ระดับโครงการวิจัย

กองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม

รายงานผลสัมฤทธิ์สำหรับทุนสนับสนุนงานมูลฐาน (Fundamental Fund)

ปีงบประมาณ พ.ศ. 2565

หน่วยงาน กรมวิชาการเกษตร

กรมวิชาการเกษตร

รายงานโครงการวิจัย

วิจัยและพัฒนาการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตพืชด้วยการประยุกต์ใช้ปัญญาประดิษฐ์

Enhancement the Efficiency of Crop Production Using Artificial Intelligence

กฤษณา แสงดี

KRITSANA SANGDEE

ปี 2565

บทสรุปผู้บริหาร

1. ความสำคัญและที่มาของปัญหาวิจัย

ประเทศไทยมีสภาพภูมิประเทศและสภาพภูมิอากาศ สามารถปลูกพืชได้หลากหลายตามลักษณะพื้นที่และสภาพภูมิอากาศในแต่ละพื้นที่ กรมวิชาการเกษตรมีการค้นคว้าวิจัยในการผลิตพืช การอารักขาพืชที่ถูกวิธี รวมทั้งคำแนะนำที่เหมาะสมกับสภาพพื้นที่ไว้อย่างมากมาย และกระจายตามศูนย์วิจัยทั่วประเทศ หากมีระบบที่สามารถช่วยในการตัดสินใจพร้อมให้คำแนะนำ สามารถช่วยลดเวลา ลดขั้นตอน ลดช่องว่างระหว่างหน่วยงานกับเกษตรกร ผลงานวิจัยสามารถเข้าถึงได้ง่ายมากขึ้น เพิ่มความมั่นใจให้กับทั้งผู้ผลิตและผู้บริโภคได้ ผลผลิตที่ได้มีคุณภาพ ปลอดภัยต่อผู้บริโภค สนับสนุนการทำเกษตรยุคใหม่ด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล โดยการกระตุ้นให้เกิดการใช้เทคโนโลยีดิจิทัลและข้อมูล ในการผลิตและบริหารจัดการสินค้าเกษตรตลอดห่วงโซ่คุณค่า ด้วยระบบแนะนำพันธุ์พืชที่เหมาะสมกับพื้นที่ การใช้ระบบแนะนำการอารักขาพืชในการจัดการศัตรูพืชเบื้องต้น ช่วยในการตัดสินใจป้องกันกำจัดศัตรูพืชก่อนที่สร้างความเสียหายในระดับเศรษกิจ และการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมให้ตรงตามความต้องการของตลาดโดยมีระบบคัดแยกผลผลิตที่ช่วยในการคัดแยกความสุกแก่ของผลผลิตด้วยการประมวลภาพสี ลดความสูญเสียผลผลิตที่ไม่ได้มาตรฐาน ช่วยลดความผิดพลาดการทำงานของมนุษย์ พัฒนาเป็นโมบายแอปพลิเคชันที่เกษตรกร และผู้สนใจสามารถใช้งานได้ง่าย ในปี ๒๕๖๕ ได้ดำเนินงานวิจัย 3 โครงการย่อย ได้แก่ 1. วิจัยพัฒนาระบบแนะนำพันธุ์พืชด้วยเทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ 2. วิจัยพัฒนาโมเดลการคัดแยกผลสับปะรดด้วยโครงข่ายประสาทเทียม 3. วิจัยพัฒนาระบบแนะนำการอารักขาพืชด้วยเทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ การใช้เทคโนโลยีเข้ามาช่วยในการตัดสินใจจะช่วยเพิ่มความแม่นยำในการคาดการณ์การผลิตที่ถูกต้อง สามารถวินิจฉัยศัตรูพืชพร้อมการป้องกันกำจัดที่ถูกต้องตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร ส่งผลให้ผลผลิตมีคุณภาพ ทั้งยังนำเทคโนโลยีมาช่วยในการคัดผลผลิตให้ตรงกับความต้องการของตลาดและผู้บริโภค จะช่วยให้เกษตรกร และผู้สนใจในการทำการเกษตรสามารถผลิตและขายผลผลิตได้อย่างมีคุณภาพเป็นที่ต้องการของตลาดมากขึ้น

