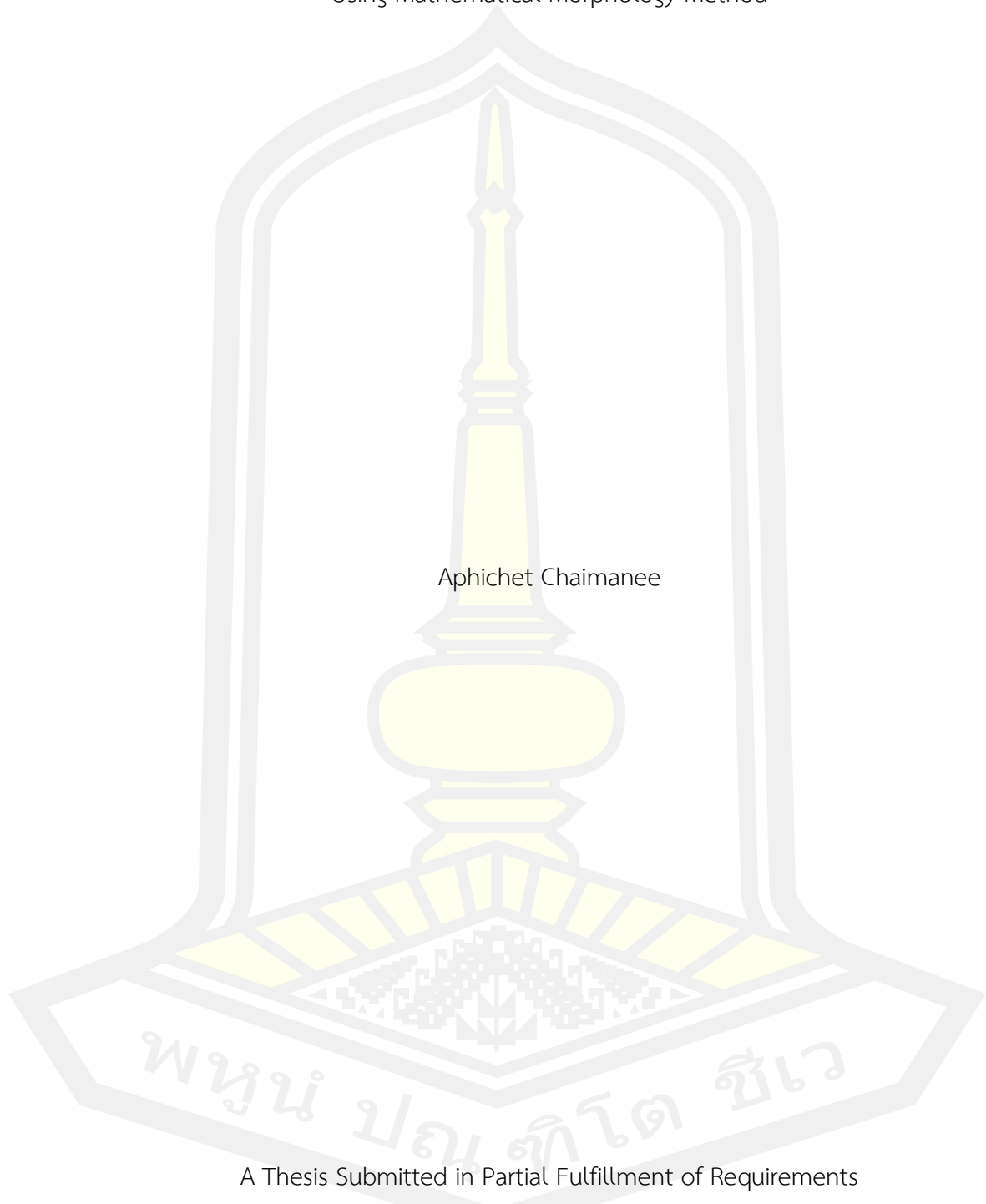
เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์

มกราคม 2565

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

Improved Fuzzy C-means Clustering In The Process Of Plant Leaf Disease Detection
Using Mathematical Morphology Method

Aphichet Chaimanee



A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of Requirements
for Master of Engineering (Electrical and Computer Engineering)

January 2022

Copyright of Maharakham University



คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของนายอภิเชษฐ์ ชัยมณี แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(รศ. ดร. อนันต์ เครือทรัพย์ถาวร)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(ผศ. ดร. นิวัตร อังควิศิษฐพันธ์)

..... กรรมการ

(รศ. ดร. ชลธิ์ โพธิ์ทอง)

..... กรรมการ

(รศ. ดร. วรวัฒน์ เสี่ยงมวิบูล)

มหาวิทยาลัยอนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

.....
(รศ. ดร. เกียรติศักดิ์ ศรีประทีป)

คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์

.....
(รศ. ดร. กริสน์ ชัยมูล)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ชื่อเรื่อง	การปรับปรุงประสิทธิภาพวิธีการฟัซซี่ซึ่มินของการระบุรอยโรคในใบพืชด้วยวิธีการทางสัญญาณวิทยา		
ผู้วิจัย	อภิเชษฐ์ ชัยมณี		
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นิวัตร อังควิศิษฐพันธ์		
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต	สาขาวิชา	วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์
มหาวิทยาลัย	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม	ปีที่พิมพ์	2565

บทคัดย่อ

ต้นองุ่นสามารถแสดงให้เห็นถึงลักษณะอาการผิดปกติต่าง ๆ ที่ส่งผลเสียต่อองุ่น ความแข็งแรงและปริมาณผลิตขององุ่นได้ สำหรับการจำแนกประเภทของลักษณะอาการของโรคในงานวิจัยนี้จะทำการระบุรอยโรคในใบองุ่น ที่เกิดเชื้อเพราะเกิดมาจากคุณลักษณะเฉพาะของการปรากฏของโรคที่ชัดเจนและสามารถพิจารณาถึงลักษณะอาการของโรคได้จากภาพถ่ายดิจิทัล เพื่อการดูแลรักษาควบคุม อาการของโรคตั้งแต่ระยะเริ่มแรก โดยชุดภาพถ่ายโรคในใบองุ่นที่นำมาวิจัยมีจำนวน 35 ภาพ โดยแบ่งเป็น โรคคราน้ำค้าง (Downy Mildew) จำนวน 10 ภาพ โรคราสนิม (Rust) จำนวน 10 ภาพ โรคแอนแทรกโนส (Anthracnose) จำนวน 10 ภาพ และ ใบที่ไม่มีโรค (Healthy Leaf) 5 ภาพ มีขั้นตอนก่อนการประมวลผลที่สำคัญคือ 1. การเพิ่มความคมชัดของภาพ (Sharpening Laplacian Filters) การเพิ่มความคมชัดของภาพ คือ เน้นส่วนรายละเอียดในภาพ หรือการปรับปรุงส่วนรายละเอียดของภาพ ลดการเบลอในภาพ และเน้นขอบภาพ 2. ภาพระดับสีเทา (Gray Scale Image) ภาพระดับสีเทามีการไล่ระดับความอ่อนแก่ของสีซึ่งอยู่ระหว่างสีขาวและสีดำ Halftone Image อย่างต่อเนื่อง 3. การลบสัญญาณรบ (Smoothing Spatial Filters) การลบสัญญาณรบคือการทำให้ภาพเบลอ (blurring) (อาจจะใช้ในกระบวนการ Preprocessing เช่นลดรายละเอียด เล็ก ๆ น้อย ๆ หรือ เชื่อมต่อช่องว่างเล็ก ๆ ในเส้นตรงหรือเส้นโค้ง ลดสัญญาณรบกวน (noise) ผลลัพธ์ที่ได้สามารถนำไปพัฒนาและประยุกต์ใช้ทางด้านการเกษตรได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ : โรคในใบองุ่น, โรคแอนแทรกโนส, โรคราสนิม, โรคคราน้ำค้าง, ใบที่ไม่มีโรค

TITLE	Improved Fuzzy C-means Clustering In The Process Of Plant Leaf Disease Detection Using Mathematical Morphology Method		
AUTHOR	Aphichet Chaimanee		
ADVISORS	Assistant Professor Niwat Angkawisittpan , Ph.D.		
DEGREE	Master of Engineering	MAJOR	Electrical and Computer Engineering
UNIVERSITY	Maharakham University	YEAR	2022

ABSTRACT

The grapevines have about to demonstrate the typical symptoms for the grape diseases, which affect the strength and yield. The objective of this study was identify the symptoms of grape leaf from fungal diseases based on morphology, symptoms disease of digital photo and to control the pathogenicity of the isolated fungus. The grape leaf disease for the 35 photos are as following; Downy Mildew has 10 photos, Rust has 10 photos, Anthracnose has 10 photos and Heathy leaf has 5 photos. There are three significant steps of data preprocessing: 1.) Sharpening Laplacian filters, 2.) Gray scale image, 3.) Smoothing spatial filters. These results can be effectively applied to the agriculture.

Keyword : Downy Mildew, Anthracnose, Rust, Heathy leaf, plant leaf disease detection

พหุบัณฑิต ชีวะ

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม จะสำเร็จลุล่วงไปไม่ได้ ถ้าไม่ได้รับความอนุเคราะห์จากอาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร. นิวัตร อังควิศิษฐพันธ์ ที่ให้คำแนะนำมาตลอด จึงทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ผ่านลุล่วงไปด้วยดี ขอขอบคุณคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร. อนันต์ เครือทรัพย์ถาวร ศาสตราจารย์ ดร. วรวัฒน์ เสงี่ยมวิบูล รองศาสตราจารย์ ดร. ชลธิ์ โพธิ์ทอง และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กิตติพล วิแสง ที่ให้คำแนะนำ และชี้แนะให้เนื้อหาในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สมบูรณ์ที่สุด

อภิเชษฐ์ ชัยมณี

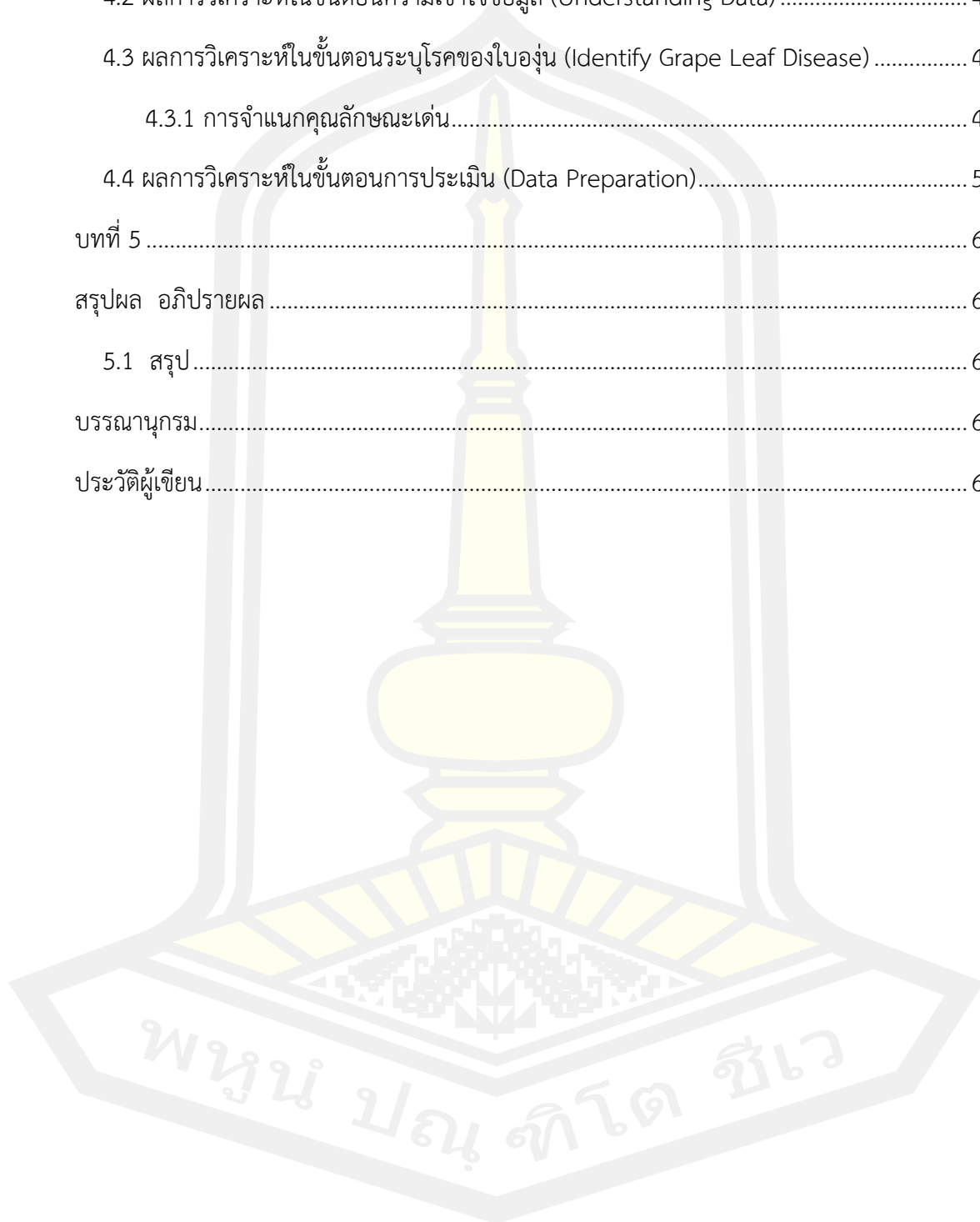


สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ญ
สารบัญรูปภาพ.....	ฎ
บทที่ 1	1
บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมา	1
1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย	2
1.3 ขอบเขตการวิจัย.....	2
1.4 ความสำคัญของการวิจัย	3
1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ.....	3
บทที่ 2	5
ปริทัศน์เอกสารข้อมูล	5
2.1 โรคพืช	5
2.1.1 โรคพืชที่เกิดจากสิ่งที่มีชีวิต (Pathogenic Disease).....	6
2.1.2 โรคพืชที่เกิดจากไม่สิ่งที่มีชีวิต (Nonpathogenic Disease).....	7
2.2 ออ่งุ่น.....	8
2.3 โรคที่เกิดในใบออ่งุ่น	9
2.3.1. โรคราสนิม (RUST).....	9

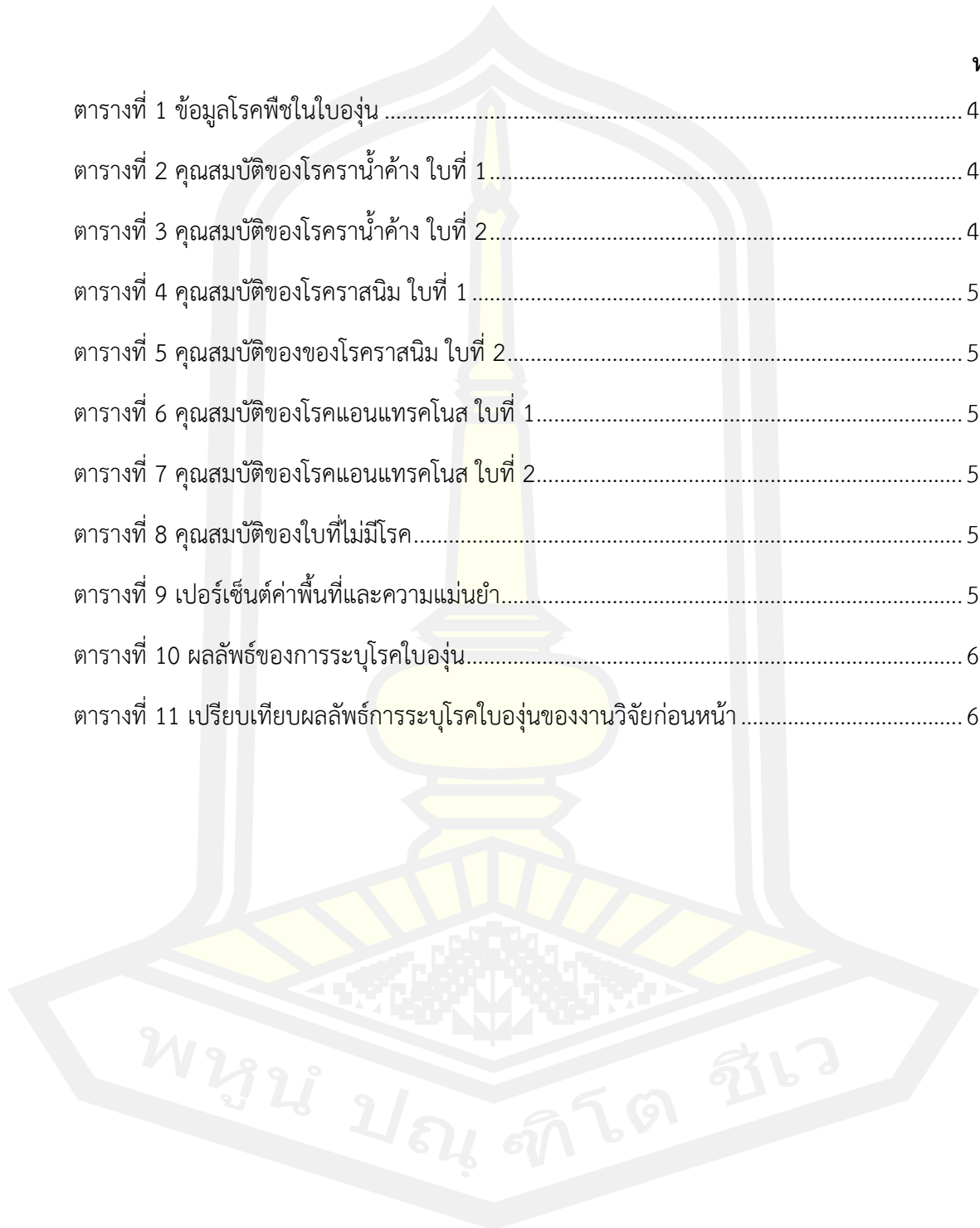
2.3.2. โรคแอนแทรกโนส (Anthracnose).....	10
2.3.3 โรคราน้ำค้าง (Downy Mildew).....	11
2.3.4 รูปลักษณะของใบองุ่น	12
2.4 การประมวลผลภาพ (Image Processing).....	13
2.4.1 แบบจำลองระดับความเทา (Intensity Image or GrayScale Image).....	14
2.4.2 โมเดลสี RGB (RGB Color Image).....	15
2.4.3 แบบจำลองสี HSV.....	17
2.4.4 แบบจำลองสี CIE Lab.....	18
2.4.5 แบบจำลอง CIE Luv	21
2.4.6 แบบจำลองสี Lch.....	23
2.4.7 แบบจำลองสี YIQ.....	24
2.5 ฟัชซีซีมีน คัลเตอร์ลิ่ง (Fuzzy C-means Clustering).....	25
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	27
บทที่ 3	29
วิธีดำเนินการวิจัย	29
3.1 ภาพถ่ายใบองุ่น (Grape Leaf Image).....	30
3.2 การเตรียมข้อมูลก่อนการประมวลผล (Pre-processing).....	30
3.2.1 การเพิ่มความคมชัดของภาพ (Sharpening Laplacian Filters).....	31
3.2.2 ภาพระดับสีเทา Gray Scale Image.....	34
3.2.4 การลบสัญญาณรบกวน (Smoothing Spatial Filters).....	36
บทที่ 4	39
ผลการวิจัยและการอภิปราย.....	39
4.1 ผลการวิเคราะห์ในขั้นตอนความเข้าใจโรคพืช (Understanding Disease).....	39
4.1.1 โรคพืชที่เกิดจากสิ่งที่มีชีวิต (Pathogenic Disease).....	39

4.1.2 โรคพืชที่เกิดจากไม่สิ่งที่มีชีวิต (Nonpathogenic Disease)	39
4.2 ผลการวิเคราะห์ในขั้นตอนความเข้าใจข้อมูล (Understanding Data)	40
4.3 ผลการวิเคราะห์ในขั้นตอนระบุโรคของใบองุ่น (Identify Grape Leaf Disease)	42
4.3.1 การจำแนกคุณลักษณะเด่น.....	43
4.4 ผลการวิเคราะห์ในขั้นตอนการประเมิน (Data Preparation).....	55
บทที่ 5	60
สรุปผล อภิปรายผล	60
5.1 สรุป.....	60
บรรณานุกรม.....	62
ประวัติผู้เขียน	69



สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1 ข้อมูลโรคพิษในใบองุ่น	40
ตารางที่ 2 คุณสมบัติของโรคราน้ำค้าง ใบที่ 1.....	48
ตารางที่ 3 คุณสมบัติของโรคราน้ำค้าง ใบที่ 2.....	49
ตารางที่ 4 คุณสมบัติของโรคราสนิม ใบที่ 1	50
ตารางที่ 5 คุณสมบัติของของโรคราสนิม ใบที่ 2.....	51
ตารางที่ 6 คุณสมบัติของโรคแอนแทรกโนส ใบที่ 1.....	52
ตารางที่ 7 คุณสมบัติของโรคแอนแทรกโนส ใบที่ 2.....	53
ตารางที่ 8 คุณสมบัติของใบที่ไม่มีโรค.....	54
ตารางที่ 9 เปอร์เซ็นต์ค่าพื้นที่และความแม่นยำ.....	59
ตารางที่ 10 ผลลัพธ์ของการระบุโรคใบองุ่น.....	61
ตารางที่ 11 เปรียบเทียบผลลัพธ์การระบุโรคใบองุ่นของงานวิจัยก่อนหน้า	61

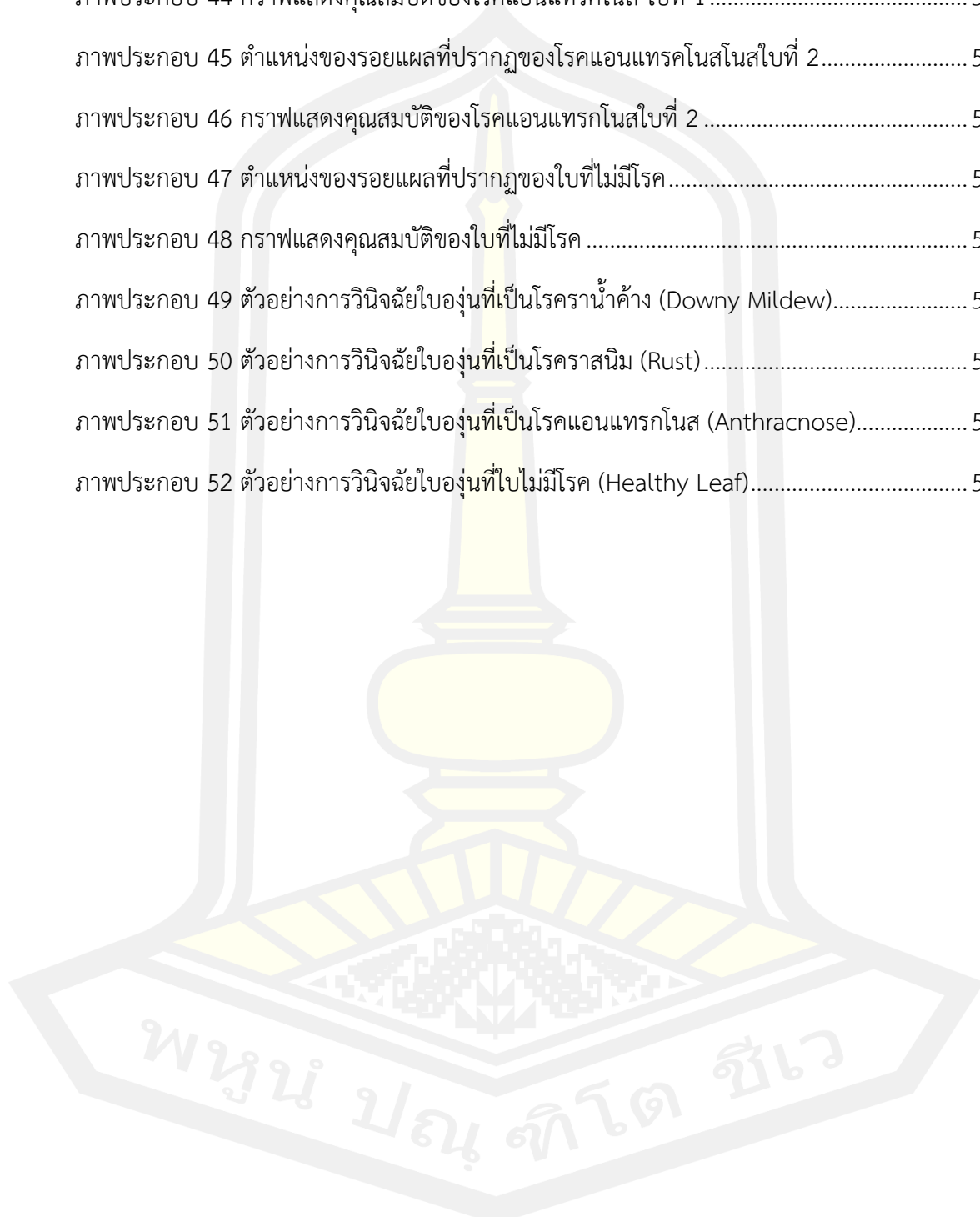


สารบัญรูปภาพ

	หน้า
ภาพประกอบ 1 สามเหลี่ยมโรคพีช	8
ภาพประกอบ 2 ลักษณะโรคราสนิมของใบองุ่น.....	10
ภาพประกอบ 3 ลักษณะโรคแอนแทรคโนสของใบองุ่น	11
ภาพประกอบ 4 ลักษณะโรคราน้ำค้างของใบองุ่น	12
ภาพประกอบ 5 ลักษณะรูปร่างของใบองุ่น	13
ภาพประกอบ 6 ภาพโทนสีขาวดำและการแสดงค่าระดับความเข้มแสง	14
ภาพประกอบ 7 ภาพระดับความเข้มเทา.....	15
ภาพประกอบ 8 โมเดลสี RGB (RGB Color Image).....	16
ภาพประกอบ 9 แม่แสงโมเดลสี RGB.....	16
ภาพประกอบ 10 แบบจำลองสี HSV.....	17
ภาพประกอบ 11 Color Space ของสีในระบบ CIELAB	19
ภาพประกอบ 12 การบรรยายสีในระบบ CIELAB ในรูปสองมิติที่มีการเชื่อมค่า a^* และ b^* เข้ากับค่า h^* และ C^*	20
ภาพประกอบ 13 การบรรยายสีในระบบ CIELAB ในรูปสามมิติที่มีการเชื่อมค่า a^* และ b^* เข้ากับค่า h^* และ C^*	20
ภาพประกอบ 14 แบบจำลองสี CIE Luv	22
ภาพประกอบ 15 แบบจำลองสี Lch.....	23
ภาพประกอบ 16 แบบจำลองสี YIQ.....	24
ภาพประกอบ 17 ขั้นตอนในการระบุนรอยแผลในใบองุ่น	29
ภาพประกอบ 18 ภาพเปลี่ยนเทียบระหว่างใบองุ่นที่มีโรคและไม่มีโรค.....	30
ภาพประกอบ 19 ภาพการชะฟังก์ชัน f_{special}	31
ภาพประกอบ 20 การเพิ่มความคมชัดของภาพ (Sharpening Spatial Filters)	34

