

# การพัฒนาโปรแกรมประยุกต์บนโทรศัพท์เคลื่อนที่ เพื่อระบุลักษณะปฏิกิริยาของอ้อย ต่อโรคเน่าแดงในการปรับปรุงพันธุ์อ้อย

## Development of Mobile Phone Application for Characterization of Sugarcane Reaction to Red Rot Disease in Breeding Program

ครองทรัพย์ แสงทอง<sup>1</sup> รัตนา ตั้งวงศ์กิจ<sup>2\*</sup> และภาวิต ตั้งวงศ์กิจ<sup>2</sup>

Krongsap Sangthong<sup>1</sup>, Ratana Tangwongkit<sup>2\*</sup> and Pavit Tangwongkit<sup>2</sup>

Received: October 17, 2023

Revised: February 28, 2024

Accepted: February 28, 2024

**Abstract:** The selection of resistant sugarcane varieties depends on testing the cuttings' reaction to the causal fungus, followed by visually scoring the severity of symptoms, which may yield inaccurate results. The visual scoring method may yield inaccurate results. This research addresses this limitation by introducing the Redrot Application for Android phones, version 5 and above. The application utilizes image processing algorithms to assess the reaction of 200 sugarcane varieties to red rot disease. Disease reactions were characterized based on visual assessments by experts, considering three parts: the distance of fungus move through nodes, the size of the red area, and the appearance of red color. The collected data were used to calculate symptom level scores and group resistance reaction characteristics. The program reads and analyzes image results using Python and the OpenCV2 library, incorporating traditional feature extraction, geometry feature extraction, and image segmentation for size and wound detection, including processes such as contouring and morphological operations. Color analysis is performed using Histogram analysis. The confusion matrix was employed to evaluate the prediction results, revealing an application accuracy of 92.50 percent, a recall value of 0.65, a precision value of 0.74, and a balanced F1 score of 0.69. The findings indicate that the application enhances accuracy and efficiency, reducing errors associated with human visual result interpretation. The program processes and displays reaction characteristics promptly upon capturing or loading images for each experimental sugarcane cane.

**Keywords:** sugarcane breeding, red rot disease, mobile application, image processing

**บทคัดย่อ:** ในการคัดเลือกพันธุ์อ้อยที่ต้านทานโรคเน่าแดง จะอาศัยวิธีการทดสอบปฏิกิริยาของท่อนพันธุ์ต่อเชื้อราสาเหตุโรค แล้วอ่านผลจากลักษณะอาการโรคที่เกิดขึ้นด้วยสายตา แต่พบว่าการอ่านผลด้วยสายตาอาจมีความคลาดเคลื่อนจึงได้ทำการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ Redrot App บนโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบปฏิบัติการ

<sup>1</sup> คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม 73140

<sup>1</sup> Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom 73140

<sup>2</sup> ภาควิชาเกษตรกลวิธาน คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม 73140

<sup>2</sup> Department of Farm Mechanics, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom 73140

\*Corresponding author: agrrrnt@gmail.com

แอนดรอยด์เวอร์ชัน 5.0 ขึ้นไป โดยใช้อัลกอริทึมการประมวลผลภาพถ่ายของลักษณะอาการโรค ทดสอบโปรแกรม โดยปลูกเชื้อโรคเน่าแดงให้กับท่อนพันธุ์อ้อยจำนวน 200 สายพันธุ์ อ่านผลด้วยวิธีให้ผู้เชี่ยวชาญใช้สายตาตรวจดู อาการโรคสามส่วน คือ การเคลื่อนของเชื้อทะลุปล้อง ขนาดของพื้นที่สีแดง และลักษณะสีแดง นำมาคำนวณคะแนน ระดับอาการแล้วจัดกลุ่มตามลักษณะของความต้านทาน เปรียบเทียบกับการอ่านผลจากภาพถ่ายและวิเคราะห์ ลักษณะของความต้านทานโรคด้วยโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นใช้ Python และ Library opencv2 ในการประมวลผล ภาพโดยการทำ Traditional feature extraction ประกอบด้วยการทำ Geometry feature extraction และทำ Image segmentation สำหรับขนาดและความยาวของแผล เช่น Contouring, Morphological operation ส่วนการประเมินสีของแผลใช้ Histogram analysis แล้วใช้ Confusion matrix ประเมินผลลัพธ์ที่ได้ พบว่าการ ใช้โปรแกรมประยุกต์มีค่าความถูกต้อง (Accuracy) 92.50% ค่าความระลึก (Recall) 0.65 ค่าความแม่นยำ (Precision) 0.74 และค่าความถ่วงดุล (F1 score) 0.69 มีความแม่นยำและประสิทธิภาพ สามารถลดความ คลาดเคลื่อนจากการอ่านผลด้วยสายตาได้ และโปรแกรมจะประมวลผลและแสดงระดับของลักษณะปฏิกิริยาทันที ที่ถ่ายภาพหรือโหลดภาพแต่ละลำอ้อยทดลอง

