Agricultural Sci. J. 49 : 4 (Suppl.) : 391-394 (2018) ว. วิทย. กษ. 49 : 4 (พิเศษ) : 391-394 (2561)

การพัฒนาเทคนิควิเคราะห์ภาพเพื่อจำแนกคุณภาพของผลน้อยหน่าพันธุ์เพชรปากช่อง โดยใช้โครงข่ายประสาทเทียม

Development of an Image Analysis Technique for Preliminary Sorting of Sugar Apple 'Petch Pakchong' Using Artificial Neural Network.

ชุติมา กาบแก้ว[1] **และ วันรัฐ อับดุลลากาซิม**[2]
Chutima kapkaeo[1] and Wanrat Abdullakasim[2]

Abstract

The objective of this study was to develop an image analysis technique for the sorting of Sugar Apple 'Petch Pakchong' using artificial neural network based on Thai Agricultural Standard TAS 21-2556. The annonas were randomly collected from 3 orchards, 3 wholesale markets and 2 retail markets. Images of individual fruit were captured under controlled illumination on top, bottom, and side views oriented at 45°, 90°, 135° and 180°, Images were then analyzed for parameters describing physical configuration of the fruits including perimeter, projected area, eccentric distance of centroid, symmetricity and fruit length. Classification of fruits quality consisted of two parts (i) size, which was classified into 8 classes, and (ii) shape, which was divided into 3 groups. The feed-forward backpropagation neural network was used for the classification. The leave-one-out technique was applied to find out the combination of parameters that most appropriate for the classification of size and shape. The results showed that size sorting of Petch Pakchong cultivar required combination of perimeter and projected area achieving an accuracy of 64.86%. In shape sorting, the perimeter, projected area, eccentric distance of centroid and symmetricity were all required for Petch Pakchong, achieving an accuracy of 55.88%.

Keywords: Sugar Apple, Artificial Neural Network, Standard

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาเทคนิควิเคราะห์ภาพเพื่อการคัดแยกผลน้อยหน่าพันธุ์เพชรปากช่องโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียม โดยอ้างอิงตามมาตรฐานสินค้าเกษตร มกษ. 21-2556 ที่สุ่มเลือกมาจากสวนของเกษตรกร 3 แปลง ตลาดขายส่ง 3 แห่ง และตลาดขายปลีก 2 แห่ง นำตัวอย่างมาบันทึกภาพภายใต้สภาวะควบคุมความส่องสว่าง โดยบันทึกภาพด้านบน ด้านล่าง และด้านข้างของผล ที่มุม 45° 90° 135° และ180° จากนั้นนำภาพถ่ายมาวิเคราะห์ หาค่าพารามิเตอร์บ่งชี้ลักษณะทางกายภาพประกอบด้วย ความยาวเส้นรอบรูป พื้นที่ภาพฉาย ระยะเยื้องศูนย์ของจุดเซ็นทรอยด์ ความสมมาตร และความยาวผล จากนั้นทำการจำแนกคุณภาพซึ่งจะแบ่งเป็น 2 ส่วนคือ การจำแนกรหัสขนาด แบ่งเป็น 8 รหัสขนาด และจำแนกรูปทรงเป็น 3 กลุ่ม อัลกอริทึมการจำแนกใช้โครงข่ายประสาทเทียมแบบ feed-forward backpropagation ร่วมกับเทคนิค Leave-one-out เพื่อหาพารามิเตอร์ที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการจำแนกรหัสขนาด และรูปทรง จากการทดลองพบว่า ในการคัดแยกรหัสขนาดของน้อยหน่าพันธุ์เพชรปากช่องต้องใช้ความยาวเส้นรอบรูป และพื้นที่ภาพฉายประกอบกันจะได้ความถูกต้อง 64.86% ส่วนการคัดแยกรูปทรงต้องใช้ความยาวเส้นรอบรูป พื้นที่ภาพฉาย ระยะเยื้องศูนย์ของจุดเซ็นทรอยด์ และความสมมาตร จะได้ความถูกต้อง 55.88%