ภาพประกอบ 21 ภาพระดับสีเทา	35
ภาพประกอบ 22 การเปลี่ยนภาพ RGB เป็น Grayscale	35
ภาพประกอบ 23 ภาพ 3*3 Smoothing linear filter	36
ภาพประกอบ 24 ระดับความเบลอของ Smoothing linear filter.....	38
ภาพประกอบ 25 แผนภูมิแสดงจำนวนโรคพืชในใบองุ่น.....	41
ภาพประกอบ 26 ตัวอย่างข้อมูลลักษณะปรากฏของโรคในใบองุ่น โดยแบ่งตามประเภทของภาพ... 42	
ภาพประกอบ 27 ตัวอย่างข้อมูลลักษณะปรากฏของโรคในใบองุ่น โดยแบ่งตามประเภทของภาพ (ต่อ)	43
ภาพประกอบ 28 ตัวอย่างการจำแนกคุณลักษณะเด่นของโรคราน้ำค้าง (Downy Mildew) ใบที่ 1 44	
ภาพประกอบ 29 ตัวอย่างการจำแนกคุณลักษณะเด่นของโรคราน้ำค้าง (Downy Mildew) ใบที่ 2 44	
ภาพประกอบ 30 ตัวอย่างการจำแนกคุณลักษณะเด่นของโรคราสนิม (Rust) ใบที่ 1	45
ภาพประกอบ 31 ตัวอย่างการจำแนกคุณลักษณะเด่นของโรคราสนิม (Rust) ใบที่ 2	45
ภาพประกอบ 32 ตัวอย่างการจำแนกคุณลักษณะเด่นของโรคแอนแทรกโนส (Anthracnose) ใบที่ 1	46
ภาพประกอบ 33 ตัวอย่างการจำแนกคุณลักษณะเด่นของโรคแอนแทรกโนส (Anthracnose) ใบที่ 2	46
ภาพประกอบ 34 ตัวอย่างการจำแนกคุณลักษณะเด่นของใบองุ่นที่ไม่เป็นโรค (Healthy Leaf).....	47
ภาพประกอบ 35 ตำแหน่งของรอยแผลที่ปรากฏของโรคราน้ำค้าง ใบที่ 1	48
ภาพประกอบ 36 กราฟแสดงคุณสมบัติของโรคราน้ำค้าง ใบที่ 1	48
ภาพประกอบ 37 ตำแหน่งของรอยแผลที่ปรากฏของโรคราน้ำค้าง ใบที่ 2.....	49
ภาพประกอบ 38 กราฟแสดงคุณสมบัติของโรคราน้ำค้าง ใบที่ 2	49
ภาพประกอบ 39 ตำแหน่งของรอยแผลที่ปรากฏของโรคราสนิม ใบที่ 1	50
ภาพประกอบ 40 กราฟแสดงคุณสมบัติของโรคราสนิม ใบที่ 1.....	50
ภาพประกอบ 41 ตำแหน่งของรอยแผลที่ปรากฏของโรคราสนิม ใบที่ 2	51
ภาพประกอบ 42 กราฟแสดงคุณสมบัติของโรคราสนิม ใบที่ 2.....	51

ภาพประกอบ 43 ตำแหน่งของรอยแผลที่ปรากฏของโรคแอนแทรกโนส ใบที่ 1.....	52
ภาพประกอบ 44 กราฟแสดงคุณสมบัติของโรคแอนแทรกโนส ใบที่ 1.....	52
ภาพประกอบ 45 ตำแหน่งของรอยแผลที่ปรากฏของโรคแอนแทรกโนสใบที่ 2.....	53
ภาพประกอบ 46 กราฟแสดงคุณสมบัติของโรคแอนแทรกโนสใบที่ 2.....	53
ภาพประกอบ 47 ตำแหน่งของรอยแผลที่ปรากฏของใบที่ไม่มีโรค.....	54
ภาพประกอบ 48 กราฟแสดงคุณสมบัติของใบที่ไม่มีโรค.....	54
ภาพประกอบ 49 ตัวอย่างการวินิจฉัยใบงุ่นที่เป็นโรคราน้ำค้าง (Downy Mildew).....	55
ภาพประกอบ 50 ตัวอย่างการวินิจฉัยใบงุ่นที่เป็นโรคราสนิม (Rust).....	56
ภาพประกอบ 51 ตัวอย่างการวินิจฉัยใบงุ่นที่เป็นโรคแอนแทรกโนส (Anthracnose).....	57
ภาพประกอบ 52 ตัวอย่างการวินิจฉัยใบงุ่นที่ใบไม่มีโรค (Healthy Leaf).....	58



บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมา

อุตสาหกรรมเกษตรทางด้านพืชผักและผลไม้ เป็นอุตสาหกรรมส่งออกที่มีความสำคัญทางด้านเศรษฐกิจอย่างหนึ่งของประเทศไทย ซึ่งถือว่าเป็นเศรษฐกิจหลักของประเทศไทยเนื่องมาจากความต้องการอาหารของประชากรที่เพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง การดูแลรักษาคุณภาพควรดูแลตั้งแต่ขั้นตอนการปลูกจนถึงขั้นตอนการเก็บเกี่ยว เพื่อให้ปลอดโรคพืช และ โรคอื่น ๆ การดูแลคุณภาพถือว่าเป็นปัจจัยที่สำคัญอย่างหนึ่งเพื่อเพิ่มคุณค่าทางผลผลิตทางการเกษตร ซึ่งจากการศึกษาค้นคว้าได้พบถึงปัญหาของคุณภาพของผลผลิตที่ลดลง โดยมีสาเหตุมาจากปัจจัยที่สำคัญปัจจัยหนึ่ง คือ การเกิดโรคของพืช โดยปัญหาโรคพืชจะมีความแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับชนิดพืช สภาพแวดล้อมในการปลูกที่ไม่เหมาะสม อายุของพืช ระยะการเจริญเติบโตของพืชทั้งระยะต้นกล้า ระยะให้ผลผลิต และ หลังเก็บเกี่ยว ซึ่งสาเหตุที่ทำให้เกิดโรคพืช เกิดจากสิ่งที่มีชีวิตและสิ่งที่ไม่มีชีวิต สิ่งที่มีชีวิตหรือที่เรียกอีกอย่างว่า **โรคติดต่อ** ได้แก่ 1.เชื้อรา 2.แบคทีเรีย 3.ไวรัส 4.ไฟโตพลาสมา 5.ไส้เดือนฝอย เป็นต้น และ สิ่งที่ไม่มีชีวิตหรือเรียกอีกอย่างว่า **โรคไม่ติดต่อ** ได้แก่ 1.แสงน้อยเกินไป 2.ขาดธาตุอาหาร 3.พิษจากสารกำจัดศัตรูพืช 4.ดินที่เป็นกรด-ด่างมากเกินไป เป็นต้น ซึ่งจะมีสภาพผิดปกติกับเซลล์หรือเนื้อเยื่อของพืช เนื่องจากการรบกวนของเชื้อโรค (Pathogens) โดยมีผลทำให้สรีรวิทยา (Physiology) สัณฐานวิทยา (Morphology) หรือพฤติกรรม (Behavior) ของพืชต่างออกไปจากเดิมผลกระทบดังกล่าวอาจมีผลทำให้พืชตาย หรือมีการเจริญเติบโตลดลง จากปัจจัยทางสภาพแวดล้อมในปัจจุบันความผันแปรจึงทำให้ยากต่อการระบุโรคและการจัดการของเกษตรกรผู้ผลิต ดังนั้นจึงมีความสำคัญอย่างยิ่งเพื่อเตรียมความพร้อมสำหรับระยะเวลาในการควบคุมดูแลรักษา เพื่อลดความเสี่ยงจากความเสียหายของผลผลิต และเพิ่มรายได้ทางการเกษตร

เนื่องจากลักษณะอาการของโรคพืชมีหลายสาเหตุ จึงมีความซับซ้อนและสับสนในการระบุโรคในใบพืช สาเหตุเพราะความคล้ายคลึงกันของสี รูปร่างและขนาด เป็นต้น ดังนั้นจึงต้องให้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านเกษตรมาระบุโรคนั้น ๆ จะเห็นว่าการระบุโรคยังต้องใช้ความเชี่ยวชาญของมนุษย์ในการระบุโรคอยู่

ด้วยสาเหตุดังกล่าวได้มีงานวิจัยมากมายเพื่อมาประยุกต์ใช้กระบวนการประมวลผลภาพ (Image Processing) และคอมพิวเตอร์วิทัศน์ (Computer Vision) มาใช้ในการระบุลักษณะอาการของโรคในระดับหนึ่ง โดยที่ไม่จำเป็นต้องให้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านโรคพืชมาระบุ [23]

โดยงานวิจัยนี้นำเสนอการระบุรอยโรคในใบพืช ที่สามารถใช้งานได้จริงในสภาวะแวดล้อมจริง โดยใช้ตัวอย่างของใบองุ่นมาเป็นพืชตัวอย่างในการระบุรอยโรคในใบพืช โดยโรคที่จะทำการระบุ ประกอบด้วย โรคราสนิม (Rust) โรคแอนแทรกโนส (Anthracnose) โรคราน้ำค้าง (Downy Mildew) และใบองุ่นที่ไม่มีโรค โดยใช้ภาพถ่ายจากกล้องดิจิทัล [4] โดยการใช้การปรับปรุงประสิทธิภาพด้วยวิธีฟัซซีซีมีน (Fuzzy C-means : FCM) และวิธีการสัณฐานวิทยา (Mathematical Morphology) เพื่อให้สามารถระบุรอยโรคในใบพืชได้อย่างมีประสิทธิภาพและครอบคลุมปัจจัยที่เกี่ยวข้องให้มากที่สุด เพื่อช่วยให้เกษตรกรสะดวกในการทำการเกษตรกรรมมากขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย

- 1.2.1 เพื่อศึกษาและพัฒนาวิธีการระบุรอยโรคในใบพืชด้วยวิธีต่าง ๆ เพื่อช่วยให้เกษตรกรสะดวกในการทำการเกษตรกรรมมากขึ้น
- 1.2.2 เพื่อพัฒนาและออกแบบอัลกอริทึมในการระบุรอยโรคในใบพืชโดยการวิเคราะห์คุณลักษณะที่ปรากฏของโรคด้วยวิธีการฟัซซีซีมีน (Fuzzy C-means : FCM) และวิธีการสัณฐานวิทยาทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Morphology)
- 1.2.3 เพื่อศึกษาเป็นแนวทางในการนำเทคโนโลยีแขนงวิศวกรรมคอมพิวเตอร์มาประยุกต์ใช้เพื่อให้เกษตรกรสะดวกในการทำการเกษตรกรรม โดยไม่ต้องรอให้ผู้เชี่ยวชาญเข้ามาระบุรอยโรคในใบพืช

1.3 ขอบเขตการวิจัย

- 1.3.1 ใช้ข้อมูลโรคพืช โดยใช้ใบองุ่นเป็นกรณีศึกษาจากภาพถ่าย จำนวน 10 ภาพ
- 1.3.2 วิเคราะห์และจำแนกประเภทของรอยโรคที่ใบองุ่นจากภาพถ่าย ด้วยวิธีการฟัซซีซีมีนและวิธีการสัณฐานวิทยาทางคณิตศาสตร์
- 1.3.3 ศึกษาและวิเคราะห์อัลกอริทึมที่ใช้ในการระบุรอยโรคในใบพืช
- 1.3.4 ศึกษาและวิเคราะห์รอยโรคพืชจากใบองุ่นหรือพืชชนิดอื่นที่มีโรคที่คล้ายคลึงกัน
- 1.3.5 ศึกษาและวิเคราะห์ภาพของใบพืชที่ไม่เป็นโรคได้

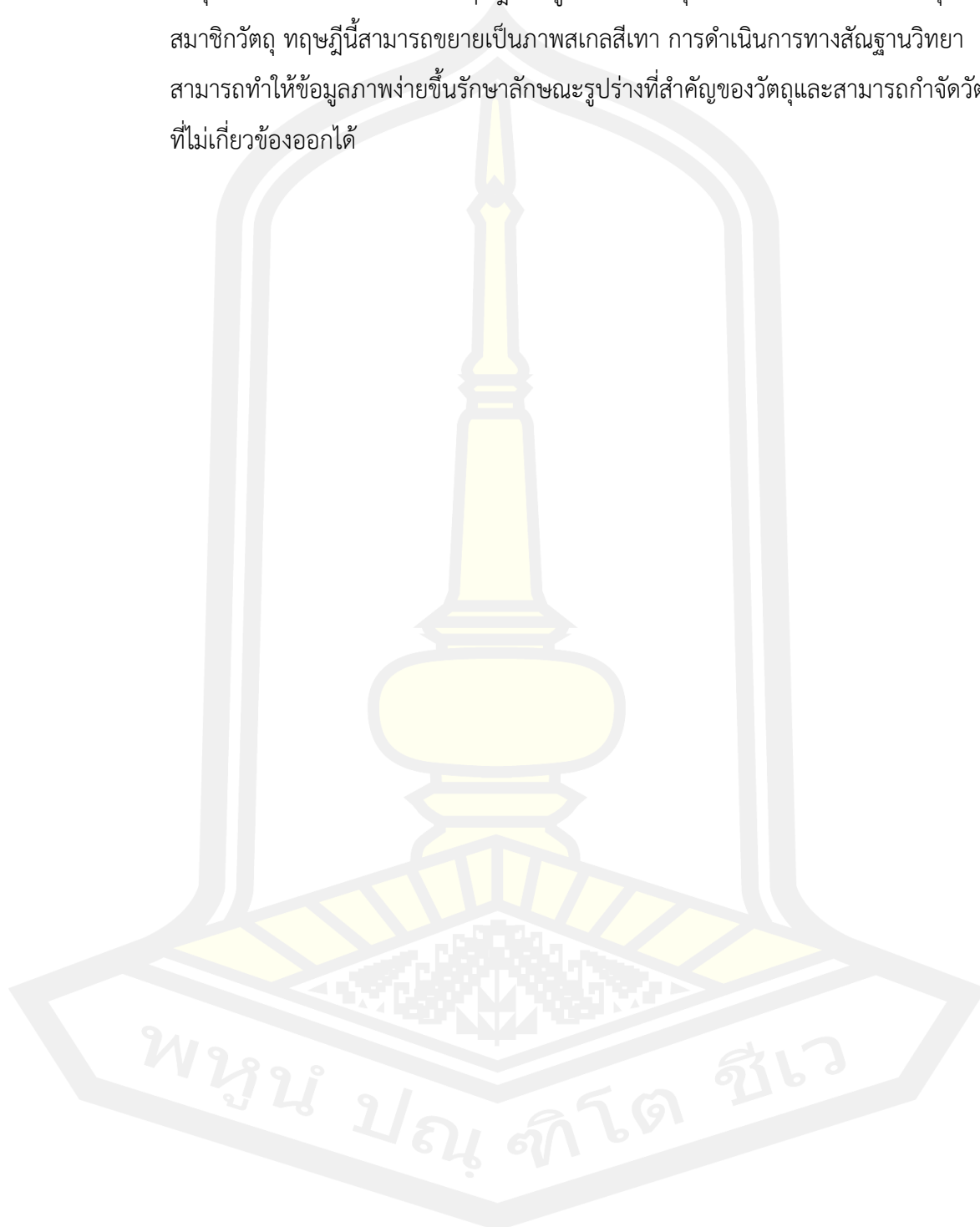
1.4 ความสำคัญของการวิจัย

- 1.4.1 สามารถนำไปใช้ในการระบุรอยโรคในใบพืชจากภาพถ่ายแบบอัตโนมัติ
- 1.4.2 สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในระบบแบบฟอร์มอัจฉริยะ เพื่อให้การทำงานทางเกษตรกรรมมีประสิทธิภาพและความถูกต้องแม่นยำมากขึ้น
- 1.4.3 ได้องค์ความรู้ในการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเชิงวิศวกรรมด้านต่าง ๆ เพื่อมาต่อยอดพัฒนางานด้านการเกษตรกรรม
- 1.4.4 ได้องค์ความรู้ด้านการออกแบบและพัฒนาอัลกอริทึม

1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ

- 1.5.1 Grape Leaf Image คือ ภาพถ่ายใบองุ่น
- 1.5.2 Sharpening Spatial Filters คือ การกรองความคมชัดของภาพ ต้องการเน้นรายละเอียดในภาพ หรือ การปรับหริ่งส่วนรายละเอียดของภาพ ลดความเบลอภายในภาพ และการเน้นของขอบภาพ
- 1.5.3 Gray Scale คือ การปรับภาพระดับสีเป็นสีเทา คือการเปลี่ยนค่าสีจาก RGB เป็น Gray Scale
- 1.5.4 Smoothing Spatial Filters คือ การกรองภาพสำหรับการเบลอภาพและการลดสัญญาณรบกวนภายในภาพ
- 1.5.5 Fuzzy C-Means Clustering เป็นเทคนิคการจำแนกข้อมูลออกเป็นสองกลุ่มย่อย เช่นเดียวกับวิธีการจัดกลุ่มแบบ K-means เพียงแต่ข้อมูลของวิธีการจัดกลุ่มแบบ K-means จะต้องสังกัดกลุ่มย่อยกลุ่มใดกลุ่มย่อยหนึ่งเท่านั้นจึงไม่เหมาะกับข้อมูลที่มีความสัมพันธ์กัน (Correlation) ในส่วนของวิธีการจัดกลุ่มแบบ Fuzzy C-means ข้อมูลจะมีโอกาสเป็นสมาชิกของหลายกลุ่มย่อย แต่จะมีค่าการเป็นสมาชิกด้วยน้ำหนักที่แตกต่างกันไปโดยค่าการเป็นสมาชิก
- 1.5.6 Image Processing การประมวลผลภาพคือ เป็นการประยุกต์ใช้งานการประมวลสัญญาณบนสัญญาณ 2 มิติ เช่น ภาพนิ่ง (ภาพถ่าย) ภาพวิดีโอทัศน์ (วิดีโอ) และยังรวมถึงสัญญาณ 2 มิติอื่น ๆที่ไม่ใช่ภาพ ด้วยแนวความคิดและเทคนิค ในการประมวลผลสัญญาณ

1.5.7 Mathematical Morphology เป็นวิธีการรักษาภาพโดยไม่เปลี่ยนแปลงรูปร่างของวัตถุในภาพ ให้ภาพเป็นไปตามทฤษฎีเซต รูปร่างของวัตถุในภาพไบนารีจะแสดงโดยชุดสมาชิกวัตถุ ทฤษฎีนี้สามารถขยายเป็นภาพสเกลสีเทา การดำเนินการทางสัณฐานวิทยาสามารถทำให้ข้อมูลภาพง่ายขึ้นรักษาลักษณะรูปร่างที่สำคัญของวัตถุและสามารถกำจัดวัตถุที่ไม่เกี่ยวข้องออกได้



บทที่ 2

ปริทัศน์เอกสารข้อมูล

การวิจัยเรื่องการปรับปรุงประสิทธิภาพวิธีการฟัซซี่มีนของการระบุโรคในใบพืชด้วยวิธีการทางสัญญาณวิทยา ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อเป็นแนวทางในการศึกษาดังรายละเอียดต่อไปนี้

- 2.1 โรคพืช
- 2.2 อนุ
- 2.3 โรคที่เกิดในใบอนุ
 - 2.3.1 โรคราสนิม (Rust)
 - 2.3.2 โรคแอนแทรกโนส (Anthracnose)
 - 2.3.3 โรคราน้ำค้าง (Downy Mildew)
 - 2.3.4 ใบที่ไม่เป็นโรค (Healthy Leaf)
- 2.4 การประมวลผลภาพ (Image Processing)
- 2.5 ฟัซซี่มีน (Fuzzy C-Means)
- 2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 โรคพืช

โรคพืช หมายถึง สภาวะที่ต้นพืชมีการทำงานผิดปกติจนมีผลกระทบต่อการเจริญเติบโต ผลิตดอก และออกผล ทำให้เกิดความเสียหาย สาเหตุที่ทำให้เกิดโรคพืชแบบได้ ๒ สาเหตุคือ 1.เกิดจากสิ่งที่มีชีวิต หรือเรียกอีกอย่างว่า **โรคติดต่อ** 2.เกิดจากสิ่งไม่มีชีวิต หรือเรียกอีกอย่างว่า **โรคไม่ติดต่อ** ซึ่งเป็นตัวการสำคัญทำให้พืชเจริญเติบโตผิดปกติ แสดงลักษณะอาการของโรคต่าง ๆ ตามชนิดของสาเหตุ

2.1.1 โรคพืชที่เกิดจากสิ่งที่มีชีวิต (Pathogenic Disease)

โรคพืชที่เกิดจากสิ่งที่มีชีวิต หรือเรียกอีกอย่างว่า โรคติดเชื้อ เช่น เชื้อรา แบคทีเรีย ไวรัส และไฟโตพลาสมา รวมทั้งสิ่งที่มีชีวิตอื่นที่เป็นสัตว์ เช่น ไส้เดือนฝอย และที่เป็นพืช เช่น กาฝาก ฝอยทอง เป็นต้น โรคพืชจะเกิดขึ้นและสามารถแพร่กระจายระบาดออกไปได้ถ้าหากมีเชื้อสาเหตุเหล่านี้ ตลอดจนมีสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมกับการเกิดและการแพร่กระจายของโรคพืชนั้น ๆ การแพร่กระจายของโรคพืชต้องอาศัย น้ำ ฝน ความชื้น ลม ดิน หรือโดยการถ่ายทอด (Transmission) ผ่านทางเมล็ดพันธุ์ ส่วนขยายพันธุ์ หรือโดยแมลง

ลักษณะอาการ (Symptom) ของโรคพืชซึ่งเกิดจากเชื้อสาเหตุที่แตกต่างกัน จะแตกต่างกัน ดังต่อไปนี้

- 1.1 ลักษณะอาการของโรคพืชที่เกิดจากเชื้อไวรัส มักมีอาการโรคใบหด ใบหงิก ใบสีเหลือง ส้ม ใบต่างเหลือง ใบม้วน
- 1.2 ลักษณะอาการของโรคพืชที่เกิดจากเชื้อไฟโคพลาสมา มักมีอาการโรคใบขาว ลำต้น แคระแกรน แตกกอเป็นพุ่ม หรือใบเหลืองซีด กิ่งแห้งตาย ลำต้นทรุดโทรมและไม่ให้ผลผลิต
- 1.3 ลักษณะอาการของโรคพืชจากเชื้อแบคทีเรีย มีลักษณะอาการแตกต่างกัน 5 แบบ คือ
 - 1.3.1 เหี่ยว (Wilt) อาการเหี่ยวเฉา เกิดจากเชื้อแบคทีเรียเข้าไปเจริญในท่อน้ำ ท่ออาหารของต้น ทำให้เกิดการอุดตันของท่อน้ำและท่ออาหาร จึงเป็นเหตุให้พืชได้รับน้ำ และอาหารไม่เพียงพอ ทำให้เกิดอาการเหี่ยวเฉา หรือเจริญเติบโตผิดปกติและจะตายไปในที่สุด เช่น โรคเหี่ยวของมะเขือเทศ มันฝรั่ง ยาสูบ ถั่วลิสง กัญชง แดงกวา แดงโม เป็นต้น มีสาเหตุมาจากเชื้อ *Xanthomonas* spp., *Pseudomonas* spp., *Erwinia* spp.
 - 1.3.2 เน่าเละ (Soft Rot) อาการเน่าเละมีกลิ่นเหม็น เนื่องจากแบคทีเรียเข้าไปทำลายเซลล์ และมีจุลินทรีย์อื่น ๆ ร่วมเข้าไปทำลาย โรคพืชแบบนี้มักจะเกิดกับส่วนของพืชที่อวบน้ำ เช่น โรคเน่าเละของพืชผัก มันฝรั่ง มะเขือเทศ แดงกวา กำหล่ำ ฟริก เป็นต้น โดยส่วนใหญ่มีสาเหตุมาจากเชื้อ *Erwinia* spp.
 - 1.3.3 แผลเป็นจุด (Spot or Local Lesion) อาการจุดแห้งตาย เกิดจากเชื้อแบคทีเรียเข้าไปเจริญอยู่ในช่องว่างระหว่างเซลล์หรือในเซลล์ ทำให้เซลล์บริเวณนั้นตายเป็นแผลแห้งมีขอบเขตจำกัด เช่น โรคใบจุดของฝ้าย โรคใบจุดของถั่วเหลือง โรคขอบใบแห้งของข้าว โรคแคงเคอร์ของสั้ม โรคใบจุดของยาสูบ เป็นต้น โดยมีสาเหตุมาจากเชื้อ *Xanthomonas* spp., *Pseudomonas* spp.

1.3.4 ไหม้ (Blight) อาการใบไหม้ตาย เริ่มจากจุดเล็ก ๆ ก่อนแล้วค่อยแผ่ขยายไปเรื่อย ๆ โดยไม่มีขอบเขตที่จำกัด เกิดจากเชื้อแบคทีเรียเข้าไปเจริญอยู่ในช่องว่างระหว่างเซลล์ แต่ไม่ทำลายเนื้อเยื่อเซลล์เพียงแต่ทำให้การเคลื่อนย้ายน้ำและอาหารในพืชไม่สะดวก ทำให้ใบและลำต้นมีสีซีด (Necrosis) และอาจแห้งตายไปในที่สุด เช่น โรคใบไหม้ของถั่ว ยางพารา แอปเปิ้ล โดยมีสาเหตุมาจากเชื้อ *Xanthomonas* spp., *Phytophthora* spp., *Erwinia* spp.

1.3.5 ปุ่มปม (Gall or Tumor) อาการเป็นปุ่มปมเกิดจากเชื้อแบคทีเรียเข้าไปเจริญอยู่ในเซลล์แล้วสร้างสารบางชนิดออกมากระตุ้นให้เซลล์บริเวณนั้นมีการแบ่งตัวมากขึ้น เช่น โรค Crown Gall ของ มะเขือเทศ โรค Gall ของหัวบีท เป็นต้น โดยมีสาเหตุมาจากเชื้อ *Agrobacterium* spp., *Xanthomonas* spp.