**คำสำคัญ:** ปรับปรุงพันธุ์อ้อย, โรคเน่าแดง, แอปพลิเคชัน, ประมวลผลภาพ

### คำนำ

อ้อยเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญ เป็นวัตถุดิบ น้ำของการผลิตน้ำตาลที่เป็นสินค้าส่งออกที่สำคัญ ของประเทศไทย โดยในปี พ.ศ. 2564 ประเทศไทย ส่งออกน้ำตาลเป็นอันดับ 3 ของโลก มีส่วนแบ่ง ตลาด 5.90% รองมาจาก สหพันธ์สาธารณรัฐบราซิล (50.60%) และสาธารณรัฐอินเดีย (13.20%) (ชัยวัช, 2566) ปัญหาสำคัญที่ส่งผลกระทบทำให้ปริมาณ ผลผลิตอ้อยต่อพื้นที่ของประเทศไทยลดลง มี สาเหตุมาจากโรคเน่าแดงของอ้อยที่เกิดจากเชื้อรา *Colletotrichum falcatum* และโรคเส้ดำที่เกิดจาก เชื้อรา *Sporisorium scitamineum* ซึ่งทำลาย ต้นอ้อยและสร้างความเสียหายร้ายแรงต่อการผลิต การปรับปรุงพันธุ์อ้อยให้ต้านทานต่อทั้งสองโรคนี้ เป็นแนวทางหนึ่งที่เหมาะสมในการจัดการโรค (Mohanraj et. al, 2012) ดังนั้นในโปรแกรมการ ปรับปรุงพันธุ์อ้อยของไทย จึงกำหนดให้ต้องทำการ ทดสอบระดับความต้านทานต่อโรคเน่าแดง และโรค เส้ดำ โดยพันธุ์อ้อยที่จะประกาศพันธุ์ได้ต้องมีผล การทดสอบระดับความต้านทานต่อโรคทั้งสองระดับ ปานกลางขึ้นไป (วีรกรณ์ และคณะ, 2566)

วิธีการทดสอบโรคเน่าแดง นิยมใช้วิธี ปลูก เชื้อเข้าไปในลำอ้อย หรือ Wound plug method (Srinivasan and Bhatt, 1961) เลี้ยงเชื้อราบนอาหาร

แข็งให้เส้นใยเจริญเต็มจานเลี้ยงเชื้อ ใช้ Cork borer เจาะเส้นใยพร้อมวุ้นอาหาร ใส่เข้าไปในรูที่เจาะไว้ บนลำอ้อย ปิดรูที่เจาะไว้ให้สนิท จากนั้นบ่มอ้อย ไว้นาน 60 วัน แล้วตรวจดูปฏิกิริยาของโรคบนอ้อย แต่ละพันธุ์ที่ได้รับการปลูกเชื้อ โดยผ่าท่อนอ้อยที่ได้ รับเชื้อออกตามยาว ตรวจดูเนื้อเยื่อตรงบริเวณที่เกิด อาการพร้อมทั้งให้คะแนนอาการโรคระดับ 0-9 จาก ลักษณะภายในท่อนอ้อยตามเกณฑ์ของ Srinivasan and Bhatt (1961) คำนวณค่าเฉลี่ยของคะแนนที่ได้ จากอ้อย 4 ลำ นำมาใช้ในการประเมินและจำแนก พันธุ์อ้อยออกเป็นกลุ่ม ได้แก่ คะแนน 0.0 ถึง 2.9 ต้านทานมาก (HR) 3.0 ถึง 3.9 ต้านทาน (R) 4.0 ถึง 4.9 ต้านทานปานกลาง (MR) 5.0 ถึง 5.9 อ่อนแอ ปานกลาง (MS), 6.0 ถึง 6.4 อ่อนแอ (S) และ คะแนนสูงกว่า 6.5 อ่อนแอมาก (HS) (สำนักงาน คณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย, 2561) ทั้งนี้ใน การคัดเลือกพันธุ์อ้อยต้องการระดับความต้านทาน มากถึงต้านทานปานกลาง ในขณะที่การอ่านผล ปฏิกิริยาของพันธุ์อ้อยต่อโรคเน่าแดงต้องการความ ถูกต้องและความแม่นยำในการวิเคราะห์ผลจาก ผู้เชี่ยวชาญ ประกอบกับการอ่านผลจำนวนมากด้วย สายตา อาจทำให้มีผลคลาดเคลื่อน และต้องใช้เวลา มากหากต้องตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล

การประมวลผลภาพดิจิทัล (Digital image processing) เป็นเทคโนโลยีหนึ่งที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการระบุลักษณะปฏิกิริยาของอ้อยต่อโรคเน่าแดง เสมือนการอ่านผลและวิเคราะห์ผลโดยผู้เชี่ยวชาญ รวมทั้งมีการบันทึกผลในฐานข้อมูลได้รวดเร็ว แม่นยำ ลดการคลาดเคลื่อนในการจดบันทึกข้อมูลโดยคน ระบบการวินิจฉัยโรคใบขีดแดงในอ้อยโดยใช้เทคโนโลยี Deep learning ใช้การจำแนกภาพวิเคราะห์ภาพ และประมวลผลภาพ ผ่านการอัปโหลดภาพของโรคผ่านเว็บไซต์ การทดลองนี้ได้ถูกนำไปใช้จริงกับผู้ปฏิบัติงานที่มีความเกี่ยวข้องกับการเกษตรด้านอ้อยและนักพัฒนาเทคโนโลยี และผลลัพธ์ที่ได้มีความแม่นยำมากกว่า 90% (Kumpala *et al.*, 2022)