2. วัตถุประสงค์

2.1 เพื่อศึกษาวิเคราะห์และสร้างโมเดลแนะนำการเลือกใช้พันธุ์พืชของกรมวิชาการเกษตรด้วยวิธีต้นไม้ตัดสินใจและพัฒนาโมบายแอปพลิเคชันคำแนะนำพันธุ์พืชแก่เกษตรกร

2.2 เพื่อศึกษาวิเคราะห์และสร้างโมเดลการคัดแยกระดับการสุกจากสีเปลือกผลสับปะรดด้วยโครงข่ายประสาทเทียม และพัฒนาโมบายแอปพลิเคชันการคัดแยกระดับการสุกจากสีเปลือกผลสับปะรด

2.3 เพื่อศึกษาวิเคราะห์และสร้างโมเดลการแนะนำการอารักขาพืชด้วยการประยุกต์ใช้เทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ และพัฒนาโมบายแอปพลิเคชันคำแนะนำการป้องกันและกำจัดศัตรูพืชอย่างถูกวิธีตามหลักการอารักขาพืชแก่เกษตรกร

3. ระเบียบวิธีวิจัย (โดยย่อ)

เป็นการวิเคราะห์พัฒนาโมเดลโดยศึกษา รวบรวมข้อมูลที่ตั้ง จากกรมการปกครอง ข้อมูลคำอธิบายกลุ่มชุดดินจากกรมพัฒนาที่ดิน ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาจากกรมอุตุนิยมวิทยา ข้อมูลพันธุ์พืชแนะนำ พันธุ์พืชรับรอง สับปะรด และการอารักขาพืช จากกรมวิชาการเกษตร พร้อมทั้งข้อมูลจากนักวิจัยและผู้เชี่ยวชาญในพื้นที่ ควบคู่

กรมวิชาการเกษตร

กับการรวบรวมข้อมูลภาคสนาม เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการเลือกพันธุ์พืช การเปลี่ยนแปลงของสีเปลือกกับความหวานของสับปะรด และการอารักขาพืชในพื้นที่ปลูกพืชทั่วประเทศ จากนั้นนำข้อมูลและภาพที่ได้มาวิเคราะห์ด้วยการเรียนรู้ของเครื่องด้วยเทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ พัฒนาสู่โมเดลคำแนะนำการเลือกพันธุ์พืช การอารักขาพืชของกรมวิชาการเกษตร และการวิเคราะห์ภาพด้วยการวิเคราะห์เชิงลึกซึ่งใช้เกณฑ์สี ในการวิเคราะห์ แล้วนำไปหาค่าร้อยละความแม่นยำของโมเดลเพื่อให้ได้โมเดลที่มีประสิทธิภาพ

4. งบประมาณที่ใช้ (ปี 2565) 635,635 บาท และระยะเวลาที่ดำเนินงาน ต.ค. 64 – ก.ย. 65

5. ผลการวิจัย

5.1 การพัฒนาระบบแนะนำพันธุ์พืชด้วยเทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ ทำการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกพันธุ์พืชให้เหมาะสมกับพื้นที่ปลูกไม้ผล (ทุเรียน พริก มะพร้าว กาแฟ มะละกอ) และ พืชไร่ (ปาล์มนมัน ถั่วลิสง มันสำปะหลัง ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์) พบว่า ปัจจัยที่มีผลในการเลือกพันธุ์ ขึ้นอยู่กับความเป็นกรดเป็นด่างของดิน ความอุดมสมบูรณ์ของดิน ความสูงจากระดับน้ำทะเล เนื้อดิน อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย ปริมาณน้ำฝน และความเร็วลม โมเดลสามารถช่วยในการตัดสินใจเลือกพันธุ์พืชมีความถูกต้องรวมร้อยละ 97.25

5.2 การวิจัยพัฒนาโมเดลการคัดแยกผลสับปะรดด้วยโครงข่ายประสาทเทียม ดำเนินการศึกษาในสับปะรด พันธุ์ปัตตาเวีย โดยแบ่งระดับสีเปลือกสับปะรดเป็น 8 ระดับ ผลการทดลองพบว่า ความถูกต้อง (Accuracy rate) ความแม่นยำ (Precision) และค่าความระลึก (Recall) ในการคัดแยกสีเปลือกสับปะรดเท่ากับ 78.9, 9.86 และ 12.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