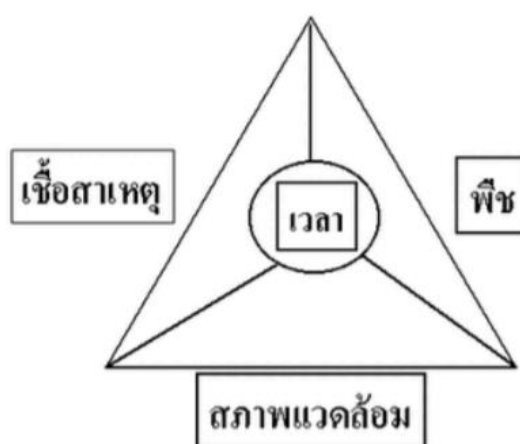
1.4 ลักษณะอาการของโรคพืชจากเชื้อรา ลักษณะอาการของโรคพืชเกิดจากเชื้อรามีมากหลายแบบ เช่น ใบเป็นแผล ใบไหม้ ใบบิด ต้นเหี่ยว รากเน่า โคนต้นเน่า ผลเน่า เมล็ดเน่า ต้นกล้าเน่า หรือต้นแห้งตายไปทั้งต้น ลักษณะอาการของโรคพืชที่เกิดจากเชื้อรามักจะสังเกตเห็นเส้นใย (Hypha) สปอร์ (Spore) ส่วนสืบพันธุ์ต่าง ๆ เช่น Sporangium, Conidia, Basidium Ascus มีสีขาว หรือสีดำ หรือสีน้ำตาล ปรากฏตามรอยแผลอาการของโรคหรือตรงส่วนที่เชื้อสาเหตุเข้าสู่ต้นพืช ตัวอย่างของโรคพืชที่เกิดจากเชื้อราได้แก่ โรคโคนเน่าคอดินของต้นกล้า โรครากและโคนต้นเน่า โรคราน้ำค้าง โรคเน่าของผลไม้และผัก โรคราแป้งขาว โรครานิม โรคเขม่าดำ โรคแสดำของอ้อย โรคไหม้ของข้าว โรคใบจุดของข้าวโพด โรคใบจุดตานกของยางพารา โรคแอนแทรกโนส โรคเหี่ยวของมะเขือเทศ

1.5 ลักษณะอาการของโรคพืชที่เกิดจากไส้เดือนฝอย มักทำให้เกิดโรครากปม รากขอด และลำต้นพืชเหี่ยวเฉาตาย

2.1.2 โรคพืชที่เกิดจากไม่สิ่งที่มีชีวิต (Nonpathogenic Disease)

โรคพืชที่เกิดจากไม่สิ่งที่มีชีวิต หรือเรียกอีกอย่างว่า โรคไม่ติดเชื้อ อาการของโรคพืชอาจเกิดจากสาเหตุมาจากสิ่งไม่มีชีวิต เช่น การขาดแร่ธาตุอาหาร การได้รับสารพิษ หรือก๊าซพิษ หรือสภาพความเป็นกรด-ด่างของดินและน้ำไม่เหมาะสม สาเหตุเหล่านี้ทำให้เกิดการเจริญเติบโตของต้นพืชผิดปกติ ลำต้นแคระแกร็น มีสีซีด หรือสีที่ผิดปกติไปจากเดิม ไม่ให้ผลผลิต โรคพืชซึ่งมีสาเหตุเกิดจากสิ่งไม่มีชีวิตจะเกิดขึ้นเฉพาะบริเวณ ไม่สามารถแพร่กระจายหรือระบาดไปยังแหล่งอื่น ๆ ได้

สำหรับปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดโรค ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดโรคนั้นมีด้วยกัน 4 ประการที่สำคัญคือ 1.เชื้อสาเหตุของโรค พืชอาศัย สภาพแวดล้อม และเวลา ปัจจัยทั้งสี่มีความสัมพันธ์ต่อกันอย่างยิ่ง จะขาดสิ่งหนึ่งสิ่งใดไม่ได้ หากนำมาเขียนเป็นรูปจะได้รูปสามเหลี่ยมด้านเท่า ซึ่งเรียกว่า สามเหลี่ยมโรคพืช [50]



ภาพประกอบ 1 สามเหลี่ยมโรคพืช

(แหล่งที่มา: สำนักงานเกษตรอำเภอเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดสระบุรี 2560

<http://chaloemphrakiat.saraburi.doae.go.th>)

2.2 องุ่น

องุ่น มีชื่อสามัญ Grape จัดอยู่ในวงศ์ Vitaceae สกุล Vitis และมีชื่อเรียกในพฤกษศาสตร์ว่า Vitis Vinifera L. สำหรับองุ่นที่นิยมนำมาปลูกในประเทศไทยมากที่สุด 2 สายพันธุ์ คือ 1.สายพันธุ์ มะระกา 2.สายพันธุ์คาร์ดินัล [51] องุ่นเป็นผลไม้ที่คนไทยมักนิยมบริโภค เนื่องจากมีรสชาติที่ดี มีรสหวานอมเปรี้ยว สามารถรับประทานได้หลากหลายรูปแบบ ทั้งรับประทานแบบผลสด หรือนำองุ่นมาแปรรูป อาทิ เช่น นำมาทำเป็นเครื่องดื่ม ได้แก่ ไวน์ น้ำผลไม้ หรือนม , ขนมอบแห้ง เป็นต้น ทั้งยังเป็นผลไม้ที่นิยมให้เป็นของขวัญในเทศกาลที่สำคัญ องุ่นจึงเป็นผลไม้ที่มีปริมาณการนำเข้าจากต่างประเทศสูงมาก สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร รายงานในปี พ.ศ. 2563 ประเทศไทยมีการนำเข้าองุ่น ปริมาณ 138,490,236 กก. มูลค่ากว่า 4,600 ล้านบาท [52] สถานการณ์การปลูกองุ่นภายในประเทศไทยในปี พ.ศ.2563 พบว่า มีแหล่งปลูกที่สำคัญ 10 ลำดับ คือ 1.กาญจนบุรี 2.ชลบุรี 3.เชียงใหม่ 4.นครราชสีมา 5.ประจวบคีรีขันธ์ 6.เพชรบุรี 7.ราชบุรี 8.ลำพูน 9.สมุทรสาคร 10.สระบุรี มีจำนวนเกษตรกรปลูกองุ่นประมาณ 554 ราย เนื้อที่ในการปลูกองุ่น 10 จังหวัดข้างต้นจำนวน

7,260 ไร่ และผลผลิตที่เก็บเกี่ยวได้รวมทั้ง 10 จังหวัด มากกว่า 6,600 ตันต่อปี [53] โดยส่วนมากเกษตรกรมักจะนิยมปลูกองุ่นไว้เพื่อรับประทานผลสดโดยมีรูปแบบการปลูก คือ ปลูกแบบยกร่องสวน และ ปลูกแบบบนพื้นที่เนินเขา แม้ว่าองุ่นจะเป็นพืชที่สามารถปลูกได้ในประเทศไทยแต่การปลูกองุ่นเพื่อบริโภคภายในประเทศยังไม่เพียงพอต่อความต้องการของผู้บริโภคมากนัก เนื่องจากการทำสวนองุ่นเป็นอาชีพที่ต้องใช้ความชำนาญความรู้ในการปลูกและดูแลองุ่น การปลูกองุ่นจึงไม่ได้รับความนิยมเมื่อเทียบกับพืชผลไม้ชนิดอื่น ๆ เพราะองุ่นเป็นพืชที่ต้องใช้การดูแลรักษาเอาใจใส่เป็นอย่างมาก เช่น การให้น้ำ การใส่ปุ๋ย การตัดแต่งกิ่งก้าน [54]

2.3 โรคที่เกิดในใบองุ่น

ต้นองุ่นสามารถแสดงให้เห็นถึงลักษณะอาการผิดปกติต่าง ๆ ที่ส่งผลเสียต่อองุ่น ความแข็งแรงและปริมาณผลผลิตขององุ่นได้ สำหรับการจำแนกประเภทของลักษณะอาการของโรคในงานวิจัยนี้จำทำการระบุโรคในใบองุ่น ที่เกิดขึ้นเพราะเกิดมาจากคุณลักษณะเฉพาะของการปรากฏของโรคที่ชัดเจนและสามารถพิจารณาลักษณะอาการของโรคได้จากภาพถ่ายดิจิทัล เพื่อการดูแลรักษาควบคุม อาการของโรคตั้งแต่ระยะเริ่มแรก [4]

2.3.1. โรคราสนิม (RUST)

สาเหตุเกิดจากเชื้อรา *Phakopsora ampelopsidis* (Diet.&Syd.) หรือ *Physopella Vitis* (Diet.&Syd.) Cumm.&Ramachar หรือ *Uredo Vitis* เป็นโรคที่ทำให้ความเสียหายให้กับองุ่นในเขตร้อนและกึ่งร้อน ในเขตเอเชียมากกว่าเขตอบอุ่น สามารถเข้าทำลายองุ่นได้ทุกสายพันธุ์

ลักษณะอาการบริเวณใต้ใบองุ่นจะพบเชื้อในระยะ *Uredia Stage* มีลักษณะเป็นตุ่มแผลเล็ก ๆ สีเหลืองเกิดเป็นกลุ่ม หรือกระจุกกระจายทั่วไป โรคราสนิมจะระบายนเร็วโดยส่วนใหญ่มักจะสร้างความเสียหายกับใบแก่ ทำให้ใบเหลืองแห้ง และร่วงหล่นสามารถแพร่ระบาดได้ดี ทางลมจากแหล่งเชื้อที่สะสมบนเศษซากพืช [55]

การป้องกันกำจัด ควบคุมตัดแต่งให้กิ่งองุ่นโปร่ง เพื่อให้ฉีดพ่นสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อราได้ทั่วถึง ทำลายยอดองุ่นป่าจากต้นตอใต้พุ่มต้นซึ่งจะเป็นแหล่งแพร่ระบาดของโรค หลีกเลี่ยงการใช้สารเมตาลาซิลจำนวนมากซึ่งจะทำให้โรคราสนิมระบาดได้มากขึ้นและทำให้ควบคุมโรคนั้นได้ยาก



ภาพประกอบ 2 ลักษณะโรคราสนิมของใบองุ่น
 (แหล่งที่มา:ระบบฐานข้อมูล การเกิดโรคทางการเกษตรบนพื้นที่สูง
 (www.plantpathology.hrdi.or.th))

2.3.2. โรคแอนแทรคโนส (Anthracnose)

โรคผลเน่าหรือโรคแอนแทรคโนสนี้ ชาวบ้านมักเรียกว่า "โรคอึบิบ หรือ โรคลูกบวบ" เพราะอาการที่เกิดกับผลนั้นจะเป็นแผลลึกลงไปเนื้อ โรคนี้ระบาดซ้ำๆ แต่ที่รุนแรงและรักษายากท บางพื้นที่บางฤดูก็เป็นปัญหาสำหรับการปลูกองุ่นมากเช่นกัน โรคนี้ นอกจากจะเป็นที่ผลซึ่งพบได้ทั่วไปแล้วยังเป็นกับเถาและใบด้วย ปกติแล้วโรคแอนแทรคโนสจะทำความเสียหายกับทุกส่วนขององุ่น โดยเฉพาะส่วนที่ยังอ่อนอยู่ เช่น ยอดอ่อน กิ่งอ่อน ใบอ่อน ส่วนที่ผลก็เป็นโรคได้ทั้งในระยะผลอ่อนจนถึงระยะผลโต [56]

อาการที่ผล เชื้อราสามารถเข้าทำลายผลองุ่นได้ทุกขนาด ตั้งแต่เล็กจนโต ในผลอ่อนที่เป็นโรคจะเห็นจุดสีน้ำตาลอ่อนถึงสีน้ำตาลเข้ม และบวมลงไปเล็กน้อย ขอบแผลสีเข้ม ถ้าอากาศชื้นจะเห็นจุดสีชมพู สีส้มตรงกลางแผล ส่วนในผลแก่จะเห็นบริเวณเน่าเป็นสีน้ำตาล มีจุดสีชมพู สีส้ม เกิดขึ้นบริเวณตรงกลางแผลเต็มไปด้วยหมด ถ้าอาการรุนแรงจะทำให้ผลแห้ง เปลือกเหี่ยว ผลติดกับช่อไม่ร่วงหล่น เมื่อโดนน้ำหรือน้ำค้าง เชื้อราจะระบาดจากผลที่เป็นแผลไปยังผลอื่นๆ ในช่อจนกระทั่งเน่าเสียหายหมดทั้งช่อ

อาการที่ใบ ในระยะที่เป็นโรคจะเห็นที่ใบเป็นจุดเล็กๆ สีน้ำตาลเป็นแผลมีรูปร่างไม่แน่นอน ตรงกลางแผลมีสีน้ำตาลอ่อนหรือสีเทา ขอบแผลสีน้ำตาลเข้ม ถ้าอากาศแห้งตรงที่

เป็นแผลจะหลุดหายไป ทำให้ใบเป็นรู บางครั้งใบก็ม้วนงอลงมาด้านล่างแต่ไม่ร่วงในทันที ใบที่เป็นโรคจะไม่เติบโตต่อไปเมื่อเป็นโรคมามากขึ้นใบจะร่วง

ยอดอ่อน จะเป็นจุดเล็กๆ สีน้ำตาลเข้ม ต่อมาขอบแผลจะขยายออกตามความยาวของกิ่งคือ รอยแผลหัวแหลมท้ายแหลม ขอบแผลเป็นสีน้ำตาลแก่ถึงสีดำ กลางแผลสีดำ ขรุขระ ในฤดูฝนอากาศมีความชื้นมากจะเห็นเป็นจุดเล็กๆ สีชมพูอยู่ตรงกลางแผล ถ้าเป็นแผลมากๆ ยอดจะแคระแกร็น มีการแตกยอดอ่อนมาก แต่แตกออกมาแล้วแคระแกร็น ใบที่แตกออกมาใหม่จะมีขนาดเล็กสีเขียวผิดปกติและกิ่งจะแห้งตายในที่สุดอาจเชื่อมต่อกันทำให้ลักษณะใบไหม้แห้งตาย และจะแพร่ระบาดได้ดีทางลมและฝน [4]



ภาพประกอบ 3 ลักษณะโรคแอนแทรคโนสของใบองุ่น
(แหล่งที่มา: ระบบฐานข้อมูล การเกิดโรคทางการเกษตรบนพื้นที่สูง
(www.plantpathology.hrdi.or.th))

2.3.3 โรคราน้ำค้าง (Downy Mildew)

สาเหตุเกิดจากเชื้อรา *P. Viticola* (Berk. & Curt.) เป็นโรคที่สร้างความเสียหายมากที่สุด มีการแพร่ระบาดขึ้นรุนแรงตลอดทั้งปี โดยเฉพาะในช่วงของฤดูฝนเนื่องจากมีความชื้นในอากาศสูง อาการของโรคสามารถเกิดขึ้นได้กับส่วนต่าง ๆ ขององุ่น ทั้งใบ ดอก ยอดอ่อนเถาและผล

ลักษณะอาการ บนใบองุ่นจะพบจุดเหลืองด้านบนใบ ในองุ่นบางสายพันธุ์จุดอาจมีลักษณะเป็นเหลี่ยมหรือจุดอาจขยายขนาดจนโตเชื่อมต่อกัน ด้านใต้ใบตรงข้ามจุดเหลืองจะพบวากลุ่มสปอร์และก้านชูสปอร์สีขามเห็นได้ชัด ซึ่งสามารถที่จะเจริญและแพร่ระบาดไปยังใบอื่น ๆ หรือแปลงอื่นได้ โดยจะปลิวไปตามสายลม อาการของโรคจะสังเกตเห็นได้เมื่อ

เชื้อราเข้าทำลายแล้วประมาณ 4-6 วัน อาการที่ยอดอ่อน มีลักษณะแคระแกร็น ยอดสั้น มีกลุ่มสปอร์และก้านชูสปอร์ขึ้นปกคลุมอย่างเห็นได้ชัด ยอดอ่อนที่ถูกทำลายจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลและแห้งตายอย่างรวดเร็ว อาการที่ช่อดอกจะเปลี่ยนเป็นสีเหลืองเป็นหย่อม ๆ ต่อมาจะเห็นกลุ่มของเชื้อราเป็นสีขาวจะขึ้นปกคลุม ช่อดอกจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลและแห้งติดจากโคนช่อ กลางช่อ หรือปลายช่อ อาการที่ช่อผลมีลักษณะเป็นจุดสีน้ำตาล เปลือกผลเหี่ยว เปลี่ยนเป็นสีเทาน้ำเงินหรือน้ำตาลแห้ง อาจทำให้ผลเหี่ยวทั้งช่อ [55]

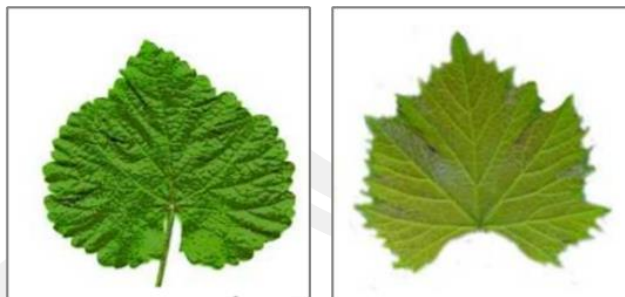


ภาพประกอบ 4 ลักษณะโรคราน้ำค้างของใบองุ่น

(แหล่งที่มา: สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน), 2564, www.hrdi.or.th/Articles/Detail/125)

2.3.4 รูปลักษณะของใบองุ่น

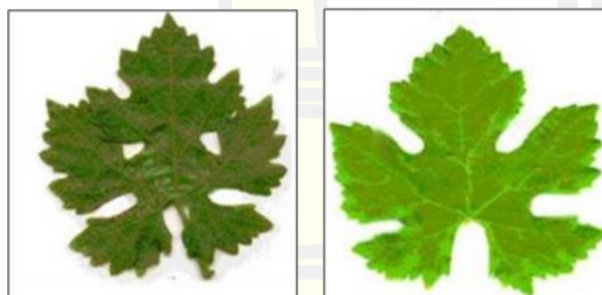
ใบ (Leaf) ใบองุ่นมีลักษณะเป็นใบเดี่ยว (Simple leaf) เป็นส่วนที่ติดกับยอดอ่อนโดยมีก้านใบอยู่ระหว่างกลางลักษณะแบนคล้ายฝ่ามือ แต่ละใบจะมีเส้น จำนวน 5 เส้น แยกออกจากก้านใบขอบของใบมีลักษณะเป็นหยัก ๆ คล้ายฟันเลื่อย (Serration) มีรูปร่างแตกต่างกัน ผิวใบมีลักษณะต่าง ๆ คือเรียบ (Smooth) ขรุขระ (Rogose) ลักษณะเว้า (Pineched Closed Concave) ลักษณะโค้งงอ (Rolled Over or Conver) ลักษณะที่กล้วมาข้างต้นขึ้นอยู่กับแต่ละสายพันธุ์ [51] แต่ละลักษณะของรูปร่างใบองุ่นจะมีรูปร่างที่ต่างกันเพียง 3 รูปร่าง ได้แก่ 1.ใบรูปร่างที่คล้ายกับรูปหัวใจ 2.ใบรูปร่างสามแฉก 3.ใบรูปร่างห้าแฉก



(ก) ใบรูปร่างคล้ายรูปหัวใจ



(ข) ใบรูปร่างสามแฉก



(ค) ใบรูปร่างห้าแฉก

ภาพประกอบ 5 ลักษณะรูปร่างของใบองุ่น

(แหล่งที่มา: สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน), 2564, www.hrdi.or.th/Articles/Detail/125)

2.4 การประมวลผลภาพ (Image Processing)

การประมวลผลภาพคือ เป็นการประยุกต์ใช้งานการประมวลสัญญาณบนสัญญาณ 2 มิติ เช่น ภาพนิ่ง (ภาพถ่าย) ภาพวิดีโอ (วิดีโอ) และยังสามารถถึงสัญญาณ 2 มิติอื่น ๆ ที่ไม่ใช่ภาพ ด้วยแนวความคิดและเทคนิค ในการประมวลผลสัญญาณ สำหรับสัญญาณ 1 มิตินั้น สามารถปรับมาใช้กับภาพได้ไม่ยาก แต่นอกเหนือจากเทคนิคจากการประมวลผลสัญญาณแล้วการประมวลผลภาพก็มีเทคนิคและแนวความคิดที่เฉพาะ เช่น Connectivity and Rotation Invariance ซึ่งจะมีความหมาย

กับสัญญาณ 2 มิติเท่านั้น แต่เทคนิคบางอย่าง จากการประมวลผลสัญญาณใน 1 มิติ จะค่อนข้างซับซ้อนเมื่อนำมาใช้กับ 2 มิติ เมื่อหลายสิบปีที่แล้ว การประมวลผลภาพนั้นจะอยู่ในรูปแบบของการประมวลผลสัญญาณแอนะล็อก

โดยใช้อุปกรณ์ปรับแต่งแสง ซึ่งวิธีเหล่านั้นก็ไม่ได้สูญหายไปไหน หรือเลิกใช้ ยังมีใช้เป็นส่วนสำคัญ สำหรับการประยุกต์ใช้งานบางอย่าง เช่น ฮอโลกราฟี แต่เนื่องจากอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ในปัจจุบัน ราคาถูกลง และเร็วขึ้นมาก การประมวลผลภาพดิจิทัล จึงได้รับความนิยมมากกว่า เป็นเพราะการประมวลผลที่ทำได้ซับซ้อนขึ้น แม่นยำ และง่ายต่อการลงมือปฏิบัติ [57]

2.4.1 แบบจำลองระดับความเทา (Intensity Image or GrayScale Image)

ภาพระดับสีเทาเป็นภาพที่แต่ละจุดภาพแสดงถึงความเข้มของสี มีความเข้มของสีในแต่ละระดับที่ต่างกันไป ตั้งแต่ระดับสีดำไปยังระดับสีขาวดังภาพที่แสดงใน 6 ซึ่งสามารถกำหนดเป็นค่าระดับความเข้มของสีโดยใช้ค่าระดับความเข้มเทา (Gray Scale) จากภาพที่ 7 แสดงตัวอย่างภาพระดับความเข้มเทา โดยที่ค่าระดับความเทาในแต่ละจุดภาพสามารถคำนวณได้จากค่าแต่ละจุดของภาพโมเดลสี RGB ดังสมการที่ (2.1)



ภาพประกอบ 6 ภาพโทนสีขาวดำและการแสดงค่าระดับความเข้มแสง

(แหล่งที่มา : John C. Russ : 2011)



ภาพประกอบ 7 ภาพระดับความเข้มเทา
(แหล่งที่มา : Hutchinson : 1972)

$$Y(i, j) = 0.3R(i, j) + 0.59G(i, j) + 0.11B(i, j) \quad (2.1)$$

โดย Y แทน ค่าระดับสีเทาในตำแหน่งจุดภาพ (i, j)

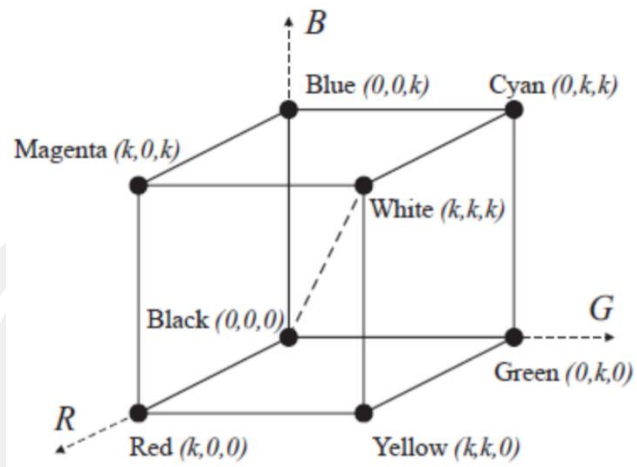
R แทน ค่าสีแดงในตำแหน่งจุดภาพ (i, j)

G แทน ค่าสีเขียวในตำแหน่งจุดภาพ (i, j)

B แทน ค่าสีน้ำเงินในตำแหน่งจุดภาพ (i, j)

2.4.2 โมเดลสี RGB (RGB Color Image)

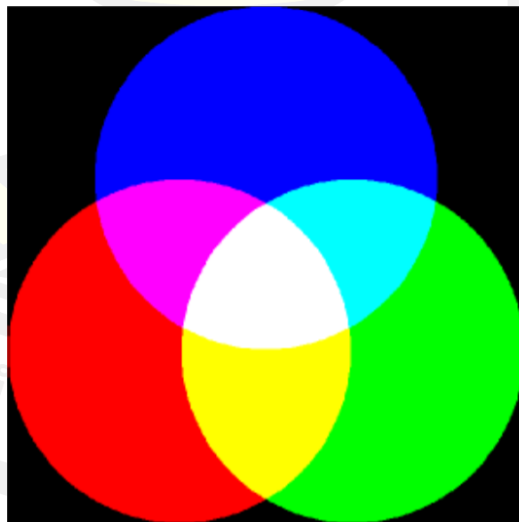
ปริภูมิสี RGB จะมีแถบแสงของแม่สีหลัก ๆ อยู่ 3 สีที่ซ้อนกันอยู่ได้แต่ สีแดง (Red) สีเขียว (Green) และสีน้ำเงิน (Blue) อยู่ในรูปแบบสี RGB จึงเป็นภาพที่ใช้การผสมกันของแสงทั้งสามสี ค่าของสีที่มีความจำเพาะแสดงเป็นเวกเตอร์ของทั้งสามองค์ประกอบของความเข้มของแต่ละแม่แสง ซึ่งรูปแบบสี RGB สามารถถูกแสดงในระบบพิกัดฉากสามมิติของปริภูมิสี ดังที่แสดงในภาพที่ 8



ภาพประกอบ 8 โมเดลสี RGB (RGB Color Image)

(แหล่งที่มา : อ.ดร.โสภณ ผู้มีจรรยา)

ซึ่งภาพที่มีรูปแบบสี RGB โดยแต่ละจุดภาพ (Pixel) จะมีการแสดงผลตามระดับความเข้มในแต่ละแถบสี ดังภาพตัวอย่างในภาพที่ 9

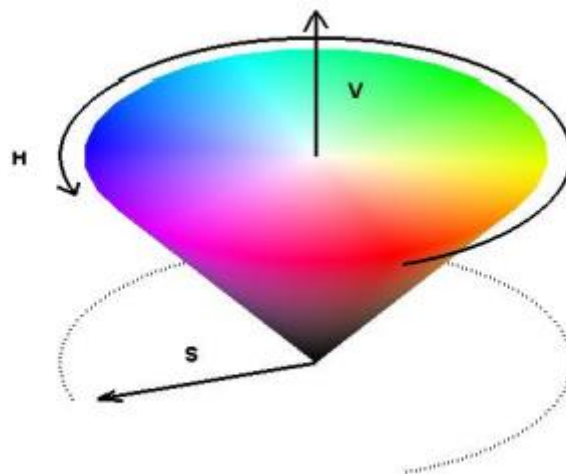


ภาพประกอบ 9 แม่แสงโมเดลสี RGB

(แหล่งที่มา : อ.ดร.โสภณ ผู้มีจรรยา)

2.4.3 แบบจำลองสี HSV

จากภาพที่ 10 แสดงถึงระบบของโมเดลสี HVS (Hue Saturation Value) เป็นระบบที่ใกล้เคียงกับความสามารถของการมองเห็นของมนุษย์ซึ่งมีการพิจารณาสีที่ประกอบด้วยค่าสี (Hue) คือค่าสีของสีหลักจะเปลี่ยนแปลงไปตามสเปกตรัมของสีสามารถแทนให้อยู่ในรูปแบบขององศา ความอิ่มตัวของสี (Saturation) คือความบริสุทธิ์ของสี และความสว่างของสี (Value) ซึ่งสามารถวัดได้จากค่าความซับซ้อนของความสว่างของแต่ละสีที่ประกอบกัน สามารถแปลงเป็นโมเดลสี HSV ได้จากการคำนวณของโมเดลสี RGB ได้ดังในสมการที่ (2.2) ถึงสมการที่ (2.7) [4]