ดังนั้นการศึกษาวิจัยครั้งนี้ จึงนำหลักการประมวลผลภาพมาพัฒนาโปรแกรมสำหรับใช้ในการระบุลักษณะปฏิกิริยาของอ้อยลูกผสมต่อโรคเน่าแดง เพื่อลดความคลาดเคลื่อนจากการใช้สายตาในการประเมินปฏิกิริยาโรคเน่าแดง มีการใช้งานได้สะดวกบนโทรศัพท์เคลื่อนที่ซึ่งจะสามารถดำเนินการคัดกรองพันธุ์อ้อยได้จำนวนมากและรวดเร็วยิ่งขึ้น อีกทั้งข้อมูลถูกเก็บบันทึกไว้ในฐานข้อมูลอย่างเป็นระบบและเป็นปัจจุบัน (Real time) โดยทำการทดสอบความสามารถของโปรแกรมประยุกต์กับอ้อยลูกผสมจำนวน 200 สายพันธุ์ ของศูนย์การปรับปรุงอ้อยแห่งประเทศไทย (Thailand Sugarcane Breeding Center -TSBC)












## อุปกรณ์และวิธีการ

### 1. การพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ Redrot App บนโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

การตรวจระบุลักษณะพันธุ์อ้อยที่นำมาทดสอบต่อโรคเน่าแดง พบว่าตามเกณฑ์การประเมินของ Srinivasan and Bhatt (1961) ในแปลงปลูกอ้อยนั้นสายพันธุ์อ้อยที่อ่อนแอและเป็นโรคจะตรวจพบรอยโรคสีแดงสลับกับจุดสีขาวซึ่งในการทดสอบโรคอาจจะพบหรือไม่พบก็ได้ จึงมีการปรับปรุงประเมินลักษณะอาการจุดขาวในเนื้ออ้อยมาเป็นการประเมินลักษณะสีแดงของเนื้ออ้อยในลำอ้อยที่ปลูกเชื้อ ทั้งนี้เนื้อเยื่อที่ถูกเชื้อราเข้าทำลายจะเปลี่ยนจากสีเนื้อเยื่ออ้อยปกติ ไปเป็นสีแดง ซึ่งเกิดจากการ

ผลิตเม็ดสีแอนโทไซยานินของอ้อยที่มีปฏิกิริยาต่อเชื้อที่เข้าทำลายและถ้าเนื้อเยื่อตายจะเปลี่ยนเป็นสีดำ ดังนั้นการประเมินจึงใช้เกณฑ์ 3 เกณฑ์ ในการวิเคราะห์ปฏิกิริยาของโรคเน่าแดง ได้แก่ การทะลุปล้อง ขนาดของพื้นที่สีแดง และลักษณะสีแดง ดัง (Table 1) จัดกลุ่มพันธุ์อ้อยผลตามระดับคะแนนของลักษณะปฏิกิริยาต่อโรคเน่าแดง ซึ่งแบ่งเป็น 6 ระดับ ได้แก่ 1) ต้านทานมาก (HR) 2) ต้านทาน (R) 3) ต้านทานปานกลาง (MR) 4) อ่อนแอปานกลาง (MS) 5) อ่อนแอ (S) และ 6) อ่อนแอมาก (HS) และเนื่องจากนักปรับปรุงพันธุ์อ้อยจะเลือกอ้อยลูกผสมที่มีระดับลักษณะปฏิกิริยาของโรคเน่าแดงที่ระดับต้านทานปานกลางขึ้นไปเท่านั้น (คือ MR R และHR) จึงได้มีการปรับกำหนดระดับลักษณะปฏิกิริยาของโรคเน่าแดงเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ 1 ต้านทานมากและต้านทาน (HR/R) กลุ่มที่ 2 ต้านทานปานกลาง (MR) และกลุ่มที่ 3 อ่อนแอปานกลาง/อ่อนแอ/อ่อนแอมาก (MS/S/HS) ดัง (Table 2) เมื่อนำผลการแบ่งกลุ่ม 3 กลุ่มดังกล่าวไปขอรับความเห็นชอบจากนักโรคพืชของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์และนักปรับปรุงพันธุ์อ้อยของ TSBC เมื่อผ่านความเห็นชอบแล้วจึงได้นำวิธีประเมินข้างต้นไปใช้ในการเขียนโปรแกรมประยุกต์ Redrot App บนโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบแอนดรอยด์ นำคะแนนการประเมินที่ได้รวมกันแล้วหาค่าเฉลี่ยด้วยจำนวนตัวอย่างอ้อยที่ทำการทดสอบแต่ละพันธุ์แล้วเปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้จากโปรแกรมกับเกณฑ์ที่ประเมินด้วยสายตา (Srinivasan and Bhat, 1961) ทั้งนี้รูปภาพลำอ้อยอ้อยที่ได้รับการทดสอบโรคเน่าแดงและแสดงอาการของโรค ที่ได้จากคลังภาพการทดสอบโรค ในปี พ.ศ. 2562 และ พ.ศ. 2563 ของ TSBC จำนวน 200 ภาพ ได้ถูก รวบรวม คัดเลือก และจัดเรียง เพื่อใช้เป็น Training data set ชุดภาพที่ใช้เขียนโปรแกรม โดยแบ่งระดับลักษณะอาการออกเป็น 3 กลุ่ม (Table 2) ได้แก่ กลุ่มที่ 1 ต้านทานมาก (Highly resistant, HR) และ ต้านทาน (Resistant, R) กลุ่มที่ 2 ต้านทานปานกลาง (Moderately resistant, MR) และกลุ่มที่ 3 อ่อนแอปานกลาง (Moderately susceptible, MS) อ่อนแอ (Susceptible, S) และ อ่อนแอมาก (Highly susceptible, HS)

**Table 1** Red rot rating based on the 0-9 scale (Srinivasan and Bhat, 1961) adjusted according to the specified criteria for use in application development.

