



รายงานการวิจัย

การจำแนกโรคพืชที่ปรากฏทางใบมะนาวด้วยวิธีการประมวลผลภาพ
บนสมาร์ตโฟน ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์
Identification of Lime Leaf Diseases with Image Processing
Method on Android Smartphone

นศพร ธรรมโชติ	Nasaporn Thammachot
ชัยสิทธิ์ ปรีชา	Chaiyasit Preecha
ปิติพัฒน์ บุตรโคตร	Pitipat Butkote

คณะเกษตรศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
งบประมาณเงินรายได้ ประจำปี พ.ศ. 2563

การจำแนกโรคพืชที่ปรากฏทางใบมะนาวด้วยวิธีการประมวลผลภาพบนสมาร์ตโฟน
ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์
นศพร ธรรมโชติ ชัยสิทธิ์ ปรีชา และปิณฑน์ บุตรโคตร

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาอัลกอริทึมสำหรับการจำแนกโรคที่ปรากฏอาการทางใบของมะนาวด้วยการประมวลผลภาพ และสร้างแอปพลิเคชันที่ใช้บนสมาร์ตโฟน ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ โดยมีการดำเนินงานเริ่มจาก 1) เก็บข้อมูลภาพโรคพืชที่ปรากฏทางใบมะนาวในพื้นที่เป้าหมายจังหวัดนครศรีธรรมราช จำแนกภาพตามกลุ่มโรคโดยผู้เชี่ยวชาญทางด้านโรคพืช 2) พัฒนาอัลกอริทึมจากชุดคำสั่งของ TensorFlow Framework ซึ่งเป็น open source library ของ Google โดยใช้โครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชันโครงสร้าง Inception-v3 โดยกำหนดจำนวนภาพสำหรับการฝึกต่อการทดสอบเป็น 80:20 โดยทำการฝึกจำนวน 120 รอบ และกำหนดเอาต์พุตเท่ากับจำนวนโรคเท่ากับ 6 โรค 3) สร้างแอปพลิเคชันสมาร์ตโฟนในระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ โดยใช้ Android Studio software สำหรับการใช้งาน ซึ่งจะเป็นไฟล์นามสกุล .apk 4) ทดสอบแอปพลิเคชันบนสมาร์ตโฟน เพื่อหาค่าความแม่นยำและความผิดพลาดในการจำแนกจากตัวอย่างภาพใหม่ 50 ภาพต่อโรค ผลลัพธ์การทดสอบใช้งานแอปพลิเคชันที่สร้างขึ้นมีความถูกต้องมากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ ทุกโรค ซึ่งจะเห็นได้ว่าอัลกอริทึมที่พัฒนาขึ้นง่ายต่อการปรับปรุงโดยเพิ่มจำนวนภาพ หรือโรคที่ค้นพบใหม่ แอปพลิเคชันนี้จะเป็นประโยชน์แก่เกษตรกรผู้ปลูกมะนาว

คำสำคัญ: มะนาว โรคทางใบมะนาว การประมวลผลภาพ แอปพลิเคชันบนสมาร์ตโฟน

Identification of Lime Leaf Diseases with Image Processing Method on Android Smartphone

Nasaporn Thammachot Chaiyasit Preecha and Pitipat Butkote

Abstract

The objectives of this research were to develop an algorithm for identifying lime leaf disease by using image processing and to create an application used on smartphones Android operating system. The methodology began from 1) collected lime leaf diseases images in the target area at Nakhon Si Thammarat province. The images obtained first went through disease classify by plant disease experts; 2) developed an algorithm from the instruction set of TensorFlow Framework, Google's open source library, using the Inception-v3 structure of Convolutional Neural Network, set the number of images for training per testing to 80: 20 with 120 epochs of training and set 6 diseases to be outputs; 3) created a smartphone application in Android operating system by using Android Studio software for usage and will get .apk file; 4) tested the application on the smartphone to determine the accuracy and error of classification from a new sample of 50 lime leaf disease images. It can be seen that the developed algorithm is feasible improvement by as more the number of the images or newly detected diseases. This application is very useful for lime agriculturists.

Keywords: lime, lime leaf diseases, image processing, smart phone applications



กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย งบประมาณเงินรายได้ ประจำปี พ.ศ. 2563 เป็นงานวิจัย การจำแนกโรคพืชที่ปรากฏทางใบมะนาว ด้วยวิธีการประมวลผลภาพบนสมาร์ทโฟน ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัยที่ได้ให้การสนับสนุนทุนในการทำวิจัยนี้ ขอขอบคุณผู้ร่วมวิจัยที่อุทิศกำลังกายและกำลังใจช่วยในการวิจัยครั้งนี้ลุล่วงด้วยดี ตลอดจนครอบครัว และผองเพื่อนที่ให้ความห่วงใย เป็นกำลังใจให้เสมอมา ประโยชน์อันใดที่เกิดจากงานวิจัยนี้ย่อมเป็น ผลมาจากความกรุณาของท่านและหน่วยงาน ผู้วิจัยจึงใคร่ขอขอบพระคุณมา ณ โอกาส นี้

คณะผู้วิจัย

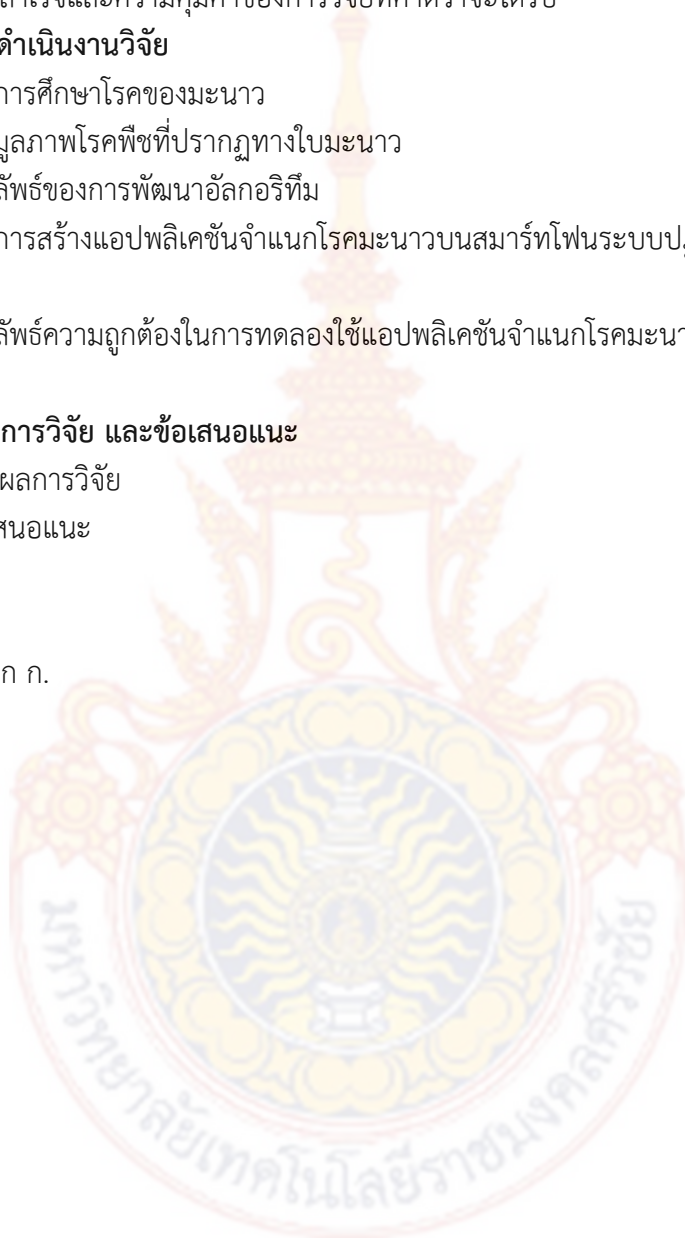


สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ช
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย	2
1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย	2
1.4 กรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย	2
1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 มะนาว	3
2.2 โรคและแมลงศัตรูของมะนาว	3
2.3 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการประมวลผลภาพดิจิทัล	7
2.4 การเรียนรู้ของเครื่องจักร	9
2.5 โครงข่ายแบบคอนโวลูชัน	9
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	13
บทที่ 3 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย	14
3.1 ศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้อง	14
3.2 จัดหาวัสดุ อุปกรณ์ และสถานที่เก็บข้อมูล	14
3.3 เก็บข้อมูลภาพโรคพืชที่ปรากฏทางใบมะนาว	14
3.4 พัฒนาอัลกอริทึมสำหรับการจำแนกโรคพืช	14
3.5 สร้างแอปพลิเคชันบนสมาร์ตโฟน	15
3.6 ทดสอบแอปพลิเคชันบนสมาร์ตโฟน	15
3.7 ปรับปรุงและประเมินแอปพลิเคชันที่ปรับปรุง	15
3.8 เผยแพร่แอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้น	15
3.9 ถ่ายทอดผลผลิตสู่เกษตรกรผู้ปลูกมะนาวและหาค่าความพึงพอใจ	15
3.10 สรุปผล และจัดทำรายงานฉบับสมบูรณ์	15

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.11 ระยะเวลาทำการวิจัย และแผนการดำเนินงานตลอดโครงการวิจัย	15
3.12 แผนการดำเนินงานตลอดโครงการวิจัย	15
3.13 ผลสำเร็จและความคุ้มค่าของการวิจัยที่คาดว่าจะได้รับ	16
บทที่ 4 ผลการดำเนินงานวิจัย	17
4.1 ผลการศึกษาโรคของมะนาว	17
4.2 ข้อมูลภาพโรคพืชที่ปรากฏทางใบมะนาว	18
4.3 ผลลัพธ์ของการพัฒนาอัลกอริทึม	20
4.4 ผลการสร้างแอปพลิเคชันจำแนกโรคมะนาวบนสมาร์ตโฟนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์	22
4.5 ผลลัพธ์ความถูกต้องในการทดลองใช้แอปพลิเคชันจำแนกโรคมะนาวที่พัฒนาขึ้น	23
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ	24
5.1 สรุปผลการวิจัย	24
5.2 ข้อเสนอแนะ	24
บรรณานุกรม	25
ภาคผนวก	28
ภาคผนวก ก.	29
ประวัติผู้วิจัย	32



สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1.1 : ข้อมูลการปลูกและผลผลิตมะนาวในปี 2559	1
ตารางที่ 4.1 : ผลการทดลองใช้แอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้นในการจำแนกโรคมะนาว	23

สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 2.1 : ผลเกิดจากไรแดง	3
ภาพที่ 2.2 : ผลเกิดจากเพลี้ยไฟ	4
ภาพที่ 2.3 : ผลเกิดจากเพลี้ยไก่แจ้	4
ภาพที่ 2.4 : ผลเกิดจากหนอนชอนใบ	5
ภาพที่ 2.5 : ผลเกิดจากหนอนชอนใบ	5
ภาพที่ 2.6 : ผลเกิดจากหนอนประกบใบ	6
ภาพที่ 2.7 : ผลเกิดจากโรคแคงเกอร์	6
ภาพที่ 2.8 : ผลเกิดจากราดำ	7
ภาพที่ 2.9 : โครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน	10
ภาพที่ 2.10: ชั้นคอนโวลูชัน และการคำนวณในชั้นคอนโวลูชัน	10
ภาพที่ 2.11: การคำนวณ Max Pooling กับ 2x2 เคอร์เนลและเลื่อนครั้งละ 2 พิกเซล	11
ภาพที่ 2.12 เครื่องข่ายขนาดเล็กแทนที่ 5 x 5 คอนโวลูชัน	11
ภาพที่ 2.13 โมดูล Inception ขณะที่แต่ละ 5 x 5 คอนโวลูชันถูกแทนที่ด้วย 3 x 3 คอนโวลูชัน 2 ครั้ง	12
ภาพที่ 2.14 การแยกตัวประกอบเป็นคอนโวลูชันไม่สมมาตร	12
ภาพที่ 2.15 โมดูล Inception หลังจากการแยกตัวประกอบของ n x n คอนโวลูชัน	13
ภาพที่ 4.1 : ตัวอย่างโรคแคงเกอร์	19
ภาพที่ 4.2 : ตัวอย่างโรคใบแก้ว	19
ภาพที่ 4.3 : ตัวอย่างโรคจุดสาหร่ายหรือจุดสนิม	19
ภาพที่ 4.4 : ตัวอย่างโรคทริสเทซ่า	19
ภาพที่ 4.5 : ตัวอย่างโรคใบเปื้อนน้ำหมาก	20
ภาพที่ 4.6 : ตัวอย่างโรคราดำ	20
ภาพที่ 4.7 : โมเดลการพัฒนาอัลกอริทึมสำหรับการจำแนกโรคที่ปรากฏทางใบมะนาว	21
ภาพที่ 4.8 กราฟแสดงความแม่นยำในการฝึกและตรวจสอบของอัลกอริทึม	21
ภาพที่ 4.9 กราฟแสดงค่าความผิดพลาดในการฝึกและตรวจสอบของอัลกอริทึม	21
ภาพที่ 4.10 ไอคอลลแอปพลิเคชัน	22
ภาพที่ 4.11 การใช้งานแอปพลิเคชัน	22

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

แนวโน้มที่เพิ่มสูงขึ้นของผู้ป่วยโรคมะเร็ง ส่วนใหญ่เป็นผลมาจากการบริโภค ซึ่งปัจจุบัน ผู้บริโภคนิยมบริโภคพืชผลทางการเกษตรเพิ่มขึ้นเพื่อสุขภาพ แต่ก็หลีกเลี่ยงไม่ได้ที่จะเผชิญกับ ผลผลิตทางการเกษตรเข้าไปด้วย สาเหตุหลักมาจากเกษตรกรใช้วิธีการแก้ปัญหาโรคพืชด้วยความเคยชิน และตามบรรพบุรุษที่เคยทำมา การใช้สารเคมีจึงเป็นทางเลือกแรกที่เกษตรกรใช้ และเมื่อไม่ทราบสาเหตุของโรคที่แท้จริงจึงทำให้ปริมาณที่ใช้สารเคมีมากตามไปด้วย โรคพืชแต่ละชนิดแตกต่างกัน และปรากฏอาการออกมาให้เห็นแตกต่างกัน เช่นปรากฏทางใบ กิ่ง หรือผล หากเกษตรกรทราบว่าพืชผลที่ปลูกเป็นโรคอะไร ก็สามารถแก้ไขได้ถูกวิธีและใช้สารเคมีไม่มากเกินไปจนความจำเป็นที่พืชต้องการด้วยเทคโนโลยีในปัจจุบันทันสมัยมากขึ้น และเติบโตอย่างรวดเร็ว จนทำให้คนทุกช่วงอายุ และทุกอาชีพมีสมาร์ตโฟนใช้เกือบทุกคน ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงเห็นความสำคัญของการนำเทคโนโลยีมาใช้ในการเกษตร โดยการพัฒนาแอปพลิเคชันบนสมาร์ตโฟนสำหรับจำแนกโรคที่ปรากฏทางใบ ซึ่งในงานนี้คณะผู้วิจัยจะเลือกมะนาว เนื่องจากเป็นพืชเศรษฐกิจของประเทศ ที่มีการปลูกเกือบทุกภาค ซึ่งในปีพ.ศ. 2559 มีปริมาณผลผลิต 145,952 ตัน (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2562) แสดงรายละเอียดดังตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 ข้อมูลการปลูกและผลผลิตมะนาวในปี 2559