คำสำคัญ: น้อยหน่า, โครงข่ายประสาทเทียม, มาตรฐานสินค้าเกษตร

คำนำ

น้อยหน่าเป็นผลไม้เศรษฐกิจที่สำคัญชนิดหนึ่ง ปลูกได้ทั่วทุกภาคของประเทศไทย แหล่งปลูกที่สำคัญในปัจจุบันคือ อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา เป็นผลไม้ที่ผู้บริโภคมีความต้องการสูง โดยราคาน้อยหน่าพันธุ์เพชรปากช่องประมาณ 70

[1] สาขานวัตกรรมการจัดการเกษตรและซัพพลายเชน คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา กรุงเทพฯ 10400
[1] Department of Agricultural Management Innovation and Supply Chain, Faculty of Science and Technology, Bansomdejchaopraya Rajaphat University, Bangkok 10600
[2] ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม 73140
[2] Department of Agricultural Engineering, Faculty of Engineering at Kamphaeng Sean Kasetsart University, Kampheang Sean Campus, Nakhon Pathom 73140

บาทต่อกิโลกรัม ซึ่งอยู่กับขนาดและคุณภาพของผล ปริมาณการส่งออกพบว่า ผลผลิตส่วนใหญ่ ใช้บริโภคในประเทศ มีปริมาณการส่งออกเพียง 37.2 ตัน มูลค่า 2.12 ล้านบาท ไปยังประเทศสหรัฐอเมริกา บาร์เรน อินโดนีเซีย แคนนาดา จีน และญี่ปุ่น เป็นต้น (กรมวิชาการเกษตร, 2547) กระบวนการผลิต และส่งออกน้อยหน่ายังประสบปัญหาหลายประการ หนึ่งในปัญหาสำคัญคือ ปัญหาคุณภาพของผลน้อยหน่ายังไม่ได้มาตรฐาน ผลผลิตมีคุภาพไม่สม่ำเสมอ การคัดแยกในปัจจุบันใช้แรงงานคนเป็นหลัก และการคัดแยกจะเป็นการคัดแยกด้วยมือเป็นหลัก โดยการคัดแยกจะพิจารณาความกลมกลืนของสีผิว และขนาดใกล้เคียงกัน โดยแบ่งขนาดออกเป็น 5 ขนาด (รัชดา และคณะ, 2557) ได้แก่ ใหญ่ กลาง เล็ก ก้อย และจิ๋ว ตามช่วงน้ำหนัก และรูปทรงตามเกณฑ์ของผู้คัดแยก จนกระทั่งสำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2556) ได้จัดทำมาตรฐานน้อยหน่าออกมา โดยมีการแบ่งชั้นคุณภาพออกเป็น 3 ชั้นคุณภาพ ได้แก่ ชั้นพิเศษ (Extra Class) ชั้นหนึ่ง (Class I) และชั้นสอง (Class II) ใช้ร่วมกับข้อกำหนดเรื่องขนาด ทำให้มีความชัดเจนในเกณฑ์การคัดขนาด งานวิจัยนี้จึงมีแนวคิดที่จะพัฒนาเทคนิควิเคราะห์ภาพถ่าย เพื่อหาพารามิเตอร์ที่เหมาะสม และวิธีการจำแนกคุณภาพน้อยหน่าให้เป็นไปตามมาตรฐานสินค้า เพื่อนำไปพัฒนาต่อยอดให้สามารถออกแบบเครื่องคัดแยกผลน้อยหน่าได้อย่างมีประสิทธิภาพ

อุปกรณ์และวิธีการ

1. **การสำรวจ และการสุ่มตัวอย่างน้อยหน่าจากแหล่งผลิต** ทำการสุ่มตัวอย่างผลผลิตที่มีขนาดและคุณภาพต่าง ๆ จากแปลงเกษตรกร 3 แปลง ตลาดขายส่ง 3 แห่ง และตลาดขายปลีก 2 แห่ง