5.3 การวิจัยพัฒนาระบบแนะนำการอารักขาพืชด้วยเทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ พบว่า ชนิดพืช ระยะการเจริญเติบโตของพืช ความเป็นกรดเป็นด่างของดิน ความอุดมสมบูรณ์ของดิน ความลาดชัน เนื้อดิน การระบายน้ำของดิน ความเข้มแสง อุณหภูมิดิน ความชื้นในดิน ความชื้นสัมพัทธ์ในบรรยากาศ ความเร็วลม ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย เป็นปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับคำแนะนำในการอารักพืช โมเดลสามารถช่วยในการตัดสินใจเลือกวิธีการป้องกันกำจัดศัตรูพืชอย่างเหมาะสมตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร มีความถูกต้องรวมร้อยละ 65.09 (โรคพืช ได้แก่ ใบจุดสีน้ำตาล ใบด่างมันสำปะหลัง แส้ดำ มีความถูกต้องร้อยละ 68.27 แมลงศัตรูพืช ได้แก่ หนอนกระทู้ หนอนกอ ไรแดง เพลี้ยแป้ง มีความแม่นยำร้อยละ 90.41 และวัชพืช ได้แก่ หญ้ารังนก หญ้าปากควาย หญ้าคา สาบแร้งสาบกา มีความถูกต้องร้อยละ 36.60)

6. ข้อเสนอแนะที่ได้จากงานวิจัย

6.1 ข้อเสนอแนะจากผลงานวิจัย

จากการศึกษาและรวบรวมวิเคราะห์ข้อมูลในการวิเคราะห์โมเดล พบว่า การนำเข้าข้อมูลควรมีการแบ่งจำนวนในแต่ละกลุ่มเท่าๆ กัน รวมทั้งการเพิ่มจำนวนข้อมูลฝึกสอน และจำนวนรอบในการฝึกสอน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของโมเดล

7. การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

จากการดำเนินงานในปี 2565 ได้โมโมเดลแนะนำพันธุ์พืช โมเดลแนะนำการอารักขาพืช และฐานข้อมูลรูปลักษณ์สีผลและค่าความหวานในแต่ละระดับการสุกของสีเปลือกสับปะรดเบื้องต้นในการพัฒนาสู่ระบบที่ใช้งานง่ายในรูปแบบแอปพลิเคชันที่มีประสิทธิภาพ และโมเดลการคัดแยกผลสับปะรดด้วยโครงข่ายประสาทเทียม ซึ่งจำเป็นต้องมีการรวบรวมข้อมูลและพัฒนาโมเดลอย่างต่อเนื่อง เบื้องต้นได้มีการจัดทำองค์ความรู้ เรื่อง รูปลักษณ์สีผลและค่าความหวานในแต่ละระดับการสุกของสีเปลือกสับปะรด เผยแพร่ทางช่องทางออนไลน์ เป็นประโยชน์แก่ผู้สนใจในการศึกษาเกี่ยวกับสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียและเป็นฐานข้อมูลในการพัฒนาโมเดลการคัดแยกผลสับปะรด

กรมวิชาการเกษตร

ด้วยโครงข่ายประสาทเทียมในปี 2566 รวมถึงการพัฒนาโมเดลคำแนะนำพืชและศัตรูพืชอื่นให้ครอบคลุมแก่ผู้ใช้งาน

8. การเผยแพร่ผลงานวิจัย

จัดทำองค์ความรู้ เรื่อง รูปลักษณ์สีผลและค่าความหวานในแต่ละระดับการสุกของสีเปลือกสับปะรด เผยแพร่ทางออนไลน์ https://www.doa.go.th/ict/?page_id=1952