ภาพประกอบ 10 แบบจำลองสี HSV
(แหล่งที่มา: นายเชาวลิต คิตฎุก , 2559)

$$red_x = red - \min(red, green, blue) \quad (2.2)$$

$$green_k = green - \min(red, green, blue) \quad (2.3)$$

$$blue_k = blue - \min(red, green, blue) \quad (2.4)$$

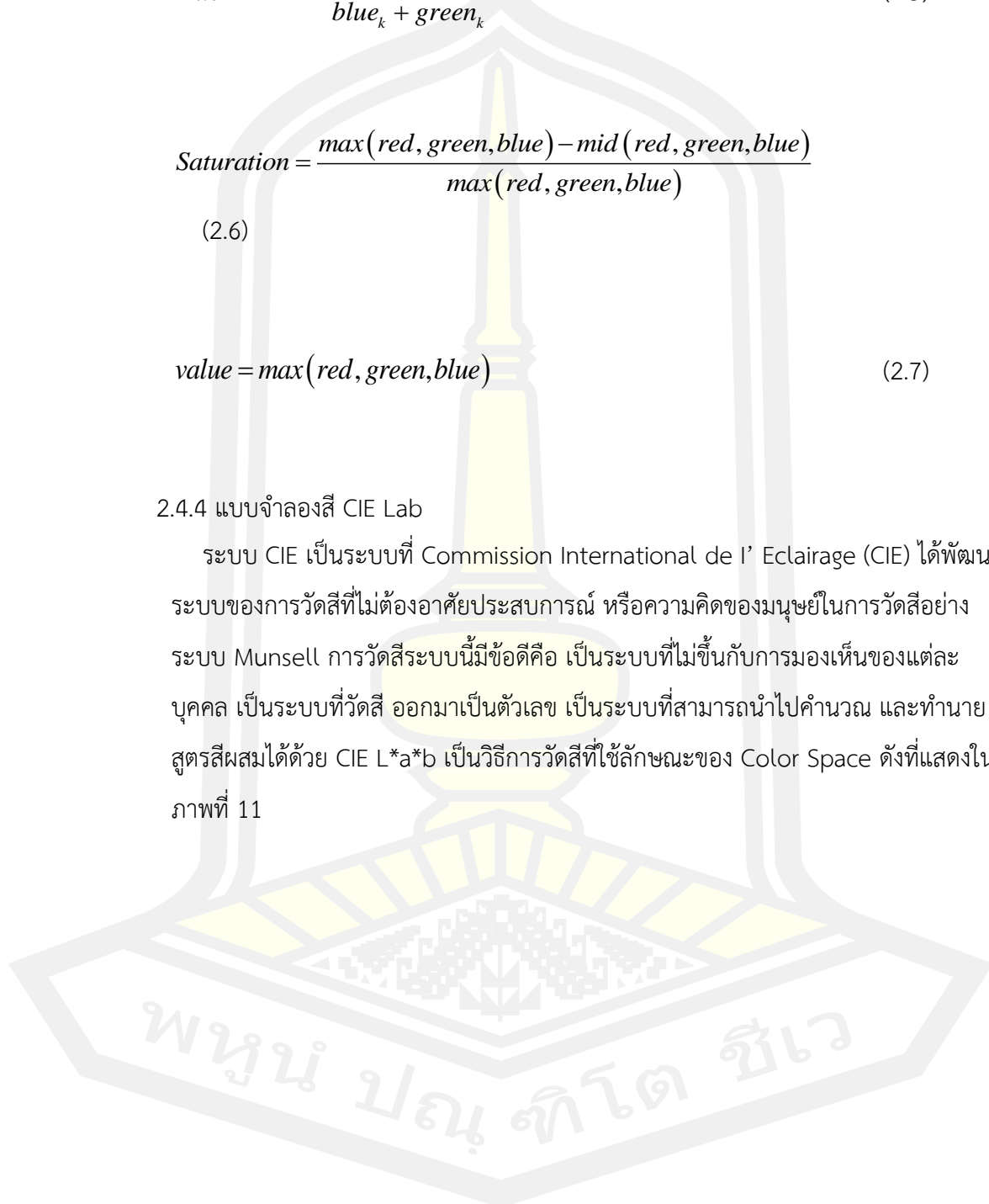
$$Hue = \frac{(240 \times blue_k) + (120 \times green_k)}{blue_k + green_k} \quad (2.5)$$

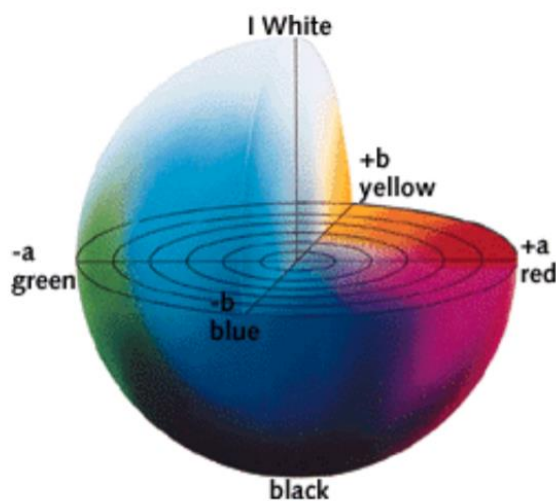
$$Saturation = \frac{\max(red, green, blue) - \min(red, green, blue)}{\max(red, green, blue)} \quad (2.6)$$

$$value = \max(red, green, blue) \quad (2.7)$$

2.4.4 แบบจำลองสี CIE Lab

ระบบ CIE เป็นระบบที่ Commission International de l' Eclairage (CIE) ได้พัฒนาระบบของการวัดสีที่ไม่ต้องอาศัยประสบการณ์ หรือความคิดของมนุษย์ในการวัดสีอย่างระบบ Munsell การวัดสีระบบนี้มีข้อดีคือ เป็นระบบที่ไม่ขึ้นกับการมองเห็นของแต่ละบุคคล เป็นระบบที่วัดสี ออกมาเป็นตัวเลข เป็นระบบที่สามารถนำไปคำนวณ และทำนายสูตรสีผสมได้ด้วย CIE L*a*b เป็นวิธีการวัดสีที่ใช้ลักษณะของ Color Space ดังที่แสดงในภาพที่ 11





ภาพประกอบ 11 Color Space ของสีในระบบ CIELAB
(แหล่งที่มา: ภาววิชาคหกรรมศาสตร์ มศว (ISSN 0859-9564), 2558)

โดยกำหนดให้ L^* เป็นค่าความสว่าง (Lightness) มีค่าระหว่าง 0 – 100

$L^* = 0$ สีจะเข้าไปในทิศทางมืดเป็นสีดำ

$L^* = 100$ สีจะเข้าไปในทิศทางสว่างเป็นสีขาว

แกน a^* ใช้กำหนดความเป็นสีแดงหรือสีเขียว

a^* เป็น + สีจะเข้าไปในทิศทางสีแดง

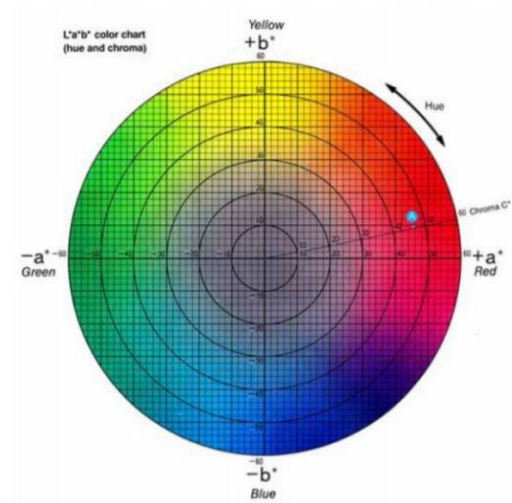
a^* เป็น - สีจะเข้าไปในทิศทางสีเขียว

แกน b^* ใช้กำหนดความเป็นสีเหลืองหรือสีน้ำเงิน

b^* เป็น + สีจะเข้าไปในทิศทางสีเหลือง

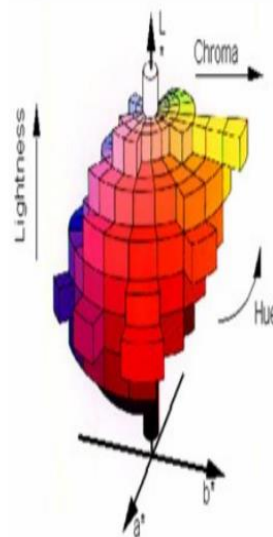
b^* เป็น - สีจะเข้าไปในทิศทางสีน้ำเงิน

นอกจากนี้ CIELAB มีการปรับปรุงโดยการเชื่อมค่า a^* และ b^* เข้ากับค่า Hue และ Chroma โดยกำหนด Color Term อีก 2 ตัวคือ Hue (h^*) และ Chroma (C^*) ดังที่แสดงในภาพที่ 12(ภาววิชาคหกรรมศาสตร์ มศว (ISSN 0859-9564), 2558)



ภาพประกอบ 12 การบรรยายสีในระบบ CIELAB ในรูปสองมิติที่มีการเชื่อมค่า a^* และ b^* เข้ากับ
ค่า h^* และ C^*

(แหล่งที่มา: ภาววิชาคหกรรมศาสตร์ มศว (ISSN 0859-9564), 2558)



ภาพประกอบ 13 การบรรยายสีในระบบ CIELAB ในรูปสามมิติที่มีการเชื่อมค่า a^* และ b^* เข้ากับ
ค่า h^* และ C^*

(แหล่งที่มา: ภาววิชาคหกรรมศาสตร์ มศว (ISSN 0859-9564), 2558)

โดย
$$h^* = \tan^{-1} \frac{b^*}{a^*} \quad (2.8)$$

$$C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2} \quad (2.9)$$

Hue Angle เป็นตัวเลขที่ระบุตำแหน่งของสีในกราฟ มีหน่วยเป็นองศา

ถ้า	$h^* = 0^\circ$	แสดงว่าเป็นสีแดง
	$h^* = 90^\circ$	แสดงว่าเป็นสีเหลือง
	$h^* = 180^\circ$	แสดงว่าเป็นสีเขียว
	$h^* = 270^\circ$	แสดงว่าเป็นสีน้ำเงิน

2.4.5 แบบจำลอง CIE Luv

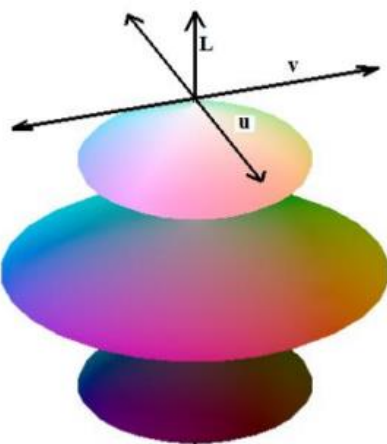
แบบจำลองสี CIE Luv เป็นแบบจำลองที่พัฒนาขึ้นโดย CIE ซึ่งเป็นรูปแบบหนึ่งที่สามารถสื่อความหมายและสอดคล้องกับการแสดงความรู้สึกของมนุษย์ได้ ซึ่งแบบจำลองสี CIE Luv ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบคือ

ค่า L คือ ระดับความสว่าง

ค่า u คือ ระดับสี

ค่า v คือ ระดับสี

พหุ ประถมศึกษา



ภาพประกอบ 14 แบบจำลองสี CIE Luv
(แหล่งที่มา: นายเชาวลิต คิตฎุก , 2559)

ซึ่งแบบจำลองสี CIE Luv สามารถได้จากการแปลงแบบจำลองสี RGB โดยเริ่มจากการแปลงแบบจำลองสี RGB เป็นแบบจำลองสี XYZ ดังสมการที่ (2.10)

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.049 & 0.310 & 0.200 \\ 0.177 & 0.813 & 0.011 \\ 0.000 & 0.010 & 0.990 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} \quad (2.10)$$

จากนั้นจึงนำค่าแบบจำลองสี XYZ มาทำการแปลงเป็นแบบจำลองสี CIE Luv ดังสมการที่ (2.11) ถึงสมการที่ (2.15) [4]

$$L = 116f(Y/Y_n)^{1/3} - 16 \quad (2.11)$$

$$u = 13(L)(u' - u'_0) \quad (2.12)$$

$$v = 13(L)(v' - v'_0) \quad (2.13)$$

โดยที่

$$u' = \frac{4X}{X + 15Y + 3Z} \quad (2.14)$$

$$v' = \frac{9Y}{X + 15Y + 3Z} \quad (2.15)$$

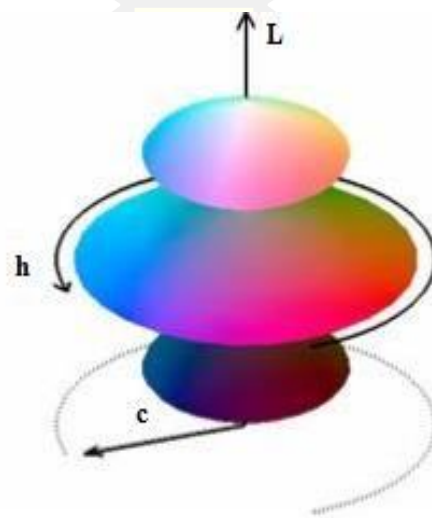
2.4.6 แบบจำลองสี Lch

สามารถคำนวณมิติย่อย L (Lightness) ซึ่งแสดงความสว่างของสีมีค่าอยู่ในช่วง [0,100] มิติย่อย c และมิติย่อย h ได้จากมิติสี CIE Lab ดังสมการที่ (2.16)

$$L = L \quad c = \sqrt{a^2 + b^2} \quad \text{และ} \quad h = \tan^{-1}\left(\frac{b}{a}\right) \quad (2.16)$$

เมื่อ h มีค่าน้อยกว่า 0° กำหนดให้ $h = h + 360^\circ$

หรือ ถ้า h มีค่ามากกว่า 0° กำหนดให้ $h = h - 360^\circ$



ภาพประกอบ 15 แบบจำลองสี Lch
(แหล่งที่มา: นายเชาวลิต คิตฎุก , 2559)

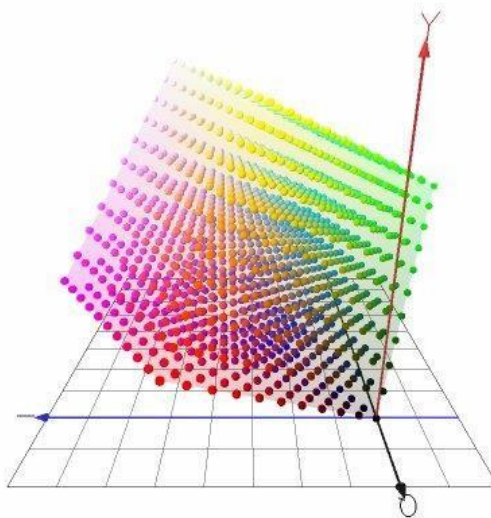
2.4.7 แบบจำลองสี YIQ

แบบจำลองสี YIQ เป็นแบบจำลองสีที่เป็นมาตรฐานในการใช้แพร่ภาพสัญญาณโทรทัศน์ในระบบ NTSC (Nation Television Committee) และกล้องวิดีโอ ข้อดีอย่างมากของแบบจำลองสี YIQ คือข้อมูลระดับเทาจะแยกจากข้อมูลสี ดังนั้นข้อมูลสัญญาณจึงสามารถใช้ได้ทั้งชุดข้อมูลสีและข้อมูลชุดข้อมูลขาว ดำ ซึ่งแบบจำลองสี YIQ ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบคือ

ค่า Y คือ ระดับความเข้มของแสงสว่าง

ค่า I คือ ค่าสีส้ม

ค่า Q คือ ระดับความอิ่มตัวของสี



ภาพประกอบ 16 แบบจำลองสี YIQ

(แหล่งที่มา: นายเชาวลิต คิตฎุก , 2559)

โดยองค์ประกอบระดับความเข้มของแสงสว่างเป็นชุดข้อมูลระดับเทา ในขณะที่องค์ประกอบที่เหลือเป็นชุดข้อมูลสี แบบจำลองสี YIQ สามารถได้โดยการแปลงมาจากแบบจำลองสี RGB ดังสมการที่ (2.17) และแสดงดังภาพที่ 16

$$\begin{bmatrix} Y \\ I \\ Q \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.299 & 0.587 & 0.114 \\ -0.169 & -0.331 & 0.500 \\ 0.500 & -0.419 & -0.081 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} \quad (2.20)$$

สีเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของการมองเห็นต่อสายตามนุษย์ ภายใต้เงื่อนไขการส่องสว่างของแสงปกติ (Normal illumination) ระบบการรับรู้จากการมองเห็นจากการมองเห็นของมนุษย์จะมีความไวต่อการรับรู้ค่าสีมากกว่าค่าความสว่าง ซึ่งตามธรรมชาติสีของวัตถุที่ตามนุษย์สามารถรับรู้ได้นั้นเกิดจากการที่แสงสีนั้นส่องกระทบวัตถุ แต่วัตถุไม่สามารถดูดซึมแสงสีดังกล่าวไว้ได้ แสงสีที่มองเห็นจะทำให้เกิดการรับรู้ทางสายตาที่สำคัญอยู่ 3 ประการคือ การรับรู้เรื่องสีสันทัน (hue) การรับรู้เรื่องการส่องสว่าง (brightness) การรับรู้เรื่องแสงสีอิ่มตัว (Saturation or Chrome)

โดยเมื่อเกิดการรับรู้แสงสี สายตาจะสามารถแยกแยะออกได้ว่าสีที่มองเห็นเป็นแสงสีน้ำเงินเข้ม สว่าง หรือมืด สำหรับความรู้สึกในเรื่องแสงสีอิ่มตัวนั้นจะทำให้สามารถรับรู้ความบริสุทธิ์ของแสงสีได้ว่าเป็นสีน้ำเงินชัดเจนหรือสีน้ำเงินจาง

จะเห็นว่าสีมีความสำคัญมากสำหรับการประมวลผลภาพ เนื่องจากสีสามารถอธิบายเอกลักษณ์ของวัตถุและสามารถถึงลักษณะเด่นของวัตถุจากเหตุการณ์ต่าง ๆ ได้และจากข้อมูลที่กล่าวไว้ข้างต้นมนุษย์ไม่สามารถแยกความแตกต่างของเฉดสีและระดับความสว่างจำนวนล้านเฉดสีได้เองด้วยตาเปล่า สายตาของมนุษย์สามารถพิจารณาเปรียบเทียบความแตกต่างของระดับเฉดสีได้เพียง 12 เฉดสีเท่านั้น ด้วยเหตุนี้จึงเป็นเหตุผลสำคัญสำหรับการวิเคราะห์ภาพตามหลักการมองเห็นของสายตามนุษย์ [4]

2.5 ฟัซซีซีมีน คัลเตอร์ลิ่ง (Fuzzy C-means Clustering)

วิธีการแบ่งกลุ่มแบบ Fuzzy C-means เป็นเทคนิคการจำแนกข้อมูลออกเป็นสองกลุ่มย่อย เช่นเดียวกับวิธีการจัดกลุ่มแบบ K-means เพียงแต่ข้อมูลของวิธีการจัดกลุ่มแบบ K-means จะต้องสังกัดกลุ่มย่อยกลุ่มใดกลุ่มย่อยหนึ่งเท่านั้นจึงไม่เหมาะกับข้อมูลที่มีความสัมพันธ์กัน (Correlation)

ในส่วนของวิธีการจัดกลุ่มแบบ Fuzzy C-means ข้อมูลจะมีโอกาสเป็นสมาชิกของหลายกลุ่มย่อย แต่จะมีค่าการเป็นสมาชิกด้วยน้ำหนักที่แตกต่างกันไปโดยค่าการเป็นสมาชิกหาได้ตามสมการที่ (2.21)

$$u_{ij} = \frac{1}{\sum_{q=1}^k \left(\frac{\|x_i - c_j\|}{\|x_i - c_q\|} \right)^{\frac{2}{m-1}}} \quad (2.21)$$

ค่าเซนทรอยด์ของแต่ละกลุ่มย่อย สามารถหาได้ตามสมการที่ (2.22)

$$c_j = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i u_{ij}^m)}{\sum_{i=1}^n (u_{ij}^m)} \quad (2.22)$$

ค่าระยะห่างรวมซึ่งเป็น Loss function ที่ต้องการ Minimize ในการทำ Clustering ซึ่งสามารถหาได้ตามสมการที่ (2.23)

$$J = \sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^n u_{ij}^m \|X_i^{(j)} - c_j\|^2 \quad (2.23)$$

โดยที่ u_{ik} คือ ค่าการเป็นสมาชิก (Degree of membership)

c_j คือ ค่าเซนทรอยด์ของกลุ่มที่ j

J คือ ค่าระยะห่างรวมซึ่งเป็น Loss function ต้องการ Minimize ในการทำ Clustering

$X_i^{(j)}$ คือ ข้อมูลที่ตำแหน่งที่ i ในกลุ่มที่ j

n คือ จำนวนข้อมูล

m คือ จำนวนใด ๆ ที่มากกว่า 1

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สำหรับหัวข้อนี้เป็นการนำเสนองานวิจัยและบทความที่เกี่ยวข้องกับการระบุรอยโรคในใบพืช โดยใช้ Fuzzy C-means Clustering และ Mathematical Morphology งานวิจัยที่น่าสนใจตั้งแต่อดีตถึงปัจจุบันได้มีงานวิจัยต่าง ๆ ซึ่งสามารถสรุปโดยย่อได้ดังนี้

งานของ กมลวิจิตร โปปริพัตร และคณะ (2000) เสนอการวัดจำนวนประชากรเพลี้ยแป้งขาวบนใบพืชแบบอัตโนมัติด้วยกระบวนการประมวลผลภาพ ซึ่งทำการตรวจจับและนับจำนวนแมลงประกอบด้วย 2 วิธี คือ วิธีการวัดพื้นที่ร่วมกับการ นับข้อมูลจุดภาพและวิธีการตรวจจับขอบภาพแบบ Sobel ร่วมกับการหาค่าสีของแมลง

งานของ Liu Yajing , Yang Fan, Yang Ruixia , et al. (2007) เสนอการคัดแยกวัชพืชด้วยข้อมูลสี ร่วมกับค่าขีดเริ่มเปลี่ยนสำหรับแบ่งแยกส่วนของวัชพืชออกจากภาพพื้นหลัง

งานวิจัยของ A. Meunkaewjinda, P. Kumsawat, K. Attakitmongkol และ A. Srikaew (2008) ได้นำเสนอการวิธีการปรับระดับสีและแสงภายในภาพแบบอัตโนมัติสำหรับการคัดแยกสีของใบ องุ่นออกจากภาพพื้นหลัง จากภาพที่ ถ่ายต่างเวลาและต่างสถานะแสง ให้ภาพที่ได้มีสีและแสงที่ ใกล้เคียงกัน โดยใช้แบบจำลองสีของปริภูมิสี YIQ เพื่อใช้เป็นค่าเฉลี่ยของภาพต้นแบบสำหรับปรับเทียบกับภาพที่ต้องการ ซึ่งจะหาค่าความผิดพลาดจากความคลาดเคลื่อนของสีและแสง ภายในลดลง และใช้เทคนิควิธีทางปัญญาประดิษฐ์แบบพันทางจำแนกโรคของใบองุ่น โดยระบบ สามารถตรวจจับพื้นที่ เกิดโรคและคัดแยกประเภทของโรคได้ (โรคอีบับและโรคราสนิม) เทคนิค ทางปัญญาประดิษฐ์ที่ใช้เป็นแบบผสมผสาน ประกอบไปด้วยเครือข่ายประสาทเทียม จีเน็ติก อัลกอริทึม เครื่องเวกเตอร์เกื้อหนุนและการหาค่าเหมาะสมที่สุดเชิงการเคลื่อนที่เป็นกลุ่ม

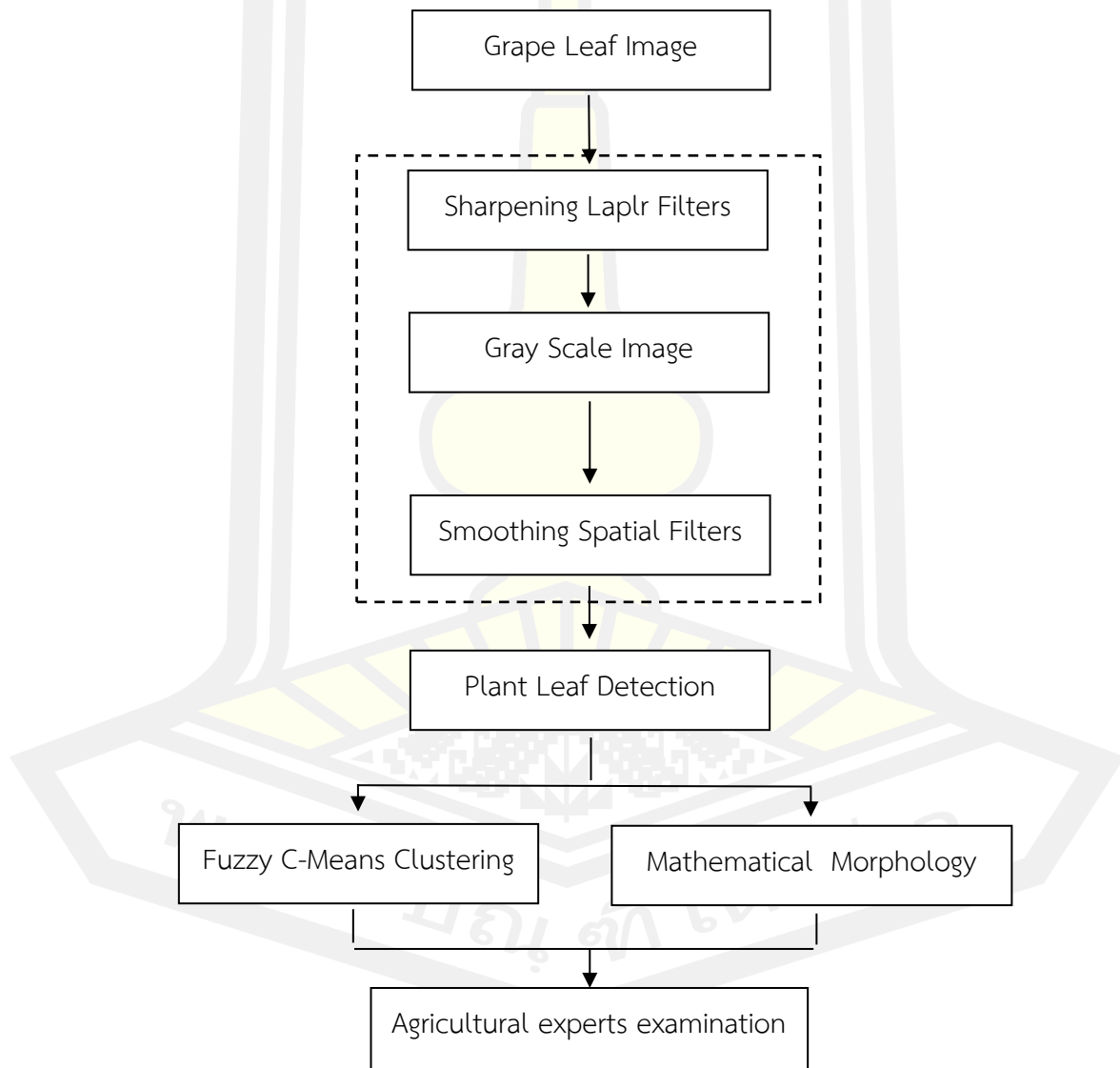
งานวิจัย ของ Mohammed El-Helly, Ahmed A Rafea และ Salwa El-Gammal. (2003) นำเสนอเทคนิคการสกัดภาพสำหรับระบุกลุ่มโรคของแตงกวาจากการตรวจจับจุดที่ใบแตงกวาใน พื้นที่เพาะปลูกแตงกวาโดยการประยุกต์ใช้ Fuzzy clustering algorithm (FCM)

งานวิจัยของ Smita Naikwadi และ Niket Amoda (2013) นำเสนอการประมวลผลภาพ สำหรับตรวจหาโรคพืช โดยใช้การประมวลผลภาพ (image processing) จากข้อมูลสีด้วยวิธีโอตสึ (Otsu's method) การวิเคราะห์เชิงสถิติของสีเกิดร่วม(color co-occurrence method) จากการแปลง ปริภูมิสีจาก RGB HSI การประยุกต์ใช้ K-means clustering ในการจัดหมวดหมู่ และใช้เครือข่ายประสาทเทียม (ANN) สำหรับจดจำ



บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย

ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะแสดงถึงขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย การเตรียมภาพถ่ายโดยใช้การประมวลผลภาพเชิงดิจิทัล เพื่อพัฒนาระบบจำลองคอมพิวเตอร์เพื่อช่วยในการระบุผลในใบองุ่น และการระบุผลในใบองุ่นเบื้องต้นแบบอัตโนมัติ โดยมีขั้นตอนหลัก ๆ ในการดำเนินงานต่าง ๆ ตามภาพที่ 17



ภาพประกอบ 17 ขั้นตอนในการระบุผลในใบองุ่น

3.1 ภาพถ่ายใบองุ่น (Grape Leaf Image)