2. **ขั้นตอนการบันทึกภาพ** การบันทึกภาพ กระทำภายใต้สภาวะที่สามารถควบคุมการส่งสว่างให้คงที่ โดยใช้กล่องควบคุมแสง ถ่ายภาพด้วยกล้องดิจิตอล (Canon Ixus 105) จากด้านบนกล่องมีระยะห่างระหว่างวัตถุ 50 cm ขนาดความละเอียด 640 ×480 พิกเซล โดยกำหนดรูปแบบของการบันทึกภาพเป็นแบบ JPEG และทำการบันทึกภาพ 6 ด้าน/ผล คือ ด้านบน 1 ภาพ ด้านล่าง 1 ภาพ และด้านข้าง 4 ภาพ แต่ละด้านของผลที่มุม 45°, 90°, 135° และ 180°

3. **ศึกษาพารามิเตอร์ที่ใช้คัดแยกคุณภาพ** ใช้การประมวลผลด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อหาตำแหน่ง รูปร่าง และขนาดของผลน้อยหน่า โดยการประมวลผลด้วยภาพ โปรแกรมจะถูกพัฒนาขึ้นด้วยโปรแกรม Matlab ศึกษาลักษณะประจำพันธุ์ของผลน้อยหน่าพันธุ์เพชรปากช่อง นำคุณลักษณะประจำพันธุ์ช่วยในการหาพารามิเตอร์ที่นำมาใช้คัดแยกคุณภาพ โดยเลือกพารามิเตอร์ 5 ตัว คือ

3.1 **ความยาวเส้นรอบรูป** (Perimeter) ใช้เทคนิคการหาขอบภาพ Canny edge detector เป็นพิกเซลที่เส้นขอบของรูป และแปลงค่าพิกเซลให้เป็นเซนติเมตร

3.2 **พื้นที่ภาพฉาย** (Projected area) ขนาดของผลน้อยหน่าหาได้จากพื้นที่ภาพฉาย ที่ได้จาการแปลงภาพเป็นระดับสีเทา และสามารภแยกวัตถุออกจากภาพพื้นหลังได้ ภาพที่ได้จะเป็นภาพขาวดำ การหาขนาดพื้นที่ภาพคือ การนับจำนวนพิกเซลที่เป็นสีดำ

3.3 **ระยะเยื้องศูนย์ของเซ็นทรอยด์** (Eccentric distance of centroid) วิธีการหาระยะเยื้องศูนย์ของจุดเซ็นทรอยด์ จะต้องทราบตำแหน่งจุดกึ่งกลางรูปกับจุดเซ็นทรอยด์ก่อน เมื่อได้จุดกึ่งกลางรูปกับจุดเซ็นทรอยด์แล้ว ก็จะหาระยะเยื้องศูนย์ของจุดเซ็นทรอยด์ได้สูตร $\mathrm{De}=\sqrt{(\mathrm{x_1}-\mathrm{x_2})^2+(\mathrm{y_1}-\mathrm{y_2})^2}$ โดยที่ D_e คือ ระยะเยื้องศูนย์ของจุดเซนทรอยด์ x_1 , y_1 คือ พิกัดของจุดกึ่งกลางรูป และ x_2 , y_2 คือ พิกัดของจุดเซนต์ทรอย มุมระหว่างจุดพิกัดเซนทรอยด์กับจุดพิกัดกึ่งกลางภาพ ได้จากสูตร $\theta=\tan^{-1}\left(\left(y_1-y_2\right)/\left(x_1-x_2\right)\right)$