Symptoms	Numerical scale	Severity of symptom	Preview
Nodal transgression	0	No lesion spread	
	1	Lesion spread 1	
	2	Lesion spread 2	
	3	Lesion spread 3	
Lesion width	0	No lesion spread	
	1	Spread 25%	
	2	Spread 50%	
	3	Spread > 50%	
Color	0	No color	
	1	Red-dark red	
	2	Brown-black	

**Table 2** Categorization of red rot reactions comparative analysis of items used to assess the severity of red rot disease specified for use in the development of the application categorization of red rot reactions.

Score	Reaction Category	Reaction Category (Redrot App)
0.0 - 2.9	Highly resistant (HR)	HR/R
3.0 - 3.9	Resistant (R)	
4.0 - 4.9	Moderately resistant (MR)	MR
5.0 - 5.9	Moderately susceptible (MS)	
6.0 - 6.4	Susceptible (S)	MS/S/HS
6.5 - 9.0	Highly susceptible (HS)	

การพัฒนาโปรแกรม โดยใช้อัลกอริทึมประมวลผลภาพดิจิทัลจากภาพอาการโรคที่คัดเลือกมาใช้งาน 4 ขั้นตอน ได้แก่ Image correction/restoration, Image enhancement, Image transformation, และ Image classification (Reddy, 2018) ทั้งนี้การออกแบบโปรแกรมในการวิเคราะห์ภาพครั้งนี้ ต้องสามารถระบุ 3 ลักษณะ

นี้ได้ การทะลุปล้อง (Nodal transgression) ความกว้างของแผล (Lesion width) และ สีของแผล (Color) ซึ่งการพัฒนา Redrot App ใช้ Python และ Library opencv2 ในการประมวลผลภาพโดยการทำ Traditional feature extraction ประกอบด้วยการทำ Geometry feature extraction และทำ Image segmentation สำหรับขนาดและ

ความยาวของแผล เช่น Contouring, Morphological Operation ส่วนการประเมินสีของแผลใช้ Histogram analysis โปรแกรมประยุกต์ Redrot App บนโทรศัพท์เคลื่อนที่ออกแบบให้มีการติดตั้งใช้งานระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์เวอร์ชัน 5.0 ขึ้นไป ทั้งนี้มีแนวคิดในการพัฒนาการวิเคราะห์ดังนี้

1) การหาการทะลุปล้อง (Nodal transgression) เนื่องจากลำอ้อยทดสอบมีลักษณะแตกต่างกัน ไม่สามารถใช้ความยาวที่เป็นเส้นตรงได้ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องหา Contour ของลำอ้อยทั้งหมด และ Contour ของแผล เพื่อสร้างเส้นแทนลำอ้อย รวมทั้งรูปถ่ายไม่สามารถบอกความยาวได้ แอปพลิเคชันจึงจำเป็นต้องให้ถ่ายรูปลำอ้อยที่มีปล้องทั้งหมด 3 ปล้อง เพื่อให้สามารถคำนวณหาการทะลุปล้องได้จากอัตราส่วนความยาวแผลและความยาวของลำอ้อยทั้งหมด

2) การหาความกว้างของแผล (Lesion width) ทั้งนี้ในตาคนทั่วไปสามารถประเมินความกว้างของแผลได้จากความกว้างสูงสุดของแผลได้ถึงแม้ว่าลำอ้อยจะไม่ตรง แต่ในการทำ Image processing การหาความกว้างของแผลในขณะที่ต้นอ้อยคดงอนนั้นทำได้ยาก การประเมินความกว้างแผลด้วย Image processing จึงคำนวณจากอัตราส่วนจำนวน Pixels ระหว่างส่วนที่เป็นแผลกับส่วนที่ปกติแทน โดยใช้ประโยชน์ของ Contour ที่หาได้จากการหา Nodal transgression

3) ลักษณะสีแดง (Red color) เนื่องจากสีเป็นเกณฑ์ที่ได้รับผลกระทบจากสภาพแวดล้อมสูง ทำให้การประเมินสีในทาง Image processing เป็นเรื่องยาก แต่อย่างไรก็ตามเนื่องจากแผลมักจะมี สีดำ สีแดง และ สีเขียว ซึ่งสามารถแยกออกจากกันได้ง่าย โดยการทำ Histogram analysis

โปรแกรมประยุกต์ Redrot App มีผังการออกแบบ Data flow หรือ Architecture structure ของโปรแกรม ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้ (Figure 1)

1. การนำเข้าสู่รูปภาพ โดยโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นสามารถเลือกได้ทั้งแบบการนำเข้าจากอัลบั้มรูปภาพ หรือการถ่ายภาพแบบเรียลไทม์ หลังจากโปรแกรมได้รับข้อมูลรูปภาพมาแล้วโปรแกรมจะประมวลผลภาพ