ภาพถ่ายใบองุ่นที่ใช้ในงานวิจัยฉบับนี้ใช้ภาพประกอบจำนวน 10 ภาพ จากการลงพื้นที่ถ่ายภาพด้วยอุปกรณ์ถ่ายภาพ เช่น โทรศัพท์มือถือ กล้องดิจิทัล ซึ่งภาพถ่ายทั้งหมดแบ่งเป็นภาพถ่ายใบองุ่นที่เกิดโรคจำนวน 8 ภาพ และเป็นภาพถ่ายใบองุ่นที่ไม่เป็นโรคจำนวน 2 ภาพ



(ก)

(ก) ภาพถ่ายใบองุ่นที่ไม่มีรอยโรค



(ข)

(ข) ภาพถ่ายใบองุ่นที่มีรอยโรค

ภาพประกอบ 18 ภาพเปลี่ยนเทียบระหว่างใบองุ่นที่มีโรคและไม่มีโรค

3.2 การเตรียมข้อมูลก่อนการประมวลผล (Pre-processing)

การระบุรอยแผลในใบองุ่น มาจากภาพถ่ายใบองุ่นที่นำมาใช้เป็นองค์ประกอบหลักในงานวิจัยฉบับนี้ ซึ่งภาพถ่ายใบองุ่นที่มีคุณภาพของภาพถ่ายที่ต่างกัน เวลาที่การถ่ายภาพที่ต่างกัน สภาพภูมิอากาศที่แตกต่างกัน ย่อมส่งผลต่อคุณภาพของภาพถ่ายใบองุ่นทั้งสิ้น ขั้นตอนในการเตรียมข้อมูลก่อนประมวลผล แบ่งออกได้ 3 ขั้นตอนคือ 1. การเพิ่มความคมชัดของภาพ (Sharpening Spatial Filters) 2. การทำภาพระดับสีเทา (Gray Scale Image) 3. การลดสัญญาณรบกวน (Smoothing Spatial Filters) ก่อนที่จะทำการระบุรอยแผลในใบองุ่น การเตรียมข้อมูลก่อนการประมวลผล มีรายละเอียดและขั้นตอนดังต่อไปนี้

3.2.1 การเพิ่มความคมชัดของภาพ (Sharpening Laplacian Filters)

การเพิ่มความคมชัดของภาพ คือ เน้นส่วนรายละเอียดในภาพ หรือการปรับปรุงส่วนรายละเอียดของภาพ ลดการเบลอนในภาพ และเน้นขอบภาพ เช่น ภาพเบลอนที่เกิดจากการเคลื่อนไหว ความผิดพลาด หรือผลโดยธรรมชาติของการได้มาซึ่งข้อมูลภาพ หรือมาจากสัญญาณรบกวนอื่นๆ

`fspecial` เป็นฟังก์ชันเพื่อสร้างตัวกรองชนิดต่างๆ ที่กำหนดไว้ล่วงหน้าในรูปแบบของหน้าต่างกรองแบบ Correlation Kernels หรือหน้าต่างกรองแบบคอนวูลูชัน

```
h=fspecial('laplacian',1);%ใส่ค่าตัวกรองความคมชัดด้วย laplacian(0.2-1) [1]
iml=im2double(iml);%เปลี่ยนความละเอียดเป็น 2 เท่า[1]
xl=imfilter(iml,h,'replicate');%คำสั่งกรองภาพ[1]
figure,imshow(xl),title('Laplacin Image');%แสดงภาพ[1]
result=iml-xl;%[1]
figure,imshow(result);title('Sharpen Image');%[1]
%imhist(xl)%แสดงตาราง
```

ภาพประกอบ 19 ภาพการชะฟังก์ชัน `fspecial`

การปรับปรุงภาพให้คมชัดด้วยตัวกรองอนุพันธ์อันดับสอง

ตัวกรองอนุพันธ์อันดับสอง หรือเรียกว่า ตัวกรองลาปลาซเซียน (Laplacian Filter) เป็นการกรองภาพด้วยค่าลาปลาซเซียนในการประมวลผลภาพ ถูกกำหนดโดยผลรวมของ Laplace Operator ทำให้บริเวณขอบภาพเด่นชัดขึ้น หาได้จากสมการที่ (3.1)

$$\nabla^2 f(x, y) = \frac{\partial^2 f(x, y)}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 f(x, y)}{\partial y^2} \quad (3.1)$$

สัญญาณในการกรองภาพจะดำเนินงานในภาพด้วย 1 มิติ และ 3 มิติ ตัวกรองลาปลาซเซียนจะทำคอนวูลูชันกับภาพได้ใน 1 มิติ 2 มิติ และ 3 มิติ ด้วยค่าน้ำหนัก

$$1 \text{ มิติ } \nabla^2 f(x, y) = [1 \quad -2 \quad 1] \quad (3.2)$$

$$2 \text{ มิติ } \nabla^2 f(x, y) = \begin{bmatrix} 1 & -2 & 0 \\ 1 & -4 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} \quad (3.3)$$

$$\text{หรือ } \nabla^2 f(x, y) = \begin{bmatrix} 1 & -2 & 0 \\ -1 & -4 & -1 \\ 0 & -1 & 0 \end{bmatrix} \quad (3.4)$$

หรือทำการอนุพันธ์อันดับ 2 กับเส้นทแยงมุมขององค์ประกอบลาปลาซเขียน และสามารถดำเนินการได้โดยใช้หน้าต่างกรองด้วยค่าน้ำหนัก

$$\nabla^2 f(x, y) = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & -4 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \quad (3.5)$$

$$\text{หรือ } \nabla^2 f(x, y) = \begin{bmatrix} 1 & -1 & -1 \\ -1 & -4 & -1 \\ - & -1 & -1 \end{bmatrix} \quad (3.6)$$

พื้นฐานการใช้ตัวกรองลาปลาซเขียนในการปรับปรุงภาพคือ สมการ (3.7) และ (3.8)

$$g(x, y) = f(x, y) - \nabla^2 f(x, y) \quad (3.7)$$

ถ้าศูนย์กลางค่าสัมประสิทธิ์ของหน้าต่างกรองเป็นค่าลบ (-)

$$g(x, y) = f(x, y) + \nabla^2 f(x, y) \quad (3.8)$$

ถ้าศูนย์กลางค่าสัมประสิทธิ์ของหน้าต่างกรองเป็นค่าบวก (+)



(ก)

(ข)



(ค)

(ก) ภาพ Original ของใบองุ่น ที่ผ่านการนำภาพพื้นหลังออกแล้ว

(ข) ค่าสี่ง fspecial และตัวกรองลาปลาซเขียน

0	1	0
---	---	---

1	-4	1
---	----	---

0	1	0
---	---	---

0 คือค่าอัลฟา มีค่า 0.0 – 1.0 และค่าเริ่มต้น 0.2

(ค) ภาพต้นฉบับลบด้วยภาพที่กรองตัวกรองลาปลาซเซียน

ภาพประกอบ 20 การเพิ่มความคมชัดของภาพ (Sharpening Spatial Filters)

3.2.2 ภาพระดับสีเทา Gray Scale Image

ภาพระดับสีเทามีการไล่ระดับความอ่อนแก่ของสีซึ่งอยู่ระหว่างสีขาวและสีดำ Halftone Image อย่างต่อเนื่อง โดยที่ค่าแต่ละพิกเซล ของภาพจะหมายถึงความเข้มแสงแต่ละ ตำแหน่งของ พิกเซล ที่อยู่ในรูประดับสีเทา การเปลี่ยนภาพจากระบบสีอาร์จีบี (RGB) เป็น ระดับสีเทา (Gray Scale) ทำได้จากสมการที่ (3.9)

$$Y = 0.8R + 0.59G + 0.11B \quad (3.9)$$

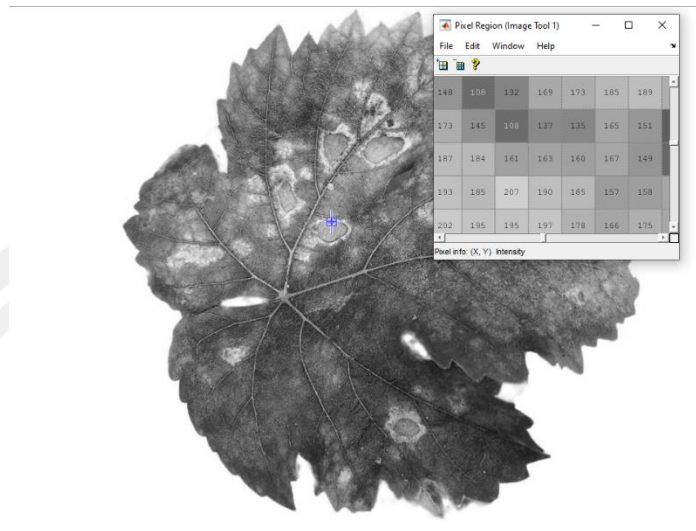
โดย Y แทน ค่าระดับสีเทา ณ จุดพิกเซล ที่ต้องการหา

R แทน ค่าสีแดง ณ จุด ที่ต้องการหา

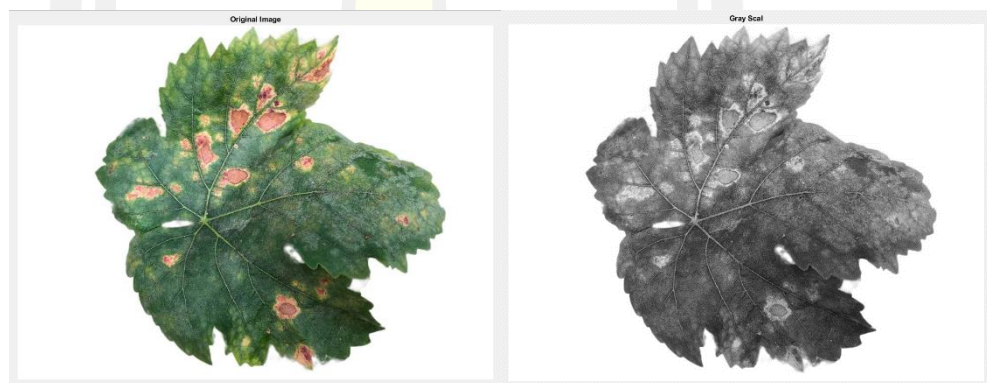
G แทน ค่าสีเขียว ณ จุด ที่ต้องการหา

B แทน ค่าสีน้ำเงิน ณ จุด ที่ต้องการหา

พหุ ประถมศึกษา



ภาพประกอบ 21 ภาพระดับสีเทา



(ก)

(ข)

- (ก) ภาพ Original ของใบองุ่น ที่ผ่านการนำภาพพื้นหลังออกแล้ว
 (ข) ภาพที่เปลี่ยนจาก RGB เป็น Gray Image

ภาพประกอบ 22 การเปลี่ยนภาพ RGB เป็น Grayscale

3.2.4 การลบสัญญาณรบ (Smoothing Spatial Filters)

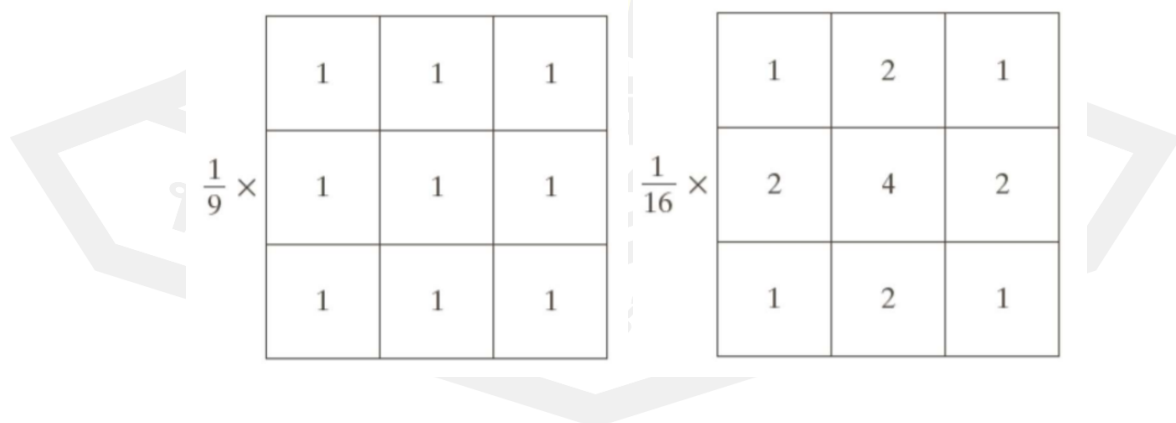
การลบสัญญาณรบกวนคือการทำให้ภาพเบลอ (blurring) (อาจจะใช้ในกระบวนการ preprocessing เช่นลดรายละเอียด เล็ก ๆ น้อย ๆ หรือ เชื่อมต่อช่องว่างเล็ก ๆ ในเส้นตรงหรือเส้นโค้ง) ลดสัญญาณรบกวน (noise) ค่าเฉลี่ยของ pixels ที่อยู่ในขอบเขตของ mask ซึ่งจะเรียกว่า "averaging filter"

วิธีการ : จะคำนวณหาค่าของ pixel ที่อยู่ใน image ด้วยค่าเฉลี่ยของ intensity levels ในขอบเขตที่กำหนด

ผลลัพธ์ : จะลดส่วนที่มีการเปลี่ยนแปลงกะทันหัน (sharp transition) เช่น สัญญาณรบกวนซึ่งจะมี sharp transition มาก อย่างไรก็ตาม ลดความคมชัดของขอบ (Edge) ลง

ค่าเฉลี่ยของ pixel ที่อยู่ในขอบเขตของ filter ขนาด 3x3 ควรกำหนดค่าของ coefficient ใน mask อย่างไร เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ตามสมการที่ (3.10)

$$R = \frac{1}{9} \sum_{i=1}^9 Z_i \quad (3.10)$$



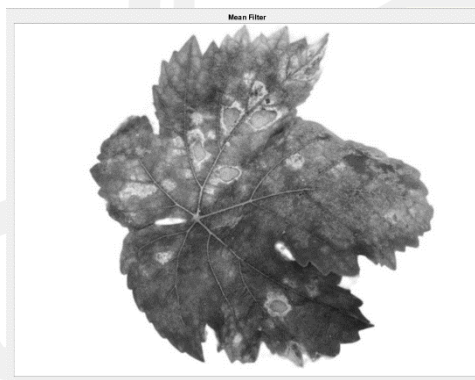
ภาพประกอบ 23 ภาพ 3*3 Smoothing linear filter

ถ้าต้องการเพิ่มความสำคัญของ pixel ที่ต้องการ ใช้ Weighted average filter ตามสมการ
ที่ (3.11)

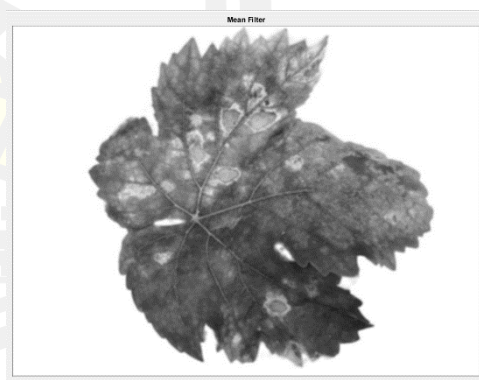
$$g(x, y) = \frac{\sum_{t=-a}^a \sum_{t=-b}^b w(s, t) f(x+s, y+t)}{\sum_{t=-a}^a \sum_{t=-b}^b w(s, t)} \quad (3.11)$$



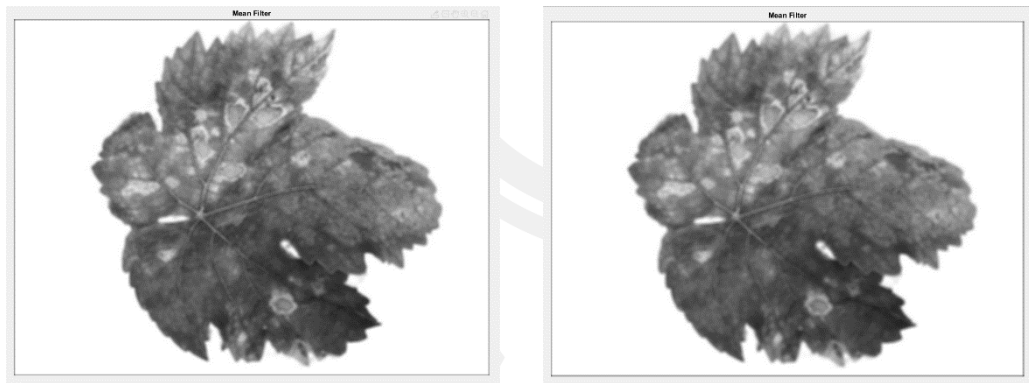
(ก)



(ข)



(ค)



(ง)

(จ)

- (ก) ภาพ Original ของใบองุ่น ที่ผ่านการนำภาพพื้นหลังออกแล้ว
 (ข) ความเบลอ 3*3 Smoothing linear filter
 (ค) ความเบลอ 5*5 Smoothing linear filter
 (ง) ความเบลอ 7*7 Smoothing linear filter
 (จ) ความเบลอ 8*8 Smoothing linear filter

ภาพประกอบ 24 ระดับความเบลอของ Smoothing linear filter

พหุบัน ปณฺ ทิโต ชีเว

บทที่ 4 ผลการวิจัยและการอภิปราย

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้จะกล่าวถึงการจำแนกชนิดของโรคใบพืชโดยงานวิจัยนี้ทำการวินิจฉัยโรคใบพืชตัวอย่าง ซึ่งประกอบด้วย โรคราสนิม (Rust) โรคแอนแทรคโนส (Anthracnose) โรคราน้ำค้าง (Downy mildew) และใบองุ่นที่ไม่เป็นโรค ในส่วนนี้จะใช้การวิเคราะห์พื้นผิวเชิงสถิติ ร่วมกับการคำนวณหาค่าคุณลักษณะเด่นด้วยสมการคุณลักษณะ และขั้นต่อไปคือกระบวนการจำแนกชนิดของโรคใบองุ่นดังนี้

- 4.1 ผลการวิเคราะห์ในขั้นตอนความเข้าใจโรคพืช (Understanding Disease)
- 4.2 ผลการวิเคราะห์ในขั้นตอนการจัดเตรียมข้อมูล (Data Preparation)
- 4.3 ผลการวิเคราะห์ในขั้นตอนระบุโรคของใบองุ่น (Identify Grape Leaf Disease)
- 4.4 ผลการวิเคราะห์ในขั้นตอนการประเมิน (Data Preparation)

4.1 ผลการวิเคราะห์ในขั้นตอนความเข้าใจโรคพืช (Understanding Disease)

โรคพืช หมายถึง สภาวะที่ต้นพืชมีการทำงานผิดปกติจนมีผลกระทบต่อการเจริญเติบโต ผลิตรดอก และออกผล ทำให้เกิดความเสียหาย สาเหตุที่ทำให้เกิดโรคพืชแบบได้ ๒ สาเหตุคือ 1.เกิดจากสิ่งที่มีชีวิต หรือเรียกอีกอย่างว่า โรคติดเชื้อ 2.เกิดจากสิ่งไม่มีชีวิต หรือเรียกอีกอย่างว่า โรคไม่ติดเชื้อ ซึ่งเป็นตัวการสำคัญทำให้พืชเจริญเติบโตผิดปกติ แสดงลักษณะอาการของโรคต่าง ๆ ตามชนิดของสาเหตุ

4.1.1 โรคพืชที่เกิดจากสิ่งที่มีชีวิต (Pathogenic Disease)

โรคพืชที่เกิดจากสิ่งที่มีชีวิต หรือเรียกอีกอย่างว่า โรคติดเชื้อ เช่น เชื้อรา แบคทีเรีย ไวรัส และไฟโตพลาสมา รวมทั้งสิ่งที่มีชีวิตอื่นที่เป็นสัตว์ เช่น ไรเห็บฝอย และที่เป็นพืช เช่น กาฝาก ฝอยทอง เป็นต้น โรคพืชจะเกิดขึ้นและสามารถแพร่กระจายระบอดออกไปได้ถ้าหากมีเชื้อสาเหตุเหล่านี้ ตลอดจนมีสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมกับการเกิดและการแพร่กระจายของโรคพืชนั้น ๆ การแพร่กระจายของโรค

4.1.2 โรคพืชที่เกิดจากไม่สิ่งที่มีชีวิต (Nonpathogenic Disease)

โรคพืชที่เกิดจากไม่สิ่งที่มีชีวิต หรือเรียกอีกอย่างว่า โรคไม่ติดเชื้อ อาการของโรคพืชอาจเกิดจากสาเหตุมาจากสิ่งไม่มีชีวิต เช่น การขาดแร่ธาตุอาหาร การได้รับสารพิษ หรือก๊าซพิษ หรือสภาพ



ความเป็นกรด-ด่างของดินและน้ำไม่เหมาะสม สาเหตุเหล่านี้ทำให้เกิดการเจริญเติบโตของต้นพืช ผิดปกติ ลำต้นแคระแกร็น มีสีซีด หรือสีที่ผิดปกติไปจากเดิม ไม่ให้ผลผลิต โรคพืชซึ่งมีสาเหตุเกิดจาก สิ่งไม่มีชีวิตจะเกิดขึ้นเฉพาะบริเวณ ไม่สามารถแพร่กระจายหรือระบาดไปยังแหล่งอื่น ๆ ได้



สำหรับปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดโรค ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดโรคนั้นมีด้วยกัน 4 ประการที่สำคัญคือ 1. เชื้อสาเหตุของโรค พืชอาศัย สภาพแวดล้อม และเวลา ปัจจัยทั้งสี่มีความสัมพันธ์ต่อกันอย่างยิ่ง จะขาดสิ่งหนึ่งสิ่งใดไม่ได้ หากนำมาเขียนเป็นรูปจะได้รูปสามเหลี่ยมด้านเท่า ซึ่งเรียกว่า สามเหลี่ยมโรค พืช [50]

4.2 ผลการวิเคราะห์ในขั้นตอนความเข้าใจข้อมูล (Understanding Data)

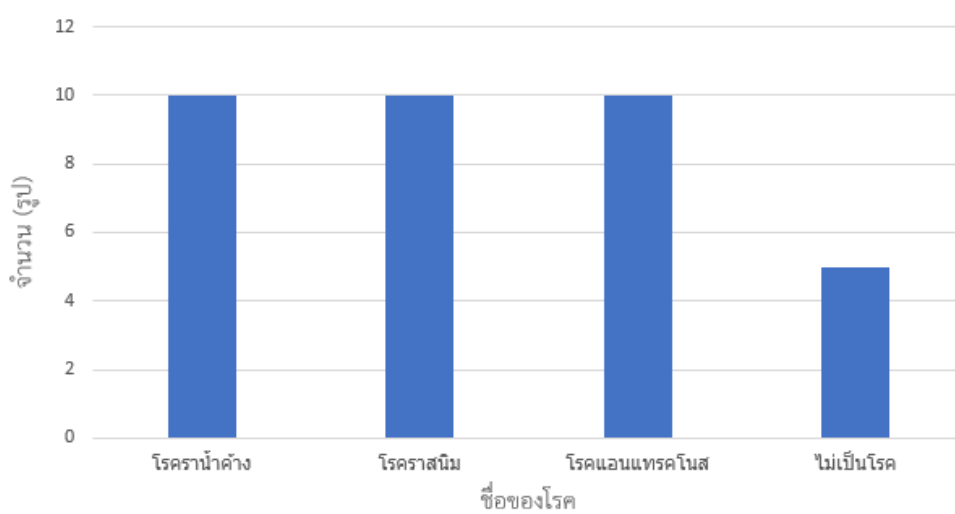
ต้นองุ่นสามารถแสดงให้เห็นถึงลักษณะอาการผิดปกติต่าง ๆ ที่ส่งผลเสียต่อองุ่น ความ แข็งแรงและปริมาณผลผลิตขององุ่นได้ สำหรับการจำแนกประเภทของลักษณะอาการของโรคในงานวิจัย นี้จำทำการระบุโรคในใบองุ่น ที่เกิดเชื้อเพราะเกิดมาจากคุณลักษณะเฉพาะของการปรากฏของ โรคที่ชัดเจนและสามารถพิจารณาลักษณะอาการของโรคได้จากภาพถ่ายดิจิทัล เพื่อการดูแลรักษา ควบคุม อาการของโรคตั้งแต่ระยะเริ่มแรก [4]

ตารางที่ 1 ข้อมูลโรคพืชในใบองุ่น

รูป	ชื่อโรค	จำนวน (รูป)
	โรคราน้ำค้าง	10
	โรคราสนิม	10

รูป	ชื่อโรค	จำนวน (รูป)
	โรคแอนแทรกโนส	10
	ไม่เป็นโรค	5
	รวม	35

ข้อมูลโรคพืชในใบงุ่น



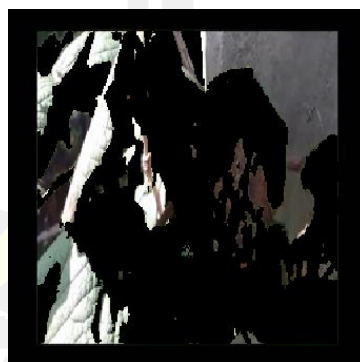
ภาพประกอบ 25 แผนภูมิแสดงจำนวนโรคพืชในใบงุ่น

4.3 ผลการวิเคราะห์ในขั้นตอนระบุโรคของใบองุ่น (Identify Grape Leaf Disease)

งานวิจัยนี้ทำการวินิจฉัยโรคใบองุ่นเป็นพืชตัวอย่าง ซึ่งประกอบด้วยโรคราสนิม (Rust) โรคราน้ำค้าง (Downy Mildew) โรคแอนแทรกโนส (Anthracnose) และ ใบองุ่นที่ไม่เป็นโรค (Healthy Leaf) แสดงรายละเอียดดังนี้