3.4 **ความสมมาตรของผลน้อยหน่า** (symmetricity) จะหาได้จากพื้นที่สมมาตรด้านแกน *Y* และพื้นที่สมมาตรด้านแกน *X* ได้จากสูตรพื้นที่สมมาตรด้านแกน $Y=A_L/A_R$ และพื้นที่สมมาตรด้านแกน $X=A_U/A_B$ โดยที่ A_L คือ พื้นที่น้อยหน่าทางด้านซ้าย A_R คือ พื้นที่น้อยหน่าทางด้านขวา A_U คือ พื้นที่น้อยหน่าทางด้านบน และ A_B คือ พื้นที่น้อยหน่าทางด้านล่าง ถ้าค่าอัตราส่วนพื้นที่ทางด้านแกน *Y* มีค่ามากกว่า 1 แสดงว่าเบี้ยวไปทางซ้าย ถ้าน้อยกว่า 1 แสดงว่าเบี้ยวทางด้านขวา เช่นเดียวกันกับอัตราส่วนพื้นที่สมมาตรทางด้าน X ถ้ามีค่ามากกว่า 1 แสดงว่าเบี้ยวทางด้านบน และถ้าน้อยกว่า 1 มีลักษณะเบี้ยวไปทางด้านล่าง

3.5 **ความยาวผล** (Fruit length) หาได้โดยการหาพิกัดตำแหน่งของผลน้อยหน่าก่อน เพื่อทำการจำลองเส้นความยาวผลน้อยหน่า โดยคำนวณได้จาก $Q=\sqrt{Q_x^2+Q_y^2}$ เมื่อ Q คือ ความยาวของเส้นพิกัด X และ Y Q_X คือ $|T_x-B_x|$ Q_y คือ $|T_y-B_y|$ โดยที่ $T_{(X,Y)}$ คือพิกัด X และ Y ของส่วนบนของผลน้อยหน่า และ $B_{(X,Y)}$ คือพิกัด X และ Y ของส่วนล่างของผลน้อยหน่า

4. การจำแนกคุณภาพน้อยหน่าด้วยโครงข่ายประสาทเทียม

4.1 การจำแนกรหัสขนาด แบ่งน้อยหน่าออกเป็น 8 รหัสขนาด ตามช่วงน้ำหนักตามมาตรฐานสินค้าเกษตรคือ รหัส 1 มากกว่า 650 กรัม รหัส 2 550 ถึง 650 กรัม รหัส 3 450 ถึง 550 กรัม รหัส 4 350 ถึง 450 กรัม รหัส 5 250 ถึง 350 กรัม รหัส 6 200 ถึง 250 กรัม รหัส 7 150 ถึง 200 กรัม และ รหัส 8 100 ถึง 150 กรัม พารามิเตอร์ที่ใช้ในการจำแนกรหัสขนาดได้แก่ ความยาวเส้นรอบรูป พื้นที่ภาพฉาย และความยาวผล นำข้อมูลทั้งหมดมาทำการปรับฐานข้อมูลในช่วงที่ต่างกันให้มีฐานข้อมูลเดียวกัน โดยจะทำให้ฐานข้อมูลที่ใช้อยู่ในช่วง 0.1-0.9 โดยใช้สูตร $X_{normalized} = 0.1 + \left(0.8\left(X_{actual} - X_{\min}\right)\right) / X_{\max} - X_{\min}$ โดยที่ X_{actual} คือ ค่าจริง $X_{\min}$ คือ ค่าต่ำสุด และ $X_{\max}$ คือ ค่าสูงสุด ทำการแบ่งข้อมูลน้อยหน่าแต่ละรหัสขนาดออกเป็น 70% สำหรับการสอนโครงข่ายประสาทเทียม และอีก 30% สำหรับการทดสอบความถูกต้อง เพื่อจะดูว่า พารามิเตอร์ใดที่จะเป็นตัวจำแนกได้ดีที่สุด จึงใช้วิธี Leave-one-out โดยการป้อนพารามิเตอร์เข้าไปทีละตัว แล้วดูผลลัพธ์ที่ได้ ใช้กับโครงเครือข่ายประสาทเทียมแบบ Feed–forward back propagation รูปแบบโครงข่ายประสาทเทียมทั้งหมด 7 รูปแบบ (Table 1) โครงสร้างโครงข่ายประสาทเทียมที่เลือกใช้จะกำหนดนิวรอน 8 นิวรอนสำหรับชั้นเอาต์พุต เนื่องจากต้องการจำแนกน้อยหน่าออกเป็น 8 ชั้นน้ำหนัก โดยกำหนดค่าเอาต์พุตในการสอนเป็น 0.9 ในกลุ่ม การจำแนกที่ตรงกับเกรดที่ทำนาย และกำหนดค่า 0.1 สำหรับในกลุ่มเกรดอื่น ตัวอย่างเช่น ถ้าน้อยหน่าลูกนั้นอยู่ในรหัสขนาดที่ 1 ให้สั่งเอาต์พุตออกมาเป็น [0.9 0.1 0.1 0.1 0.1 0.1 0.1 0.1 0.1]ส่วนในชั้นอินพุตนั้นขึ้นกับรูปแบบพารามิเตอร์ใช้ในการจำแนก โครงสร้างโครงขายประสาทเทียมที่ใช้แสดงใน Figure1