2. การจัดการข้อมูลก่อนการนำเข้าสู่รูปภาพ (Image pre-processing) ก่อนนำภาพไปใช้ ทำการปรับเปลี่ยนสีของรูปภาพให้เห็นลักษณะอาการของท่อนอ้อยได้อย่างชัดเจน (Color transformation) จากนั้นปรับคุณภาพของรูปภาพโดยการกำจัดสิ่งรบกวน (Noise removal) ด้วย median filter และลบภาพหลัง (Remove background) ให้เหลือเพียงรูปท่อนอ้อยจนได้ภาพพร้อมใช้ในการวิเคราะห์ขั้นต่อไป

3. กระบวนการในการจำแนกพิกเซลในภาพ (Image segmentation) เพื่อแบ่งข้อมูลเป็นส่วนย่อยการทำงานแบ่งเป็นสองส่วนกล่าวคือ ขั้นที่ 1) หาความกว้างของท่อนอ้อย (Wd) หาได้จากส่วนของรูปที่เป็นท่อนอ้อย (Detect cane contours) ซึ่งนำมาวิเคราะห์พื้นที่ลำอ้อย (Ag) และ 2) หาส่วนพื้นที่แผลสีแดง-ดำบนท่อนอ้อย (Detect red area contours) ซึ่งพื้นที่รอยโรคนี้นำมาวิเคราะห์หาความกว้าง (Wr) และพื้นที่ส่วนรอยโรค (Ar) ดังนั้นในกระบวนการนี้จะได้อัตราส่วน 3 ตัวแปร คือ Wd Wg และ Ar/Ag

4. การแปลผล (Interpretation) คือการใช้ผลรวมคะแนน (Determine score) ที่ได้จากกระบวนการที่ 3 นำมาจัดกลุ่มเพื่อจำแนกระดับความต้านทานของโรค (Classification)

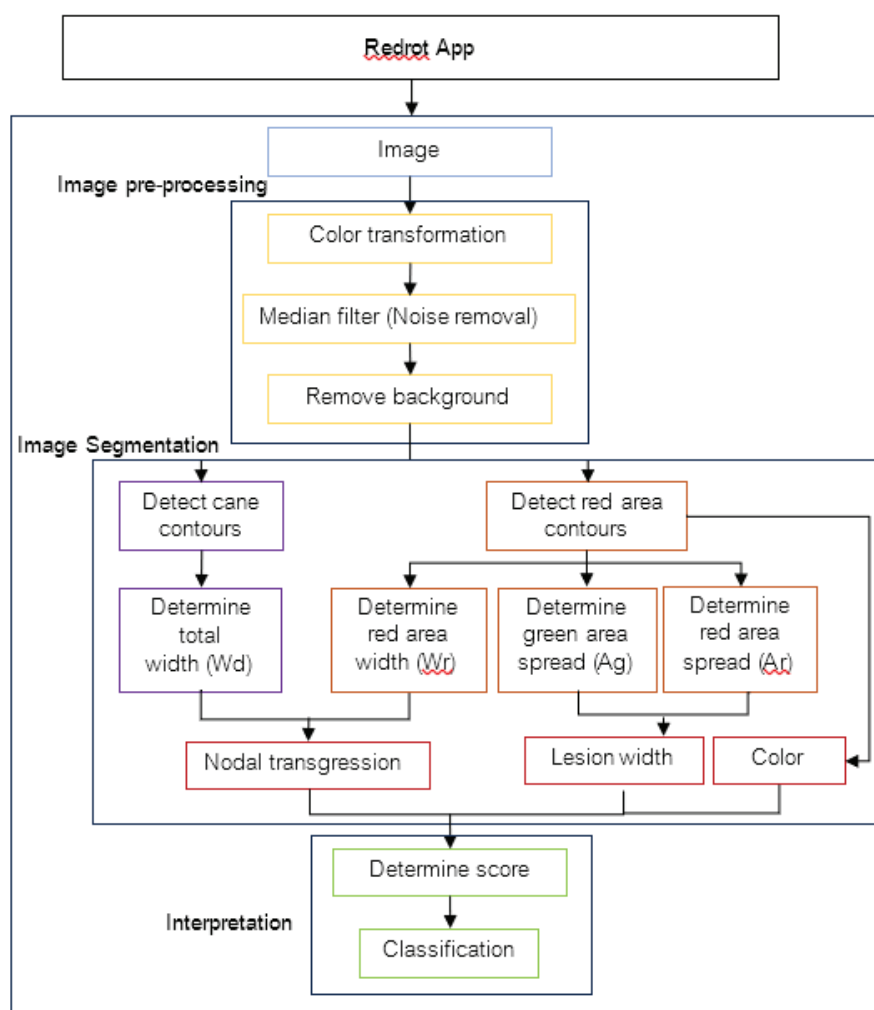


Figure 1 Data flow of Redrot App.

ทำการวิเคราะห์ระดับคะแนนของลักษณะปรากฏของอ้อยต่อโรคเน่าแดงจากการใช้แอปพลิเคชัน และเปรียบเทียบผลลัพธ์ของการจัดกลุ่มพันธุ์กับผลการประเมินด้วยวิธีใช้สายตา ตรวจสอบลักษณะของปรากฏต่อโรค ทั้งนี้ในระหว่างการทดสอบ มีการปรับปรุงโปรแกรมจนได้ความถูกต้อง (Accuracy) ของการใช้แอปพลิเคชันมากกว่า 90.00 เปอร์เซนต์

วัดความสามารถของโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นโดยใช้ Confusion matrix เป็นเครื่องมือ เพื่อแสดงค่า ความถูกต้อง (Accuracy) ตรงกับการประเมินด้วยสายตา ค่าความระลึก (Recall) ซึ่งหมายถึงค่า