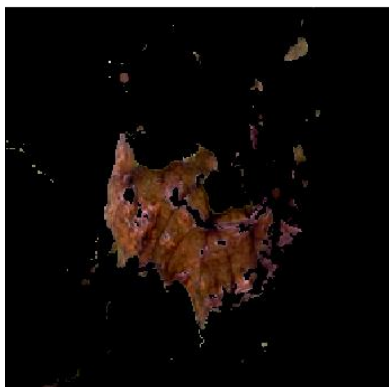


(ก) ลักษณะปรากฏของโรคราน้ำค้าง



(ข) ลักษณะปรากฏของโรคราสนิม

ภาพประกอบ 26 ตัวอย่างข้อมูลลักษณะปรากฏของโรคในใบองุ่น โดยแบ่งตามประเภทของ
ภาพ



(ค) ลักษณะปรากฏของโรคแอนแทรกโนส



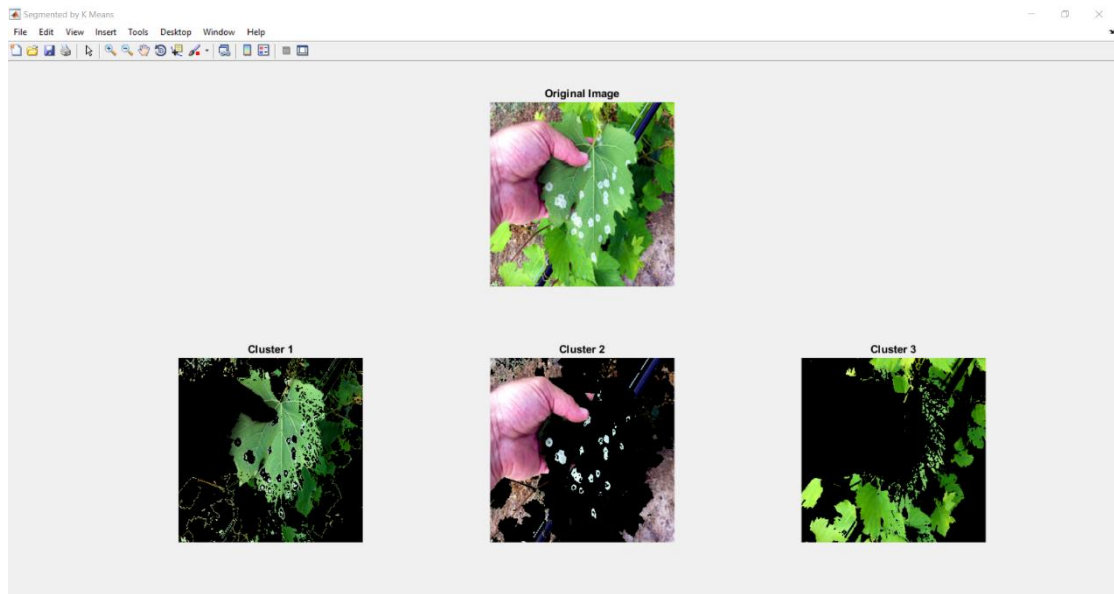
(ง) ลักษณะปรากฏของใบที่ไม่มีโรค

ภาพประกอบ 27 ตัวอย่างข้อมูลลักษณะปรากฏของโรคในใบองุ่น โดยแบ่งตามประเภทของภาพ

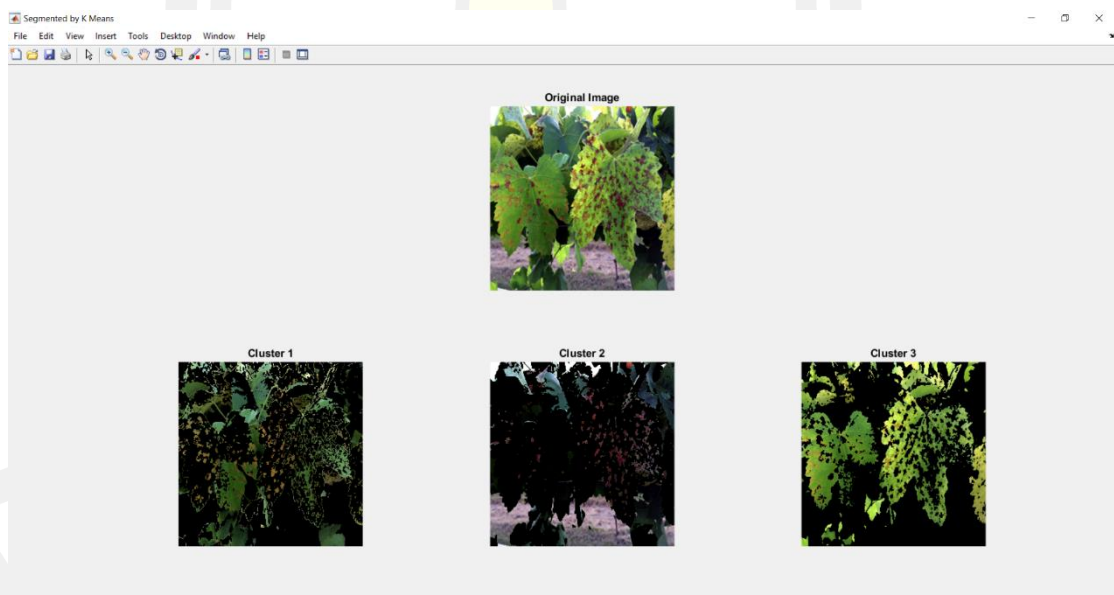
(ต่อ)

4.3.1 การจำแนกคุณลักษณะเด่น

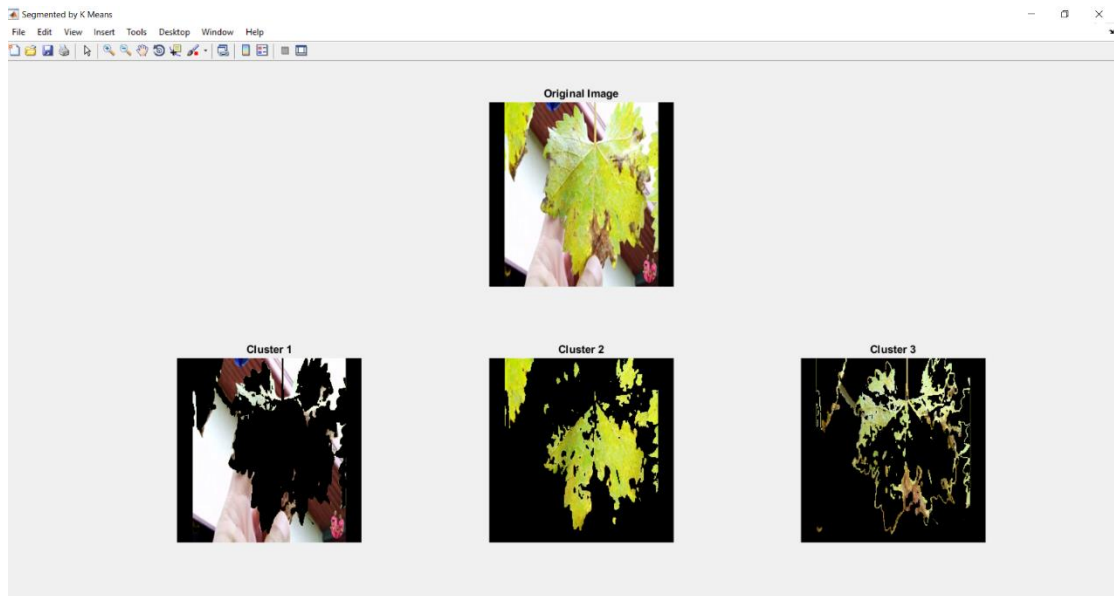
หลังจากการ Contrast Enhanced แล้วนั้น จะทำการจำแนกคุณสมบัติของภาพโดยแบ่งออกเป็น 3 Cluster เพื่อที่จะแยกองค์ประกอบของภาพในแต่ละส่วนตามภาพที่ 28 - 34



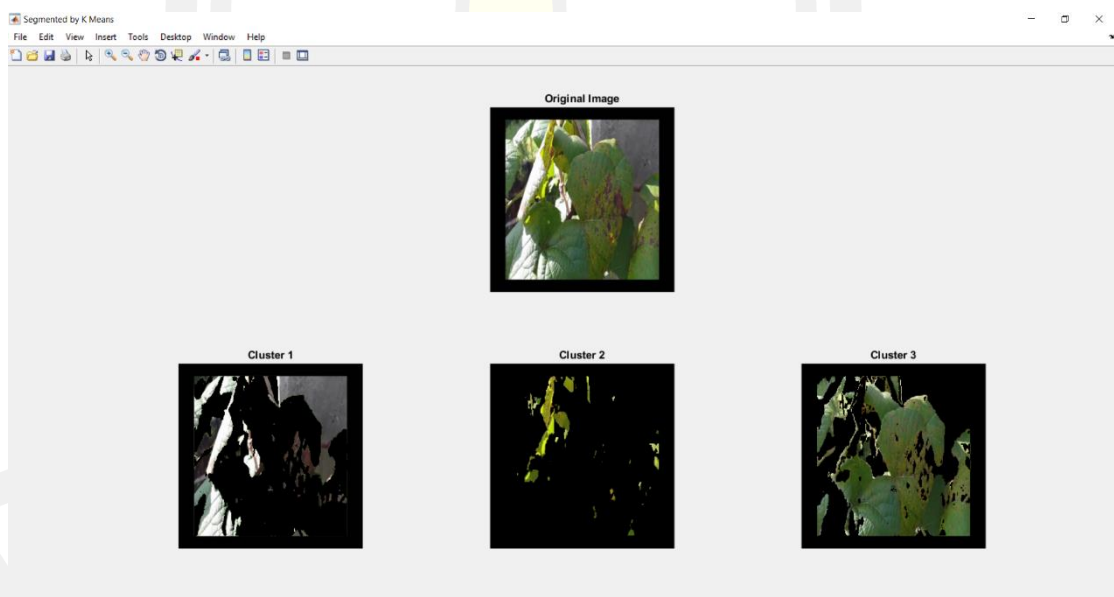
ภาพประกอบ 28 ตัวอย่างการจำแนกคุณลักษณะเด่นของโรคราน้ำค้าง (Downy Mildew) ใบที่ 1



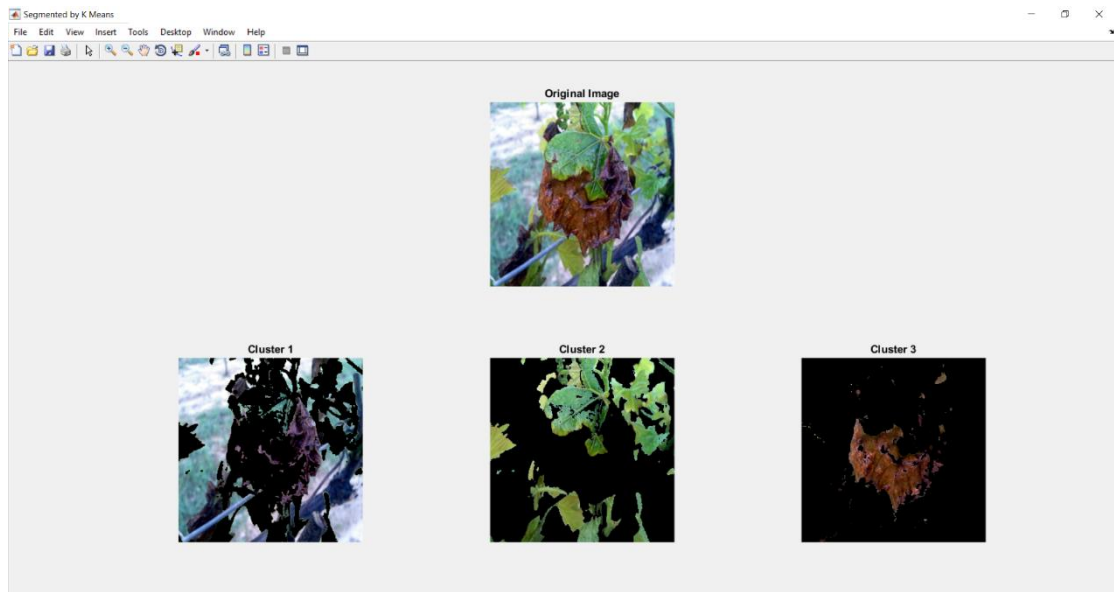
ภาพประกอบ 29 ตัวอย่างการจำแนกคุณลักษณะเด่นของโรคราน้ำค้าง (Downy Mildew) ใบที่ 2



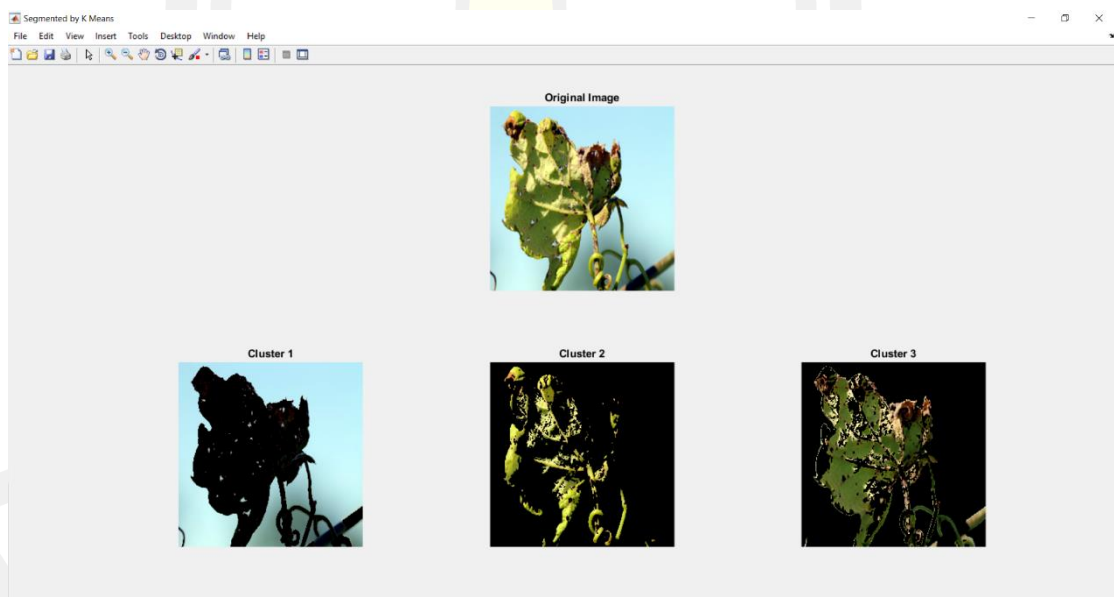
ภาพประกอบ 30 ตัวอย่างการจำแนกคุณลักษณะเด่นของโรคราสนิม (Rust) ใบที่ 1



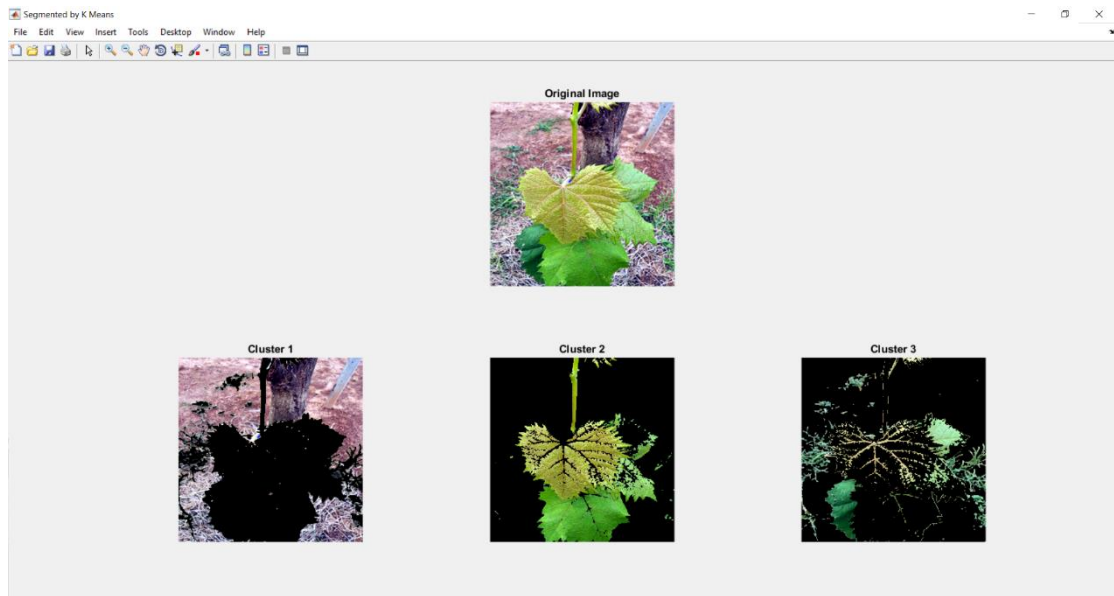
ภาพประกอบ 31 ตัวอย่างการจำแนกคุณลักษณะเด่นของโรคราสนิม (Rust) ใบที่ 2



ภาพประกอบ 32 ตัวอย่างการจำแนกคุณลักษณะเด่นของโรคแอนแทรกโนส (Anthracnose) ใบที่ 1

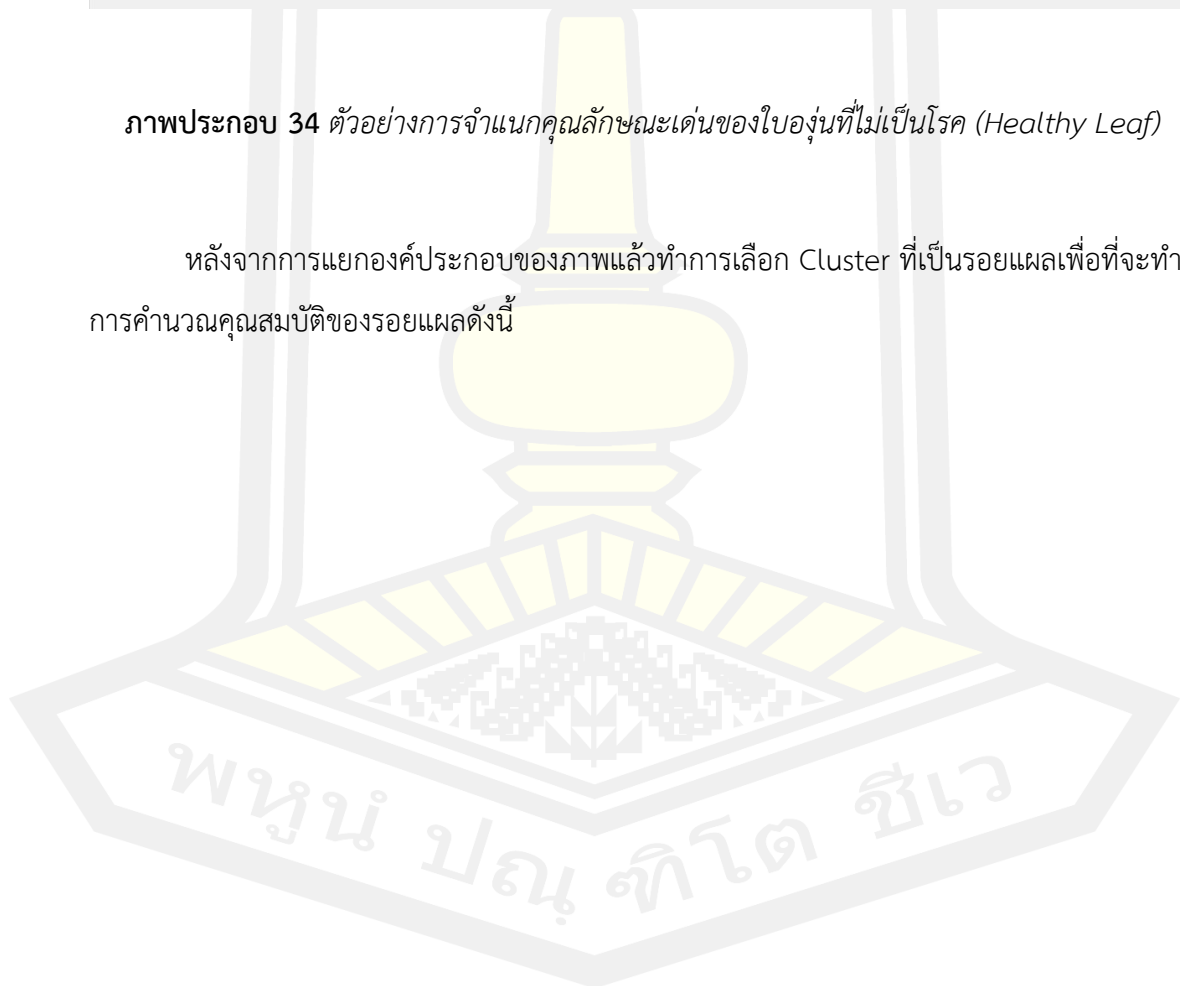


ภาพประกอบ 33 ตัวอย่างการจำแนกคุณลักษณะเด่นของโรคแอนแทรกโนส (Anthracnose) ใบที่ 2



ภาพประกอบ 34 ตัวอย่างการจำแนกคุณลักษณะเด่นของใบองุ่นที่ไม่เป็นโรค (Healthy Leaf)

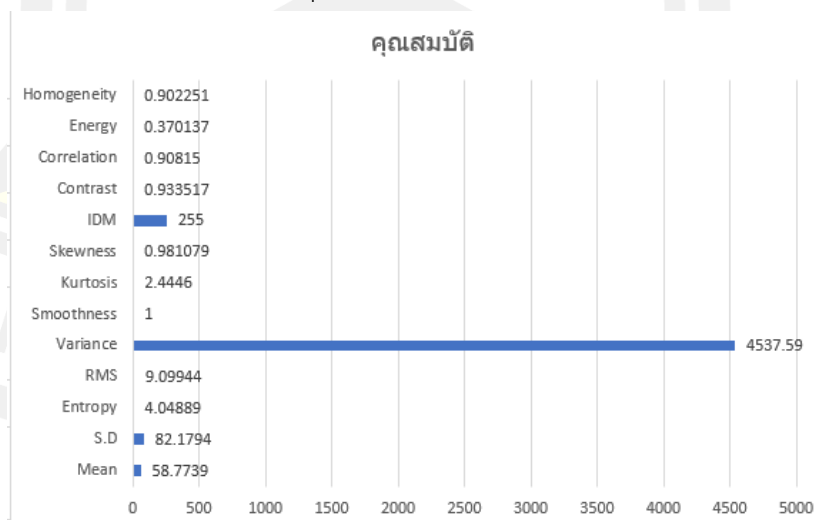
หลังจากการแยกองค์ประกอบของภาพแล้วทำการเลือก Cluster ที่เป็นรอยแผลเพื่อที่จะทำการคำนวณคุณสมบัติของรอยแผลดังนี้



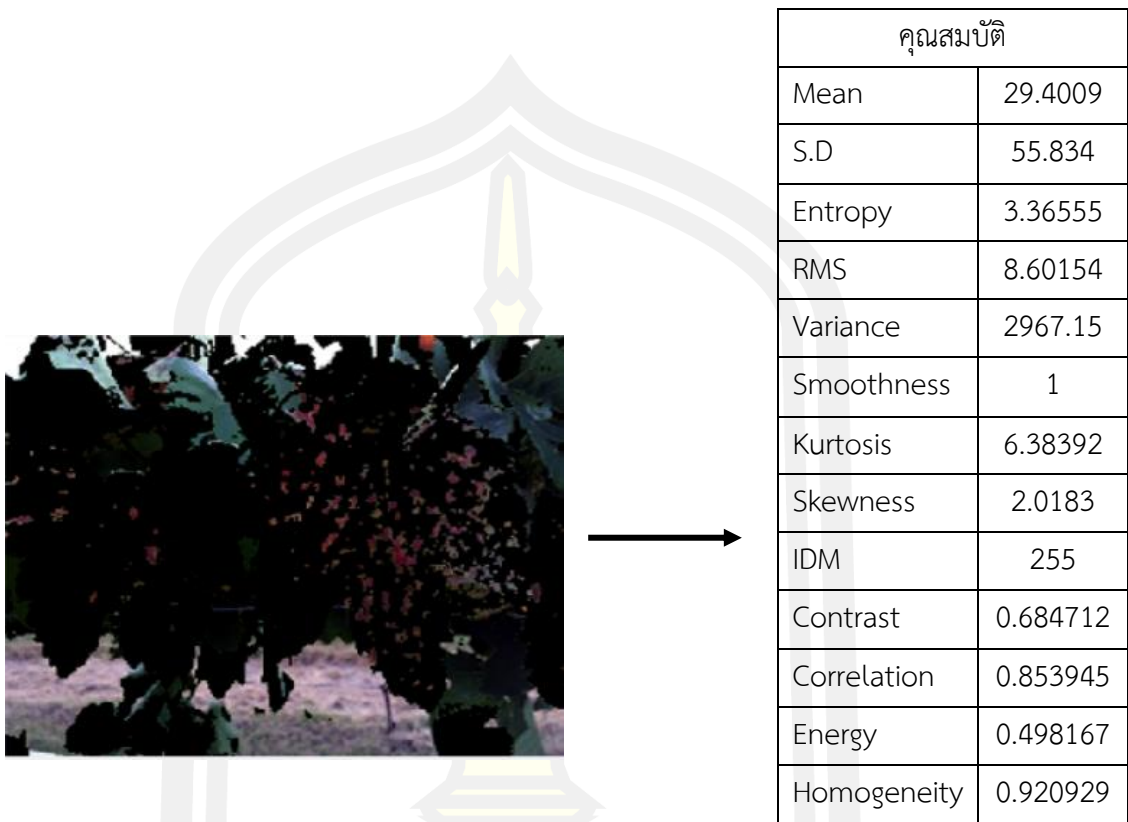


คุณสมบัติ	
Mean	58.7739
S.D	82.1794
Entropy	4.04889
RMS	9.09944
Variance	4537.59
Smoothness	1
Kurtosis	2.4446
Skewness	0.981079
IDM	255
Contrast	0.933517
Correlation	0.90815
Energy	0.370137
Homogeneity	0.902251

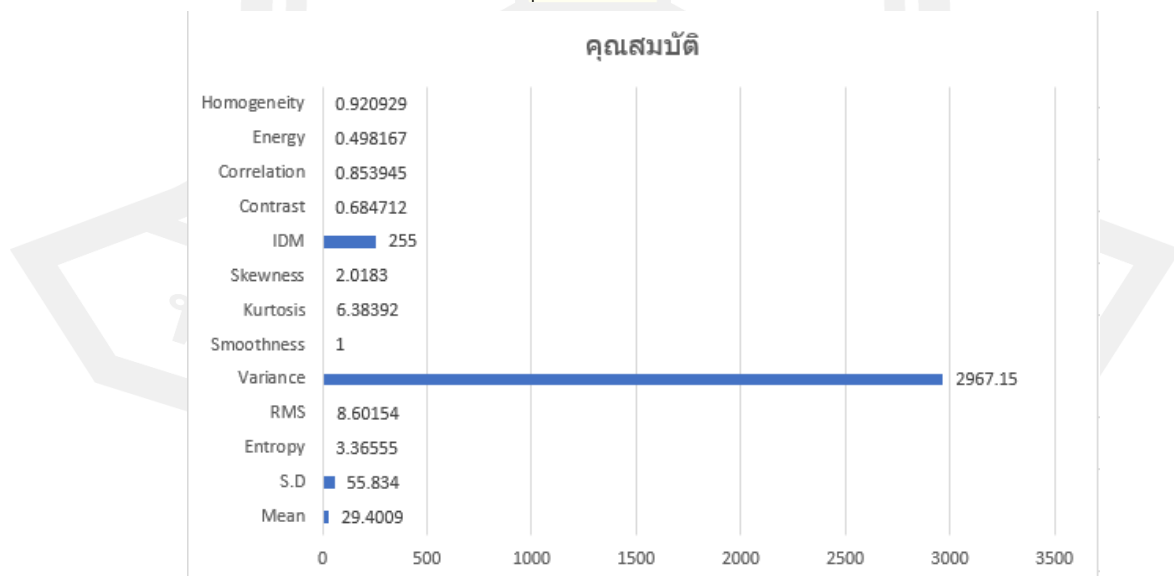
ภาพประกอบ 35 ตำแหน่งของรอยแผลที่ปรากฏของโรคราน้ำค้าง ใบที่ 1
ตารางที่ 2 คุณสมบัติของโรคราน้ำค้าง ใบที่ 1