4.2 การจำแนกรูปทรง แบ่งน้อยหน่าออกเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่ม 1 รูปทรงปกติ กลุ่ม 2 รูปทรงผิดปกติเล็กน้อย (ยอมรับได้) และกลุ่ม 3 รูปทรงผิดปกติที่มีผลต่อลักษณะภายนอก (ยอมรับไม่ได้) พารามิเตอร์ที่ใช้ในการจำแนกรูปทรงได้แก่ ความยาวเส้นรอบรูป พื้นที่ภาพฉาย ระยะเยื้องศูนย์ของเซนทรอยด์ และความสมมาตร นำข้อมูลทั้งหมดมาทำการปรับฐานข้อมูลในช่วงที่ต่างกันให้มีฐานข้อมูลเดียวกัน โดยจะทำให้ฐานข้อมูลที่ใช้อยู่ในช่วง 0.1-0.9 ทำการแบ่งข้อมูลน้อยหน่าแต่ละกลุ่มรูปทรงออกเป็น 70% สำหรับการสอนโครงข่ายประสาทเทียม และอีก 30% สำหรับการทดสอบความถูกต้อง เพื่อหาพารามิเตอร์ที่จะเป็นตัวจำแนกได้ดีที่สุด จึงใช้วิธี Leave-one-out โดยการป้อนพารามิเตอร์เข้าไปทีละตัว แล้วดูผลลัพธ์ที่ได้ ใช้กับโครงเครือข่ายประสาทเทียมแบบ Feed –forward back propagation รูปแบบโครงข่ายประสาทเทียมทั้งหมด 15 รูปแบบ (Table 2) โครงสร้างโครงข่ายประสาทเทียมที่เลือกใช้จะกำหนดนิวรอน 3 นิวรอนสำหรับชั้นเอาต์พุต เนื่องจากต้องการจำแนกรูปทรงน้อยหน่าออกเป็น 3 กลุ่ม โดยกำหนดค่าเอาต์พุตในการสอนเป็น 0.9 ในกลุ่ม การจำแนกที่ตรงกับเกรดที่ทำนาย และกำหนดค่า 0.1 สำหรับในกลุ่มเกรดอื่น ตัวอย่างเช่น ถ้าน้อยหน่าลูกนั้นอยู่ในรหัสขนาดที่ 1 ให้สั่งเอาต์พุตออกมาเป็น [0.9 0.1 0.1] ส่วนในชั้นอินพุตนั้นขึ้นกับรูปแบบพารามิเตอร์ใช้ในการจำแนก โครงสร้างโครงขายประสาทเทียมที่ใช้แสดงใน Figure 2