	เนื้อที่ยืนต้น (ไร่)	เนื้อที่ให้ผลผลิต (ไร่)	ผลผลิต (ตัน)	ผลผลิตต่อพื้นที่ ให้ผล (กิโลกรัม)
ภาคเหนือ	27,835	26,865	36,278	1,350
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	1,347	1,159	283	244
ภาคกลาง	71,566	69,708	106,672	1,530
ภาคใต้	5,944	5,809	2,719	468
รวมทั้งประเทศ	106,692	103,541	145,952	3,592

ที่มา: สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2562

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

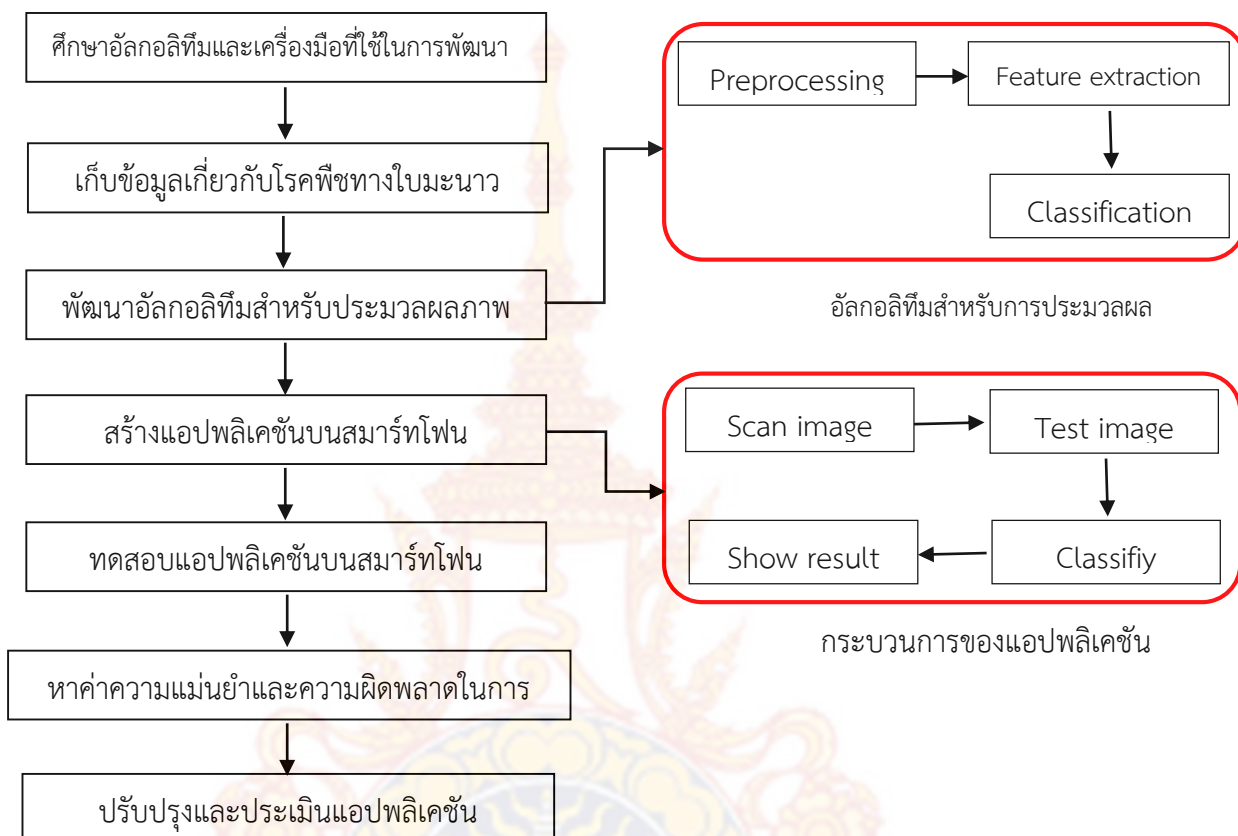
1.2.1 เพื่อพัฒนาอัลกอริทึมสำหรับการจำแนกโรคที่ปรากฏอาการทางใบของมะนาวด้วยการประมวลผลภาพ

1.2.2 เพื่อสร้างแอปพลิเคชันที่ใช้บนสมาร์ตโฟน ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย

- 1) สามารถใช้จำแนกโรคที่ปรากฏอาการทางใบของมะนาว
- 2) ใช้งานแอปพลิเคชันบนสมาร์ทโฟน ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ได้

1.4 กรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย



1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 ได้แอปพลิเคชันที่ใช้บนสมาร์ทโฟน ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ สามารถจำแนกโรคที่ปรากฏอาการทางใบของมะนาว

1.5.2 ถ่ายทอดเทคโนโลยีผ่านการบริการวิชาการ โดยให้ความรู้เรื่องโรคพืช แนะนำการใช้แอปพลิเคชัน พร้อมประเมินความพึงพอใจในการใช้แอปพลิเคชัน

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 มะนาว

มะนาว (อังกฤษ: lime) เป็นไม้ผลชนิดหนึ่ง ผลมีรสเปรี้ยวจัด จัดอยู่ในสกุล ส้ม (Citrus) ผลสีเขียว เมื่อสุกจัดจะเป็นสีเหลือง เปลือกบาง ภายในมีเนื้อแบ่งกลีบๆ ชุ่มน้ำมาก นับเป็นผลไม้ที่มีคุณค่า นิยมใช้เป็นเครื่องปรุงรส นอกจากนี้ยังถือว่ามีคุณค่าทางโภชนาการและการแพทย์ (วิกิพีเดีย, “มะนาว”)

พันธุ์ที่นิยมปลูกในประเทศไทย

- 1) มะนาวไข่ ผลกลม หัวท้ายยาว มีสีอ่อนคล้ายไข่เป็ด ขนาด 2-3 เมตร เปลือกบาง
- 2) มะนาวแป้น ผลใหญ่ ค่อนข้างกลมแป้น เปลือกบาง มีน้ำมาก นิยมใช้บริโภคมากกว่าพันธุ์อื่นๆ ในเชิงพาณิชย์จะปลูก มะนาวพันธุ์แป้นรำไพและพันธุ์แป้นดกพิเศษ สามารถบังคับให้ออกฤดูดูแลได้ง่าย
- 3) มะนาวหนัง ผลอ่อนกลมยาวหัวท้ายแหลม เมื่อโตเต็มทีผลจะมีลักษณะกลมค่อนข้างยาว มีเปลือกหนา ทำให้เก็บรักษาผลได้นาน
- 4) มะนาวทราย ทรงพุ่มสวยใช้เป็นไม้ประดับ ให้ผลตลอดปีแต่ไม่ค่อยนิยมบริโภค เพราะน้ำมีรสขมเจือปน

2.2 โรคและแมลงศัตรูของมะนาว

1) ไรแดง และไรสนิม โดยไรแดงจะเข้าทำลายดูดกินเนื้อเยื่อผิวใบ (ทำลายคลอโรฟิล) ตั้งแต่ระยะใบอ่อนทำให้ใบแก่ของมะนาวมีสีซีด ซึ่งมีผลกระทบต่อการสร้างอาหารของพืชส่วนไรสนิมดูดกินน้ำเลี้ยงบนผิวของผลมะนาวตั้งแต่ผลอ่อนทำให้ผิวของมะนาวมีสีคล้ายเกิดสนิมผลมะนาวจะแคระแกร็นหรือผิวของผลมะนาวกร้าน ไม่สวย ทำให้ไม่ได้ราคา ดังภาพที่ 2.1



ก)



ข)



ค)

ภาพที่ 2.1 ผลเกิดจากไรแดง ก) ไรแดงดูดกินเนื้อเยื่ออ่อนบนใบ ข) ใบมะนาวที่ถูกไรแดงทำลาย

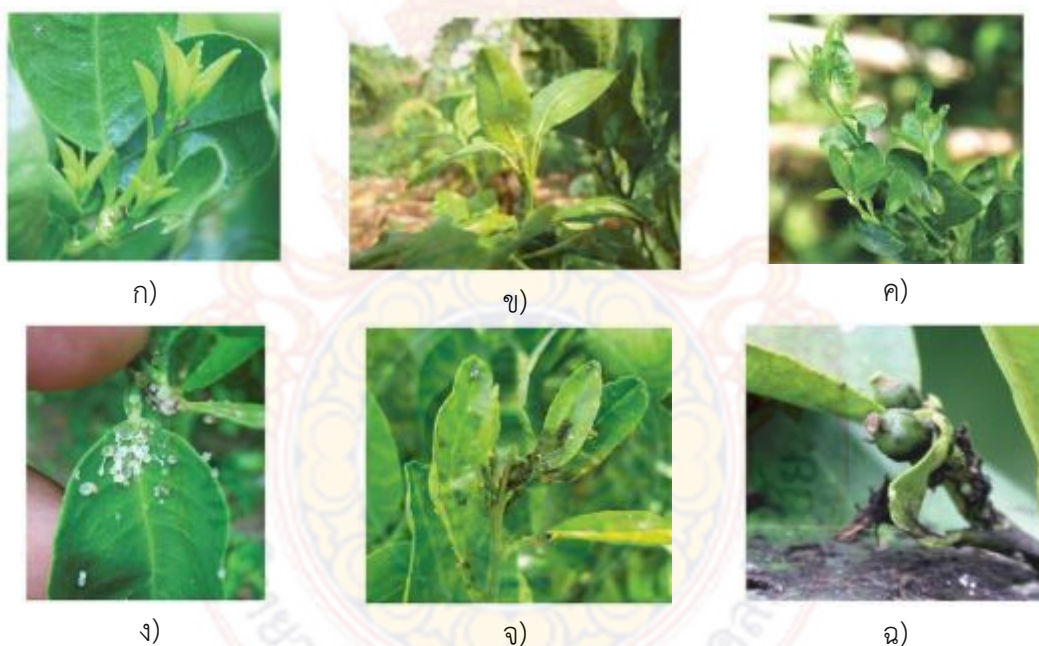
ค) ผลมะนาวที่ถูกไรแดงทำลาย (สุจินต์ จันทรสอาด, 2559)

2) เพลี้ยไฟ ทำให้ยอดอ่อนและใบอ่อนของมะนาวเสียหายรุนแรง เพลี้ยไฟดูดกินน้ำเลี้ยงบนยอดอ่อนทำให้ใบอ่อนหงิกงอ ยอดไม่เจริญเติบโตเพลี้ยไฟยังชอบเข้าทำลายบนดอกมะนาวและผลอ่อน ทำให้ดอกเสียหายหรือผลของมะนาวมีรอยแผล ผิวไม่สวย ขายไม่ได้ราคา ดังภาพที่ 2.2



ภาพที่ 2.2 ผลเกิดจากเพลิงไฟ ก) เพลิงไฟเข้าทำลายยอดอ่อน ข) เพลิงไฟเข้าทำลายดอกและผลอ่อน ค) ผลมะนาวที่ถูกทำลายโดยเพลิงไฟ (สุจินต์ จันทรสอาด, 2559)

3) เพลี้ยไก่อแจ้ เป็นแมลงปากดูดอีกชนิดหนึ่งที่เป็นศัตรูสำคัญในพืชตระกูลส้ม ตัวแก่และตัวอ่อนของเพลี้ยไก่อแจ้ชอบดูดกินน้ำเลี้ยงบนยอดอ่อน ใบอ่อน ทำให้ใบหงิกงอ ใบเสียรูปทรง นอกจากนี้ยังมีรายงานว่า เพลี้ยไก่อแจ้เป็นพาหะนำโรครินนิ่ง (โรคใบแก้ว) มูลขับถ่ายของเพลี้ยไก่อแจ้มีน้ำตาลเป็นสาเหตุของการเกิดราดำซึ่งทำให้ใบสกปรก มีผลกระทบต่อสารสังเคราะห์แสง (การสร้างอาหารของพืช) ดังภาพที่ 2.3



ภาพที่ 2.3 ผลเกิดจากเพลี้ยไก่อแจ้ ก) ตัวแก่ของเพลี้ยไก่อแจ้ ข) ตัวอ่อนของเพลี้ยไก่อแจ้ ค) ยอดอ่อนที่ถูกเพลี้ยไก่อแจ้ทำลาย ง) ไซ(waxy) ขับจากตัวเพลี้ยไก่อแจ้ จ) ราดำขึ้นบนมูลขับถ่ายของเพลี้ยไก่อแจ้ ฉ) ราดำขึ้นบนผลอ่อนที่มีมูลขับถ่ายของเพลี้ยไก่อแจ้ (สุจินต์ จันทรสอาด, 2559)

4) หนอนซอนใบ เป็นแมลงที่แม่ผีเสื้อวางไข่บนใบอ่อน หนอนที่ฟักออกจากไข่จะซอนใบได้ ผิวเนื้อเยื่อใบทำให้ใบอ่อนม้วน บิดงอ ยอดอ่อนชะงักการเจริญเติบโต และผลที่เกิดจากหนอนกัดแพะเป็นเหตุให้เชื้อแบคทีเรียที่เป็นสาเหตุโรคแคงเกอร์เข้าทำลายซ้ำ ดังนั้นการทำลายจากหนอนซอนใบ จึงมักเกิดคู่กับโรคแคงเกอร์ ดังภาพที่ 2.4



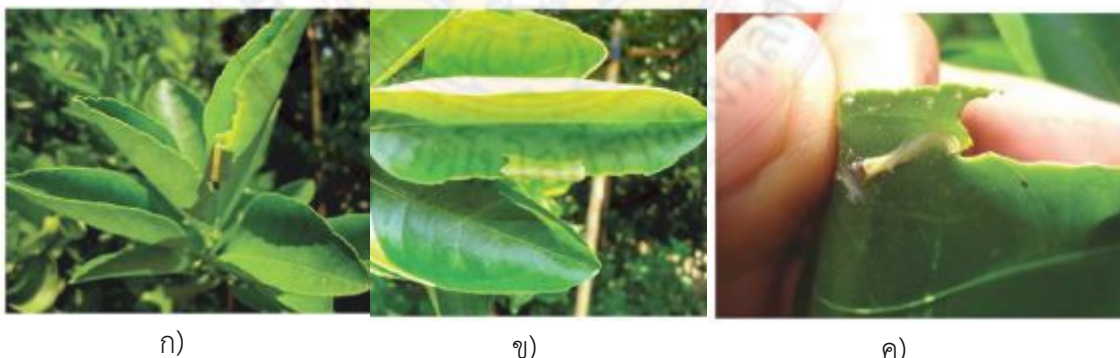
ภาพที่ 2.4 ผลเกิดจากหนอนซอนใบ
 ก) หนอนซอนใบ ข) ใบอ่อนที่หนอนซอนใบทำลาย ค) หนอนซอนใบที่เกิดบนผลอ่อน
 (สุจินต์ จันทรสอาด, 2559)

