

การตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพของข้าวกล้องงอกโดยใช้การประมวลผลภาพ
**Physical Quality Investigation of Germinated Brown Rice by
using Image Processing**

สรารุณี บุญเกิดรัมย์^{1*} และ ณัฐวุฒิ ศรีวิบูลย์²

Sarawoot Boonkidram^{1} and Nattavut Sriwiboon²*

¹คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

²คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสุขภาพ มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์

¹*Faculty of Industrial Technology, Sakon Nakhon Rajabhat University, Sakon Nakhon Thailand*

²*Faculty of Liberal of Art and Science, Kalasin University, Kalasin Thailand*

Received: October 27; Revised: December 08, 2020; Accepted: December 08, 2020; Published: December 22, 2020

ABSTRACT – In this paper, we use the deep learning image processing technology and the CNN algorithm to investigate the quality of germinated brown rice. We compile the germinated brown rice digital images 500 samples of germinated brown rice and non-germinated brown rice, which classify by the experts and the folk philosopher. After that, we develop the program and use the images of the germinated brown rice 250 samples, and the images of non-germinated brown rice 250 samples to create a model for classifying quality the germinated brown rice. The results that are shown the use of CNN algorithms for creating a model demonstration the exceptional accuracy at 95.17%. Then, we develop the program to test the model that shown an accuracy of classifying the quality of germinated brown rice as high as 96%, including the classifying quality of non-germinated brown rice as accuracy of 84%.

KEYWORDS: Image Processing, Germinated Brown Rice, Quality of Germinated Brown Rice

บทคัดย่อ - งานวิจัยนี้ได้นำเทคโนโลยีการประมวลผลภาพด้วยวิธี Deep Learning และใช้อัลกอริทึม CNN เพื่อสร้างแบบจำลองในการจำแนกเมล็ดข้าวกล้องงอกไรซ์เบอร์รี่ โดยผู้เชี่ยวชาญและปราชญ์ชาวบ้านได้เลือกข้าวกล้องงอกไรซ์เบอร์รี่ 500 ตัวอย่าง จากนั้นจึงพัฒนาโปรแกรมและสร้างแบบจำลองโดยใช้ภาพข้าวกล้องงอกไรซ์เบอร์รี่จำนวน 250 ภาพ และภาพข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่ที่ไม่ใช่ข้าวกล้องงอกจำนวน 250 ภาพ ผลของการสร้างแบบจำลองแสดงให้เห็นว่าอัลกอริทึม CNN สามารถสร้างแบบจำลองที่มีความแม่นยำสูงถึง 95.17 % และในกระบวนการทดสอบแสดงให้เห็นว่าแบบจำลองที่สร้างขึ้นมีความแม่นยำในการจำแนกรูปภาพของข้าวกล้องโดยผลการทดสอบพบว่ากระบวนการวิจัยและโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นมีความแม่นยำในการจำแนกข้าวกล้องงอกได้มากถึง 96% รวมถึงการจำแนกประเภทของข้าวที่ไม่ใช่ข้าวกล้องงอกด้วยความแม่นยำ 84%

คำสำคัญ: การประมวลผลภาพ, ข้าวกล้องงอก, คุณภาพของข้าวกล้องงอก

*Corresponding Author: sarawoot.b@snru.ac.th

1. บทนำ

ข้าวเป็นอาหารหลักที่สำคัญซึ่งปัจจุบันคนไทยจำนวนหนึ่งที่ไม่ใส่ใจสุขภาพและเห็นคุณค่าของข้าวกล้อง ทำให้เกิดความนิยมในการบริโภคข้าวกล้องหรือผลิตภัณฑ์จากข้าวกล้องแทนข้าวขาว (ข้าวสาร) “ข้าวกล้องงอก” (Germinated Brown Rice) เป็นข้าวกล้องที่นำมาผ่านกระบวนการแช่น้ำ โดยการเปลี่ยนแปลงจะเริ่มขึ้นเมื่อน้ำแทรกเข้าไปในเมล็ดข้าว น้ำจะกระตุ้นให้เอนไซม์ภายในเมล็ดข้าวเกิดการ ทำงาน เมื่อเมล็ดข้าวเริ่มงอก (Malting) สารอาหารที่ถูกเก็บในเมล็ดข้าวจะถูกย่อยสลายไปตามกระบวนการชีวเคมีจนเกิดเป็นสารประเภทคาร์โบไฮเดรตที่มีโมเลกุลเล็ก (Oligosaccharide) และน้ำตาลรีดิวซ์ (Reducing Sugar) นอกจากนี้โปรตีนภายในเมล็ดข้าวจะถูกย่อยให้เกิดเป็นกรดอะมิโน (Amino Acid) และเปปไทด์ (Peptide) รวมทั้งยังพบการสะสมสารเคมีสำคัญต่างๆ เช่น แกมมาออไรซานอล (Gamma-Oryzanol) ช่วยลดระดับคอเลสเตอรอล ลดการตีบตันของหลอดเลือดและต้านการอักเสบ โทโคฟีรอล (Tocopherol) เป็นสารต้านออกซิเดชันให้แก่ร่างกายและป้องกันการเกิดโรคมะเร็ง เป็นต้น [1] โดยเฉพาะอย่างยิ่งสารสำคัญที่ได้จากกระบวนการงอกของข้าวกล้องคือ สารกาบา (Gamma Amino Butyric Acid; GABA) ซึ่งเป็นสารอาหารที่มีบทบาทสำคัญในระบบประสาทส่วนกลาง นอกจากนี้ยังพบวิตามินบี 1 เพิ่มขึ้นจากเดิมมีผลในการป้องกันโรคมะเร็งลำไส้ใหญ่ รักษาระดับน้ำตาลในเลือดป้องกันโรคหัวใจช่วยลดความดันโลหิต รวมทั้งป้องกันโรคอัลไซเมอร์ (Alzheimer's Disease) คือหนึ่งในกลุ่มโรคภาวะสมองเสื่อม การรับประทานข้าวกล้องงอกอย่างต่อเนื่องจะส่งผลดีต่อสมอง ป้องกันอาการปวดหัว บรรเทาอาการท้องผูก ป้องกันมะเร็งในลำไส้ ควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด ป้องกันโรคหัวใจ ลดความดันโลหิต [2] นอกจากนี้ข้าวกล้องงอกยังประกอบด้วยสาร Phytic Acid ที่ช่วยต่อต้านการเกิดอนุมูลอิสระ Inositol เร่งกระบวนการเผาผลาญไขมัน ป้องกันการเกิดภาวะหลอดเลือดหัวใจตีบตัน สารประกอบของวิตามินอี (Tocotrienols) ปกป้องผิวหนังจากรังสี UV ข้าวกล้องงอกที่มีคุณภาพที่ดีจะมีลักษณะเป็นเมล็ดข้าวที่มีจมูกข้าวอยู่เต็มเมล็ด ไม่มีรอยแห้วตรงปลายเมล็ด กรณีที่เป็นข้าวมีสีม่วงหรือข้าวกล้องงอกไรซ์เบอร์รี่ (Rice Berry) อาจเข้มหรืออ่อนขึ้นอยู่กับพันธุ์ข้าว ดังนั้นปัญหาทางด้านคุณภาพของข้าวกล้องงอก เช่น การปลอมปนของข้าวอื่น คุณลักษณะทางกายภาพเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อการกำหนดราคาซื้อขายของข้าวกล้องงอกได้ การ

ตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพของข้าวกล้องงอกโดยการประมวลผลภาพในงานวิจัยครั้งนี้ใช้ข้าวกล้องงอกไรซ์เบอร์รี่ ซึ่งเป็นข้าวสีม่วงเป็นการผสมข้ามสายพันธุ์ระหว่างข้าวเจ้าหอมนิลซึ่งเป็นสายพันธุ์พ่อ + ข้าวขาวดอกมะลิ 105 โดยการตรวจสอบคุณภาพของข้าวกล้องงอกจะดึงคุณลักษณะที่ดีประกอบด้วยข้าวที่มีจมูกข้าวอยู่เต็มเมล็ด ไม่มีรอยแห้วตรงปลายเมล็ด เมล็ดข้าวมีสีม่วง

งานวิจัยนี้นำเทคโนโลยีการประมวลผลภาพมาพัฒนาระบบสำหรับการตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพข้าวกล้องงอกไรซ์เบอร์รี่จากการลงพื้นที่ตำบลคือเขียว อำเภอนาโพธิ์ จังหวัดสตูลนคร เพื่อหาข้อมูลลักษณะทางกายภาพของข้าวกล้องงอกทั่วไป ข้าวกล้องงอกและข้าวกล้องงอกไรซ์เบอร์รี่ โดยศึกษาข้อมูลจากผู้เชี่ยวชาญและปราชญ์ชาวบ้านที่เลือกเมล็ดข้าวที่สมบูรณ์และบอกลักษณะต่างๆ ของเมล็ดข้าวกล้องงอกเพื่อใช้ในการทดลองแล้วจึงนำไปบันทึกเป็นภาพดิจิทัล จากนั้นพัฒนาเป็นระบบเพื่อจำลองการมองเห็นของมนุษย์ในคอมพิวเตอร์โดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพด้วยการเรียนรู้เชิงลึก (Deep Learning) เพื่อสร้างแบบจำลอง (Model)

2. แนวคิดและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การประมวลผลภาพ (Image Processing)

การประมวลผลภาพ (Image Processing) คือเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ที่สามารถนำภาพดิจิทัลมาประมวลผลผ่านกระบวนการ เช่น การทำให้ภาพมีความคมชัดมากขึ้น การกำจัดสัญญาณรบกวนออกจากภาพ หรือการแบ่งส่วนของวัตถุ เป็นต้น เพื่อให้ได้ข้อมูลเชิงปริมาณสามารถนำไปวิเคราะห์และสร้างเป็นโปรแกรม โดยการประมวลผลภาพสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในงานด้านต่างๆ เช่น ระบบแยกประเภทไข่มุกด้วยวิธีการประมวลผลภาพ [3] และการตรวจจับและจดจำโมเดลรถยนต์ด้วยข้อมูลเชิงจุดภาพ [4] เป็นต้น

2.2 การเรียนรู้เชิงลึก (Deep Learning)

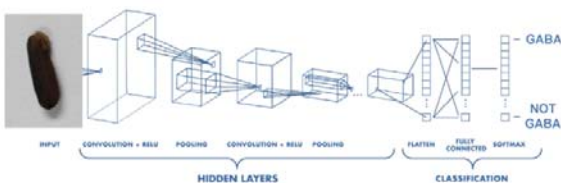
การเรียนรู้เชิงลึกคือการพัฒนาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ให้สามารถเลียนแบบการทำงานของมนุษย์ ซึ่งมีกระบวนการคิดคำนวณคล้ายกับระบบโครงข่ายประสาท (Neurons) ของสมองมนุษย์เรียกว่าโครงข่ายประสาทเทียม (Neural Network: NN) [5] ข้อดีของ Deep Learning คือเมื่อต้องการใช้งาน เช่น การประมวลผลภาพเพื่อคัดแยกข้าวกล้องงอกไรซ์เบอร์รี่ การใช้งาน