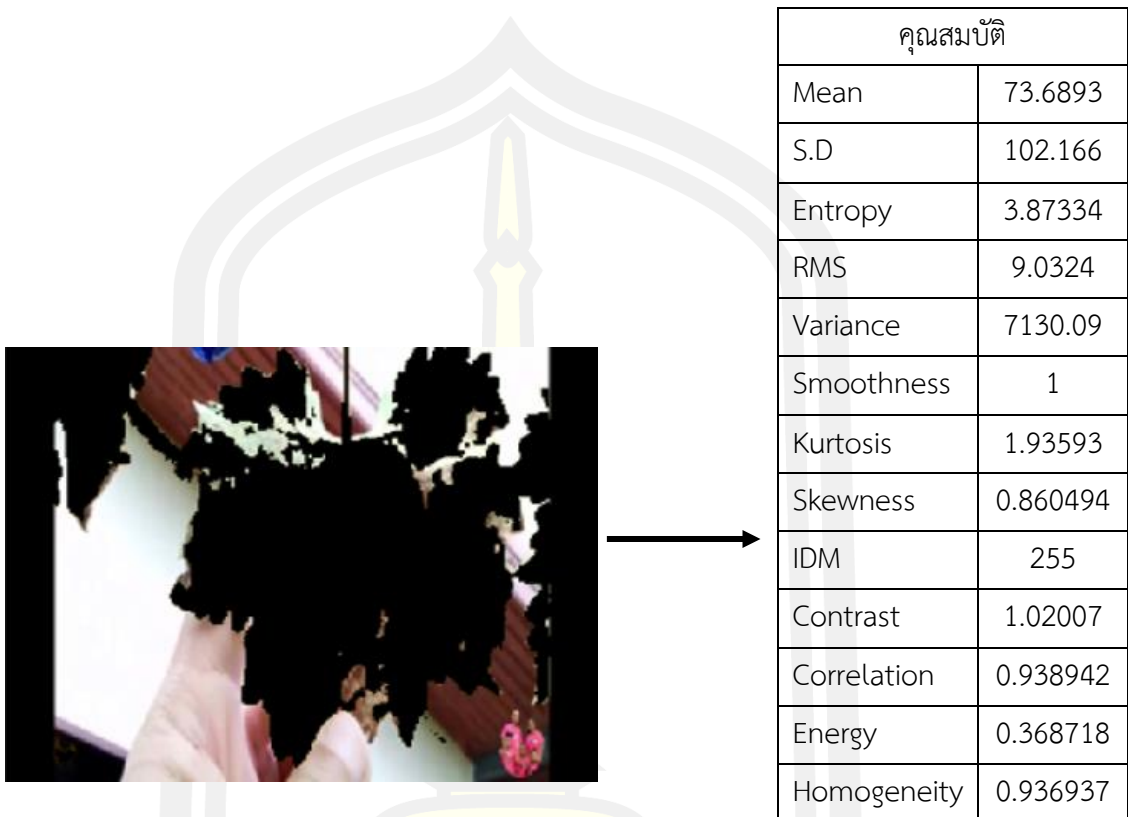
ภาพประกอบ 36 กราฟแสดงคุณสมบัติของโรคราน้ำค้าง ใบที่ 1



ภาพประกอบ 37 ตำแหน่งของรอยแผลที่ปรากฏของโรคราน้ำค้าง ใบที่ 2
 ตารางที่ 3 คุณสมบัติของโรคราน้ำค้าง ใบที่ 2

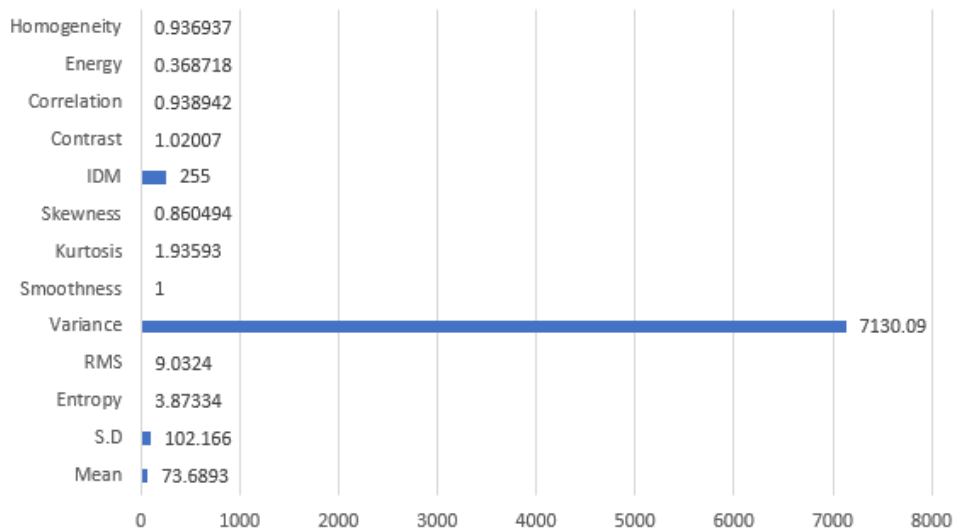


ภาพประกอบ 38 กราฟแสดงคุณสมบัติของโรคราน้ำค้าง ใบที่ 2

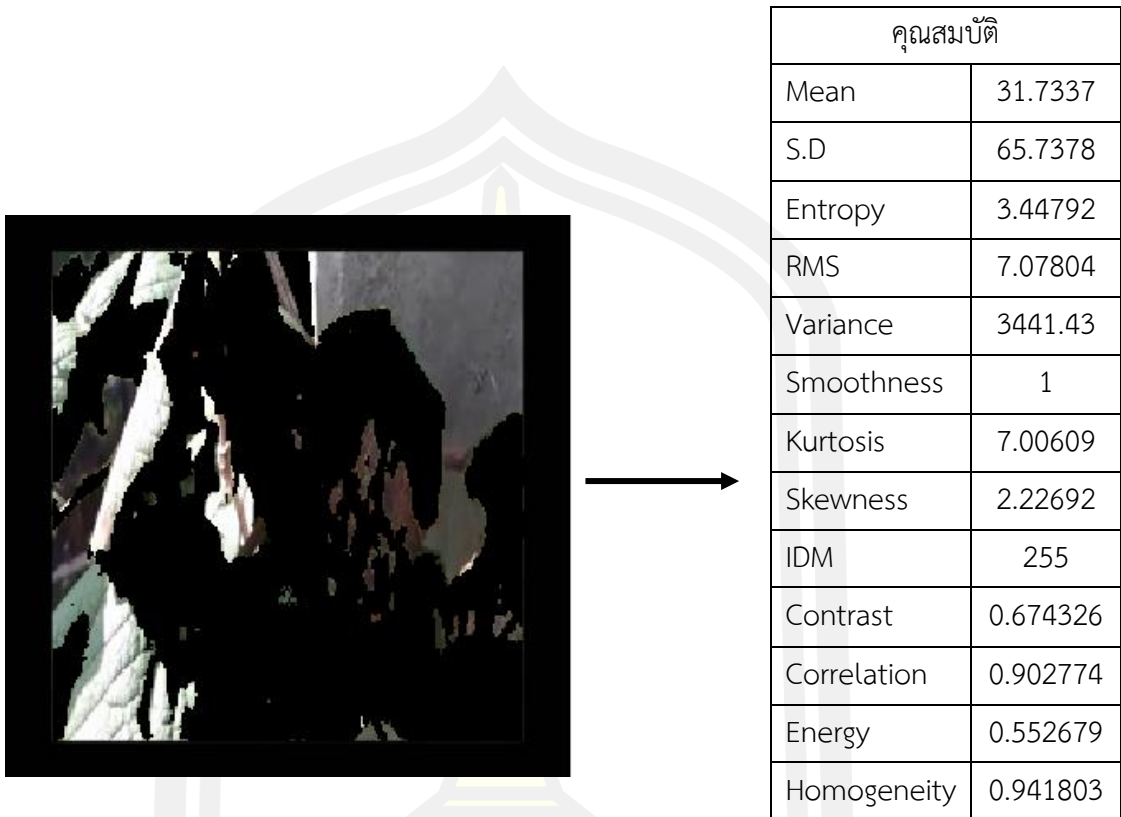


ภาพประกอบ 39 ตำแหน่งของรอยแผลที่ปรากฏของโรคราสนิม ใบที่ 1
ตารางที่ 4 คุณสมบัติของโรคราสนิม ใบที่ 1

คุณสมบัติ

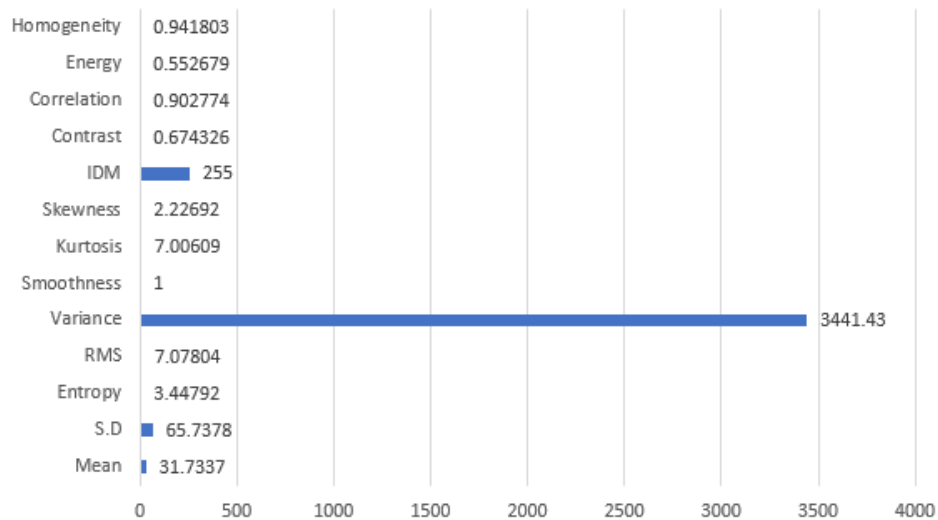


ภาพประกอบ 40 กราฟแสดงคุณสมบัติของโรคราสนิม ใบที่ 1

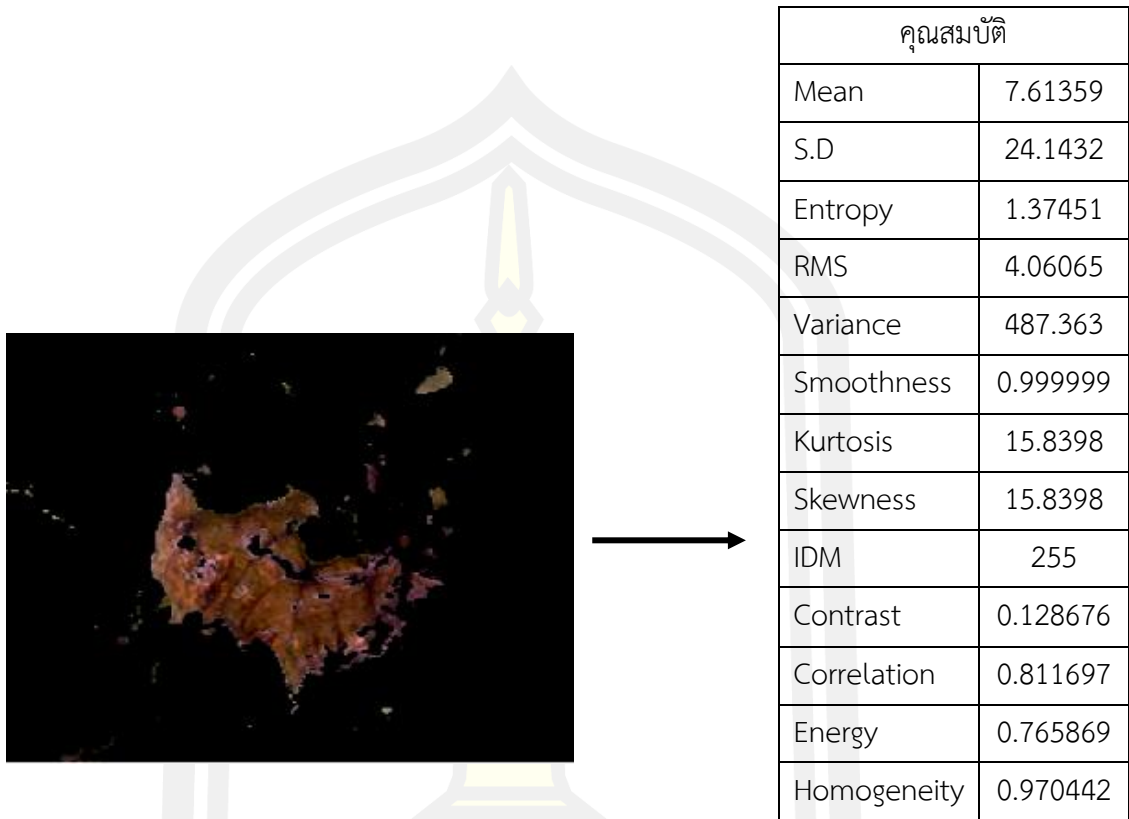


ภาพประกอบ 41 ตำแหน่งของรอยแผลที่ปรากฏของโรคราสนิม ใบที่ 2
ตารางที่ 5 คุณสมบัติของของโรคราสนิม ใบที่ 2

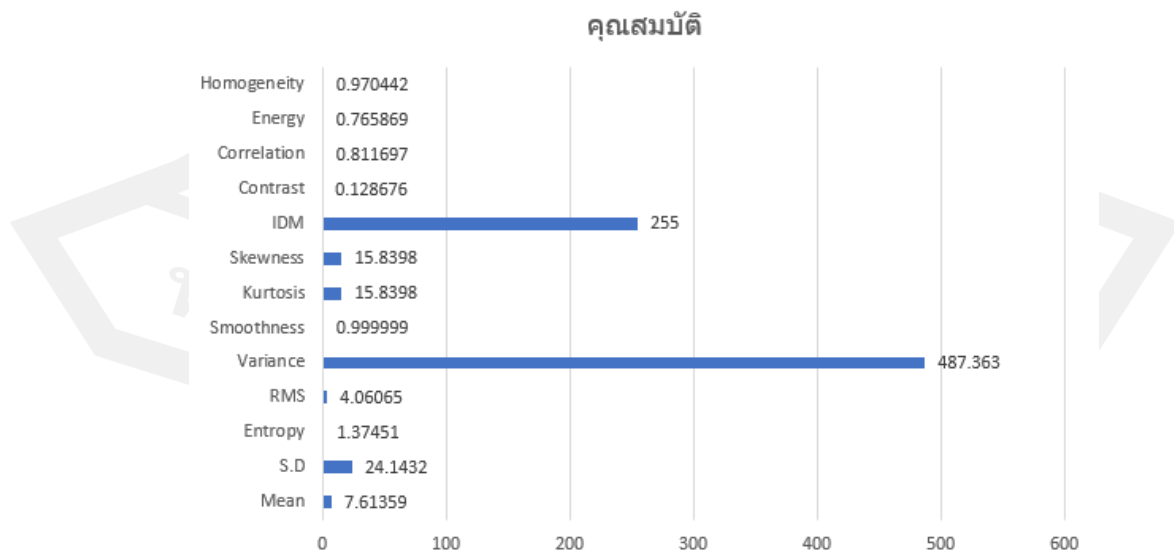
คุณสมบัติ



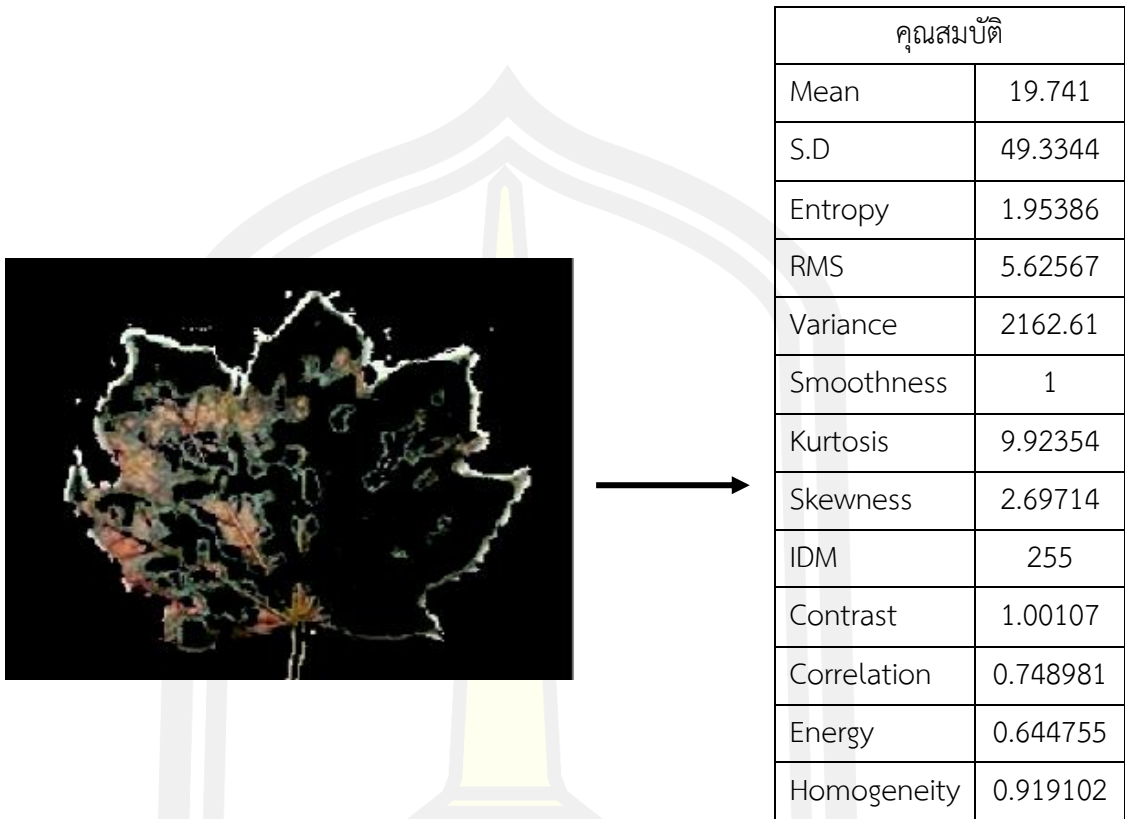
ภาพประกอบ 42 กราฟแสดงคุณสมบัติของโรคราสนิม ใบที่ 2



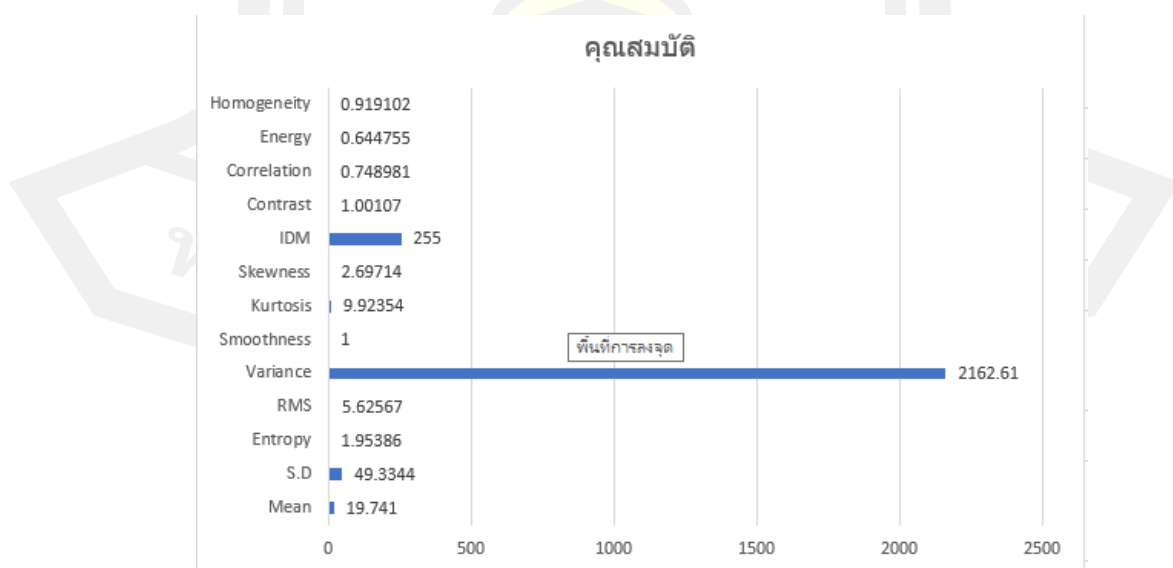
ภาพประกอบ 43 ตำแหน่งของรอยแผลที่ปรากฏของโรคแอนแทรกซิส ใบที่ 1
ตารางที่ 6 คุณสมบัติของโรคแอนแทรกซิส ใบที่ 1



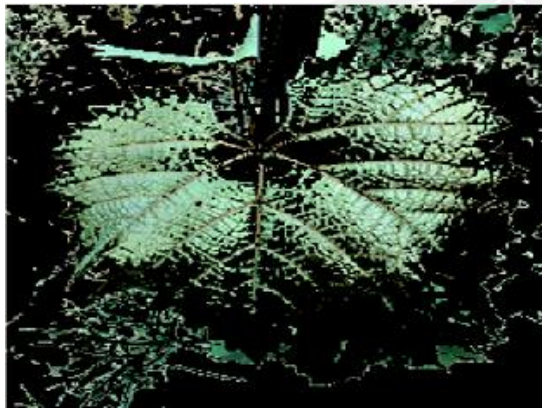
ภาพประกอบ 44 กราฟแสดงคุณสมบัติของโรคแอนแทรกซิส ใบที่ 1



ภาพประกอบ 45 ตำแหน่งของรอยแผลที่ปรากฏของโรคแอนแทรกโนสโนสใบที่ 2
ตารางที่ 7 คุณสมบัติของโรคแอนแทรกโนส ใบที่ 2



ภาพประกอบ 46 กราฟแสดงคุณสมบัติของโรคแอนแทรกโนสใบที่ 2

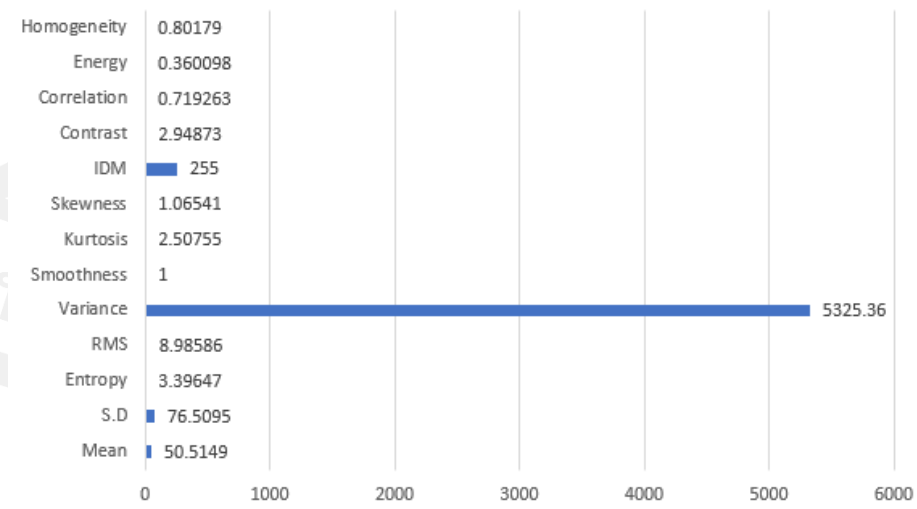


คุณสมบัติ	
Mean	50.5149
S.D	76.5095
Entropy	3.39647
RMS	8.98586
Variance	5325.36
Smoothness	1
Kurtosis	2.50755
Skewness	1.06541
IDM	255
Contrast	2.94873
Correlation	0.719263
Energy	0.360098
Homogeneity	0.80179

ภาพประกอบ 47 ตำแหน่งของรอยแผลที่ปรากฏของใบที่ไม่มีโรค

ตารางที่ 8 คุณสมบัติของใบที่ไม่มีโรค

คุณสมบัติ



ภาพประกอบ 48 กราฟแสดงคุณสมบัติของใบที่ไม่มีโรค

4.4 ผลการวิเคราะห์ในขั้นตอนการประเมิน (Data Preparation)

การทดสอบการจำแนกชนิดของโรคใบองุ่นโดยใช้การวิเคราะห์พื้นผิวโดยให้อัลกอริทึม ซีมีน คลัสเตอร์ริง (C-mean Clustering) และ สัณฐานวิทยา (Morphology) ร่วมกับการคำนวณหาคุณลักษณะเด่นด้วยสมการคุณลักษณะเด่น แสดงตัวอย่างดังนี้

The figure displays two screenshots of a software interface for Downy Mildew detection. The interface is divided into several sections:

- LOAD IMAGE:** Query Image (Original image)
- ENHANCE CONTRAST:** Contrast Enhanced (Image with enhanced contrast)
- SEGMENT IMAGE:** Segmented ROI (Image with segmented regions)
- CLASSIFICATION RESULT:** Downy Mildew
- AFFECTED REGION in %:** 27.1929 (top) / 15.4105 (bottom)
- ACCURACY in %:** 96.7742 (top) / 98.3871 (bottom)
- EXIT:** Button to exit the application
- FEATURES:** A table of statistical features for the segmented ROI.