วิจารณ์ผลการทดลอง

1. ผลการจำแนกรหัสขนาดด้วยโครงข่ายประสาทเทียม ใช้พารามิเตอร์ 3 ตัว ในการจำแนก คือ ความยาวเส้นรอบรูป พื้นที่ภาพฉาย และความยาวผล เมื่อทดลองใช้โครงข่ายประสาทเทียม ร่วมกับเทคนิค Leave-one-out จำแนกรหัสขนาดผลน้อยหน่าเพื่อหาพารามิเตอร์ที่เหมาะสมที่สุดในการจำแนก ผลการศึกษาพบว่าน้อยหน่าพันธุ์เพชรปากช่องจำแนกได้ถูกต้องเท่ากับ 64.86% พารามิเตอร์ที่เหมาะสมในการจำแนกรหัสขนาดคือ ความยาวเส้นรอบรูป และพื้นที่ภาพฉาย (Table 1)

Table 1. The result of size code classification of sugar apples for different parameters using artificial neural network.

Type	Number of neuron in input layer	Parameters			Accuracy (%)
		Perimeter (cm)	Projected area (cm^2)	Sample length (cm)	
1	1	✓			40.54
2	1		✓		62.16
3	1			✓	40.54
4	2	✓	✓		64.86
5	2	✓		✓	51.35
6	2		✓	✓	54.05
7	3	✓	✓	✓	54.05

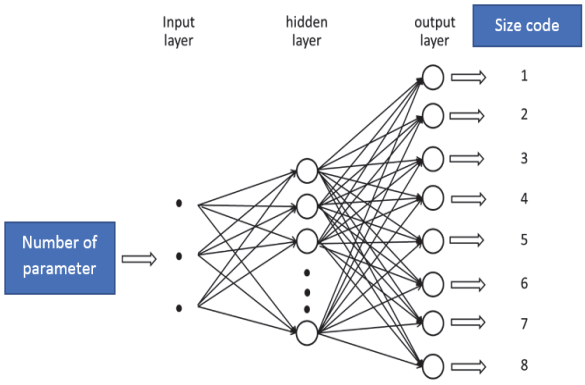

Figure 1. Artificial neural network structure for classifying size code

2. **ผลการจำแนกรูปทรงด้วยโครงข่ายประสาทเทียม** ใช้พารามิเตอร์ 4 ตัว ในการจำแนก คือ ความยาวเส้นรอบรูป พื้นที่ภาพฉาย ระยะเยื้องศูนย์ของเซ็นทรอยด์ และความสมมาตร เมื่อทดลองใช้โครงข่ายประสาทเทียม ร่วมกับเทคนิค Leave-one-out จำแนกรูปทรงน้อยหน่าเพื่อหาพารามิเตอร์ที่เหมาะสมที่สุดในการจำแนก ผลการศึกษาพบว่าน้อยหน่าพันธุ์เพชรปากช่องจำแนกได้ถูกต้องเท่ากับ 55.88% พารามิเตอร์ที่เหมะสมในการจำแนกรูปทรงคือ ความยาวเส้นรอบรูป พื้นที่ภาพฉาย ระยะเยื้องศูนย์ของเซนทรอยด์ และ ความสมมาตร (Table 2)

Table 2. The results of shape classification of sugar apples for different parameters using artificial neural network.

Type	Number of neuron in input layer	Parameters P (cm)	A (cm^2)	CG (cm)	S	Accuracy (%)
1	1	✓				53.26
2	1		✓			52.94
3	1			✓		52.94
4	1				✓	44.11
5	2	✓	✓			52.94
6	2					44.11
7	2	✓		✓		52.94
8	2	✓			✓	35.29
9	2		✓	✓		32.35
10	2		✓		✓	41.17
11	3			✓	✓	41.17
12	3	✓	✓	✓		35.92
13	3	✓	✓		✓	50.00
14	3		✓	✓	✓	47.05
15	4	✓	✓	✓	✓	55.88

Note P is perimeter, A is projected area, CG is distance from center of picture to centroid and S is symmetry value.