ไม่จำเป็นต้องให้ความรู้พื้นฐานกับระบบลวงหน้า Deep Learning สามารถสร้างแบบจำลองและหาคำตอบได้ ด้วยการนำ NN หลายๆ ชั้นเรียกว่า Hidden Layer มาใช้วิเคราะห์และหาคำตอบ ซึ่งคำว่า Deep Learning มาจากการใช้ NN มากกว่า 2 ชั้นเพื่อให้เกิดการเรียนรู้และสร้างแบบจำลอง ดังนั้นจึงเปรียบเทียบได้ว่าแต่ละชั้นของ NN ยิ่งถูกใช้จำนวนมากในขั้นตอนการประมวลผล ยิ่งทำให้มีโครงสร้างการเรียนรู้ที่ลึกมากขึ้น

2.3 โครงข่ายประสาทแบบคอนโวลูชัน (Convolutional Neural Network: CNN)

โครงข่ายประสาทแบบคอนโวลูชัน [6] เป็นวิธีหนึ่งที่สามารถใช้ในการประมวลผลภาพดิจิทัลโดยมีคุณสมบัติที่สามารถจำลองการมองเห็นของมนุษย์และสามารถแยกคุณลักษณะ (Feature) ของภาพที่นำเข้าสู่ระบบ เช่น รูปทรง การตัดกันของสี เป็นต้น CNN มีความสามารถในการนำคุณลักษณะต่างๆ มาวิเคราะห์แล้วกำหนดคุณสมบัติของสิ่งที่มองเห็น (Input) จากนั้นจำแนกว่าสิ่งนั้นมีคุณสมบัติเป็นอะไร (Output) ซึ่ง CNN เป็นการประยุกต์ใช้ Neural Network หลายๆ ชั้นในการสกัดคุณลักษณะแล้วทำซ้ำหลายๆ รอบเพื่อให้ได้คุณลักษณะแม่นยำที่สุด โดยกลไกของ CNN แสดงดังรูปที่ 1 และมีรายละเอียดการทำงานดังนี้

- 1) Input: รับเข้าข้อมูลหรือวัตถุเหมือนกับการมองเห็นของมนุษย์ เช่น ภาพข้าวกล้องงอกไรซ์เบอร์รี่
- 2) Hidden Layer: ส่วนการประมวลผลเป็นขั้นๆ ซึ่งเหมือนกับการทำงานสมองของมนุษย์ เพื่อเรียนรู้ (Training) และการคัดแยกประเภทของภาพ
- 3) Output: ส่วนแสดงผลลัพธ์การคัดแยกคุณสมบัติเป็นผลมาจากใช้ Hidden Layer จำนวนหลายชั้นมาวิเคราะห์จนได้คำตอบแสดงคุณลักษณะของแต่ละภาพที่มองเห็น เช่น ภาพข้าวกล้องงอกไรซ์เบอร์รี่หรือภาพที่ไม่ใช่ข้าวกล้องงอกไรซ์เบอร์รี่



รูปที่ 1. โครงข่ายประสาทแบบคอนโวลูชัน

จากการศึกษางานวิจัย [7-9] มีการประยุกต์ใช้โครงข่ายประสาทแบบคอนโวลูชันกับการจำแนกข้อมูล โดยทำให้เห็นข้อดีคือสามารถวิเคราะห์และหาคำตอบได้อย่างแม่นยำ ความสามารถของ CNN มีความแม่นยำมากกว่า 90% เนื่องจากในขั้นตอน Feature extraction ที่เป็นการสกัดคุณลักษณะจากภาพ CNN มีความสามารถในการจัดการกับข้อมูลประเภทที่ไม่ได้มีโครงสร้างเป็นรูปแบบเฉพาะตัว (Unstructured Data) เช่น รูปภาพ (Image) เป็นต้น ดังนั้นด้วยคุณสมบัติที่ดีของ CNN งานวิจัยนี้จึงนำมาใช้สำหรับทดสอบและสร้างแบบจำลองเพื่อการตรวจสอบคุณภาพของข้าวกล้องงอก

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Yang Lu et al. [10] นำเสนอวิธีการระบุและวินิจฉัยโรคข้าวโดยอัตโนมัติแบบใหม่โดยใช้เทคนิคโครงข่ายประสาทเทียม (CNNs) จากการใช้ชุดข้อมูลภาพธรรมชาติของใบไม้และลำต้นที่มีสุขภาพดี 500 ภาพและลำต้นที่ได้จากนาสำหรับทดลองข้าว CNNs ได้รับการฝึกอบรมเพื่อระบุโรคข้าวทั่วไป 10 ชนิดภายใต้การตรวจสอบ 10 เท่า โมเดลที่อิงกับ CNN ที่เสนอนั้นได้รับการยืนยันความแม่นยำ 95.48% และมีความแม่นยำสูงกว่าแบบจำลองการเรียนรู้ของเครื่องทั่วไป ผลการจำลองเพื่อระบุโรคข้าวมีความเป็นไปได้และมีประสิทธิภาพ

Ronnel R. Atole and Daechul Park [11] ได้ศึกษาการใช้โครงข่ายประสาทเทียมแบบลึกในการจำแนกประเภทของต้นข้าวตามลักษณะของใบไม้ โดยใช้ลักษณะ 3 ระดับนำมาใช้แทนพืชปกติ ไม่แข็งแรงและหอยทากที่มารบกวน ผ่านการเรียนรู้การถ่ายโอนจากเครือข่ายลึกของ AlexNet เครือข่ายได้รับความแม่นยำถึง 91.23% โดยการไล่ระดับสีแบบสุ่มด้วยขนาดเล็กสามสิบชุด และอัตราการเรียนรู้เริ่มต้น 0.0001 จากภาพข้าว 600 ภาพเป็นตัวแทนในการฝึกอบรมโดยเป็นข้าวจากนาที่อยู่รอบ ๆ และโดยผู้เชี่ยวชาญในด้านการเกษตรตรวจสอบ