5) เพลี้ยแป้ง เป็นแมลงที่ดูดกินน้ำเลี้ยงบนพืชและมูลขับถ่ายมีน้ำตาล ซึ่งทำให้มีราดำเกิดขึ้นบนมูลขับถ่ายผลมะนาวตุสปรก ระหว่างการทดสอบพบเพียงแป้งไม่มาก แต่เมื่อมะนาวมีเพียงแป้งเข้าทำลายก็จะมีผลต่อราคาของผลผลิต การควบคุมเพลี้ยแป้งจะต้องทำในลักษณะป้องกันก่อนที่จะเห็นผงแป้งบนตัวเพลี้ยแป้ง เพราะผงแป้งจะสามารถป้องกันไม่ให้ตัวเพลี้ยแป้งโดนสารเคมี ภาพที่ 2.5



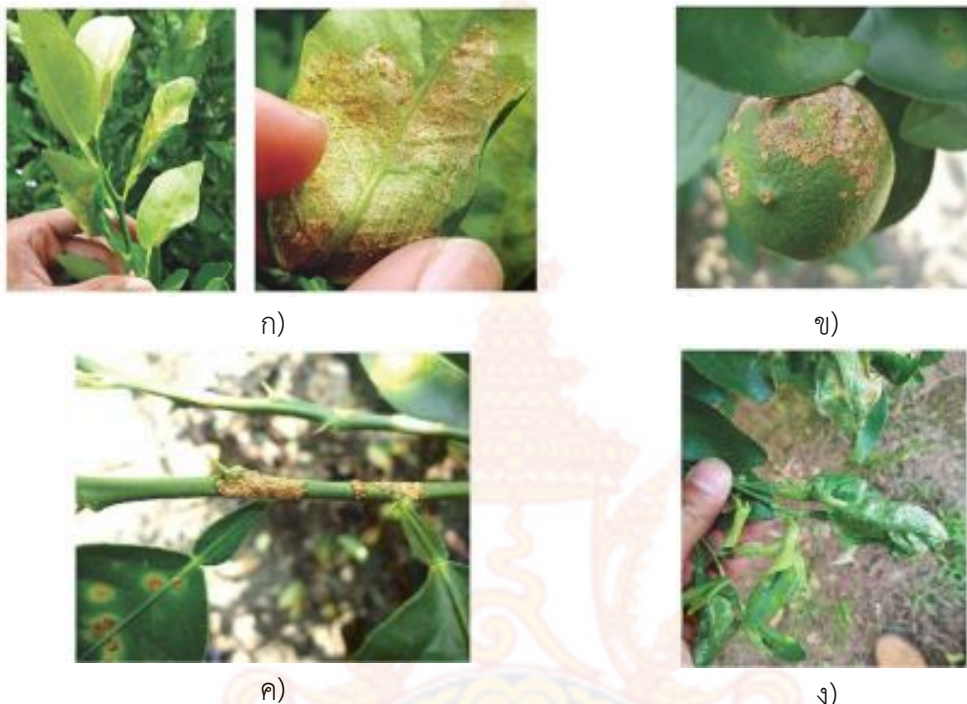
ภาพที่ 2.5 ผลเกิดจากหนอนซอนใบ
 ก) เพลี้ยแป้งซ่อนตัวภายในกิ่งมะนาว ข) เพลี้ยแป้งระยะโตเต็มวัย
 ค) ราดำขึ้นบนกับมูลขับถ่ายของเพลี้ยแป้ง (สุจินต์ จันทรสอาด, 2559)

6) หนอนประกบใบ หนอนจะชักใยออกมา เพื่อยึดใบมาประกบตัวหนอนไว้ แล้วหนอนก็จะกัดกินเนื้อเยื่อใบทำให้ใบมะนาวเสียหาย แต่พบการระบาดไม่มากนัก ภาพที่ 2.6



ภาพที่ 2.6 ผลเกิดจากหนอนประกบใบ
 ก) หนอนประกบใบ ข) หนอนชักใยเอาใบมาประกบกัน ค) หนอนจะซ่อนอยู่ภายในใบที่ประกบกัน Z
 (สุจินต์ จันทรสอาด, 2559)

7) โรคแคงเกอร์ เกิดจากเชื้อแบคทีเรียเข้าทำลายเซลล์ของพืช ทำให้เกิดเป็นแผลตกสะเก็ด จึงเรียกว่า แคงเกอร์ (canker) โรคแคงเกอร์มักเกิดเริ่มต้นบริเวณที่มีการเข้าทำลายของหนอนซอนใบ เนื่องจากหนอนซอนใบทำให้เกิดแผลบริเวณที่หนอนซอนและเชื้อแบคทีเรียเข้าทำลายซ้ำ เมื่อภาวะอากาศเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรีย คืออากาศร้อนชื้น เชื้อแบคทีเรียก็จะแพร่กระจายไปยังใบอื่นๆแม้ไม่มีหนอนซอนใบเข้าทำลาย และอาจพบโรคเกิดบนผิวของผลมะนาวหรือกิ่งมะนาว ภาพที่ 2.7



ภาพที่ 2.7 ผลเกิดจากโรคแคงเกอร์

ก) โรคแคงเกอร์เริ่มจากแผลที่เกิดจากหนอนซอน ข) โรคแคงเกอร์บนผลมะนาว
ค) โรคแคงเกอร์บนใบและบนกิ่งมะนาว ง) โรคแคงเกอร์เข้าทำลายบริเวณที่หนอนซอนใบทำลาย
(สุจินต์ จันทรสอาด, 2559)

8) ราดำ (Black sooty mold) โดยตัวเชื้อราไม่เป็นอันตรายต่อพืช ไม่จัดว่าเป็นเชื้อโรค ราดำที่พบบนต้นมะนาวนั้นเกิดจากเพลี้ยไก่อั้วถ่ายมูลที่มีน้ำตาลออกมา ซึ่งเป็นอาหารของราดำเชื้อราดำไปเจริญเติบโตบนมูลขับถ่ายของเพลี้ยไก่อั้ว ราดำทำให้เกิดผลกระทบทางอ้อมคือทำให้ใบสกปรกและทำให้บังแสงในการสังเคราะห์แสงของใบพืชและทำให้ผลมะนาวสกปรก เสียราคา ภาพที่ 2.8



ภาพที่ 2.8 ผลเกิดจากราดำ

ก) ราคาที่เกิดขึ้นบนมูลขั้วถ่ายของเพลี้ยไก่อแจ้ ข) ทำให้ใบสกปรกและมีผลต่อการสังเคราะห์แสงของพืช (สุจินต์ จันทรสอาด, 2559)

2.3 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการประมวลผลภาพดิจิทัล

การประมวลผลภาพดิจิทัล (digital image processing) เป็นการแปลงข้อมูลภาพให้อยู่ในรูปแบบข้อมูลดิจิทัล (digital format) หรือข้อมูลเชิงตัวเลข โดยวัตถุประสงค์ของการประมวลผลภาพแบ่งเป็นสองประเภท คือการปรับปรุงคุณภาพของภาพเพื่อให้มนุษย์สามารถมองเห็นรายละเอียดได้ชัดเจนมากขึ้น และเพื่อให้คอมพิวเตอร์สามารถแปลความหมายภาพได้ (computer interpretation) ซึ่งจะกล่าวถึงทฤษฎีและรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.3.1 ภาพดิจิทัล (digital Image)

ภาพดิจิทัล คือภาพที่แสดงเป็นแอรเรย์ (array) หลายมิติ หรือเป็นเมทริกซ์ (matrix) เชิงตัวเลข ภาพดิจิทัลจะแสดงในลักษณะสองมิติ จะมีขนาดความกว้างและความสูงของภาพบนแนวแกน X และแกน Y ส่วนจุดใดๆ ที่อยู่บนระนาบ XY จะเรียกแทนจุดนั้นว่า พิกเซล (pixel) แต่ละพิกเซลจะแสดงค่าความเข้มแสงของภาพ (นุชรี ธรรมโชติ, 2557)

2.3.2 ประเภทของภาพ (types of digital images) มีการจำแนกภาพออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่ ภาพขาวดำ (black and white image (B/W)) หรือภาพไบนารี (binary) ที่แต่ละพิกเซลมีค่าหนึ่งบิต สามารถแสดงได้เพียงสองสี คือสีขาวแทนด้วย 1 และสีดำแทนด้วย 0 ภาพระดับเทา (gray scale image) คือภาพที่มีระดับความเข้มแต่ละพิกเซลสอดคล้องกับความเข้มแสงปกติแสดงในระดับสีเทา ซึ่งแต่ละพิกเซลสามารถแสดงเฉดสีจาก 0 (สีดำ) ถึง 255 (สีขาว) มีขนาด 8 บิต หรือ 1 ไบต์ และภาพสี (color image) หรือภาพสี RGB (RGB image) คือภาพสีที่แต่ละพิกเซลมีส่วนประกอบของเวกเตอร์แทนสีแดง (Red) สีเขียว (Green) และสีน้ำเงิน (Blue) แต่ละสีสามารถแสดงค่าความเข้มแสงได้ในช่วง 0-255 ทำให้แต่ละพิกเซลสามารถแสดงสีที่เป็นไปได้ทั้งหมด 256^3 สี และแต่ละพิกเซลมีขนาด 24 บิต (นุชรี ธรรมโชติ, 2557)

2.3.3 การประมวลผลภาพดิจิทัล (digital image processing)

การประมวลผลภาพดิจิทัลเป็นการนำข้อมูลดิจิทัลผ่านขั้นตอนต่างๆ ด้วยคอมพิวเตอร์ เช่น การทำให้ภาพมีความคมชัดมากขึ้น การกำจัดสัญญาณรบกวนออกจากภาพ การแบ่งส่วนของวัตถุที่สนใจออกมาจากภาพ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ต้องการทั้งในเชิงคุณภาพและปริมาณ ซึ่งสามารถอธิบายขั้นตอนพื้นฐานของการประมวลผลภาพด้วยคอมพิวเตอร์ได้ดังต่อไปนี้ (นุชรี ธรรมโชติ, 2557)

1) การจัดสภาพแวดล้อม (scene constraint) เพื่อลดความซับซ้อนในการประมวลผลภาพให้มากที่สุด เนื่องจากความสามารถในการมองเห็นและรับรู้ของอุปกรณ์ประมวลผลมีจำกัดและไม่เทียบเท่ามนุษย์ จึงต้องช่วยลดความยุ่งยากของการประมวลผล ได้แก่ การจัดการกับวัตถุ ระยะระหว่างกล้องถึงวัตถุ การจัดการเรื่องแสง

2) การดึงข้อมูลภาพ (image acquisition) เป็นกระบวนการที่เริ่มตั้งแต่การถ่ายภาพโดยกล้อง ตลอดจนถึงการดึงข้อมูลภาพเข้าสู่คอมพิวเตอร์ หรืออุปกรณ์ประมวลผล

3) การประมวลผลภาพเบื้องต้น (pre-processing) มีด้วยกันหลากหลายกระบวนการ ตัวอย่างเช่น การลดสัญญาณรบกวนที่ปรากฏขึ้นในภาพ การตรวจจับขอบของวัตถุที่อยู่ในภาพ การ

แปลงคุณสมบัติทางกายภาพ เช่นการหมุน การเลื่อน การย่อ และการขยาย เป็นต้น การแปลงสี การวิเคราะห์ภาพในเชิงความถี่ การบีบอัดภาพ และอื่นๆ

4) การแยกบริเวณ (segmentation) เป็นกระบวนการแยกบริเวณภาพที่มีลักษณะร่วมกัน ออกเป็นส่วนๆ ซึ่งมุ่งเน้นในการแยกวัตถุออกจากพื้นหลัง

5) การคำนวณหาคุณลักษณะของวัตถุ (feature extraction) เป็นการคำนวณหาหรือวัดคุณลักษณะต่างๆ ของแต่ละบริเวณหรือของวัตถุแต่ละชิ้นที่อยู่ในภาพ เช่นการคำนวณหาพื้นที่ ซึ่งเป็นเพียงการนับจำนวนพิกเซลของบริเวณหรือพื้นที่นั้นๆ หรือการหาเส้นรอบวงของวัตถุ ผลที่ได้ของกระบวนการนี้ คือค่าคุณลักษณะต่างๆ ของวัตถุแต่ละชิ้นที่อยู่ในภาพ คุณลักษณะเหล่านี้จะจัดวางอยู่ในรูปเวกเตอร์

6) การจำแนกวัตถุและการแปลความหมาย (classification and interpretation) การจำแนกวัตถุ คือกระบวนการจัดกลุ่มให้วัตถุที่กำลังพิจารณาอยู่นั้นว่าเป็นวัตถุที่อยู่ในกลุ่มใด โดยอาศัยข้อมูลที่ได้จากการวัดหรือการคำนวณซึ่งเป็นคุณสมบัติของวัตถุนั้นๆ เปรียบเทียบกับวัตถุตัวอย่างที่อยู่ในแต่ละกลุ่มก่อนที่ระบบจะสามารถตัดสินใจดังกล่าวได้ ระบบจะต้องมีตัวอย่างของวัตถุในแต่ละกลุ่มสำหรับงานวิจัยที่ผ่านมาที่เกี่ยวข้องกับการคัดแยกขนาดมีการจำแนกด้วยกันหลายวิธี ยกตัวอย่างเช่น ระเบียบวิธีของ k-Nearest Neighbor classifier (k-NN) ฟัซซี (fuzzy) ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน (SVM) การเรียนรู้ของเครื่องจักร (Machine Learning) และโครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Network: ANN)

2.4 การเรียนรู้ของเครื่องจักร

การเรียนรู้ของเครื่องจักร (Machine Learning: ML) เป็นศาสตร์หนึ่งของปัญญาประดิษฐ์ (artificial intelligence: AI) เป็นกระบวนการพัฒนาอัลกอริทึมที่ทำให้คอมพิวเตอร์มีความสามารถในการเรียนรู้ด้วยตนเอง สามารถแบ่งการเรียนรู้ได้ 3 แบบ ได้แก่ (นงเยาว์ สอนจะโปะ, 2561)

2.4.1 การเรียนรู้แบบมีผู้สอน (supervised learning) เป็นการเรียนรู้โดยอาศัยข้อมูลที่ป้อนเข้าไปเก็บไว้เป็นตัวอย่าง เพื่อให้คอมพิวเตอร์ใช้ในการเปรียบเทียบกับข้อมูลที่เข้ามาใหม่แล้วทำนายหรือจัดหมวดหมู่ที่มีความเหมือนกันมากที่สุดให้อยู่ด้วยกัน ผลลัพธ์ที่ได้คือ การจัดหมวดหมู่ (classification) และการวิเคราะห์การถดถอย (regression)

2.4.2 การเรียนรู้แบบไม่มีผู้สอน (unsupervised learning) เป็นการเรียนรู้ที่ไม่มีข้อมูลตัวอย่างที่ไขบอกว่าข้อมูลนั้นคืออะไร แต่จะเรียนรู้จากการหาความสัมพันธ์จากข้อมูลนำเข้า (input) โดยพิจารณาจากรูปแบบ (patterns) หรือโครงสร้างของข้อมูล (data structure) แล้วนำมาจัดเป็นกลุ่ม (cluster) บนพื้นฐานของความเหมือน (similarities) และความแตกต่าง (differences) ระหว่างรูปแบบของข้อมูลนำเข้า (input patterns)