ความถูกต้องของการทำนายว่าจะเป็น “จริง” เทียบกับจำนวนครั้งของเหตุการณ์ทั้งหมดของการทำนาย และสิ่งที่เกิดขึ้น ว่า “เป็นจริง” ค่าความแม่นยำ (Precision) หรือสัดส่วนของสิ่งที่ทำนายออกมาและทายถูก รวมทั้งประเมินผลลัพธ์ของการทำนาย (Prediction) จากแบบหรือโมเดลที่สร้างขึ้นในโปรแกรม Machine learning โดยวัดว่าสิ่งที่โปรแกรมหรือโมเดลทำนายได้ เป็นสัดส่วนเท่าใดกับ สิ่งที่เกิดขึ้น รวมทั้งคำนวณค่า F1-Score คือ ค่าเฉลี่ยแบบ Harmonic mean ระหว่างค่าความแม่นยำและค่าความระลึก (Kundu, 2022) (Table 3)

**Table 3** The evaluation of any algorithm by using Confusion Matrix which accuracy, precision, recall, and F1 score were assessed and shown model capabilities.

	Actual Positive (1)	Actual Negative (0)	$\text{Accuracy} = (\text{TPs} + \text{TNs}) / (\text{TPs} + \text{TNs} + \text{FPs} + \text{FNs})$ $\text{Precision} = \text{TPs} / (\text{TPs} + \text{FPs})$ $\text{Recall} = \text{TPs} / (\text{TPs} + \text{FNs})$ $\text{F1 score} = 2 \times (\text{Precision} \times \text{Recall}) / (\text{Precision} + \text{Recall})$
Predicted Positive (1)	Ture Positive (TPs)	False Positive (FPs)	
Predicted Negative (0)	False Negative (FNs)	Ture Negative (TNs)	

True Positives (TP): Number of samples correctly predicted as "positive."  
False Positives (FP): Number of samples wrongly predicted as "positive."  
True Negatives (TN): Number of samples correctly predicted as "negative."  
False Negatives (FN): Number of samples wrongly predicted as "negative."

## 2. การทดสอบประสิทธิภาพของ Redrot app เพื่อใช้ในการประเมินปฏิกิริยาต่อโรคเน่าแดงในอ้อย

ในปี 2564 พันธุ์อ้อยที่ทดสอบเป็นของศูนย์การปรับปรุงพันธุ์อ้อยแห่งประเทศไทย (TSBC) ใช้ อ้อยลูกผสมอายุ 7-8 เดือน จำนวน 200 สายพันธุ์ ละ 10 ลำ ตัดและนำมาปักชำในกระป๋องบรรจุทราย กระป๋องละ 5 ลำ ปักชำ 4 ลำ อีก 1 ลำเป็นสิ่งที่ทดลองควบคุมที่ไม่ปักชำ วางกระป๋องไว้ในโรงเรือนตาข่าย นาน 30-45 วัน ให้น้ำเวลาเช้าและเย็น เตรียมเชื้อรา *Colletotrichum falcatum* ที่ได้รับจาก TSBC เลี้ยงเชื้อเพิ่มปริมาณโดยเจาะวันส่วนปลายเส้นใยวางบน กลางจานอาหารแข็ง PDA บ่มไว้ 10 วันจนเชื้อเจริญ มีเส้นใยเต็มจาน จึงนำไปใช้ปักชำอ้อยบนลำอ้อยตาม วิธีการของ TSBC การปักชำทดสอบโรคเน่าแดง ใช้วิธี wound plug method โดยเจาะลำอ้อยตรง ตำแหน่งที่สูงจากโคนอ้อย 50 เซนติเมตร หรือปล้องที่ 3-5 นับจากโคนต้น เจาะ 1 รู ใส่ชิ้นส่วนของเชื้อสาเหตุ โรคเน่าแดง ปิดรูด้วยปิโตรเลียมเจล และพันด้วยฟิล์ม ยืดให้แน่น 5 รอบ นาน 60 วัน ให้น้ำเช้า-เย็น หลังจาก ปักชำแล้ว 60 วัน นำอ้อยที่ปักชำมาผ่ากลางลำ อ้อยตามความยาวของลำต้น ถ่ายภาพลักษณะแผล ที่เกิดโรคเน่าแดงทุกตัวอย่าง โดยให้ผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ประเมินด้วยสายตาแล้วให้คะแนนตามเกณฑ์จาก

นั้นนำคะแนนที่ได้รวมกันหารด้วยจำนวนตัวอย่างอ้อย ที่ทำการทดสอบ เพื่อหาค่าเฉลี่ยของระดับอาการของ แต่ละพันธุ์ นำค่าเฉลี่ยไปใช้จัดกลุ่มลักษณะปฏิกิริยา ของอ้อยต่อโรคเน่าแดง (สำนักงานคณะกรรมการอ้อย และน้ำตาลทราย, 2561)