B. Lurstwut และ C. Pompanomchai [12] นำเสนอแอปพลิเคชันวินิจฉัยที่ออกแบบมาสำหรับการวิเคราะห์การงอกของเมล็ดพันธุ์ข้าว โดยใช้การประมวลผลภาพและเทคโนโลยีวีชัน เรียกว่า “การวิเคราะห์การงอกของเมล็ดพันธุ์ข้าว (RSGA)” โดยใช้ข้าวพันธุ์ CP111, RD41, เชียงรายพัทลุง, แสงยอดพัทลุง, พิษณุโลก 2 และชัยนาท 1 ในกรุงเทพฯ และจังหวัดเชียงใหม่ โดยใช้ RSGA ในการทำนายการงอกของพืช อัตราความแม่นยำ 93.06 เปอร์เซ็นต์พร้อมความเร็ว 8.31 วินาทีต่อภาพ

Guzman และ Peralta [13] ใช้โครงข่ายประสาทเทียมในการจำแนกเมล็ดฟิลิปปินส์ตามขนาดและพันธุ์ข้าว 52 ชนิดของ

กลุ่มห้ากลุ่มในฟิลิปปินส์โดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพระบบใช้ชุดข้อมูลสามชุดแต่ละชุดมี 110 เม็ดสำหรับแต่ละขนาดรูปร่างและความหลากหลายของเมล็ดและความแม่นยำ 98.76% สำหรับขนาดและ 96.67% สำหรับรูปร่าง อัตราความแม่นยำของข้าวแต่ละประเภทคือ 85.81, 94.58, 96.16 และ 97.39% สำหรับพื้นที่ลุ่มที่มีการชลประทานน้ำเค็มผสมและนาข้าวตามลำดับความแม่นยำโดยรวมคือ 70% สำหรับการจำแนก 50 พันธุ์

Ou Yang และคณะ [14] ได้พัฒนาระบบในการระบุพันธุ์ข้าวที่แตกต่างกันใช้เทคนิคโครงข่ายประสาทเทียมเพื่อระบุพันธุ์ข้าว 5 ชนิดขึ้นอยู่กับสีคุณภาพและลักษณะ อัตราความแม่นยำของพันธุ์ทั้ง 5 คือ 99.99% สำหรับหมายเลข 5 "Xiannong", "Jinyougui" 99.93% สำหรับ "You166" 98.89%, หมายเลข 8 "Xiannong" 82.82% และ "กลาง 463" 86.65%

Shantaiya and Ansari [15] ใช้เครือข่ายประสาทเทียมเพื่อค้นหาข้าว 6 พันธุ์ที่ปลูกกันอย่างแพร่หลายในภูมิภาค Chhattisgarh โดยใช้ลักษณะทางสัณฐานวิทยาและลักษณะพื้นผิว RSGA ใช้เทคนิคโครงข่ายประสาทเทียมในการทำนายการงอกของพืช อัตราความแม่นยำร้อยละ 93.06 ด้วยความเร็ว 8.31 วินาทีต่อภาพ ในการวิเคราะห์การจำแนกประเภท ชุดข้อมูลประกอบด้วยภาพตัวอย่าง 60 ชุดสำหรับการฝึกอบรมและ 60 ภาพตัวอย่างเพื่อทดสอบชุดข้อมูล อัลกอริทึมถูกพัฒนาขึ้นเพื่อระบุพันธุ์ข้าวขึ้นอยู่กับคุณสมบัติทางสัณฐานวิทยา การทดสอบชุดข้อมูลความถูกต้องของการจำแนกประเภท 90.00%, 88.00%, 95.00%, 82.00%, 74.00%, 80.00% ตามลำดับ

Gujjar และ Siddappa [16] ประยุกต์ใช้โครงข่ายประสาทเทียมเพื่อระบุพันธุ์ข้าวบาสมาติ basmati เมล็ดข้าวที่ปลูกกันอย่างแพร่หลายในประเทศอินเดีย หกสายพันธุ์นำมาใช้สำหรับการวิเคราะห์จำแนกโดยใช้อัลกอริทึมของโครงข่ายประสาทเทียมสำหรับการวิเคราะห์ภาพดิจิทัลบนพื้นฐานของสี ลักษณะทางสัณฐานวิทยาและเนื้อ ลักษณะทางสัณฐานวิทยาและลักษณะสี 6 สีใช้สำหรับการให้คะแนน อัตราความถูกต้องคือ 90, 88, 95, 82, 74 และ 80% สำหรับพันธุ์ข้าวบาสมาติหกชนิด

Chetana et al. [17] นำเสนอการประเมินคุณภาพและการจัดลำดับของอุตสาหกรรมข้าวโดยใช้คอมพิวเตอร์วิทัศน์และการประมวลผลภาพ โดยใช้ข้าว *Oryza sativa* L โดยการเปรียบเทียบระดับคุณภาพและจำนวนองศาของเมล็ดข้าว โดยการวัดแบบรวม และใช้ระบบเพื่อสร้างกฎขึ้นอยู่กับฮิสโตแกรมของพื้นที่แกนแกนทุติยภูมิและความผิดปกติของเมล็ดเพื่อแบ่งเมล็ดออกเป็นเมล็ดปกติและเมล็ดยาว วิธีการที่นำเสนอขึ้นนี้สำหรับการแก้ปัญหาของการประเมินคุณภาพผ่านสายดา คอมพิวเตอร์การวิเคราะห์และประมวลผลภาพมีคุณภาพระดับสูงเมื่อเทียบกับการตรวจสอบด้วยสายตามนุษย์