2.4.3 การเรียนรู้แบบเสริมกำลัง (reinforcement learning) เป็นการเรียนรู้แบบไม่มีผู้สอน แต่จะมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม ทำให้เกิดการกระตุ้นในการสร้างแบบจำลองเพื่อตอบสนองว่าจะต้องทำอะไรต่อไป การกระทำจะเปลี่ยนไปตามสภาพแวดล้อมในขณะนั้น ตัวอย่างการนำไปประยุกต์ใช้งาน เช่น ควบคุมหุ่นยนต์ การเล่นเกม และการแนะนำเส้นทางจราจร เป็นต้น

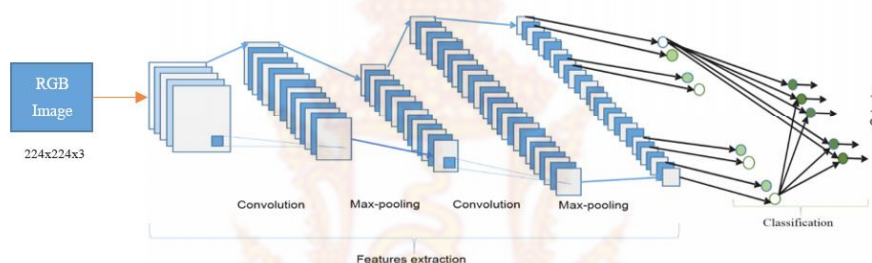
2.5 โครงข่ายแบบคอนโวลูชัน

โครงข่ายประสาทเทียมเป็นโครงข่ายที่มีรูปแบบโครงสร้างและการประมวลผลเหมือนกับสมองมนุษย์ ที่มีการปรับเปลี่ยนตัวเองต่อการตอบสนองของอินพุตตามกฎการเรียนรู้หรืออาจกล่าวได้

ว่าโครงข่ายประสาทเทียมเป็นการเลียนแบบการทำงานของสมองมนุษย์ โครงข่ายประสาทเทียมที่ได้รับความนิยมคือ โครงข่ายแบบคอนโวลูชัน (Convolutional Neural Network: CNN)

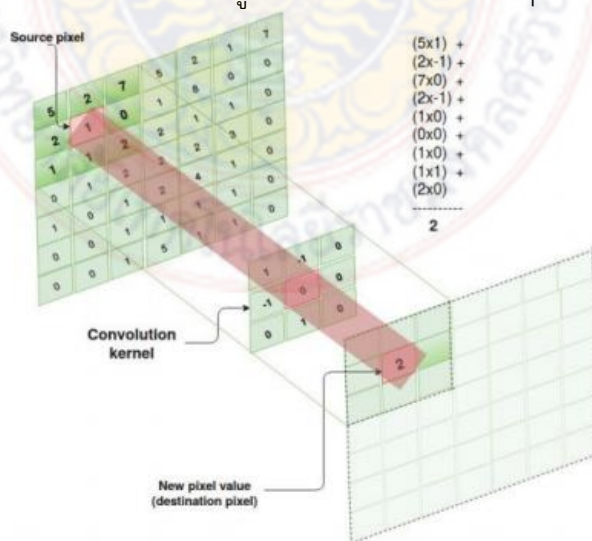
โครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน จะตัดขั้นตอนในส่วนของการหาคุณลักษณะพิเศษ (Feature Extraction) แต่ในขั้นตอนของการคอนโวลูชันเป็นขั้นตอนหนึ่งในการคำนวณหาคุณลักษณะพิเศษ การทำงานของโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชันจะทำงานควบคู่กับชั้นพูลลิงเพื่อช่วยลดขนาดของเมทริกซ์ (Matrix) ที่ใช้ในการคำนวณลง ดังนั้น การเรียนรู้เชิงลึกที่ใช้โครงสร้างแบบ CNN จึงเหมาะสมกับข้อมูลประเภทรูปภาพ (จักรินทร์ สนุกแสน และ โอฬาริก สุรินดี, 2562)

โครงข่าย CNN มีจุดเด่นคือสามารถทำได้ทั้งการหาคุณลักษณะพิเศษ (Feature Extraction) ของรูปภาพและการจำแนกประเภท ซึ่งต่างกับวิธีการเรียนรู้เครื่องจักร (Machine Learning) ทั่วไปที่สามารถจำแนกประเภทข้อมูลและจัดกลุ่มได้เท่านั้น โครงข่าย CNN ประกอบด้วย ชั้นคอนโวลูชัน ชั้นพูลลิง และชั้นเชื่อมโยงแบบสมบูรณ์หรือชั้นซ่อน และชั้นแสดงผลลัพธ์ที่ปรากฏในโครงข่ายประสาทเทียม ดังภาพที่ 2.9 มีรายละเอียดดังนี้



ภาพที่ 2.9 โครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน (Md Zahangir Alom et al., 2019)

(1) ชั้นคอนโวลูชัน (Convolutional Layer) ชั้นนี้เป็นการหาผลลัพธ์ของนิวรอน (Neuron) ที่เชื่อมต่อมาจากพื้นที่ย่อยของภาพ (Local Region) โดยภาพจะถูกลดขนาดให้เป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัส และมีมิติของภาพเท่ากับ 3 กรณีนี้อาจเป็นภาพสี RGB การคำนวณในชั้นคอนโวลูชัน พื้นที่ส่วนย่อยจะถูกนำมาคำนวณแบบ dot product กับเคอร์เนล (Kernel) โดยเคอร์เนล ต้องมีขนาดเล็กกว่าขนาดของภาพ ผลลัพธ์ที่ได้จากคอนโวลูชัน เรียกว่า Feature Map แสดงดังภาพที่ 2.10



ภาพที่ 2.10 ชั้นคอนโวลูชัน และการคำนวณในชั้นคอนโวลูชัน (จักรินทร์ สุนุกแสน และ โอฟาริก สุรินตะ, 2562)

(2) ชั้นพูลลิ่ง (Pooling Layer) เป็นชั้นที่ชั้นกลางระหว่างชั้นคอนโวลูชัน เพื่อลดขนาดของ Feature Map ให้เล็กลง จะถูกแบ่งออกเป็น Local Region จากนั้น Local Region จะถูกแบ่งออกเป็น $p \times p$ ส่วน p โดยจะ กำหนดให้อยู่ในช่วงระหว่าง 2 และ 5 ดังนั้น ค่าที่มากที่สุดในแต่ละ Pool จะถูกเลือกเพื่อนำมาเป็นตัวแทน จากนั้นระบบจะเลื่อนไปยัง Local Region ต่อไปโดยจะเลื่อนไปเรื่อยๆ เช่น ครึ่งละ 2 พิกเซลไปจนกระทั่งจุดสุดท้ายของ Feature Map การคำนวณ Max Pooling แสดงดังภาพที่ 2.11

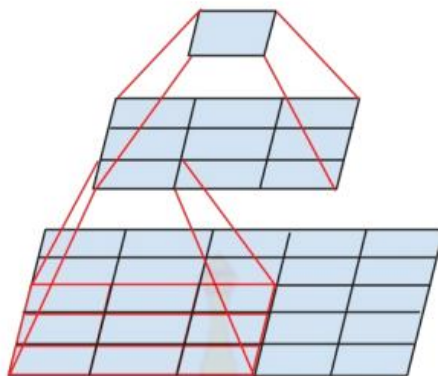


ภาพที่ 2.11 การคำนวณ Max Pooling กับ 2x2 เคอร์เนลและเลื่อนครึ่งละ 2 พิกเซล (จักรินทร์ สุนุกแสน และ โอฟาริก สุรินตะ, 2562)

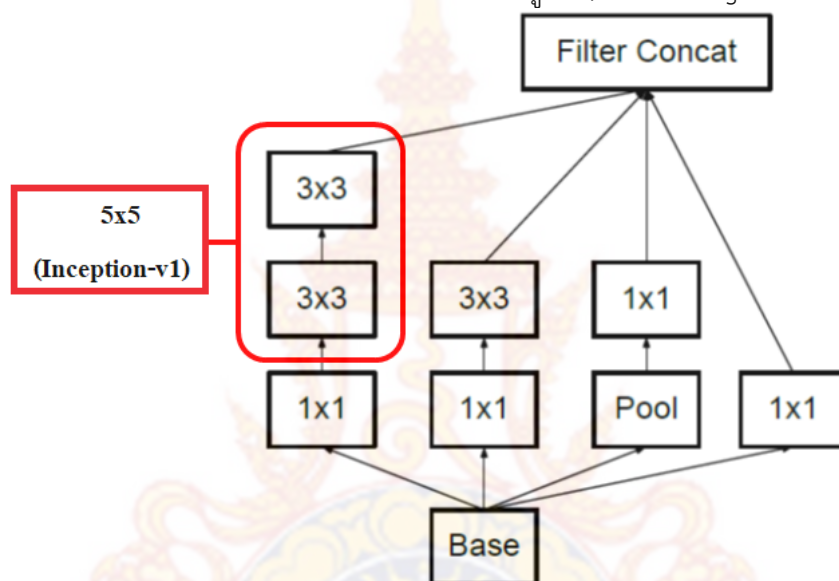
(3) ชั้นเชื่อมต่อแบบสมบูรณ์ (Fully Connected Layer) ทำหน้าที่ในการจำแนกประเภทวัตถุ (Object) ทุก Neuron ที่อยู่ในชั้นนี้จะเชื่อมโยงกับชั้นคอนโวลูชัน และชั้นพูลลิ่งอย่างสมบูรณ์ หรือที่เรียกว่าโครงสร้างของนิวโรนเน็ตเวิร์ก (Neural Network) ซึ่งจำนวนผลลัพธ์คือจำนวนของกลุ่มที่ต้องการจำแนก

Inception-v3 ถูกพัฒนามาจาก GoogLeNet ซึ่งเป็นโครงสร้าง Inception deep convolutional เวอร์ชันแรก หลังจากนั้นมีการพัฒนาเป็น Inception-v2 ซึ่งเน้นเกี่ยวกับ batch normalization คือการปรับค่าเฉลี่ย และค่าความแปรปรวน ของ Input สำหรับแต่ละชั้นให้เป็นมาตรฐานทำให้สามารถตั้งอัตราการเรียนรู้ (Learning rate) ได้เร็วขึ้น หรือลดจำนวนรอบที่ต้องเทรน ส่งผลให้เทรนโมเดลได้เร็วขึ้น ขณะที่ Inception-v3 กล่าวถึง factorization ideas ซึ่ง Factorizing Convolutions มีวัตถุประสงค์เพื่อลดจำนวนการเชื่อมต่อ หรือพารามิเตอร์โดยไม่ทำให้ประสิทธิภาพเครือข่ายลดลง โดยมีรายละเอียดดังนี้

(1) การแยกตัวประกอบคอนโวลูชันให้เล็กลง (Factorization Into Smaller Convolutions) เป็นการแทนที่ 5×5 คอนโวลูชัน ด้วย 3×3 คอนโวลูชัน 2 ชั้น ทำให้จำนวนพารามิเตอร์จาก 25 (5×5) พารามิเตอร์ เหลือเพียง 18 ($(3 \times 3) + (3 \times 3)$) พารามิเตอร์ คือลดจำนวนพารามิเตอร์ลง 28 % ดังภาพที่ 2.12 และแสดงแบบจำลอง Inception ดังภาพที่ 2.13

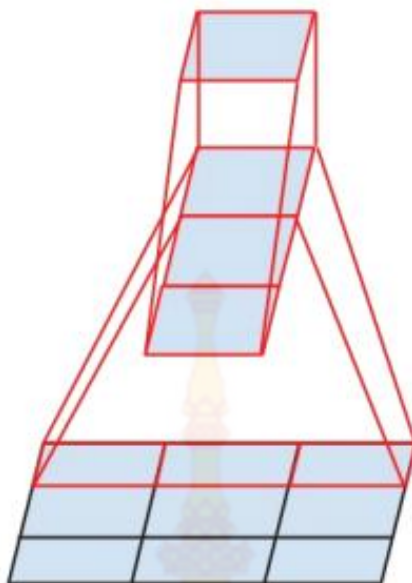


ภาพที่ 2.12 เครือข่ายขนาดเล็กแทนที่ 5×5 คอนโวลูชัน (Md Zahangir Alom et al., 2019)

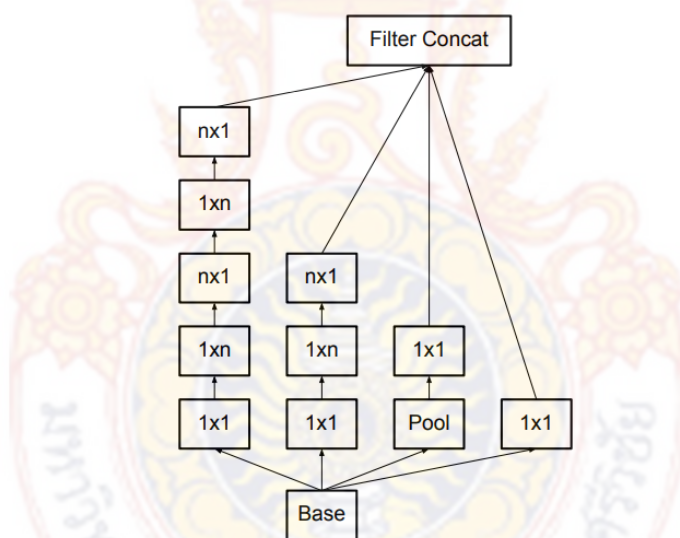


ภาพที่ 2.13 โมดูล Inception ขณะที่แต่ละ 5×5 คอนโวลูชันถูกแทนที่ด้วย 3×3 คอนโวลูชัน 2 ครั้ง (Md Zahangir Alom et al., 2019)

(2) การแยกตัวประกอบเป็นคอนโวลูชันไม่สมมาตร (Factorization Into Asymmetric Convolutions) เป็นการแทนที่ 3×3 คอนโวลูชัน ด้วย 3×1 คอนโวลูชันตามด้วย 1×3 คอนโวลูชัน ทำให้จำนวนพารามิเตอร์ลดลง 33 % แสดงดังภาพที่ 2.14 ในทางทฤษฎี การแทนที่ $n \times n$ คอนโวลูชัน ด้วย $1 \times n$ คอนโวลูชัน ตามด้วย $n \times 1$ คอนโวลูชัน จะช่วยลดเวลาในการคำนวณเมื่อค่า n มากขึ้นได้ แสดงดังภาพที่ 2.15



ภาพที่ 2.14 การแยกตัวประกอบเป็นคอนโวลูชันไม่สมมาตร
(Md Zahangir Alom et al., 2019)



ภาพที่ 2.15 โมดูล Inception หลังจากการแยกตัวประกอบของ $n \times n$ คอนโวลูชัน
(Md Zahangir Alom et al., 2019)