กรมวิชาการเกษตร

บทคัดย่อ

โครงการวิจัยและพัฒนาการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตพืชด้วยการประยุกต์ใช้ปัญญาประดิษฐ์ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาวิเคราะห์และสร้างโมเดลแนะนำการเลือกใช้พันธุ์พืชของกรมวิชาการเกษตร การอารักขาพืชด้วยเทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ และสร้างโมเดลการคัดแยกระดับการสุกจากสีเปลือกสับปะรด พร้อมทั้งพัฒนาโมบายแอปพลิเคชันให้สามารถเข้าถึงและใช้งานได้ง่ายขึ้น โดยโมเดลแนะนำการเลือกใช้พันธุ์พืชของกรมวิชาการเกษตร และการอารักขาพืชตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร จะทำการเรียนรู้เงื่อนไขในการวิเคราะห์ข้อมูลที่สัมพันธ์กัน จากข้อมูลนำเข้า ได้แก่ ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช และความต้องการพื้นบานของพืช ได้ข้อมูลจำนวน 7,852 ข้อมูล โดยมีตัวแปรนำเข้า 8 ตัวแปร ได้แก่ ความเป็นกรดเป็นด่างของดิน ความอุดมสมบูรณ์ของดิน ความสูงจากระดับน้ำทะเล เนื้อดิน อุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุด อุณหภูมิเฉลี่ยต่ำสุด ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปี และ ความเร็วลม ทำการจัดกลุ่มข้อมูล นำข้อมูลที่ได้เข้าโปรแกรมในการวิเคราะห์หาพืชที่เหมาะสมในพื้นที่ด้วยเทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ พบว่า โมเดลมีความถูกต้องร้อยละ 97.25 โมเดลแนะนำการอารักขาพืชด้วยเทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ ดำเนินการรวบรวมข้อมูลจากหลายภาคส่วน ประกอบด้วยคำแนะนำการอารักขาพืชของกรมวิชาการเกษตร คำแนะนำในการป้องกันกำจัด แมลงศัตรูพืช โรคพืช และวัชพืช ที่นำไปใช้ในพื้นที่วิจัยของกรมวิชาการเกษตร ปฏิทินการปลูกพืช เอกสารคู่มือที่มีการจัดทำรูปเล่มและเผยแพร่ออนไลน์ คำแนะนำจากนักวิชาการและผู้เชี่ยวชาญในแต่ละพื้นที่ และข้อมูลภาคสนามในแปลงปลูกพืชของเกษตรกร ในทุกภาคของประเทศ จำนวน 725 แปลง ได้ข้อมูลโรคพืชจำนวน 312 เรคคอร์ด แมลงศัตรูพืช 219 เรคคอร์ด และวัชพืช 637 เรคคอร์ด นำมาจัดหมวดหมู่ปัจจัยต่างที่เกี่ยวข้องได้ตัวแปรจำนวน 15 ตัวแปร ดังนี้ พืช ระยะการเจริญเติบโตของพืช ความเป็นกรดเป็นด่างของดิน ความอุดมสมบูรณ์ของดิน ความลาดชัน เนื้อดิน การระบายน้ำของดิน ความเข้มแสง อุณหภูมิดิน ความชื้นในดิน ความชื้นสัมพัทธ์ในบรรยากาศ ความเร็วลม ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย ทำการแบ่งประเภทข้อมูล นำข้อมูลที่ได้เข้าโปรแกรมในการวิเคราะห์คำแนะนำการอารักขาพืชในพื้นที่ด้วยเทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ พบว่า สามารถพัฒนาโมเดลแนะนำการอารักขาพืชได้ มีความถูกต้องรวมร้อยละ 65.09 (โรคพืช จำนวน 3 ชนิด ได้แก่ ใบจุดสีน้ำตาล ใบด่างมันสำปะหลัง แส้ดำ มีความถูกต้องร้อยละ 68.27 แมลงศัตรูพืช จำนวน 4 ชนิด ได้แก่ หนอนกระทู้ หนอนกอ ไรแดง เพลี้ยแป้ง มีความถูกต้องร้อยละ 90.41 และวัชพืช จำนวน 4 ชนิด ได้แก่ หญ้ารังนก หญ้าปากควาย หญ้าคา สาบแร้งสาบกา มีความแม่นยำร้อยละ 36.60) ส่วนการพัฒนาโมเดลการคัดแยกสับปะรดด้วยโครงข่ายประสาทเทียม เพื่อศึกษาจัดหมวดหมู่ลักษณะสีเปลือกสับปะรดตามระดับการสุก ดำเนินการศึกษาในสับปะรด พันธุ์ปัตตาเวีย โดยแบ่งระดับสีเปลือกสับปะรดเป็น 8 ระดับ ผลการทดลองพบว่า ความถูกต้อง (Accuracy rate) ความแม่นยำ (Precision) และค่าความระลึก (Recall) ในการคัดแยกสีเปลือกสับปะรดเท่ากับ 78.9, 9.86 และ 12.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