Liu Zhao-yan et al. [18] ใช้โครงข่ายประสาทเทียมที่พัฒนาอัลกอริทึมเพื่อวิเคราะห์ภาพดิจิทัลที่ใช้สีและคุณสมบัติทางสัณฐานวิทยาได้รับการพัฒนาขึ้นเพื่อการจำแนกสายพันธุ์ข้าว 6 พันธุ์ (ey7954, syz3, xs11, xy5968, xy9308, z903) เป็นเมล็ดข้าวที่ปลูกกันอย่างแพร่หลายในจังหวัดเจียง โดยใช้คุณสมบัติทางสัณฐานวิทยาสำหรับการวิเคราะห์จำแนกใช้เมล็ดข้าว 220 ชุด ความแม่นยำในการการจำแนกสายพันธุ์ข้าวคือ 90.00%, 88.00%, 95.00%, 82.00%, 74.00%, 80.00% สำหรับ ey7954, syz3, xs11, xy5968, xy9308, z903 ตามลำดับ

M. Mladenov และ M. Dejanov. [19] ได้พัฒนาเทคโนโลยีการประยุกต์โครงข่ายประสาทเทียมสำหรับการประเมินการงอกของเมล็ด โดยใช้คอมพิวเตอร์วิทัศน์ สำหรับการแบ่งส่วนภาพเมล็ดงอกโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียมสำหรับขอบเขตเมล็ด จมูกและราก โดยวิเคราะห์การสกัด RBFN RBFN (Radial Basis Function Network) ที่ถูกแก้ไขได้รับการพัฒนา การประเมินมีความความแม่นยำของขั้นตอนการรับรู้การสกัดขอบเขตของเมล็ด จมูกและรากความแม่นยำเท่ากับ 74.3%, 24% และ 35% ตามลำดับ

Xiao Chen et al. [20] พัฒนาการจัดจำแนกรูปแบบข้าวโพดจีนห้าพันธุ์ตามลักษณะภายนอก โดยคุณสมบัติทางเรขาคณิตทั้งหมด 17 แบบ, รูปร่าง 13 แบบและ 28 สี ถูกดึงมาจากภาพสีของเมล็ดข้าวโพด คุณลักษณะที่ดีที่สุดสองชุดถูกสร้างขึ้นโดยการวิเคราะห์จำแนกแบบขั้นตอนและใช้เป็นอินพุตสำหรับตัวแยกประเภท ลักษณะนามแบบสองขั้นตอนที่รวมการจำแนกระยะทางและเครือข่ายการขยายพันธุ์หลัง (Back Propagation Neural Network : BPNN) ถูกสร้างขึ้นเพื่อระบุเมล็ดข้าวโพดเมล็ดข้าวโพดถูกแบ่งออกเป็นสามประเภท : สีขาวสี เหลืองและสีผสม การจำแนก BPNN ที่ปรับปรุงใหม่ สามารถการจำแนกความถูกต้องของข้าวโพดจีนพันธุ์ BAINUO 6, NongDA 86, NongDA 108 GAOYOU 115 และ NongDA 4967 ผลการนำไปใช้พบว่าความแม่นยำเท่ากับ 100, 94, 92, 88 และ 100% ตามลำดับ

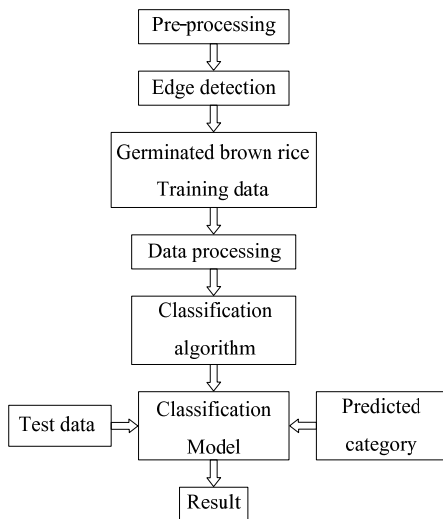
3. วิธีการดำเนินงานวิจัย

งานวิจัยนี้ได้ดำเนินการการตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพและการประมวลผลภาพของข้าวกล้องงอก ประกอบด้วยจมูกข้าวเต็มเมล็ด ไม่มีรอยแยกที่ปลายเมล็ด ซึ่งข้าวกล้องงอกแตกต่างจากข้าวทั่วไปคือการแช่ข้าวกล้องงอกในน้ำเพื่อให้เกิดราก รากจะมีความยาวประมาณ 0.5 ถึง 1 มิลลิเมตรและจากนั้นให้ความร้อนโดยผ่านการนึ่งหรือต้มและลดความชื้น ส่วนเทคนิคการ

ประมวลผลภาพที่ใช้คืออัลกอริทึม CNN [11] วิธีการทั่วไปของระบบที่นำเสนอแสดงดังรูปที่ 2

3.1 การเก็บรวบรวมข้อมูล

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาและเก็บข้อมูลจากการลงพื้นที่ตำบลคือเขียว อำเภวาริชภูมิ จังหวัดสกลนคร เพื่อหาข้อมูลคุณลักษณะทางกายภาพของข้าวกล้องงอกและข้าวกล้องงอกไรซ์เบอร์รี่ โดยผู้วิจัยได้ให้ผู้เชี่ยวชาญและปราชญ์ชาวบ้านทำการคัดเลือกเมล็ดข้าวกล้องงอกไรซ์เบอร์รี่ที่มีความสมบูรณ์และข้าวที่ไม่ใช่ข้าวกล้องงอกจำนวน 500 เมล็ด แบ่งออกเป็นอย่างละ 250 เมล็ดและทำความสะอาดแล้ววางเรียงบนแผ่นกระดาษ (พื้นหลัง) สีขาว โดยให้ความห่างระหว่างเมล็ดข้าวเปลือกพอเหมาะภาพละ 10 เมล็ด ดังรูปที่ 3 และรูปที่ 4 วางในกล่องสำหรับควบคุมสภาพแวดล้อมในการถ่ายภาพ แล้วทำการถ่ายภาพสำหรับการทดลองด้วยกล้องถ่ายภาพ CCD และบันทึกภาพแบบเป็น JPEG ความละเอียด 5184×3456 พิกเซล ขนาด 4.23 MB หลังจากนั้นได้นำภาพของข้าวกล้องงอกที่บันทึกไว้ให้ผู้เชี่ยวชาญและปราชญ์ชาวบ้านดูและตรวจสอบอีกครั้งเพื่อยืนยันและเพื่อความถูกต้องสมบูรณ์ของภาพก่อนนำไปใช้ในการประมวลผลภาพ