FEATURES	
Mean	58.7838
S.D	82.181
Entropy	4.04854
RMS	9.10021
Variance	4537.1
Smoothness	1
Kurtosis	2.44406
Skewness	0.980793
IDM	255
Contrast	0.933854
Correlation	0.908122
Energy	0.370065
Homogeneity	0.90222

FEATURES	
Mean	29.0241
S.D	55.6715
Entropy	3.31763
RMS	8.51786
Variance	2947.92
Smoothness	1
Kurtosis	6.46328
Skewness	2.03772
IDM	255
Contrast	0.681817
Correlation	0.853519
Energy	0.505291
Homogeneity	0.922203

ภาพประกอบ 49 ตัวอย่างการวินิจฉัยใบองุ่นที่เป็นโรคราน้ำค้าง (Downy Mildew)

LOAD IMAGE ENHANCE CONTRAST SEGMENT IMAGE

Query Image Contrast Enhanced Segmented ROI

CLASSIFICATION RESULT AFFECTED REGION in % ACCURACY in %

Alternaria Alternata 100 98.3871

EXIT

FEATURES	
Mean	73.4004
S.D	102.129
Entropy	3.85534
RMS	9.00761
Variance	7126.34
Smoothness	1
Kurtosis	1.9456
Skewness	0.866614
IDM	255
Contrast	1.00702
Correlation	0.939663
Energy	0.371246
Homogeneity	0.937696

LOAD IMAGE ENHANCE CONTRAST SEGMENT IMAGE

Query Image Contrast Enhanced Segmented ROI

CLASSIFICATION RESULT AFFECTED REGION in % ACCURACY in %

Rust 48.5722 98.3871



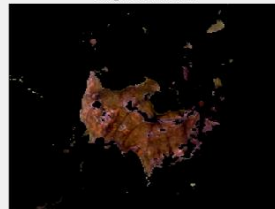
EXIT

FEATURES	
Mean	31.6188
S.D	65.6704
Entropy	3.43861
RMS	7.06186
Variance	3437.67
Smoothness	1
Kurtosis	7.03871
Skewness	2.23397
IDM	255
Contrast	0.678532
Correlation	0.902226
Energy	0.554246
Homogeneity	0.942063

ภาพประกอบ 50 ตัวอย่างการวินิจฉัยใบองุ่นที่เป็นโรคราสนิม (Rust)

LOAD IMAGE ENHANCE CONTRAST SEGMENT IMAGE

Query Image **Contrast Enhanced** **Segmented ROI**

CLASSIFICATION RESULT AFFECTED REGION in % ACCURACY in %




Anthracnose 15.0015 96.7742

EXIT

FEATURES	
Mean	7.61359
S.D	24.1432
Entropy	1.37451
RMS	4.06065
Variance	487.363
Smoothness	0.999999
Kurtosis	15.8398
Skewness	3.54926
IDM	255
Contrast	0.128676
Correlation	0.811697
Energy	0.765869
Homogeneity	0.970442

LOAD IMAGE ENHANCE CONTRAST SEGMENT IMAGE

Query Image **Contrast Enhanced** **Segmented ROI**

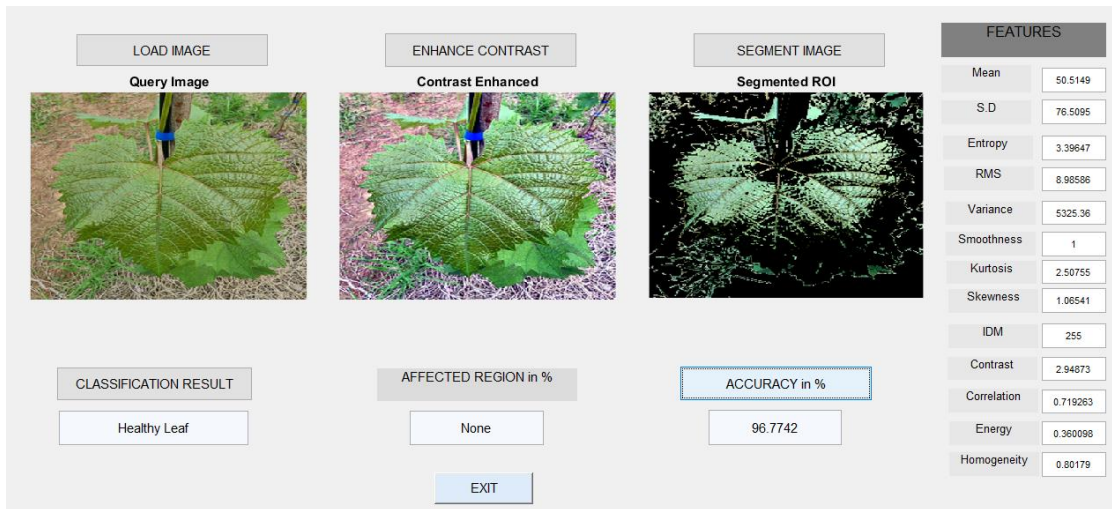
CLASSIFICATION RESULT AFFECTED REGION in % ACCURACY in %

Anthracnose 52.4348 98.3871

EXIT

FEATURES	
Mean	119.348
S.D	108.345
Entropy	4.91808
RMS	11.7335
Variance	7227.83
Smoothness	1
Kurtosis	1.18896
Skewness	-0.0547365
IDM	255
Contrast	0.560309
Correlation	0.971649
Energy	0.277141
Homogeneity	0.962976

ภาพประกอบ 51 ตัวอย่างการวินิจฉัยใบองุ่นที่เป็นโรคแอนแทรกโนส (Anthracnose)



ภาพประกอบ 52 ตัวอย่างการวินิจฉัยใบองุ่นที่ใบไม่มีโรค (Healthy Leaf)

$$\left\{ X_{Rust} = \begin{bmatrix} \text{Database of} \\ \text{texture feature} \\ \text{statistics-based} \end{bmatrix}, Y_{Rust} = \text{Type 1} \right\}$$

$$\left\{ X_{Anthracnose} = \begin{bmatrix} \text{Database of} \\ \text{texture feature} \\ \text{statistics-based} \end{bmatrix}, Y_{Anthracnose} = \text{Type 2} \right\}$$

$$\left\{ X_{Downy\ mildew} = \begin{bmatrix} \text{Database of} \\ \text{texture feature} \\ \text{statistics-based} \end{bmatrix}, Y_{Downy\ mildew} = \text{Type 3} \right\}$$

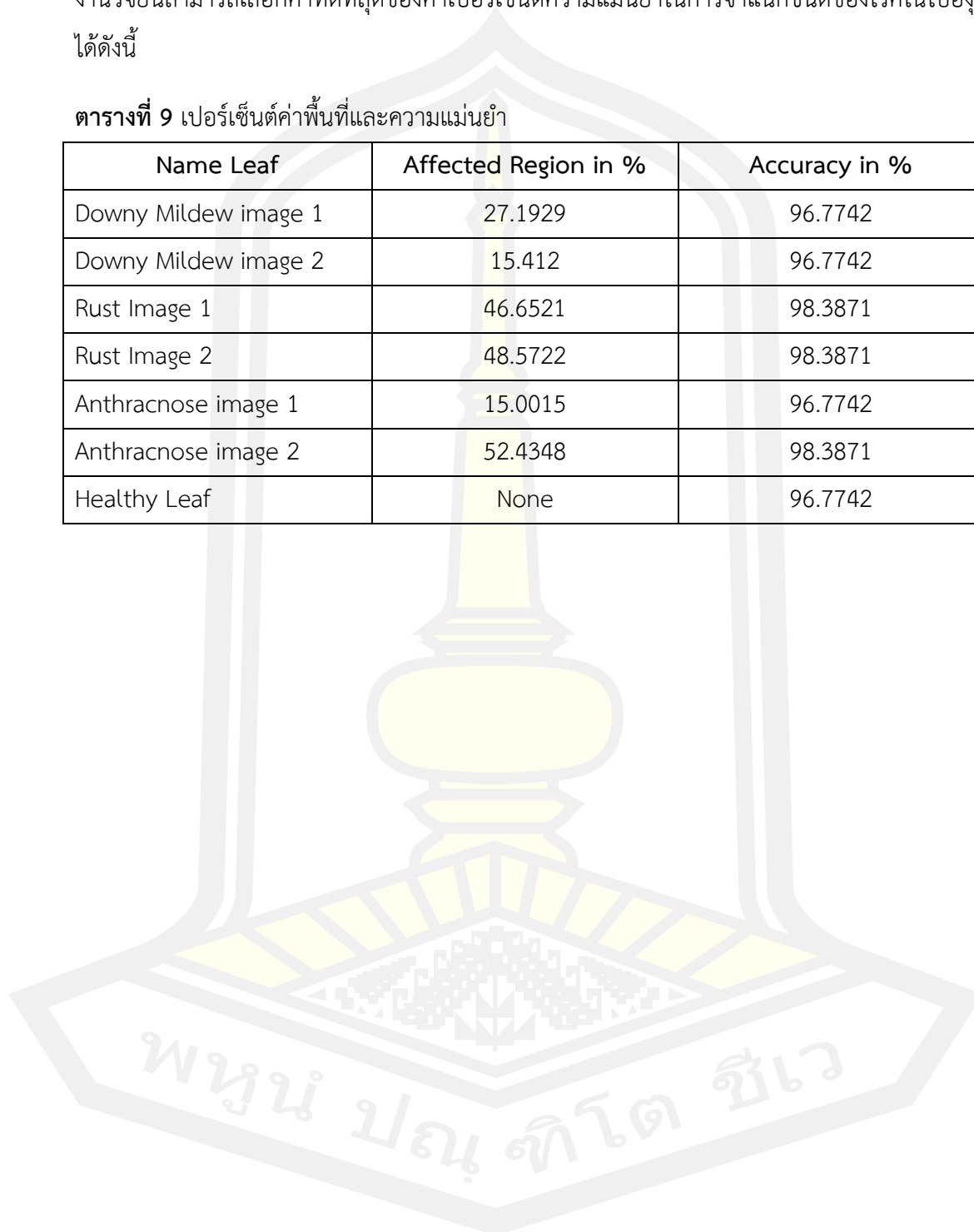
$$\left\{ X_{No\ disease} = \begin{bmatrix} \text{Database of} \\ \text{texture feature} \\ \text{statistics-based} \end{bmatrix}, Y_{No\ disease} = \text{Type 4} \right\}$$

(4.1)

จากสมการที่ (4.1) จะได้ผลวิเคราะห์ผลการวิจัยข้างต้นเพื่อจำแนกชนิดของโรคและสำหรับงานวิจัยนี้สามารถเลือกค่าที่ดีที่สุดของค่าเปอร์เซ็นต์ความแม่นยำในการจำแนกชนิดของโรคในใบองุ่นได้ดังนี้

ตารางที่ 9 เปอร์เซ็นต์ค่าพื้นที่และความแม่นยำ

Name Leaf	Affected Region in %	Accuracy in %
Downy Mildew image 1	27.1929	96.7742
Downy Mildew image 2	15.412	96.7742
Rust Image 1	46.6521	98.3871
Rust Image 2	48.5722	98.3871
Anthracnose image 1	15.0015	96.7742
Anthracnose image 2	52.4348	98.3871
Healthy Leaf	None	96.7742



บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผล

5.1 สรุป

งานวิจัยวิทยานิพนธ์นี้ได้ดำเนินการศึกษาและพัฒนาระบบการวินิจฉัยโรคใบพืชจากภาพสีโดยใช้ใบองุ่นเป็นพืชตัวอย่าง เพื่อให้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในระบบเกษตรกรรมยุคใหม่ ซึ่งมีประโยชน์ต่อเกษตรกรในการช่วยเหลืองานด้านเกษตรกรรม ประกอบด้วย การสกัดภาพลักษณะปรากฏที่ปรากฏของโรคออกจากใบองุ่น การวิเคราะห์คุณลักษณะเด่นของโรคในใบองุ่น และการจำแนกของโรคในใบองุ่น การดำเนินงานวิจัยวิทยานิพนธ์ดังกล่าวสำเร็จลุล่วงตามวัตถุประสงค์ โดยสามารถสรุปผลการศึกษาวิจัยและพัฒนาทางด้านวิศวกรรมได้ดังนี้

บทที่ 1 กล่าวถึงความสำคัญของปัญหา วัตถุประสงค์ ข้อตกลงเบื้องต้น ขอบเขตการวิจัย ความสำคัญของการวิจัย

บทที่ 2 กล่าวถึงการปรีทัศน์วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่าการวินิจฉัยโรคใบพืชจากภาพสีนั้น สามารถแบ่งแนวคิดในการวินิจฉัยโรคใบพืชได้สองทาง คือ แนวความคิดการวินิจฉัยโรคพืชการประมวลผลภาพจากสีหรือค่าสีของโรคที่เกิดขึ้น และแนวความคิดการวินิจฉัยโรคใบพืชจากการวิเคราะห์ รูปร่างและลักษณะพื้นผิวของโรคพืช ในงานวิจัยนี้ดำเนินการวินิจฉัยโรคใบพืชจากภาพสีในสถานที่จริงในไร่ โดยการวินิจฉัยโรคใบพืช มุ่งเน้นตามแนวความคิดหลักด้านการวิเคราะห์รูปร่างและลักษณะพื้นผิว

บทที่ 3 แสดงถึงรายละเอียดของขั้นตอนดำเนินงานวิจัย การเตรียมภาพถ่ายโดยใช้การประมวลผลภาพเชิงดิจิทัล เพื่อพัฒนาระบบจำลองคอมพิวเตอร์เพื่อช่วยในการระบุรอยแผลในใบองุ่น และการระบุรอยแผลในใบองุ่นเบื้องต้นแบบอัตโนมัติ

บทที่ 4 แสดงถึงรายละเอียดของผลการวิจัยและอภิปรายและผลลัพธ์ที่ได้ดังนี้

พหุบัณฑิต ชีวะ

ตารางที่ 10 ผลลัพธ์ของการระบุโรคใบองุ่น

Name Leaf	Affected Region in %	Accuracy in %
Downy Mildew image 1	27.1929	96.7742
Downy Mildew image 2	15.412	96.7742
Rust Image 1	46.6521	98.3871
Rust Image 2	48.5722	98.3871
Anthracoese image 1	15.0015	96.7742
Anthracoese image 2	52.4348	98.3871
Healthy Leaf	None	96.7742

ตารางที่ 11 เปรียบเทียบผลลัพธ์การระบุโรคใบองุ่นของงานวิจัยก่อนหน้า

ผู้วิจัย	ประเภทของพืช	ความแม่นยำ
El-Helly, et al (2003)	ใบแตงกว่า	88%
Pydipati, et al (2006)	ใบพืชตระกูลส้ม	89.6%
Huang (2007)	ใบกล้วยไม้	95%
อาทิตย์ ศรีแก้ว และคณะ	ใบองุ่น	91.53%
งานวิจัยนี้	ใบองุ่น	97.47%

บรรณานุกรม



- [1] กรรณิกา เพ็ญนพัตร์, วิรัช ชูbarung และอุบล คีอประโศก. (2533) โรคเชื้อราขององุ่นที่พบใหม่ วารสารกสิกร. 63(5) : 444-447.
- [2] กรมการส่งเสริมการเกษตร. (2542). การปลูกองุ่น. พิมพ์ครั้งที่ 4. โรงพิมพ์สำนักข่าวพาณิชย์. กรุงเทพฯ.: 23 น.
- [3] เตือนใจ กาหลง, สุชาติ วิจิตรานนท์และแสงมณี ชิงดวง. (2545). โรคไม้ผล. สมาคมสำนักโรคพืชแห่งประเทศไทย.: 60-71.
- [4] Chaowalit Khitthuk, Arhit Srikaew, Kitti Attakitmongcol and Prayoth Kumsawat., Plant leaf disease diagnosis from color imagery using co-occurrence matrix and artificial intelligence system. The 6 the International Electrical Engineering Congress (IEECON2018), power & energy, communications, electronics & control, digital signal processing, and computer & IT, Krabi, Thailand, March 7-9, 2018.
- [5] Srikaew, (2009). Computational Intelligence. Suranaree University of Technology.
- [6] Meunkaewjinda, P. Kumsawat, K. Attakitmongcol, and A. Srikaew, Grape leaf disease detection from color imagery using hybrid intelligent system, International Conference on ElectricalEngineering/Electronics,Computer, Telecommunications and Information Technology, pages 513-516, vol.1, Krabi, Thailand, May, 2008
- [7] Dounghatom, P. Kumsawat, K. Attakitmongcol. and A. Srikaew. (2 0 0 8). “Modified Self Organizing Map for Optical Flow Clustering System”. Proceedings of the 7th WSEAS International Conference on Signal. Speech and Image Processing, Beijing, pp. 554- 630.
- [8] Janta, P. Kumsawat, K. Attakitmongcol. and A. Srikaew. (2008). “A Pedestrian Detection System using Color Symmetry Phase”. Proceedings of the 2008 Electrical Engineering/Electronics, Computer, Telecommunications, and Information Technology (ECTI) International Conference, vol.1, pp. 437-440, Krabi, Thailand, May 14-17.

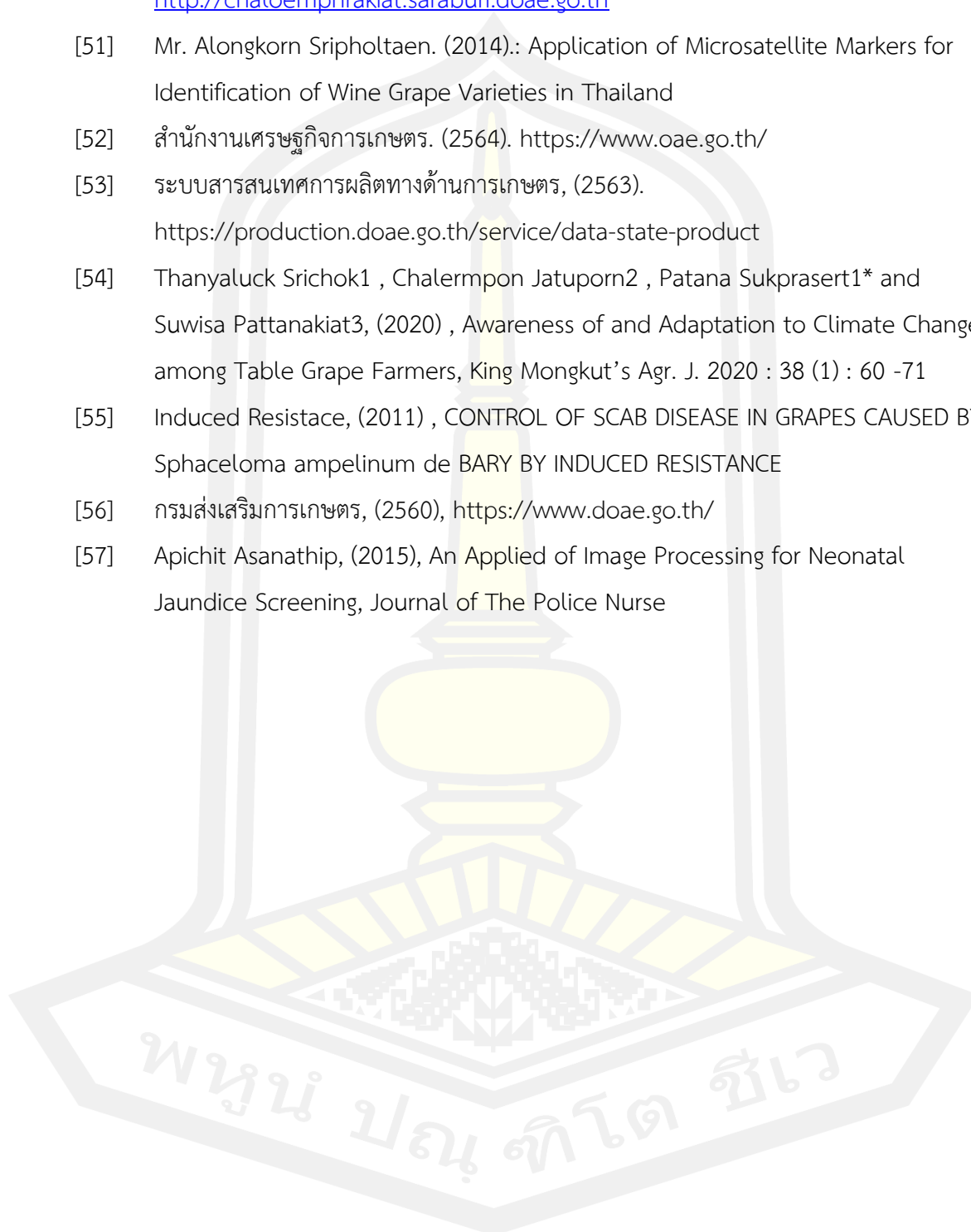
- [9] Srikaew, P. Kumsawat, K. Attakitmongcol. and T. Somoon. (2012). "Automatic Vision-based Steering Control System using Radial Basis Function Neural Network". International Conference on Engineering, Applied Sciences, and Technology, Bangkok Thailand. Nov 21-24.: 195-200.
- [10] Perez A J., Lopez F., Benlloch J V and Christensen S. (2000). Colour and shape analysis techniques for weed detection in cereal fields. Computers and Electronics in Agriculture. 25: 197- 2112.
- [11] M.Y.Mashor R.Hassan, Leukaemia Screening Based on Fuzzy ARTMAP and Simplified Fuzzy ARTMAP Neural Networks, 2012 IEEE EMBS International Conference on Biomedical Engineering and Sciences, Langkawi, 17-19 December 2012.
- [12] Dae Gwan Kim, Thomas F. Burks, Jianwei Qin, Duke M. Bulanon (2009). Classification of grapefruit peels diseases using color texture feature analysis. Int.Journal of agriculture and biological engineering, vol. 2, University of Florida, Gainesville, FL 32611-0570, USA.
- [13] R. Pydipati, T.F. Burks, W.S. Lee (2006), Identification of citrus disease using color texture features and discriminant analysis. Science Direct, University of Florida, 225 Frazier Rogers Hall, Gainesville, United States.
- [14] Meenakshi M. Pawar, Sanmam Bhusari, Akshay Gundewar, Identification of Infected Pomegranates using Color Texture Feature Analysis, International Journal of Computer Applications (0975 – 8887), Volume 43– No.22, April 2012.
- [15] M. El-Helly, H. Onsi, A. Rafea, and S. El-Gammal, Detecting Leaf Spots in Cucumber Crop Using Fuzzy Clustering Algorithm, presented at the Eleventh International Conference for Artificial Intelligence Applications (ICAIA), Cairo, 2003.
- [16] Pydipati R., Burks T.F. and Lee W.S. (2006). Identification of citrus disease using color texture features and discriminant analysis. Computer and Electronics in Agriculture. 52: 49-59

- [17] Smita Naikwadi, Niket Amoda, Advances in Image Processing for Detection of Plant Diseases, International Journal of Application or Innovation in Engineering & Management (IJAEM), Volume 2, Issue 11, November 2013.
- [18] R. M. Haralick, K. Shanmugam, and I. Dinstein, Textural Features of Image Classification, IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics, vol. SMC-3, no. 6, Nov. 1973.
- [19] L. Soh and C. Tsatsoulis, Texture Analysis of SAR Sea Ice Imagery Using Gray Level Co Occurrence Matrices, IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, vol. 37, no. 2, March 1999.
- [20] D A. Clausi, Ananalysis of co-occurrence texture statistics as a function of grey level quantization, Can. J. Remote Sensing, vol. 28, no.1, pp. 45-62, 2002.
- [21] Alaa Eleyan, Hasan Demirel, Co-occurrence matrix and its statistical features as a new approach for face recognition, Turk J Elec Eng & Comp Sci, Vol.19, No.1, 2011.
- [22] Gonzalez, R. and Woods, R. (2001). Digital image processing. Prentice-Hall : Addison Wesley
- [23] อาทิตย์ ศรี แก้ว. (2546). ปัญญาประดิษฐ์ สำหรับวิศวกร. สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.
- [24] Aitkenhead, M. J., Dalgetty, I. A., Mullins, C. E., McDonald A. J. S. and Strachan N. J. C. (2003). Weed and crop discrimination using image analysis and artificial intelligence methods. Computers and Electronics in Agriculture. 39: 157-171.
- [25] Bhanu, B, Lee, S, Ming, J. (1995). Adaptive image segmentation using a genetic algorithm. IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics. 12: 1543–1567.
- [26] Calvert, D. and Stacey, D. (1992). The effects of segmentation on back-propagation network. International Joint Conference on Neural Networks. 1: 907-913.
- [27] Christine M. Onyango and J.A. Marchant. (2003). Segmentation of row crop plants from weeds using colour and morphology. Computers and Electronics in Agriculture. 39: 141-155.

- [28] Ching-Yi Chen and Fun Ye. (2004). Particle swarm optimization algorithm and its application to clustering analysis. IEEE International Conference on Networking, Sensing and Control. 2: 789-794.
- [29] Dimitrios Moshou, Els Vrindts, Bart De Ketelaere, Josse De Baerdemaeker and Herman Ramon. (2001). A neural network based plant classifier. Computer and Electronics in Agriculture. 31: 5-16.
- [30] Gabor D. (1946). Theory of communication. Journal of the Institute of Electrical Engineer. 93: 429- 549.
- [31] García-Pérez L., Marchant J., Hague T., García-Alegre M.C.. (2000). Fuzzy Decision System for Threshold Selection to Cluster Cauliflower Plant Blobs from Field Visual Images. SPIE 2000 jul.: 23-28.
- [32] Gonzalez, R. and Woods, R. (2001). Digital image processing. Prentice-Hall : Addison Wesley Gunn S. (1998) Support Vector Machines for Classification and Regression. Image Speech & Intelligent Systems Research Group. University of Southampton.: 1-98
- [33] Guo Dong and Ming Xie. (2005). Color clustering and learning for image segmentation based on neural network. IEEE Transactions Neural Network.16: 925-936.
- [34] Hemming J. and Rath T. (2002). Image Processing for Plant Determination Using the Hough Transform and Clustering Methods. European journal of Horticultural science.72.
- [35] Hongwen Yan. and Rui Ma. (2006). Design A Novel Neural Network Clustering Algorithm Based on PSO and Application. The 6th World Congress on Intelligent Control and Automation. 2: 6015-6018.
- [36] Huynh-Thu, Q., Meguro, M. and Kaneko, M. (2002). Skin-color extraction in images with complex background and varying illumination. Proceedings of the IEEE 2002 on Applications of Computer Vision.: 280–285.
- [37] Kennedy, J. and Eberhart, R.C. (1995). Particle Swarm Optimization. Proceedind of IEEE International. Conference on. Neural Networks. 5: 1942–1948.

- [38] Kennedy, J. (1998). The behavior of particles. *Evolutionary Programming VII: Proceedings of the Seventh Annual Conference on Evolutionary Programming.*:581-589.
- [39] Kohonen T. (1989). *Self-Organization and Associative Memory*. Springer-Verlag,Berlin
- [40] Kohonen T. (1990). The self-organization map. *Pro IEEE*. 78: 1464-1480.
- [41] Kudova, Petra. (2007). Clustering Genetic Algorithm. *International Conference on Database and Expert Systems Applications.*:138-142.
- [42] Kulikowski J. J. and Bishop P. O. (1981). Fourier Analysis and Spatial Representation in the Visual Corte. *Experiential*. 24: 160-163
- [43] Kuo-Yi Huang. (2007). Application of artificial neural network for detecting Phalaenopsis seedling diseases using color and texture feature. *Computer and Electronics in Agriculture*. 57: 3-11.
- [44] Lei F. Tian and David C. Slaughter, (1998). Environmentally adaptive segmentation algorithm for outdoor image segmentation. *Computers and Electronics in Agriculture*. 21: 153.
- [45] Liu C and Wechsler H, (2002). Gabor feature based classification using the enhanced fisher discriminant model for face recognition. *IEEE Transactions on image processing*. 11:467-476.
- [46] Liu Yajing, Yang Fan, Yang Ruixia, Jia Kejin and Zhang Hongtao. (2007). Research on segmentation of weed images based on computer vision. *Journal of Electronics (China)*. 24: 285-288.
- [47] Malyszko, Dariusz and Wierzchon, Slawomir T. (2007). Standard and Genetic k-means Clustering Techniques in Image Segmentation. *The 6th International Computer Information Systems and Industrial Management Applications.*: 299-304.
- [48] Maurice Clerc and James Kennedy. (2002). The particle swarm – explosion, stability, and convergence in a multidimensional complex space. *IEEE Transactions on Evolution Computation*. 1: 58– 73
- [49] Mayoraz E. and Alpaydm E. (1998). Support vector machines for multi-class classification. In: *IDIAP Research Report*.

- [50] สำนักงานเกษตรอำเภอเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดสระบุรี. (2560).
<http://chaloemphrakiat.saraburi.doae.go.th>
- [51] Mr. Alongkorn Sripholtaen. (2014).: Application of Microsatellite Markers for Identification of Wine Grape Varieties in Thailand
- [52] สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. (2564). <https://www.oae.go.th/>
- [53] ระบบสารสนเทศการผลิตทางด้านการเกษตร, (2563).
<https://production.doae.go.th/service/data-state-product>
- [54] Thanyaluck Srichok¹ , Chalermpon Jatuporn² , Patana Sukprasert^{1*} and Suwisa Pattanakiat³, (2020) , Awareness of and Adaptation to Climate Change among Table Grape Farmers, King Mongkut's Agr. J. 2020 : 38 (1) : 60 -71
- [55] Induced Resistace, (2011) , CONTROL OF SCAB DISEASE IN GRAPES CAUSED BY Sphaceloma ampelinum de BARY BY INDUCED RESISTANCE
- [56] กรมส่งเสริมการเกษตร, (2560), <https://www.doae.go.th/>
- [57] Apichit Asanathip, (2015), An Applied of Image Processing for Neonatal Jaundice Screening, Journal of The Police Nurse



ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นายอภิเชษฐ์ ชัยมณี
วันเกิด	วันที่ 9 เดือน กรกฎาคม พ.ศ.2538
สถานที่เกิด	จังหวัด อุตรธานี
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	137/10 บ.ดอนยาง ม.16 ต.ศิลา อ.เมืองขอนแก่น จ.ขอนแก่น 40000
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2553 มัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนมหาไถ่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พ.ศ. 2556 ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) สาขาคอมพิวเตอร์กราฟิก วิทยาลัยอาชีวศึกษาขอนแก่น พ.ศ. 2558 ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) สาขาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ วิทยาลัยอาชีวศึกษาขอนแก่น พ.ศ. 2561 ปริญญาบริหารธุรกิจบัณฑิต (บธ.บ.) สาขาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม จังหวัดมหาสารคาม พ.ศ. 2565 วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วศ.ม.) วิศวกรรมไฟฟ้าและ คอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

พูนุ ปลูก ทัต ชีเว