## ผลการทดลองและวิจารณ์

### 1. โปรแกรมประยุกต์ Redrot App บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

ขั้นตอนการใช้งานโปรแกรมประยุกต์แสดง ในภาพ ดาวโหลดและติดตั้ง Redrot App จาก Google play store เข้าสู่ระบบใช้ชื่อผู้ใช้ และรหัส ผ่านที่ได้รับจากจากผู้พัฒนาแอปพลิเคชันเพื่อเข้าสู่ระบบ (2a) เข้าสู่หน้าหลักเมื่อเข้าสู่ระบบเพื่อเริ่ม การใช้งาน (2b) โดยใช้เมนูสแกนเบอร์อ้อยที่เป็น QR-code (2c) ของพันธุ์อ้อยทดสอบโรคเน่าแดง (2d) สามารถเลือกรูปภาพที่ต้องการอัปโหลดจากคลัง รูปภาพหรือใช้กล้องถ่ายรูป (2e) อัปโหลดจากคลัง รูปภาพ (2f) และทำเครื่องหมายถูกบนภาพพ่อนอ้อย (2g) จากนั้นอัปโหลดรูปภาพ (2h) ผลการประเมิน เมื่อการอัปโหลดรูปภาพสำเร็จ แอปพลิเคชันจะแสดง ผลการประเมินลักษณะปฏิกิริยาของโรคเน่าแดงของ แต่ละท่อน หลังจากที่ได้รับผลการประเมินลักษณะ

ปฏิกิริยาของท่อนอ้อย สามารถยืนยันและบันทึกข้อมูลได้เป็นภาพตัวอย่างของท่อนอ้อยควบคุม (2i) ที่ไม่

แสดงอาการของโรคเน่าแดงจึงมีผลคะแนนเท่ากับ 0 (2j) (Figure 2)



Figure 2 Operational step of Redrot App for characterization of sugarcane reaction to Red rot disease.

## 2. ผลการวิเคราะห์ความถูกต้องของการใช้ Redrot App

ทำการวัดความถูกต้องของการประเมินตามที่ Redrot App วัดได้ กับ ค่าที่นักโรคพืชประเมินไว้ โดยใช้ผลลัพธ์ของการจัดกลุ่มหรือจำแนกสายพันธุ์ที่มีระดับลักษณะปฏิกิริยาแบบต้านทานมาก/ต้านทาน (HR/R) และต้านทานปานกลาง (MR) เป็นพันธุ์ที่สามารถนำไปใช้งานต่อไป โดยโปรแกรมจะประมวลผลและแสดงระดับของลักษณะปฏิกิริยาทันทีที่ถ่ายภาพหรือโหลดภาพแต่ละลำอ้อยทดลอง ผลการ

วิเคราะห์ความสามารถในการทำงานของ Redrot App (Table 3) พบว่า ความถูกต้องหรือ Accuracy ที่ Redrot App โดยใช้ confusion matrix วัดได้ตรงกับค่าที่นักโรคพืชวัดได้ 92.50% และความสามารถของโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น มีค่า Precision (ความแม่นยำ) เท่ากับ 0.74 ค่า recall หรือ ความถูกต้องของการทำนายว่าจะเป็น “จริง” เทียบกับ จำนวนครั้งของเหตุการณ์ทั้งทำนาย และเกิดขึ้นว่า “เป็นจริง” เท่ากับ 0.65 และ ค่าความถ่วงดุล F1-score หรือ สัดส่วนของความระลึกับกับความแม่นยำเท่ากับ 0.69

ซึ่งการใช้เทคนิคการประมวลผลภาพได้นำมาใช้ในการประเมินโรคใบไหม้ของมันฝรั่งให้ผลลัพธ์ที่แม่นยำ 85.00% มากพอที่จะนำมาใช้ในการตัดสินใจ ในการจัดการโรค การประมวลผลภาพช่วยให้สามารถตรวจและประเมินความรุนแรงของโรคได้อย่างอัตโนมัติ เพิ่มความถูกต้องในการประเมินโรคใบไหม้ของมันฝรั่ง การประมวลผลภาพที่ใช้ในการประเมินโรคสามารถให้ข้อมูลระดับความรุนแรงของโรค การใช้เทคนิคการประมวลผลภาพยังช่วยลดเวลาในการทำการประเมิน และทำให้การตรวจโรคเป็นไปอย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพมากขึ้น ช่วยให้ผู้ตัดสินใจถูกต้องในการจัดการโรค โดยการประเมินความรุนแรงของโรคทำให้สามารถวางแผนในการป้องกันและควบคุมโรคใบ

ไหม้ของมันฝรั่ง (Satyendra *et al.*, 2021) ผลจากการใช้ Redrot App กับอ้อยทดสอบโรคเน่าแดง ปี พ.ศ.2564 ของ TSBC จำนวน 200 สายพันธุ์ได้ผลการทดสอบดัง (Table 4) ทั้งนี้ผลการประเมินปฏิกิริยาในระดับ MR แต่การอ่านผลจาก Redrot App เป็น (MS/S/HS) ซึ่งมีผลทำให้การเลือกจำนวนโคลนอ้อยในกระบวนการปรับปรุงลดลง เนื่องจากคุณภาพของภาพลำอ้อยที่มีการแสดงอาการของโรค แสงสว่างในขณะถ่ายภาพ สีของพื้นหลัง ซึ่งทำให้โปรแกรมคำนวณพิกเซล และค่าอื่นๆ ผิดพลาดได้ ดังนั้นในการถ่ายภาพวิเคราะห์ระดับลักษณะการเกิดโรคเน่าแดงต้องมีความระมัดระวัง

**Table 4** The capabilities of Redrot App analysis by using confusion matrix.

Predicted by Redrot App	Actual Value by scientist				Actual Positive	Actual Negative
	HR/R	MR	MS/S/HS			
	HR/R	0	1	0	17 (TPs)	6 (FPs)
	MR	1	15	6		
MS/S/HS	0	9	168		9 (FNs)	168 (TNs)

HR/R and MR were accepted by sugarcane breeder.