กรมวิชาการเกษตร

Abstract

Research and development project on plant production efficiency through the application of artificial intelligence. The objectives were to study, analyze and create 2 model by decision tree technique consist of the DOA Plant Variety Recommended Model and the DOA Plant Protection Model, The third Model create by Artificial neural networks: ANN was a ripening grade sorting model based on pineapple peel color. As well as developing mobile applications to make them easier to access and use by the model recommending the selection of plant varieties and plant protection as recommended by the Department of Agriculture. These were factors affecting plant growth, crop requirements and crop water requirements. A total of 7,852 data were obtained. There were 8 input variables : soil acidity, soil fertility, sea level, soil texture, average maximum temperature, lowest average temperature, average rainfall and wind speed. The data into the program to analyze suitable plants in the area with the decision tree technique found that the model has an accuracy of 97.25%. Model recommends plant protection with decision tree technique. Collect data from various sectors, plant protection recommendations of the Department of Agriculture, cropping calendar. Advice from academics and experts in each area and field data of 725 plots. Total of 312 records of plant diseases, 219 records of pests and 637 records of weeds were obtained. The factors involved were categorized into 15 variables as follows: plants, plant growth stages, soil acidity, soil fertility, slope, soil texture, soil drainage, light intensity, soil temperature, soil moisture, atmospheric relative humidity, wind speed, average precipitation average maximum temperature average minimum temperature. Using the data obtained into the program to analyze plant protection recommendations in the area with decision tree techniques, it was found that the plant protection recommendation model could be developed with a total accuracy of 65.09% (3 types of plant diseases : brown spot, cassava mosaic virus, smut with an accuracy of 68.27%, 4 types of insect pest: fall armyworm, borer, mites, mealybug with an accuracy of 90.41% and 5 types of weed : swollen finger grass, crowfoot grass, cogon grass, goat weed with an accuracy of 36.60%). The development of a ripening grade sorting model using an artificial neural network. To study and categorize the color characteristics of pineapple peel according to the level of maturity of Pattawia varieties which peel color level into 8 levels. The results showed that the accuracy rate, precision and recall in pineapple peel color sorting were 78.9, 9.86 and 12.5 percent, respectively.

กรมวิทยาศาสตร์

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัย ขอขอบคุณเกษตรกร และผู้ประกอบการทุกท่านที่อนุเคราะห์ให้คณะผู้วิจัยเก็บข้อมูลวิจัยในพื้นที่ เพื่อใช้ในการพัฒนาโมเดลแนะนำการเลือกใช้พันธุ์พืช การอารักขาพืชของกรมวิชาการเกษตร และการจัดทำฐานข้อมูลรูปลักษณ์สีผลของสับปะรด ขอขอบคุณ ดร.อิสิวัฒน์ บัณฑราภิวัฒน์ และผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีและระบบสารสนเทศ ที่ให้คำปรึกษาและคำแนะนำในการเลือกปัจจัยวิเคราะห์โมเดล ขอขอบคุณศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 1-8 สถาบันวิจัยพืชสวน สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช รวมทั้งศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรของกรมวิชาการเกษตร ที่ให้การสนับสนุนข้อมูล คำแนะนำ ตลอดจนคณะผู้บริหาร คณะผู้เชี่ยวชาญ หัวหน้าโครงการวิจัยย่อยและนักวิจัยทุกท่าน ที่ให้การสนับสนุนในการดำเนินโครงการสำเร็จไปได้ลุล่วงด้วยดี ขอขอบคุณคณะกรรมการพิจารณาและติดตามงานวิจัยทุกคณะของกรมวิชาการเกษตร ที่ให้ข้อคิดเห็นและคำแนะนำที่ทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จตามวัตถุประสงค์