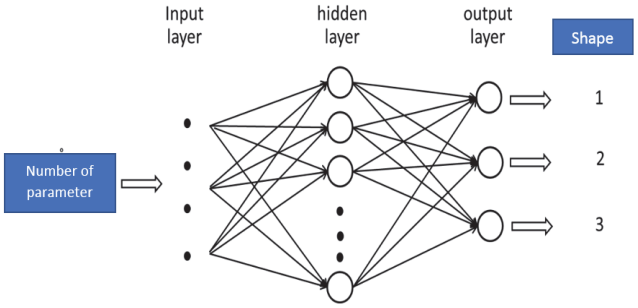

Figure 2. Artificial neural network structure for classifying shapes.

สรุปผลการทดลอง

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาเทคนิควิเคราะห์ภาพเพื่อการคัดแยกผลน้อยหน่าโดยอ้างอิงตามมาตรฐานสินค้าเกษตร มกษ. 21-2556 ตัวอย่างน้อยหน่าที่นำมาศึกษา ได้แก่พันธุ์เพชรปากช่อง ค่าพารามิเตอร์ที่ใช้บ่งชี้ลักษณะทางกายภาพประกอบด้วย ความยาวเส้นรอบรูป พื้นที่ภาพฉาย ระยะเยื้องศูนย์ของจุดเซนทรอยด์ ความสมมาตร และความยาวของผล จากนั้นทำการจำแนกชั้นคุณภาพซึ่งแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ การจำแนกรหัสขนาด ซึ่งเป็น 8 รหัสขนาด และการจำแนกรูปทรง ซึ่งแบ่งเป็น 3 กลุ่ม อัลกอริทึมการจำแนกใช้โครงข่ายประสาทเทียมแบบ Feed-forward backpropagation โดยแบ่งข้อมูลทั้งหมดออกเป็น 70% สำหรับการสอนโครงข่ายประสาทเทียม และอีก 30% สำหรับการทดสอบความถูกต้องเทียบกับการประเมินด้วยวิธีตรวจพินิจ ร่วมกับเทคนิค Leave-one-out เพื่อหาพารามิเตอร์ที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการจำแนกรหัสขนาดและรูปทรง ผลการทดลองพบว่า ในการคัดแยกรหัสขนาดน้อยหน่าพันธุ์เพชรปากช่องต้องใช้ความยาวเส้นรอบรูป และพื้นที่ภาพฉายประกอบกัน จะได้ความถูกต้อง 64.86% ส่วนการคัดแยกรูปทรงน้อยหน่าพันธุ์เพชรปากช่อง ต้องใช้ความยาวเส้นรอบรูป พื้นที่ภาพฉาย ระยะเยื้องศูนย์ของจุดเซนทรอยด์ และความสมมาตร ได้ค่าความถูกต้อง 55.88%

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณห้องปฏิบัติการ ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ที่ให้การสนับสนุนในเรื่องของพื้นที่ และอุปกรณ์ที่ใช้ทำวิจัย

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. 2547. รายงานแสดงพื้นที่ปลูกน้อยหน่ารายจังหวัดของประเทศไทย. กรมวิชาการเกษตร. กรุงเทพ.

รัชดา ปรัชเจริญวนิชย์, สายชล แสงแก้ว, เบญจมาศ คำสืบ, ณัฐสิทธิ์ อยู่เย็น, สุรีย์พร ม้ากระโทก, ปัญจพร เลิศรัตน์, ชมัยพร บัวมาศ, พวงผกา อ่างมณี, ประภัสสร เชยคำแหง, พจนา ตระกูลสุขรัตน์, กฤษณา ทวีศักดิ์วิชิตชัย, คุรุวรรณ์ ภามาตย์, รัชดาวัลย์ อัมมินทร, จำลอง กกรัมย์ และ อุดม คำชา. 2557. วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตน้อยหน่าคุณภาพในจังหวัดนครราชสีมา. แก่นเกษตร 42 (ฉบับพิเศษ 2): 175-182.

สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ 2556. (มกษ. 21-2556) มาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ: น้อยหน่า