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

โครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Network) ซึ่งเป็นโครงข่ายที่เลียนแบบการทำงานของสมองมนุษย์มีการใช้อย่างแพร่หลายโดยเฉพาะการจำแนกประเภท (classification) เช่น การจำแนกพรรณไม้ (จักรินทร์ สนุกแสน และ โอพาริก สุรินตะ, 2562) ผลไม้ (Chenglin Wang et al., 2017; Ulzii-Orshikh Dorj et al., 2017) และโรคพืช (Alexander Johannes et al, 2017; Zahid Iqbal et al, 2018; Jayme Garcia Arnal Barbedo, 2019) ซึ่งพบว่าการจำแนกโรคพืชส่วนใหญ่ใช้โครงข่ายประสาทเทียมที่มีประสิทธิภาพและการเรียนรู้แบบลึก (deep learning) ที่สามารถแก้ปัญหาได้ดีกว่า Machine Learning แบบเดิม เมื่อจำนวนชั้นและ

ข้อมูลมากขึ้น และสามารถประยุกต์ใช้ได้กับทุกประเภทข้อมูล เช่น ภาพ และข้อความ ซึ่งโครงข่ายประสาทเทียมที่ได้รับความนิยมคือ โครงข่ายแบบคอนโวลูชัน (Convolutional Neural Network: CNN) (Jayme Garcia Arnal Barbedo, 2019) จากการเปรียบเทียบการใช้ CNN ที่มีโครงสร้าง (Architecture) ที่ต่างกันในการระบุโรคพืช เช่น LeNet, AlexNet, GoogLeNet, VGG (Zahid Iqbal et al, 2018) พบว่าได้ค่าความแม่นยำ มากกว่า 90% และยังมีการพัฒนาต่อเป็นแอปพลิเคชันบนสมาร์ทโฟนเพื่อระบุโรคพืช เช่น โรคขององุ่น (Nikos Petrellis, 2017; ชมพู่ ทรัพย์ปทุมสิน และ อาทิตย์ ศรีแก้ว, 2561) โรคข้าวสาลี (Alexander Johannes et al, 2017) และ โรคส้ม (Nikos Petrellis, 2019) แต่ยังไม่มีการพัฒนาแอปพลิเคชันจำแนกโรคบนสมาร์ทโฟนที่มีการใช้โครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชันกับโรคทางใบมะนาวหรือโรคส้ม ดังนั้นทางผู้วิจัยเล็งเห็นประสิทธิภาพของอัลกอริทึมถูกพัฒนาขึ้นโดยใช้ CNN กับโรคทางใบมะนาว ซึ่งเมื่อนำอัลกอริทึมไปสร้างเป็นแอปพลิเคชันบนสมาร์ทโฟนจะเป็นประโยชน์ต่อเกษตรกรผู้ปลูกมะนาวหรือส้มเป็นอย่างมาก



บทที่ 3

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

งานวิจัยเรื่องการจำแนกโรคพืชที่ปรากฏทางใบมะนาวด้วยวิธีการประมวลผลภาพบนสมาร์ตโฟน ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ มีขั้นตอนการดำเนินการวิจัย ดังนี้

3.1 ศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับข้อ

ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับโรคพืชที่ปรากฏทางใบมะนาว การพัฒนาอัลกอริทึม แอปพลิเคชัน และเครื่องมือที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการจำแนกได้ดี และมีความแม่นยำสูง

3.2 จัดหาวัสดุ อุปกรณ์ และสถานที่เก็บข้อมูล

จัดหาวัสดุ อุปกรณ์ ในการถ่ายภาพ พัฒนาอัลกอริทึม สร้างแอปพลิเคชัน และจัดหาสถานที่เก็บข้อมูลภาพโรคพืชทางใบมะนาว ประกอบด้วยอำเภอที่มีการปลูกมะนาวในจังหวัดนครศรีธรรมราช ประกอบด้วย 7 อำเภอเป้าหมายดังนี้ อำเภอลานสกา อำเภอปากพนัง อำเภอเมือง อำเภอพระพรหม อำเภอชะอวด และอำเภอร่อนพิบูลย์

3.3 เก็บข้อมูลภาพโรคพืชที่ปรากฏทางใบมะนาว

- 1) เก็บข้อมูลภาพโรคพืชที่ปรากฏทางใบมะนาวที่เกิดขึ้นจากทั้ง 7 แหล่ง
- 2) นำข้อมูลภาพเหล่านั้นมาจำแนกออกเป็นโรคเดียวกันโดยผู้เชี่ยวชาญทางด้านโรคพืช
- 3) แบ่งข้อมูลภาพออกเป็น 2 ชุดข้อมูล เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการฝึก (train) และทดสอบ (test) อัลกอริทึม แต่ละโรคจะใช้ภาพสำหรับการฝึกอัลกอริทึมจำนวน 400 ภาพ และทดสอบอัลกอริทึมจำนวน 100 ภาพ

3.4 พัฒนาอัลกอริทึมสำหรับการจำแนกโรคพืช

อัลกอริทึมถูกพัฒนาขึ้นจากชุดคำสั่งของ TensorFlow Framework ซึ่งเป็น open source library ของ Google การพัฒนาอัลกอริทึมมีกระบวนการดังนี้

- 1) ประมวลผลภาพเบื้องต้น (preprocessing) โดยปรับขนาดภาพสี (Image Resizing) RGB เท่ากับ 224x224 และแปลงข้อมูลภาพเป็นข้อมูลเชิงตัวเลขตั้งแต่ 1-255 เป็น 3 ชุดข้อมูล ได้แก่ R, G, และ B

- 2) สร้างโมเดล ด้วยโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน (Convolutional Neural Network: CNN) โครงสร้าง Inception-v3 เนื่องจากให้ค่าความผิดพลาดน้อยสุด เมื่อเทียบกับโครงสร้างอื่น (Christian Szegedy et al., 2015) โดยกำหนดจำนวนภาพสำหรับการฝึกต่อการทดสอบ เป็น 80:20 โดยทำการฝึกจำนวน 120 รอบ และผลลัพธ์การตัดแยกเท่ากับจำนวนโรค

- 3) ประเมินผลโมเดล (Model Evaluation) จะได้ค่าเป็น 2 ชุดคือความแม่นยำของการฝึก และการทดสอบอัลกอริทึม

3.5 สร้างแอปพลิเคชันบนสมาร์ตโฟน

ที่	กิจกรรม	พ.ศ.2562			พ.ศ.2563								
		ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.
6.	ทดสอบแอปพลิเคชันบน สมาร์ทโฟน เพื่อหาค่า ความแม่นยำและความ ผิดพลาดในการจำแนก												
7.	ปรับปรุงและประเมิน แอปพลิเคชัน												
8.	เผยแพร่แอปพลิเคชันที่ พัฒนาขึ้น												
9.	ถ่ายทอดผลผลิตสู่ เกษตรกรผู้ปลูกมะนาว และหาค่าความพึงพอใจ ของการใช้แอปพลิเคชัน ของเกษตรกร												
10.	สรุปผล และจัดทำ รายงานฉบับสมบูรณ์												

3.13 ผลสำเร็จและความคุ้มค่าของการวิจัยที่คาดว่าจะได้รับ

3.13.1 ยื่นจดสิทธิบัตร เนื่องจากยังไม่มีใครทำมาก่อน

3.13.2 ถ่ายทอดความรู้แก่ชุมชน และเป็นต้นแบบแก่อุตสาหกรรม

บทที่ 4

ผลการดำเนินงานวิจัย

4.1 ผลการศึกษาโรคของมะนาว

โรคที่เกิดกับมะนาวมีหลายโรคทั้งที่มีสาเหตุมาจากแบคทีเรีย เชื้อรา ไวรัส และการขาดธาตุอาหาร ซึ่งเป็นโรคที่เกิดกับพืชสกุลส้ม ประกอบด้วย 1)โรคแคงเกอร์(Canker) 2)โรคใบแก้ว (Zinc deficiency) 3)โรคทริสเตซ่า (Tristeza) 4)โรคจุดสาหร่ายหรือจุดสนิม (Algal Spot หรือ Red Rust) 5)โรคเปื้อนใบน้ำหมาก (Greasy spot) 6)โรคราดำ (Sooty mold) 7)โรคกรีนนิง (Greening) และ 8)โรครากโคนเน่า (Root and Foot Rot) มีรายละเอียดของโรคดังต่อไปนี้

4.1.1 โรคแคงเกอร์(Canker) เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย *Xanthomonas axonopodis* pv. *citri* ในมะนาวเกิดได้ทั้งบนใบ ผล กิ่งก้านและลำต้นได้ อาการแรกเริ่มเป็นจุดกลมขนาดเท่าเข็มหมุดใส และฉ่ำน้ำ จุดแผลขยายขนาดใหญ่มีลักษณะฟูคล้ายฟองน้ำ และมีสีเหลืองอ่อน แผลระยะต่อมาจะนูนและเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลเข้ม ตกเป็นสะเก็ดแข็งและขรุขระคล้ายขี้กลาก กลางแผลมักแตกบวม และมีวงแหวนสีเหลืองซีด (halo) ล้อมรอบแผลบนใบ แผลสะเก็ดบนผลอาจมีขนาดใหญ่กว่าบนใบ และอาจมียางไหลออกมาจากแผล และอาจทำให้ผลแตกตามขวางโดยเริ่มจากขอบแผลเมื่อได้รับน้ำ และน้ำฝนมากและผลมักร่วงเมื่ออายุมากขึ้น (ณัฐธิดา โขจิตเจริญกุล, 2551; อำไพวรรณ ภราดร นูวัฒน์ และคณะ, 2542; นลินี ศิวากรณ์ และคณะ, ม.ป.ป.; พิระศักดิ์ ฉายประสาธ, ม.ป.ป.; สมพร อนุคร และคณะ, 2557)

4.1.2 โรคใบแก้ว (Zinc deficiency) เกิดจากการขาดธาตุสังกะสี อาการแรกเริ่มเกิดบนใบอ่อนเป็นอาการต่างเหลืองระหว่างเส้นกลางใบและเส้นใบ อาการต่างเหลืองชัดเจนมากขึ้น และคล้ายกับว่าเส้นใบมีสีเขียวอยู่บนแผ่นใบ หรือเนื้อใบที่มีสีเหลือง อาการขาดรุนแรงจะทำให้ใบอ่อนมีขนาดเล็กลง ปลายใบเรียวแหลมและชี้ตั้งขึ้น (นิพนธ์ มณีเนตร. ม.ป.ป.; อำไพวรรณ ภราดร นูวัฒน์ และคณะ, 2542; พิระศักดิ์ ฉายประสาธ, ม.ป.ป.)

4.1.3 โรคจุดสาหร่ายหรือจุดสนิม (Algal Spot หรือ Red Rust) เกิดจากสาหร่าย *Cephaleuros virescens* อาการในระยะแรกเกิดเป็นจุดสีเทาอมเขียว มีเส้นละเอียดคล้ายกำมะหยี่มีขนาด 0.3-0.5 เซนติเมตร ต่อมาจุดดังกล่าวจะเปลี่ยนเป็นสีส้มหรือสีสนิมเหล็ก ในระยะที่เชื้อสร้างสปอร์แก่เต็มที่แผลจะดูเหมือนกำมะหยี่สีส้ม อาการที่กิ่งจะคล้ายกับที่ใบแต่ถ้ามีอาการรุนแรงเปลือกจะแตก แผลที่แห้งจะคล้ายกับโรคแคงเกอร์ที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย (สมพร อนุคร และคณะ, 2557)

4.1.4 โรคทริสเตซ่า (Tristeza) เกิดจากเชื้อไวรัส ชื่อ Citrus Tristes Virus (CTV) อาการใบอ่อนมีสีเขียวซีดหรือต่างคล้ายอาการขาดธาตุอาหาร เส้นใบแสดงอาการโปร่งใสเป็นขีดสั้นๆ ใบมีขนาดเล็ก ใบแก่มีสีเหลืองซีด หรือมีสีเขียวไม่สม่ำเสมอ การแตกยอดใหม่ หรือกิ่งก้านลดน้อยลง มักแห้งตายจากปลายกิ่ง การติดผลมีมากแต่มีผลร่วงง่าย ผลมีขนาดเล็ก บริเวณลำต้นหรือกิ่งใหญ่ๆ มีลักษณะไม่เรียบคล้ายกับลำต้นหรือกิ่งบิดเป็นคลื่นหรือร่องจำนวนมากยาวขนานตามลำต้นหรือกิ่ง ต้นที่เป็นโรคมักเจริญเติบโตช้ากว่าต้นปกติมักโทรมและตายในที่สุด (อำไพวรรณ ภราดร นูวัฒน์ และคณะ, 2542)

4.1.5 โรคเปื้อนใบน้ำหมาก (Greasy spot) เกิดจากเชื้อรา *Phomopsis citri* ทำลายใบตั้งแต่ระยะใบอ่อน โดยมีลักษณะเป็นจุดสีเล็กๆ ด้านใต้ใบ ต่อมาจะกลายเป็นจุดนูน สีเหลืองปนเขียว หรือน้ำตาล และลุกลามขยายใหญ่มีสีน้ำตาลหรือดำ มีลักษณะเป็นมันและไม่ระคายมือ คล้ายรอยเปื้อนน้ำหมาก ใบที่เป็นโรคจะเหลืองและร่วงก่อนกำหนด (อำไพวรรณ ภราดรนิววัฒน์ และคณะ, 2542; สมพร ณ นคร และคณะ, 2557)

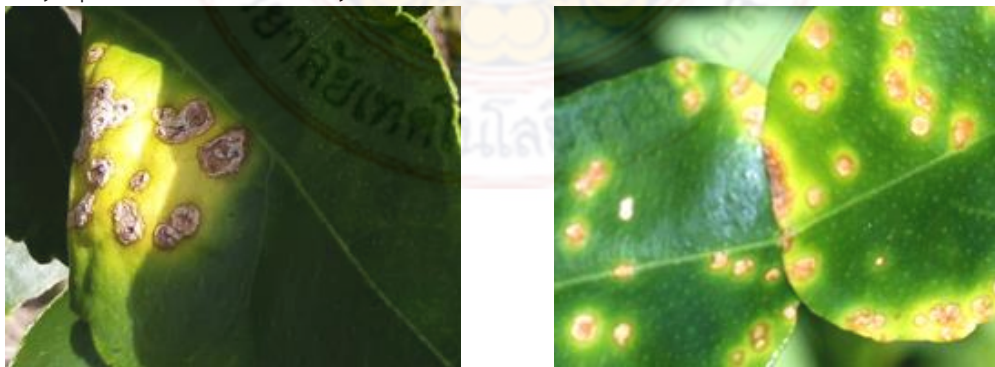
4.1.6 โรคราดำ (Sooty mold) เกิดจากเชื้อรา *Capnodium citricola* และ *Meliola spp.* เกิดได้ทั้งบนใบ กิ่ง และผล พบเป็นคราบ หรือขุยสีดำของเชื้อราดำปกคลุมอยู่ เมื่อถูหรือขูดจะหลุดออกมาเป็นขุยสกปรก ทำให้ส่วนสีเขียวของพืชไม่สามารถรับแสงแดดเพื่อสังเคราะห์แสงได้ตามปกติ ที่กิ่งขนาดใหญ่มักพบอาการเปลือกแตกและยางไหล (นิพนธ์ มณีเนตร. ม.ป.ป.; พีระศักดิ์ ฉายประสาท, ม.ป.ป.; สมพร ณ นคร และคณะ, 2557)