รูปที่ 2. แสดงขั้นตอนการดำเนินการตรวจสอบคุณภาพ

3.2 การหาขอบภาพ

การหาขอบภาพ (Edge Detection) ของวัตถุในภาพเป็นเทคนิคหนึ่งในการแยกส่วนของข้อมูลภาพและเป็นขั้นตอนพื้นฐานของการแยกส่วนเทคนิคอื่นๆ โดยที่ขอบเขตพื้นที่และขอบภาพจะมีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิด เมื่อหาเส้นรอบภาพของวัตถุภาพใน

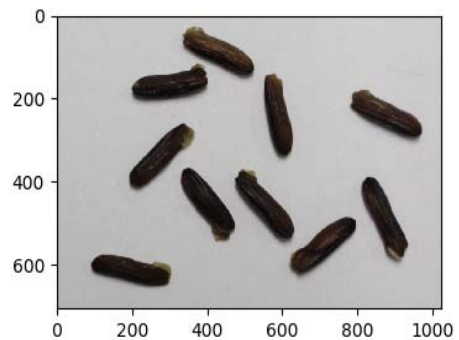
ภาพได้แล้วจะมีการปรับความคมชัดและและเพิ่มความเข้มที่รอยต่อของขอบเขตพื้นที่เพราะภาพที่ได้มามีคุณสมบัติที่แตกต่างกัน ผู้วิจัยได้ใช้ Canny Edge Detection จัดได้ว่าเป็นเทคนิคที่เหมาะสมกับงานที่ต้องการลายเส้น สามารถลดสัญญาณรบกวนได้ ทำให้สามารถตัดขั้นตอนการประมวลผลเบื้องต้น เนื่องจากวิธีดังกล่าวมีการใช้ Gaussian Filter ก่อนการหาขอบจึงสามารถควบคุมระดับความละเอียดของขอบที่ต้องการและสามารถลดสัญญาณรบกวนได้ ดังรูปที่ 7 และ 8ทำให้สามารถตัดขั้นตอนการประมวลผลภาพเบื้องต้น ดังแสดงในรูปที่ 5.



รูปที่ 3. แสดงข้าวกล้องงอกไรซ์เบอร์รี่



รูปที่ 4. แสดงข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่ที่ไม่ใช่ข้าวกล้องงอก

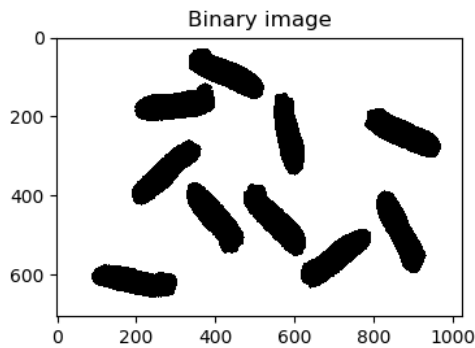


รูปที่ 5. แสดงข้าวกล้องงอกไรซ์เบอร์รี่ที่นำมาใช้ทดลอง

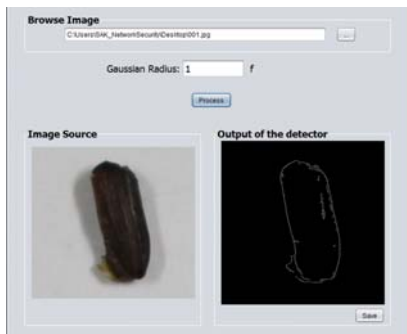
การแปลงภาพให้เป็นไบนารี (Binary image) ดังรูปที่ 6 เพื่อแปลงค่าภาพก่อนนำไปสู่กระบวนการประมวลผลภาพที่ใช้ในงานวิจัยนี้คือ การใช้ค่าเทรชโฮลด์ (Threshold) เพื่อให้คอมพิวเตอร์ทำการประมวลผลภาพได้และมีวิธีการที่ใช้กันทั่วไปคือการแปลงภาพโดยใช้ค่าเทรชโฮลด์ ดังสมการ (1)

$$f_T = [I_j] = \begin{cases} 1 & \text{if } f[I_j] > T \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad (1)$$

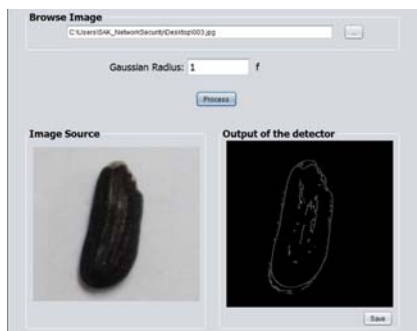
เมื่อ $f_T = [I_j]$ = ค่าระดับความสว่างที่ตำแหน่ง (i, j)
T = ค่าเทรชโฮลด์



รูปที่ 6. การแปลงภาพเพื่อเป็นไบนารี



รูปที่ 7. แสดงภาพของข้าวกล้องงอกไรซ์เบอร์รี่



รูปที่ 8. แสดงภาพของข้าวไรซ์เบอร์รี่ที่ไม่ใช่ข้าวกล้องงอก

3.3 การวัดประสิทธิภาพ

การวัดประสิทธิภาพเพื่อเปรียบเทียบค่าความแม่นยำของแบบจำลองในงานวิจัยใช้การวัดค่าความแม่นยำ (Accuracy) [7] เป็นค่าที่ได้จากวิธีการทดสอบเพื่อหาค่าพยากรณ์ความถูกต้องคิดเป็นร้อยละ(%) การคำนวณใช้สูตรดังนี้

$$\text{Accuracy} = \frac{(TP+TN)}{(TP+TN+FP+FN)} \times 100$$

โดย TP	คือ ค่าที่พยากรณ์เชิงบวก
TN	คือ ค่าที่พยากรณ์เชิงลบ
FP	คือ ค่าที่พยากรณ์ผิดพลาดเชิงบวก
FN	คือ ค่าที่พยากรณ์ผิดพลาดเชิงลบ