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.) ที่ให้การสนับสนุนงบประมาณในการดำเนินการของโครงการวิจัยนี้จนสำเร็จลุล่วงด้วยดี

กรมวิชาการเกษตร

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทสรุปผู้บริหาร	1
บทคัดย่อ	4
Abstract	5
กิตติกรรมประกาศ	6
สารบัญ	7
สารบัญภาพ	8
สารบัญตาราง	9
บทที่ 1 บทนำ	10
บทที่ 2 วิธีการดำเนินงาน	15
บทที่ 3 ผลการศึกษา	18
บทที่ 4 สรุปผลและอภิปรายผล	25
เอกสารอ้างอิง	27
ภาคผนวก	28

กรมวิชาการเกษตร

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1 ขอบเขตการศึกษาโครงการวิจัยและพัฒนาการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตพืช
ด้วยการประยุกต์ใช้ปัญญาประดิษฐ์ 13
ภาพที่ 2 ความเชื่อมโยงการดำเนินงานวิจัยภายใต้โครงการวิจัยและพัฒนาการเพิ่มประสิทธิภาพ
การผลิตพืชด้วยการประยุกต์ใช้ปัญญาประดิษฐ์ 13
ภาพที่ 3 ขอบเขตการวิเคราะห์และพัฒนาโมเดลแนะนำการเลือกใช้พันธุ์พืชของกรมวิชาการเกษตร
ด้วยเทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ 16
ภาพที่ 4 ขอบเขตการวิเคราะห์และพัฒนาโมเดลแนะนำการอารักขาพืชด้วยเทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ 17
ภาพที่ 5 การจัดเรียงโครงสร้างของโครงข่ายประสาทเทียม 20
ภาพที่ 6 กราฟแสดงรอบของการเรียนรู้ (Epoch) กับการแสดงค่า ERROR 21
ภาพที่ 7 ตัวอย่างการวิเคราะห์โดยใช้เทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ 22

กรมวิชาการเกษตร

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 แสดงลักษณะสีเปลือกสับปะรดตามระดับการสุก 8 ระดับ 19

กรมวิชาการเกษตร

บทที่ 1 บทนำ

1. วิสัยทัศน์ และพันธกิจของหน่วยงาน

วิสัยทัศน์

กรมวิชาการเกษตรเป็นองค์กรที่เป็นเลิศด้านการวิจัยและพัฒนาด้านพืช เครื่องจักรกลการเกษตร และเป็นศูนย์กลางรับรองมาตรฐานสินค้าเกษตรด้านพืชในระดับสากล บนพื้นฐานการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

พันธกิจ

1. สร้างและถ่ายทอดองค์ความรู้จากงานวิจัยด้านพืชและเครื่องจักรกลการเกษตรสู่กลุ่มเป้าหมาย
2. กำหนดและกำกับดูแลมาตรฐานระบบการผลิตและผลิตพันธุ์พืชและปัจจัยการผลิต พัฒนาระบบตรวจรับรองสินค้าการเกษตรด้านพืชให้เป็นที่ยอมรับในระดับสากล
3. อนุรักษ์และพัฒนาการใช้ประโยชน์จากความหลากหลายทางชีวภาพด้านพืช แมลง และจุลินทรีย์
4. กำกับ ดูแล และพัฒนากฎหมายที่กรมวิชาการเกษตรรับผิดชอบ

2. ยุทธศาสตร์ชาติที่สอดคล้องกับแผนปฏิบัติงานด้าน ววน. ของหน่วยงาน (โปรดเลือกเฉพาะยุทธศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับหน่วยงานของท่าน)

❑ ยุทธศาสตร์ที่ 1 ด้านความมั่นคง
เพื่อบริหารจัดการสภาวะแวดล้อมของประเทศให้มีความมั่นคง ปลอดภัย และมีความสงบเรียบร้อยในทุกระดับและทุกมิติ

☑ ยุทธศาสตร์ที่ 2 ด้านการสร้างความสามารถในการแข่งขัน
เน้นการยกระดับศักยภาพในหลากหลายมิติควบคู่กับการขยายโอกาสของประเทศไทยในเวทีโลก