4.1.7 โรคกรีนนิ่ง (Greening) เกิดจากเชื้อเกิดจากเชื้อคล้ายเชื้อแบคทีเรีย (*fastidious bacteria*) อาการใบอ่อนมีสีเหลือง เส้นใบเขียว คล้ายอาการขาดธาตุสังกะสี ใบมีขนาดเล็กลง ใบแคบ ขี้ตั้งขึ้น และเหลืองหรือมีสีเขียวเป็นจ้ำกระจาย การแตกยอดใหม่ลดน้อยลง และเกิดการแห้งตายจากปลายกิ่ง ผลมีขนาดเล็กลง หลุดร่วงง่าย สีเปลือกเมื่อแก่จัดไม่สม่ำเสมอ ระบบรากไม่แข็งแรง มีการแตกแขนงของรากฝอยน้อยผิดปกติ ต้นที่เป็นโรคมักเจริญเติบโตช้า อ่อนแอต่อโรคอื่นๆ ไทรมและตายในที่สุด (อำไพวรรณ ภราดรนิววัฒน์ และคณะ, 2542; สมพร ณ นคร และคณะ, 2557)

4.1.8 โรครากและโคนเน่า (Root and Foot Rot) เกิดจากเชื้อราไฟทอปทอรา (*Phytophthora parasitica*) และอาจเกิดจากน้ำขังในดิน อาการที่ปรากฏทางใบ คือใบไหม้ เกิดทั้งใบอ่อนจนถึงใบเจริญเต็มที่ กลางใบและขอบใบจะเป็นจุดสีน้ำตาลเข้ม ปลายใบเป็นสีน้ำตาล ฉ่ำน้ำ แผลขยายอย่างรวดเร็ว ใบอ่อนจะไหม้และร่วง (พีระศักดิ์ ฉายประสาท, ม.ป.ป.; สมพร ณ นคร และคณะ, 2557)

4.2 ข้อมูลภาพโรคพืชที่ปรากฏทางใบมะนาว

จากการลงพื้นที่ 7 อำเภอเป้าหมายเพื่อเก็บข้อมูลภาพเก็บโรคพืชที่ปรากฏทางใบมะนาวโรคที่เกิดกับมะนาว พบว่าโรคที่ปรากฏทางใบที่พบมากและได้ภาพเพียงพอสำหรับพัฒนาอัลกอริทึมมีเพียง 6 โรค ดังนี้ 1)โรคแคงเกอร์(Canker) 2)โรคใบแก้ว (Zinc deficiency) 3)โรคทริสเตซ่า (Tristeza) 4)โรคจุดสาหร่ายหรือจุดสนิม (Angal Spot หรือ Red Rust) 5)โรคเปื้อนใบน้ำหมาก (Greasy spot) 6)โรคราดำ (Sooty mold) ซึ่งมีลักษณะอาการดังภาพตัวอย่างที่ 4.1-4.6



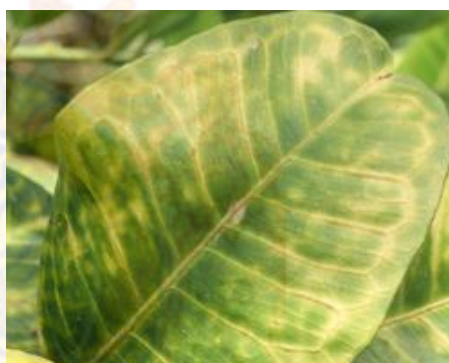
ภาพที่ 4.1 ตัวอย่างโรคแคงเกอร์



ภาพที่ 4.2 ตัวอย่างโรคใบแก้ว



ภาพที่ 4.3 ตัวอย่างโรคจุดสาหร่ายหรือจุดสนิม



ภาพที่ 4.4 ตัวอย่างโรคทริสเตซ่า



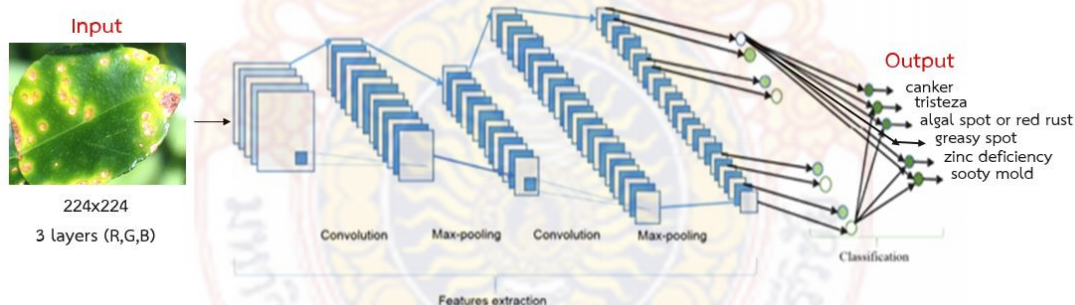
ภาพที่ 4.5 ตัวอย่างโรคใบเปื้อนน้ำหมาก



ภาพที่ 4.6 ตัวอย่างโรคราดำ

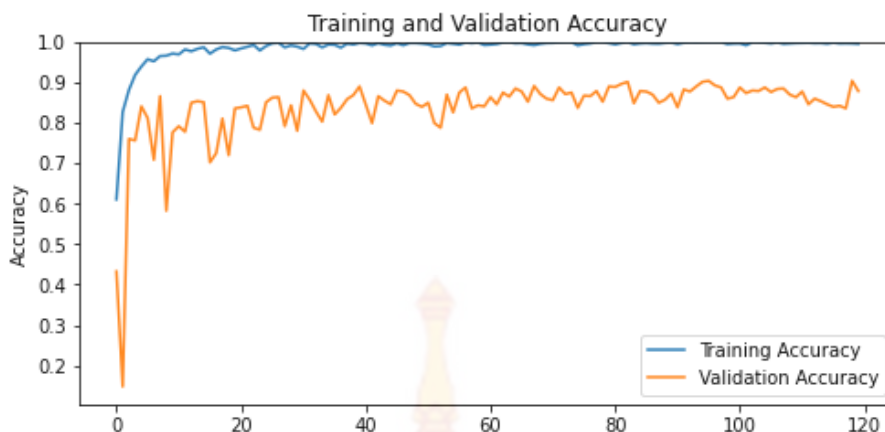
4.3 ผลลัพธ์ของการพัฒนาอัลกอริทึม

อัลกอริทึมถูกพัฒนาขึ้นจากชุดคำสั่งของ TensorFlow Framework ซึ่งเป็น open source library ของ Google โดยเริ่มจากการประมวลผลภาพเบื้องต้น โดยปรับขนาดภาพสี RGB เท่ากับ 224×224 และแปลงข้อมูลภาพเป็นข้อมูลเชิงตัวเลขตั้งแต่ 1-255 เป็น 3 ชุดข้อมูล ได้แก่ R, G, และ B แล้วสร้างโมเดล ด้วยโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน โครงสร้าง Inception-v3 โดยกำหนดจำนวนภาพสำหรับการฝึกต่อการทดสอบอัลกอริทึม เป็น 80:20 ซึ่งใช้ภาพในการฝึกจำนวน 2,400 ภาพ และภาพในการทดสอบจำนวน 600 ภาพ โดยทำการฝึกจำนวน 120 รอบ และ ผลลัพธ์การคัดแยกเป็น 6 คลาสตามจำนวนโรค มีลักษณะโมเดลดังภาพที่ 4.7

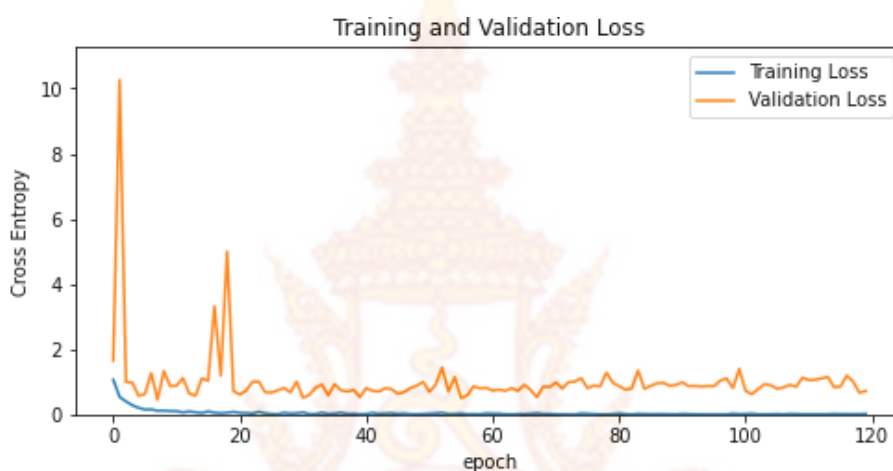


ภาพที่ 4.7 โมเดลการพัฒนาอัลกอริทึมสำหรับการจำแนกโรคที่ปรากฏทางใบมะนาว

ผลการประเมินความแม่นยำของอัลกอริทึมจะได้ค่าเป็น 2 ชุดคือ ความแม่นยำของการฝึก และการทดสอบอัลกอริทึม จากกราฟภาพที่ 4.8 พบว่าการฝึกฝนอัลกอริทึม (training) ตั้งแต่รอบที่ 4 ให้ค่าความแม่นยำตั้งแต่ 91.89-100% และค่าความแม่นยำของการทดสอบ (validation) เท่ากับ 75.66-90.42% สำหรับจำนวนรอบในการฝึกอัลกอริทึมที่เหมาะสมไม่ควรน้อยกว่า 20 รอบ เนื่องจากทำให้เกิดค่าความผิดพลาดในการฝึกและตรวจสอบของอัลกอริทึมน้อยอย่างต่อเนื่อง (กราฟภาพที่ 4.9)



ภาพที่ 4.8 กราฟแสดงความแม่นยำในการฝึกและตรวจสอบของอัลกอริทึม



ภาพที่ 4.9 กราฟแสดงค่าความผิดพลาดในการฝึกและตรวจสอบของอัลกอริทึม

4.4 ผลการสร้างแอปพลิเคชันจำแนกโรคมะนาวบนสมาร์ทโฟนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

แอปพลิเคชันที่พัฒนาแล้วสามารถติดตั้งบนสมาร์ทโฟน ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ แสดงดังภาพที่ 4.10 การใช้งานเริ่มต้นด้วยการเปิดใช้งานแอปพลิเคชันบนสมาร์ทโฟนที่หน้าจอ แอปพลิเคชันจะปรากฏหน้าจอให้กดอนุญาตการใช้กล้องต่อแอปพลิเคชันนี้ หลังจากนั้นใช้กล้องส่องจับภาพใบมะนาวที่เกิดโรค ควรโฟกัสตำแหน่งโรคที่ชัดเจน แล้วกดถ่ายภาพ หน้าจอจะแสดงภาพที่ถ่าย และชื่อโรคตามเปอร์เซ็นต์ที่แอปพลิเคชันจำแนกได้เรียงลำดับจากมากไปหาน้อย ดังภาพที่ 4.11 หากผู้ใช้ต้องการทราบรายละเอียดของโรค เช่นสาเหตุ ลักษณะอาการ การป้องกันและจำกัด ให้กดที่ชื่อโรคที่มีเปอร์เซ็นต์สูงสุด เพื่อยืนยันว่าลักษณะอาการที่เห็นกับที่ปรากฏในแอปพลิเคชันตรงกันหรือไม่ (รายละเอียดการใช้งานแอปพลิเคชัน แสดงดังภาคผนวก ก)



ภาพที่ 4.10 ไอคอลลแอปพลิเคชัน



ภาพที่ 4.11 การใช้งานแอปพลิเคชัน

4.5 ผลลัพธ์ความถูกต้องในการทดลองใช้แอปพลิเคชันจำแนกโรคมะนาวที่พัฒนาขึ้น

จากการทดลองใช้แอปพลิเคชันจำแนกโรคมะนาวทั้ง 6 โรค โรคละ 50 ภาพ พบว่ามีความถูกต้องในการจำแนกอยู่ในช่วง 94-98 เปอร์เซ็นต์ และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 96 เปอร์เซ็นต์ แสดงดังรายละเอียดดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองใช้แอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้นในการจำแนกโรคมะนาว

ชื่อโรค	จำนวนภาพที่ ตัดสินใจถูก >80 %	จำนวนภาพที่ ตัดสินใจถูก <80 %	%Accuracy	% Loss
1) โรคแคงเกอร์(Canker)	49	1	98.00	2.00
2) โรคใบแก้ว (Zinc deficiency)	47	3	94.00	6.00
3) โรคทริสเตซ่า (Tristeza)	47	3	94.00	6.00
4)โรคจุดสาหร่ายหรือจุดสนิม (Angal Spot หรือ Red Rust)	49	1	98.00	2.00
5)โรคน้ำขุ่นน้ำหนาก (Greasy spot)	48	2	96.00	4.00
6)โรคราดำ (Sooty mold)	48	2	96.00	4.00
ค่าเฉลี่ย	48	2	96.00	4.00



บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

การพัฒนาอัลกอริทึมด้วยโครงข่ายประสาทเทียม สำหรับจำแนกโรคทางใบมะนาว ด้วยโครงข่ายประสาทเทียม CNN โครงสร้าง Inception-v3 จากชุดคำสั่งของ TensorFlow Framework ให้ค่าความแม่นยำในการฝึกอัลกอริทึมอยู่ในช่วง 91.89-100 เปอร์เซ็นต์ และค่าความแม่นยำในการตรวจสอบอยู่ในช่วง 75.66-90.42 เปอร์เซ็นต์ และพบว่าความแม่นยำของการตรวจสอบอัลกอริทึมขึ้นอยู่กับจำนวนรอบในการฝึก และเมื่อนำอัลกอริทึมที่พัฒนาขึ้นแล้วไปสร้างแอปพลิเคชันสมาร์ทโฟนในระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ด้วย Android Studio software ผลลัพธ์การทดสอบใช้งานแอปพลิเคชันที่สร้างขึ้นมีความถูกต้องมากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ทุกโรค ซึ่งจะเห็นได้ว่าอัลกอริทึมที่พัฒนาขึ้นง่ายต่อการปรับปรุงโดยเพิ่มจำนวนภาพ หรือโรคที่ค้นพบใหม่ แอปพลิเคชันนี้จะเป็นประโยชน์อย่างมากแก่เกษตรกรในการป้องกันกำจัดโรคได้ถูกวิธีตามอาการ

5.2 ข้อเสนอแนะ

- 1) ควรเพิ่มจำนวนภาพในการพัฒนาอัลกอริทึมสำหรับโรคที่มีความแม่นยำน้อย
- 2) ควรพัฒนาให้แอปพลิเคชันสามารถวิเคราะห์อาการของทั้งโรคและแมลงศัตรูพืชที่เกิดทั้งบริเวณ ใบ ผล ลำต้น ได้