3.4 การสร้างแบบจำลอง

การดำเนินการโดยนำภาพเมล็ดข้าวทั้งหมดมาสร้างแบบจำลองเพื่อจำแนกภาพเมล็ดข้าวโดยนำภาพเมล็ดข้าวทั้งหมด 500 ภาพ โดยแบ่งเป็นข้าวกล้องงอกไรซ์เบอร์รี่ จำนวน 250 ภาพและข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่ที่ไม่ใช่ข้าวกล้องงอก จำนวน 250 ภาพ ไปสร้างแบบจำลองตามขั้นตอนการทำงานของ CNN ข้อมูลสำหรับการสร้างแบบจำลอง (Training Data Set) แบ่งข้อมูลเป็น 2 กลุ่มคือรูปภาพที่ไม่ใช่ข้าวกล้องงอกและรูปภาพที่เป็นข้าวกล้องงอก โดยงานวิจัยนี้ใช้การกำหนดค่าการตรวจสอบแบบไขว้ (k-fold cross validation) [9] คือ k=5 ในการทดลองเพื่อให้ระบบสุ่มภาพในชุดข้อมูลการเรียนรู้ทั้ง 2 กลุ่มเพื่อฝึกสอนให้แบบจำลองเกิดการเรียนรู้ จำนวน 50 รอบ จากนั้นเมื่อได้แบบจำลองแล้วจึงทดสอบความถูกต้องของการตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพของข้าวกล้องงอก

4. ผลการวิจัย

4.1 ผลการสร้างแบบจำลอง

ผลการสร้างแบบจำลองในงานวิจัยนี้ได้ใช้เมล็ดข้าวทั้งหมดจำนวน 500 เมล็ด โดยเป็นข้าวกล้องงอกไรซ์เบอร์รี่ 250 เมล็ด และไม่ใช่ข้าวกล้องงอกไรซ์เบอร์รี่ 250 เมล็ด โดยผลการสร้างแบบจำลองแสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1. ผลการสร้างแบบจำลองพยากรณ์

Algorithms	Accuracy
C4.5	67.00
SVM	80.50
Naïve Bayes	80.00
CNN	95.17

จากตารางที่ 1 แสดงค่าความแม่นยำ (Accuracy) ของแต่ละอัลกอริทึม โดยอัลกอริทึม CNN มีความแม่นยำสูงสุด 95.17% แสดงให้เห็นว่า CNN มีความแม่นยำมากกว่าอัลกอริทึม C4.5, SVM, และ Naïve Bayes ดังนั้นในงานวิจัยนี้เลือกอัลกอริทึม CNN สำหรับสร้างแบบจำลองเพื่อคัดแยกภาพถ่ายเมล็ดข้าว



รูปที่ 9. แสดงรูปข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่ที่มีความสมบูรณ์



รูปที่ 10. แสดงรูปข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่ที่ไม่ใช่ข้าวกล้องงอก

4.2 การนำแบบจำลองไปใช้งาน

เมื่อแบบจำลองเรียนรู้เสร็จแล้ว จะสามารถให้คำตอบแต่ละรูปภาพ (Test Set) เป็นความน่าจะเป็น และหากรูปภาพนั้นๆ มีความน่าจะเป็นแบบใดสูงที่สุดแบบจำลองจะตอบเป็นสิ่งที่นั้น เช่น หากแบบจำลองวิเคราะห์แล้วว่ารูปภาพนั้นมีความน่าจะเป็นว่าจะเป็นข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่ที่เป็นข้าวกล้องงอกไรซ์เบอร์รี่สูง

โปรแกรมคัดแยกก็จะให้คำตอบว่ารูปภาพนั้นคือ ข้าวงอก หรือ GABA ดังรูปที่ 9 และหากไม่ใช่ข้าวงอกไรซ์เบอร์รี่หรือ Not GABA โปรแกรมคัดแยกก็จะแสดงดังรูปที่ 10 และแสดงผลการทดสอบสรุปดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2. ผลการทดสอบคัดแยกภาพเมล็ดข้าว

เกรด	ความแม่นยำ (%)	ความผิดพลาด (%)
ข้าวกล้องงอกไรซ์เบอร์รี่	96	4
ข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่ที่ไม่ใช่ข้าวกล้องงอก	84	16

จากตารางที่ 2 แสดงให้เห็นว่าการใช้วิธีการที่เสนอโดยงานวิจัยนี้เพื่อคัดแยกข้าวกล้องไรซ์มีความแม่นยำสูง โดยระบบแสดงการคัดแยกรูปภาพแสดงความแม่นยำ 96% หมายถึงตรวจพบภาพข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่ที่เป็นข้าวกล้องงอกไรซ์เบอร์รี่ 240 เมล็ดจาก 250 เมล็ดและแสดงความผิดพลาด 4% หมายถึงความผิดพลาดที่แสดงการคัดแยกภาพข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่ที่เป็นข้าวกล้องงอกไรซ์เบอร์รี่ โปรแกรมแสดงเป็นข้าวที่ไม่ใช่ข้าวกล้องงอกไรซ์จำนวน 10 เมล็ด จากผลลัพธ์ดังกล่าวสรุปได้ว่าแบบจำลองการจำแนกข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่ที่สร้างขึ้นโดยใช้วิธี Deep Learning ด้วยอัลกอริทึม CNN มีความสามารถในการตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพของข้าวกล้องงอกได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5. บทสรุปและการอภิปราย