True Positives (TP): Number of samples correctly predicted as "positive."  
 False Positives (FP): Number of samples wrongly predicted as "positive."  
 True Negatives (TN): Number of samples correctly predicted as "negative."  
 False Negatives (FN): Number of samples wrongly predicted as "negative."

Accuracy =  $(TPs + TNs) / (TPs + TNs + FPs + FNs)$   
 $= (17+168)/(17+9+6+168) = 92.50\%$   
 Precision =  $TPs / (TPs + FPs) = 17 / (17+6) = 0.74$   
 Recall =  $TPs / (TPs + FNs) = 17 / (17+9) = 0.65$   
 F1 score =  $2 \times (Precision \times Recall) / (Precision + Recall) = 2 \times (0.74 \times 0.65) / (0.74 + 0.65) = 0.69$

## สรุป

จากการทดสอบความสามารถของ Redrot App เปรียบเทียบกับวิธีประเมินด้วยสายตาแบบมาตรฐาน ในการทดสอบกับอ้อยลูกผสมของ TSBC จำนวน 200 สายพันธุ์ แบ่งกลุ่มลักษณะปฏิกิริยาต่อโรคเน่าแดงที่อ้อยทดลองแสดงออกเป็น 3 กลุ่ม คือ

1) ต้านทานมาก/ต้านทาน (HR/R) 2) ต้านทานปานกลาง (MR) และ 3) อ่อนแอปานกลาง/อ่อนแอ/อ่อนแอมาก (MS/S/HS) แอปพลิเคชันได้รับการยอมรับจากผู้ที่เกี่ยวข้อง ทั้งนี้ในความเป็นจริงแล้ว การใช้สายตา ประเมินตามวิธีการเดิมก็อาจจะมีข้อผิดพลาดขึ้นได้เช่นเดียวกันซึ่งขึ้นกับประสบการณ์ของ

ผู้ทำการประเมิน แอปพลิเคชันนี้สามารถใช้ในหน่วยงานที่มีการปรับปรุงพันธุ์อ้อยในการเก็บข้อมูล และวิเคราะห์ผลของโรคเน่าแดงในอ้อย โดยมีข้อควรระวังในการใช้งานเรื่องของแสงและเงาในการถ่ายภาพที่อาจทำให้ผลคลาดเคลื่อน พื้นหลังที่ใช้รองท่อนอ้อยควรเป็นสีน้ำเงินเพื่อไม่ให้สีของพื้นหลังเหมือนกับเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินที่ทำให้การระบุระดับของปฏิกิริยาต่อการเกิดโรคเน่าแดงผิดพลาดได้

### เอกสารอ้างอิง

- ชัยวัช ไชวเจริญสุข. 2566. แนวโน้มธุรกิจ/อุตสาหกรรม ปี 2566-2568. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: <https://www.krungsri.com/th/research/industry/industry-outlook/agriculture/sugar/io/sugar-2023-2025> (11 สิงหาคม 2566).
- วีรกรรม แสงไธย, เบญจวรรณ รัตวัตร และรวีวรรณ เชื้อกิตติศักดิ์. 2563. การระบุชนิดเชื้อสาเหตุโรคเส้ดำและโรคเน่าแดงในอ้อยโดยลักษณะสัณฐานวิทยาและวิธีอณูชีววิทยาและการพัฒนาการประเมินการเกิดโรคที่รวดเร็ว. วารสารแก่นเกษตร ฉบับพิเศษ 1: 646-655.
- สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย. 2561. โครงการพัฒนาเพื่อปรับโครงสร้างการปรับปรุงพันธุ์อ้อยและพัฒนาระบบการบริหารจัดการการผลิตอ้อยอย่างครบวงจร ปีงบประมาณ 2561. รายงานผลงานวิจัย. สำนักงานอ้อยและน้ำตาลทราย กระทรวงอุตสาหกรรม. 362 หน้า.
- Inchaya Ku., Wi. Notawat and Pi. Prasomsab. 2022. Sugar cane red stripe disease detection using YOLO CNN of deep learning technique. Engineering access 8 (2): 192-197.
- Kundu, R. 2022. F1 score in machine learning: intro & calculation. (Online): Available source: <https://www.v7labs.com/blog/f1-score-guide> (May 21, 2023).
- Mohanraj, D., P. Padmanaban and R. Viswanathan. 2012. Screening for red rot resistance in sugarcane. Functional Plant Science and Biotechnology 6 (2): 51-62.
- Reddy, G.P.O. 2018. Digital image processing: Principles and Applications. pp. 101-126. In: Reddy, G., Singh, S. (eds). Geospatial Technologies in Land Resources Mapping, Monitoring and Management. Geotechnologies and the Environment. Springer, Cham.
- Satyendra, N.M., R. Kunal., D. Sanket., M. Subhranil., R.B. Ashis and C. Ashis 2021. Development of disease scoring system for severity analysis of late blight of potato based on image processing approach. Cohesive Journal of Microbiology & Infectious Disease 5: 1-7.
- Srinivasan, K.V. and N.R. Bhat. 1961. Red rot of sugarcane criteria for grading resistance. Journal of Indian Biological Society 40: 566-577.