บรรณานุกรม

- จักรินทร์ สุนุกแสน และ โอฬาริก สุรินตะ. 2562. โครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชันเชิงลึก สำหรับการจำแนกพรรณไม้ที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติ. J Sci Technol MSU. 38 (2): 113-124.
- ชมพู ททรัพย์ปทุมสิน และอาทิตย์ ศรีแก้ว. 2561. การวินิจฉัยจำแนกโรคใบงุ่นจากภาพถ่ายโดยจีเนติกอัลกอริทึม และแผนผังจัดการตนเองเชิงโครงสร้างปรับตัวได้. วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี. 14 (3).
- ณัฐธิมา โฆษิตเจริญกุล. 2551. โรคแคงเกอร์ของพืชตระกูลส้ม. เอกสารวิชาการ. สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช, กรมวิชาการเกษตร. กรุงเทพฯ. 82 น.
- นลินี ศิวาภรณ์ บุรณี พวงแพทย์ และ เพลินพิศ สงสังข์. ม.ป.ป. การใช้พืชสมุนไพรเพื่อควบคุมโรคแคงเกอร์ของส้มโอ. กลุ่มวิจัยโรคพืช, สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช.
- นิพนธ์ มณีเนตร. ม.ป.ป. โรคไม้ผลและการป้องกันกำจัด. โครงการหนังสือเกษตรชุมชน. เรื่องแสงการพิมพ์. กรุงเทพฯ. 72 น.
- นุชรี ธรรมโชติ. 2557. การพัฒนาระบบการประมวลผลภาพสำหรับกระบวนการคัดแยกขนาดและสายพันธุ์ของหมึกกล้วยแปรรูป. วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการและระบบ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. 178 น.
- นงเยาว์ สอนจะโปะ. 2561. รูปแบบการจำแนกกลุ่มข้อความภาษาไทยแบบอัตโนมัติ โดยใช้การเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning) ด้วยเทคนิค Unsupervised Learning ร่วมกับการประมวลผลภาษาธรรมชาติ (Natural Language Processing). วารสารวิชาการศรีปทุมชลบุรี. 14(4): 95-106.
- พีระศักดิ์ ฉายประสาท. ม.ป.ป. การปลูกมะนาว “การฟื้นฟู เยียวยา ผู้ประสบภัย ด้วยงานวิจัย วช.” โครงการและประสานงานวิจัย (ภค.) และสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.).
- วิกิพีเดีย, “มะนาว” สืบค้นจาก (ออนไลน์) <https://th.wikipedia.org/wiki/มะนาว>. [10 พฤศจิกายน 2563].
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2562. ข้อมูลการผลิตสินค้าเกษตร “มะนาว” สืบค้นจาก (ออนไลน์) <http://www.oae.go.th/>. [15 ตุลาคม 2563].
- สุจินต์ จันทรสอาด. 2559. ลดต้นทุน เพิ่มผลผลิต มะนาว. ลัดดาเกษตรสาร. ฝ่ายพัฒนาผลิตภัณฑ์ บริษัทลัดดา จำกัด. 16(61).
- สมพร ณ นคร นพ ศักดิ์เศรษฐ์ ชัยสิทธิ์ ปรีชา ทิพวรรณ ทองเจือ และวิฑูร อินทมนั. 2557. การผลิตส้มโอพันธุ์ทับทิมสยามในเขตลุ่มน้ำปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช. หน่วยวิจัยไม้ผลเมืองร้อนและไม้ยืนต้น. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตนครศรีธรรมราช ไร่ใหญ่. โรงพิมพ์สมทวิ จ.นครศรีธรรมราช. 62 น.

อำเภอพรรณานิคม วิทยุ โทรทัศน์ วิทยุ วิทยุ โทรทัศน์ และ จีระเดช แจ่มสว่าง. 2542. คู่มือเกษตรกร โรค แมลง ไรศัตรูส้ม และการจัดการ. พิมพ์ครั้งที่ 2, ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

Alexander Johannes, Artzai Picon, Aitor Alvarez-Gila, Jone Echazarra, Sergio Rodriguez-Vaamonde, Ana D[ez Navajas and Amaia Ortiz-Barredo. 2017. “Automatic plant disease diagnosis using mobile capture devices, applied on a wheat use case,” *Computers and Electronics in Agriculture*, vol. 138, pp. 200-209.

Chenglin Wang, Yunchao Tang, Xiangjun Zou, Weiming SiTu and Wenxian Feng. 2017. A robust fruit image segmentation algorithm against varying illumination for vision system of fruit harvesting robot, *Optik*, Volume 131, pp 626-631.

Christian Szegedy, Vincent Vanhoucke, Sergey Ioffe, Jonathon Shlens, Zbigniew Wojna . 2015. “Rethinking the Inception Architecture for Computer Vision” [online] <https://arxiv.org/abs/1512.00567>.

Jayme Garcia Arnal Barbedo. 2019. Plant disease identification from individual lesions and spots using deep learning. *Biosystems Engineering*. Volume 180, April 2019, pp 96-107.

Md Zahangir Alom, Tarek M. Taha, Chris Yakopcic, Stefan Westberg, Paheding Sidike, Mst Shamima Nasrin, Mahmudul Hasan, Brian C. Van Essen, Abdul A. S. Awwal and Vijayan K. Asari. 2019. A State-of-the-Art Survey on Deep Learning Theory and Architectures. *Electronics*. **8(3): 292**.

Nikos Petrellis. 2017. Mobile Application for Plant Disease Classification Based on Symptom Signatures. *PCI 2017*. September 2017, Larissa, Greece.

Nikos Petrellis. 2019. Plant Disease Diagnosis for Smart Phone Applications with Extensible Set of Diseases. *Appl. Sci*. 2019. 9: 1952.

Ulzii-Orshikh Dorj , Malrey Lee and Sang-seok Yun. 2017. An yield estimation in citrus orchards via fruit detection and counting using image processing. *Computers and Electronics in Agriculture*. 140 (2017) 103–112.

Zahid Iqbal, Muhammad Attique Khan, Muhammad Sharif, Jamal Hussain Shah, Muhammad Habib ur Rehman and Kashif Javed. 2018. “An automated detection and classification of citrus plant diseases using image processing techniques: A review,” *Computers and Electronics in Agriculture*. vol. 153, pp. 12-32.





ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.

การใช้งานแอปพลิเคชันบนสมาร์ทโฟน ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

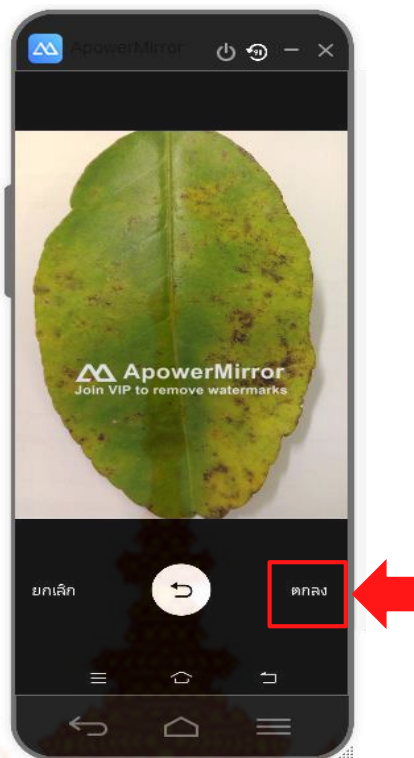
1. เปิดแอปพลิเคชันบนโทรศัพท์มือถือ ดังรูป



2. กด “อนุญาต” ให้แอปพลิเคชัน (LLD Classify) เข้าถึงรูปภาพ สื่อ และไฟล์ในอุปกรณ์ ดังรูป



3. จับภาพโรคทางใบมะนาว โดยต้องโฟกัสไปยังตำแหน่งที่เป็นโรค กดถ่ายภาพ และกด “ตกลง”

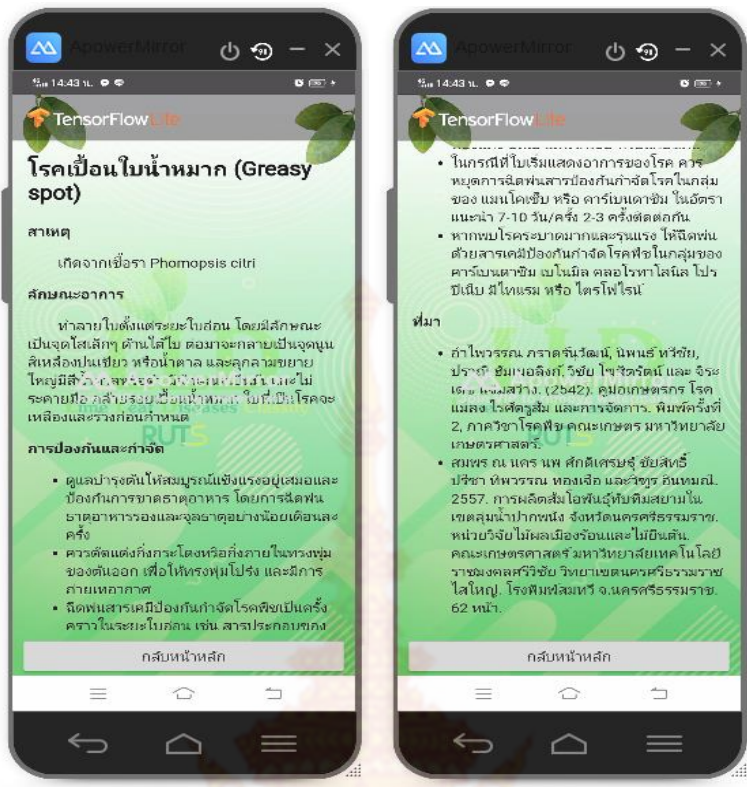


4. หน้าจอจะปรากฏภาพโรคที่ถ่าย และชื่อโรคที่วิเคราะห์ได้ตามเปอร์เซ็นต์เรียงลำดับจากมากไปหาน้อย 3 อันดับ กดชื่อโรคที่มีเปอร์เซ็นต์สูงสุดเพื่อดูสาเหตุ ลักษณะอาการ การป้องกันและกำจัด ดังรูป



กดชื่อโรคที่มีเปอร์เซ็นต์สูงสุด เพื่อดูรายละเอียดของโรค

5. หน้าจอแสดงรายละเอียดโรคทั้งสาเหตุ ลักษณะอาการ และการป้องกันและกำจัด ดังรูป



ประวัติคณะผู้วิจัย

หัวหน้าโครงการ

- ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย) นางสาวนศพร ธรรมโชติ
ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Miss Nasaporn Thammachot

- ตำแหน่ง อาจารย์

- หน่วยงาน

สาขาเกษตรประยุกต์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตนครศรีธรรมราช 109 ม.2 ต.ถ้าใหญ่ อ.ทุ่งสง จ.นครศรีธรรมราช 80110
โทรศัพท์: 075-773131-2 ต่อ 102, โทรสาร: 075-329936
Email: nasaporn.t@mutsv.ac.th

- ประวัติการศึกษา

ปีที่จบการศึกษา	ระดับปริญญา	วุฒิปริญญา	สาขาวิชา	ชื่อสถาบันการศึกษา
2557	โท	วศ.ม.	วิศวกรรมอุตสาหการและระบบ	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
2554	ตรี	วศ.บ.	วิศวกรรมการผลิต	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

- สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ
การประมวลผลภาพ ห่วงโซ่อุปทาน เครื่องจักรกลเกษตร

- ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ โดยระบุสถานภาพในการทำการวิจัยว่าเป็นผู้อำนวยการแผนงานวิจัย

- 6.1 หัวหน้าโครงการวิจัย หรือผู้ร่วมวิจัยในแต่ละผลงานวิจัย

ชื่อเรื่องโครงการวิจัย	ปีที่ทำ(พ.ศ)	แหล่งทุน	สถานภาพในการวิจัย
การศึกษาห่วงโซ่อุปทานของผลิตภัณฑ์ใบจากสำหรับมวนบุหรี่ และผลิตภัณฑ์จักสานก้านจาก ตั้งแต่เกษตรกรถึงผู้บริโภค ตำบลวังวน อำเภอกันตัง จังหวัดตรัง	2561	งบประมาณ เงินรายได้ คณะ	หัวหน้าโครงการ
การศึกษากลไกราคาของผลิตภัณฑ์จาก ตำบลวังวน อำเภอกันตัง จังหวัดตรัง	2561	งบประมาณ เงินรายได้ คณะ	ผู้ร่วมโครงการวิจัย

ชื่อเรื่องโครงการวิจัย	ปีที่ทำ(พ.ศ)	แหล่งทุน	สถานภาพในการวิจัย
การพัฒนาเครื่องย่อยต้นปาล์มหมดอายุ โดยใช้ต้นกำลังจากเพลลาอำนาจกำลังของรถแทรกเตอร์	2561	งบประมาณแผ่นดิน	ผู้ร่วมโครงการวิจัย
การออกแบบและสร้างเครื่องอัดข้าวยา	2561	งบประมาณเงินรายได้คณะ	ผู้ร่วมโครงการวิจัย
การมีส่วนร่วมพัฒนาชุมชนของประชาชนบ้านวังไทร ตำบลถ้ำใหญ่ อำเภอยะรังสง จังหวัดนครศรีธรรมราช	2561	งบประมาณเงินรายได้คณะ	ผู้ร่วมโครงการวิจัย
ศึกษาการใช้รังสีอัลตราไวโอเล็ตเพื่อหยุดยั้งการเจริญเติบโตของด้วงงวงข้าวในข้าวสังข์หยดพัทลุง	2562	งบประมาณเงินรายได้คณะ	ผู้ร่วมโครงการ
กระถางต้นกล้าไม้ย่อยสลายได้จากเส้นใยทะเลลายปาล์มและซีลีเยอไม้	2562	งบประมาณแผ่นดิน	หัวหน้าโครงการ
การออกแบบและสร้างเครื่องปอกเปลือกผลลูกตาลอ่อน	2562	งบประมาณเงินรายได้คณะ	หัวหน้าโครงการ

6.2 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว: ชื่อผลงานวิจัย ปีที่พิมพ์ การเผยแพร่ และแหล่งทุน (อาจมากกว่า 1 เรื่อง)

Thammachot N., Chaiprapat S., Waiyakan K. (2013) Development of an Image Processing System in Splendid Squid Grading. In: Meesad P., Unger H., Boonkrong S. (eds) The 9th International Conference on Computing and Information Technology (IC2IT2013). Advances in Intelligent Systems and Computing, vol 209. Springer, Berlin, Heidelberg.

ผลงานที่นำเสนอในที่ประชุมวิชาการ

เศรษฐวัฒน์ ฤนิมกาญจน์ ชโลธร ศักดิ์มาศ นศพร ธรรมโชติ และจิราพร ศรีภิญโญวณิชย์ จงยิ่งเจริญ. 2561. ผลของการอบแห้งข้าวเปลือกความชื้นสูงโดยใช้ลมร้อนร่วมกับการเป่าอากาศแวดล้อม. การประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย “ราชมงคลขับเคลื่อนนวัตกรรมก้าวไกลสู่ Thailand 4.0”, 1-3 สิงหาคม: 288-295.