การตรวจสอบคุณภาพของข้าวกล้องงอกโดยการประมวลผลภาพในงานวิจัยนี้มีการตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพด้วยวิธีการต่างๆ และใช้อัลกอริทึมที่มีหลายอัลกอริทึม แบบจำลอง CNN มีค่าความแม่นยำสูงถึง 95.17 % สอดคล้องกับงานวิจัย [7-9] ทำให้เกิดการจำแนกคุณภาพทางกายภาพที่ดีที่สุด เนื่องจากมีประสิทธิภาพในการลดสัญญาณรบกวนในภาพและใช้เวลาในการประมวลผลน้อย โดยระบบแสดงการคัดแยกรูปภาพแสดงความแม่นยำ 96% ผลการวิจัยพบว่าลักษณะทางกายภาพของเมล็ดข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่ที่คุณภาพดีต้องเป็นเมล็ดข้าวที่มีจมูกข้าวเต็มและเมล็ดไม่แตกหัก

เอกสารอ้างอิง

[1] Shoichi I, Marketing of Value-Added Rice Production in Japan: Geminated Brown Rice and Rice Bread, In Rice in Global Markets, UN Food in Global Markets, Italy, 2004.

- [2] Kayahara, H. and K. Tsukahara, Flavor, health and nutritional quality of pre-germinated brown rice, International Chemical Congress of Pacific Basin Societies in Hawaii, 2000.
- [3] J. Jaroenjit, A. Panpanasakul, P. Chaisri, P. Promduang, and S. Prompongusawa, "Classification pearls using image processing," Proceedings of the 9th Hatyai National and International Conference, Thailand, pp. 1679 - 1691, 2014.
- [4] A. Tungkastan, and K. Leewun, "Pixel-Based Car Model Detection and Recognition," Engineering Journal of Siam University, Vol. 19, January-June, pp. 90–102, 2018.
- [5] S. Sarraf, and G. Tofghi, "A hybrid sequential feature selection approach for the diagnosis of Alzheimer's Disease," International Joint Conference on Neural Networks (IJCNN), 24-29 July, pp. 1216-1220, 2016.
- [6] E. Humphrey, and J. Bello, "Rethinking Automatic Chord Recognition with Convolution Neural Networks," Proceedings of the 11th International Conference on Machine Learning and Application, 2012.
- [7] T. Tathawee, S. Prasarnpun, S. Onbua, T. Pinthong, and A. Suwannakom, "Orchid identification based on computer vision analysis," Proceedings of the 6th National Science Research Conference, Thailand, pp. 47-56, 2014.
- [8] B. Tilmann, "The Business Impact of Predictive Analytics," ed. IGI Global, September - December 2007.
- [9] R. Kohavi, "A study of crossvalidation and bootstrap for accuracy estimation and model selection," Proceedings of the Fourteenth International joint conference on Artificial Intelligence, Montreal, Canada, pp. 1137-1143, 1995.
- [10] Yang Lu, Shujuan Yi, Nianyin Zeng, Yurong Liu and Yong Zhang, "Identification of rice diseases using deep convolutional neural networks," Neurocomputing, Vol. 267, No. 6, December, pp. 378-384, 2017.
- [11] Ronnel R. Atole, and Daechul Park, "A Multiclass Deep Convolutional Neural Network Classifier for Detection of Common Rice Plant Anomalies," International Journal of Advanced Computer Science and Applications (IJACSA), Vol. 9, No. 1, pp. 67-70, 2018.
- [12] B. Lurstwut, and C. Pompanomchai, "Application of Image Processing and Computer Vision on Rice Seed Germination Analysis," International Journal of Applied Engineering Research, Vol. 11, November, pp. 6800-6807, 2016.
- [13] Jose D Guzman, and Engelbert K. Peralta, "Classification of Philippine Rice Grains Using Machine Vision and Artificial Neural Networks," World Conference on Agricultural Information and IT, IAALD AFITA WCCA, pp. 41-48, 2008.
- [14] OuYang, A., Gao, R., Liu, Y., Sun, X., Pan, Y., Dong, X, "An Automatic Method for Identifying Different Variety of Rice Seeds Using Machine Vision Technology," Proceeding of the Sixth International Conference on Natural Computation 1, pp. 84-88, 2010.
- [15] Shantaiya, S., and Ansari, U, "Identification Of Food Grains And Its Quality Using Pattern Classification," International Journal of Computer and Communication Technology (IJCCT), Vol. 2, No.2, pp. 3-5, 2010.
- [16] Gujjar, H.S., Siddappa, M, "A Method for Identification of Basmati Rice grain of India and Its Quality Using Pattern Classification," International Journal of Engineering Research and Applications (IJERA), Vol. 3, No. 1, pp. 268-273, 2013.
- [17] Chetana V. Maheshwari, Kavindra R. Jain, and Chintan K. Modi, "Non-destructive Quality Analysis of Indian Gujarat-17 Oryza Sativa SSP Indica (Rice) Using Image Processing," International Journal of Computer Engineering Science (IJCES), Vol. 2 Issue 3, March, 2012.
- [18] LIU Zhao-yan, CHENG Fang, YING Yi-bin and RAO Xiu-qin, "Identification of rice seed varieties using neural network," Journal of Zhejiang University SCIENCE. Vol. 6B,(11), pp. 1095-1100, 2005.
- [19] MIROLYUB MLADENOV and MARTIN DEJANOV, "Application of Neural Networks for Seed Germination

Assessment,” 9th WSEAS International Conference on NEURAL NETWORKS (NN’08), Sofia, Bulgaria, May 2-4, pp. 67-72, 2008.

- [20] Xiao Chena, Yi Xun, Wei Li and Junxiong Zhang, “Combining discriminant analysis and neural networks for corn variety identification,” *Computers and Electronics in Agriculture*. 715, pp. 548–553, 2010.