Nootcharee Thammachot, Supapan Chairapat, and Kriangkrai Waiyakan. 2013. Development of an Image Processing System in Splendid Squid Grading. The 9th International Conference on Computing and Information

Technology (IC2IT2013). Advances in Intelligent Systems and Computing. Vol. 209. May 9-10, 2013. Bangkok, Thailand. pp. 175–183.

นศพร ธรรมโชติ จาริพร เพชรชิต สาธิต บัวขาว เศรษฐวัฒน์ ถนิมกาญจน์ และชโลธร ศักดิ์มีาศ. 2561. การศึกษาห่วงโซ่อุปทานของผลิตภัณฑ์ใบจากสำหรับมวนบุหรี่ ตั้งแต่เกษตรกรถึงผู้บริโภค ตำบลวังวน อำเภอกันตัง จังหวัดตรัง. การประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต ครั้งที่ 11: 2561 “การบูรณาการภูมิปัญญาสู่นวัตกรรมและการพัฒนาท้องถิ่นอย่างยั่งยืน”, 20 ธันวาคม 2561: 79-87.

N Thammachot, P Bootkote, S Thanimkarn and C Preecha. 2021. Identification of Lime Leaf Diseases with Deep Learning Technique on Android Smartphone. The 9th International Conference on Engineering and Technology (ICET-2021) May 27th, 2021, Faculty of Engineering, Prince of Songkla University (PSU), Thailand: 527-537.

6.3 งานวิจัยที่กำลังทำ :

ประวัติคณะผู้วิจัย (ต่อ)

ผู้ร่วมโครงการ (1)

1. ชื่อ-นามสกุล (ภาษาไทย) นายชัยสิทธิ์ ปรีชา
ชื่อ-นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Mr. Chaisit Preecha
2. เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน
3800100104191
3. ตำแหน่งปัจจุบัน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ระดับ 8
เงินเดือน 32,000 (บาท)

เวลาที่ใช้ทำวิจัย มากกว่า 6 ชั่วโมง : สัปดาห์

4. หน่วยงานที่ติดต่อได้พร้อมโทรศัพท์ โทรสารและ e-mail

สาขาพืชศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตนครศรีธรรมราช

อ.ทุ่งสง จ.นครศรีธรรมราช 80110 โทรศัพท์ 0-7532-9936 โทรสาร 0-7532-9936,

e-mail: skpreecha@yahoo.co.uk

5. ประวัติการศึกษา

ปีที่จบการศึกษา	ระดับปริญญา	ชื่อย่อปริญญา	สาขาวิชา	วิชาเอก	สถาบัน
2551	เอก	วท.ด.	เกษตรเขตร้อน	โรคพืช	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
2531	โท	วท.ม.	เกษตรศาสตร์	โรคพืช	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
2525	ตรี	วท.บ.	เกษตรศาสตร์	โรคพืช	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

6. สาขาที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ

การควบคุมโรคพืชโดยชีววิธี (biocontrol)

7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ โดยระบุสถานภาพในการทำการวิจัยว่าเป็นหัวหน้าโครงการหรือผู้ร่วมวิจัยในแต่ละข้อเสนอการวิจัย

7.1 ผู้อำนวยการแผนงานวิจัย: ชื่อแผนงานวิจัย

1) การเพิ่มผลผลิตเห็ดแครง (*Schizophyllum commune*) การใช้ประโยชน์สารทุติยภูมิจากเห็ดแครงในระบบการเลี้ยงสัตว์น้ำ และการจัดการวัสดุก้อนเห็ดเก่า

7.2 หัวหน้าโครงการวิจัย:

1) การคัดเลือกแบคทีเรียปฏิชีวนะเพื่อใช้ควบคุมโรครากขาว (*Rigidoporus lignosus*) ของยางพารา (*Hevea brasiliensis*) โดยชีววิธี

2) การจัดการโรคราแป้งและเพลี้ยแป้งในการผลิตเงาะนอกฤดูของกลุ่มเกษตรกรผู้ผลิตเงาะในอำเภอชะอวด จังหวัดนครศรีธรรมราช

3) การศึกษาการแพร่ระบาดของ ความรุนแรงของโรคราแป้งของเงาะ ในจังหวัดนครศรีธรรมราชและพัฒนาแนวทางในการควบคุมโรคราแป้ง

4) การศึกษารูปแบบการระบาดของปัจจัยที่มีผลต่อการแพร่ระบาดของโรครากขาวในยางพาราที่เกิดจากเชื้อ *Rigidoporus lignosus* (Klotzsch) Imaz. และผลของสารเคมีและเชื้อปฏิชีวนะที่มีผลต่อการควบคุมโรค

5) การคัดเลือกสายพันธุ์ยางพาราที่ต้านทานโรครากขาว (*Rigidoporus lignosus*) เพื่อใช้เป็นต้นตอ

6) การพัฒนาวัสดุเพาะจากก้อนเชื้อเหาะเห็ดเก่าสำหรับเหาะเลี้ยงเห็ดแครง (*Schizophyllum commune*) และเห็ดหลินจือ (*Ganoderma lucidum*)

7.3 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว:

1) การคัดเลือกแบคทีเรียปฏิปักษ์เพื่อใช้ควบคุมโรครากขาว (*Rigidoporus lignosus*) ของยางพารา (*Hevea brasiliensis*) โดยชีวีวิธี

2) การจัดการโรคราแป้งและเพลี้ยแป้งในการผลิตเงาะนอกฤดูของกลุ่มเกษตรกรผู้ผลิตเงาะในอำเภอชะอวด จังหวัดนครศรีธรรมราช

3) การศึกษาการแพร่ระบาด ความรุนแรงของโรคราแป้งของเงาะ ในจังหวัดนครศรีธรรมราชและพัฒนาแนวทางในการควบคุมโรคราแป้ง

4) การศึกษารูปแบบการระบาดและปัจจัยที่มีผลต่อการแพร่ระบาดของโรครากขาวในยางพาราที่เกิดจากเชื้อ *Rigidoporus lignosus* (Klotzsch) Imaz. และผลของสารเคมีและเชื้อปฏิปักษ์ที่มีผลต่อการควบคุมโรค

5) การคัดเลือกสายพันธุ์ยางพาราที่ต้านทานโรครากขาว (*Rigidoporus lignosus*) เพื่อใช้เป็นต้นตอ

7.4 งานวิจัยที่กำลังทำ : ชื่อข้อเสนอการวิจัย แหล่งทุน และสถานภาพในการทำวิจัยว่าได้ทำการวิจัยลุล่วงแล้วประมาณร้อยละเท่าใด

1) การพัฒนาวัสดุเพาะจากก้อนเชื้อเหาะเห็ดเก่าสำหรับเหาะเลี้ยงเห็ดแครง (*Schizophyllum commune*) และเห็ดหลินจือ (*Ganoderma lucidum*) แหล่งทุน วช. ปีงบประมาณ 2557-2558 งานเสร็จร้อยละ 80

2) การพัฒนาแนวทางในการควบคุมโรคลำต้นเน่าของปาล์มน้ำมันที่เกิดจากเชื้อสาเหตุ *Ganoderma* spp. แหล่งทุน วช. ปีงบประมาณ 2558-2559 งานเสร็จร้อยละ 40

งานวิจัยที่ตีพิมพ์เผยแพร่

ชัยสิทธิ์ ปรีชา สุธฤดี ประเทืองวงศ์ และ สุพจน์ กาเข็ม. 2550. ศักยภาพในการผลิตแบคทีเรียโอเอสอาร์ *Bacillus amyloliquefaciens* KPS46 ในรูปสปอร์ผง. ใน รายงานการประชุมวิชาการอรั๊กษาพืช ครั้งที่ 8. 20-22 พฤศจิกายน 2550.จ. พิษณุโลก. หน้า 81-90.

Chaisit Preecha. 2011. Leaf Assay Screening Antagonistic Microorganism to Control *Rhizoctonia solani* Caused Leaf Web Blight of Durian. Proc. of the ISHS The International Symposium on Tropical and Subtropical Fruits. Dec.19 -22, 2011. Imperial Mae Ping Hotel Chiang Mai, Thailand. 42.

ชัยสิทธิ์ ปรีชา. 2554. การคัดเลือกจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ที่มีศักยภาพในการควบคุมเชื้อ *Pestalotiopsis flagisetula* สาเหตุของโรคใบจุดมั่งคุด.ใน การประชุมวิชาการพืชสวนแห่งชาติ ครั้งที่ 10. 18-20 พฤษภาคม 2554. ณ โรงแรมมิราเคิลแกรนด์ คอนเวนชัน กรุงเทพฯ. หน้า 307.

Chaisit Preecha, Wethi Wisutthiphaet and Pornsil Seephueak. 2013. Occurrence of Powdery mildew (*Nephelium lappaceum* Linn) Cause by *Pseudoidium*

nephelii in Growing Area at Phipoon District, Nakhon Si Thammarat Province, Thailand. Proc. of The 5th International Symposium on Tropical and Subtropical Fruit, 18-20 June 2012. Guargzchou, China.

วรารัตน์ ศรีจันทร์ และชัยสิทธิ์ ปรีชา. 2555. ประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบจากพืชสมุนไพรต่อการยับยั้งการงอกของสปอร์ของ *Pseudoidium nephelii*. สาเหตุโรคราแป้งของเงาะ. ใน การประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานวิจัยพืชเขตร้อนและกึ่งร้อน ครั้งที่ 6. 26-27 กรกฎาคม 2555. ณ หอประชุมเบญจรัตน์ อาคารนวมินทร์ราชินี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ กรุงเทพฯ. หน้า 28.

Chaisit Preecha , Wethi Wisutthiphaet and Pornsil Seephueak. 2013. Screening Antagonistic Bacteria for Control White Root Disease (*Rigidoporus lignosus*) on Para Rubber Tree (*Hevea brasiliensis*) Proc. of the APRC The 1st Asia Pacific Rubber Conference .September 5-6, 2013. Diamond Plaza Hotel Surat Thani, Thailand. 60.

Chaisit Preecha , Wethi Wisutthiphaet and Pornsil Seephueak. 2013. Occurrence of Silence Dead, White Root Disease (*Rigidoporus lignosus*) on Para Rubber Tree (*Hevea brasiliensis*) at Southern Part of Thailand. Proc. of The 3th International Symposium for Sustainable Humanosphere (ISSH)- a Forum of the Humanosphere Science School (HSS) 2013. September 17-18 Gedung Rektorat, University of Bngkulu, Bngkulu – Indonesia.15-16.

วรารัตน์ ศรีจันทร์ และชัยสิทธิ์ ปรีชา. 2556. ประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบจากพืชในการควบคุมโรคราแป้งที่เกิดจากเชื้อ *Pseudoidium nephelii* ของเงาะ (*Nephelium lappaceum* Linn). ใน การประชุมวิชาการอารักขาพืชแห่งชาติ ครั้งที่ 11. 26-27 พฤศจิกายน 2556. ณ โรงแรมเซ็นทาราแอนด์คอนเวนชันเซ็นเตอร์ จ.ขอนแก่น. หน้า 88-89.

Chaisit Preecha. 2014. Leaf Assay Screening Antagonistic Microorganisms to Control *Rhizoctonia solani* Causing Leaf Web Blight of Durian. Proc. of ISHS 2014. on Tropical and Subtropical Fruits. Eds. N. Chomchalow et al. Acta Hort. 1024, 295.

Chaisit Preecha. 2014. Sustainable Control Powdery mildew of Rambutan (*Nephelium lappaceum* Linn) Caused by *Pseudoidium nephelii* by Using Medicinal Plant Crude Extracts. Proc. of IHC 2014, 29th International Horticultural Congress. 17-22 August 2014. Sustaining Lives, Livelihoods and Landscapes. Queensland, Australia. 193.

ประวัติคณะผู้วิจัย (ต่อ)

ผู้ร่วมโครงการ (2)

1. ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย) นายปิติพัฒน์ บุตรโคตร

ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Mr.Pitipat Bootkote

2. เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน 3 4301 01014 66 1

3. ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์

เวลาที่ใช้ทำวิจัย 6 ชั่วโมง : สัปดาห์

4. หน่วยงานและสถานที่อยู่ที่ติดต่อได้สะดวก

สังกัดสาขาเกษตรกลวิธาน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

วิทยาเขตนครศรีธรรมราช พื้นที่ไสใหญ่

ที่อยู่ เลขที่ 109 ม. 2 ต. ถ้ำใหญ่ อ.ทุ่งสง จ. นครศรีธรรมราช 80110

โทรศัพท์: 075 773 131 ต่อ 221 โทรศัพท์เคลื่อนที่: 085 6555 881

โทรสาร: 075-329936 E-mail: bootkote.p@gmail.com

5. ประวัติการศึกษา

ระดับ โรงเรียนปทุมเทพวิทยาคาร อำเภอเมือง จังหวัดหนองคาย ปการศึกษา 2542

มัธยมศึกษา

ระดับปริญญาตรี วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วศ.บ.) สาขาวิชาวิศวกรรมเกษตร

คณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ปการศึกษา 2546

ระดับปริญญาโท วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วศ.ม.) สาขาวิชาเทคโนโลยีการจัดการพลังงาน

คณะพลังงานสิ่งแวดล้อมและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

ปการศึกษา 2552

ระดับปริญญาเอก ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต (ปร.ด.) สาขาวิชาเทคโนโลยีพลังงาน

คณะพลังงานสิ่งแวดล้อมและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

ปการศึกษา 2560

ประวัติการทำงาน วิศวกรโรงงาน บริษัท สยาม เซรา เอฟพี จำกัด พ.ศ. 2547-2549

ผู้ช่วยผู้เชี่ยวชาญด้านความรอน บริษัท เอ็นเนอร์ยี คอนเซอร์เวชัน เทคโนโลยี

จำกัด พ.ศ. 2551-2552

อาจารย์ สังกัดสาขาเกษตรกลวิธาน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัย

เทคโนโลยี ราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตนครศรีธรรมราช พื้นที่ไสใหญ่ พ.ศ.

2552-ปัจจุบัน

ผลงานที่ได้รับ
การตีพิมพ์

1. Bootkote, P., Soponronnarit, S. and Prachayawarakorn, S., 2016, "Process of Producing Parboiled Rice with Different Colors by Fluidized Bed Drying Technique Including Tempering", Food and Bioprocess Technology, Vol. 9 (9), pp. 1574–1586.
2. Bootkote, P, Soponronnarit, S. and Prachayawarakorn, S., "Determination of the effective diffusion coefficient and the head rice yield of parboiled paddy by fluidized bed drying", Proceeding of the 8th International Conference on Agricultural Engineering (TSAE2015), March 17-19, Bangkok, Thailand.
3. Bootkote, P, Soponronnarit, S. and Prachayawarakorn, S., "Effect of fluidized bed drying temperature, tempering time and storage period of paddy on parboiled rice quality", Proceedings of the 8th Asia-Pacific Drying Conference (ADC2015), August 10-12, Kuala Lumpur, Malaysia.