❑ ยุทธศาสตร์ที่ 3 ด้านพัฒนาและเสริมสร้างศักยภาพทรัพยากรมนุษย์
คนไทยในอนาคต มีความพร้อมทั้งกาย ใจ สติปัญญา มีทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 มีทักษะสื่อสารภาษาอังกฤษและภาษาที่ 3 และมีคุณธรรม

❑ ยุทธศาสตร์ที่ 4 ด้านการสร้างโอกาสและความเสมอภาคทางสังคม
สร้างความเป็นธรรม และลดความเหลื่อมล้ำในทุกมิติ กระจายศูนย์กลางความเจริญทางเศรษฐกิจและสังคม เพิ่มโอกาสให้ทุกภาคส่วนเข้ามาเป็นกำลังของการพัฒนาประเทศในทุกระดับ

❑ ยุทธศาสตร์ที่ 5 ด้านการสร้างการเติบโตบนคุณภาพชีวิตที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม
คำนึงถึงความยั่งยืนของฐานทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ปรับเปลี่ยนพฤติกรรมของประชาชนให้เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ผ่านมาตรการต่างๆ ที่มุ่งเน้นให้เกิดผลลัพธ์ต่อความยั่งยืน

❑ ยุทธศาสตร์ที่ 6 ด้านการปรับสมดุลและพัฒนาระบบการบริหารจัดการภาครัฐ
การปรับเปลี่ยนภาครัฐ ยึดหลัก “ภาครัฐของประชาชนเพื่อประชาชนและประโยชน์ส่วนรวม”

3. วงเงินงบประมาณกองทุน ววน. ที่ได้รับจัดสรรในปีงบประมาณ พ.ศ. 2565 จำนวน 724,929 บาท

กรมวิชาการเกษตร

4. รายละเอียดโครงการ

ที่มาและความสำคัญ/หลักการและเหตุผล

ภาคการเกษตรเป็นหนึ่งในภาคธุรกิจหลักที่ขับเคลื่อนเศรษฐกิจของประเทศไทย อีกทั้งอาชีพเกษตรกรยังเป็นฐานปิรามิดของจำนวนประชากรทั้งประเทศ ดังนั้น การส่งเสริมและผลักดันความสามารถทางการแข่งขันด้านการเกษตร จึงเป็นตัวช่วยสำคัญในการกระตุ้นกลไกการขับเคลื่อนเศรษฐกิจและส่งเสริมศักยภาพของเกษตรกรไทย และเพื่อสนับสนุนนโยบายไทยแลนด์ 4.0 ที่นำเทคโนโลยีมาใช้ในอุตสาหกรรมต่างๆ รวมถึงภาคการเกษตร โดยเฉพาะเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์หรือเอไอ (Artificial Intelligence) ก็สามารถนำมาสร้างประโยชน์ให้กับแวดวงการเกษตรได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งในแง่ของการยกระดับคุณภาพผลผลิตทางการเกษตร การบริหารจัดการภายในฟาร์ม ลดความเสียหายที่เกิดขึ้นจากความผิดพลาดของมนุษย์ (human errors) รวมถึงส่งเสริมการเกษตรให้มีความทันสมัย และสามารถแข่งขันได้ในระดับนานาชาติ

จากแนวโน้มเศรษฐกิจ ปี 2563 การขยายตัวของผลิตภัณฑ์มวลรวม (GDP) ลดลงร้อยละ 1.8 โดยการผลิตภาคการเกษตร ลดลงร้อยละ 5.7 ตามการลดลงของผลผลิตพืชหลัก ได้แก่ ข้าวเปลือก อ้อย ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ มันสำปะหลัง และปาล์มน้ำมัน ส่วนหนึ่งมาจากปัญหาภัยแล้ง (สำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2563) เกษตรกรมีการปรับตัวในการปรับเปลี่ยนการปลูกพืชตามราคาตลาด นิยมเลือกพันธุ์ที่ทนต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศ เช่น ทนแล้ง น้ำท่วม กรมวิชาการเกษตรมีการวิจัยและการพัฒนาพันธุ์พืชที่เหมาะสมต่อพื้นที่ รวมไปถึงการดูแลรักษาในการเลือกใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน การอารักขาพืชที่เหมาะสม กระจายอยู่ตามศูนย์วิจัยทั่วประเทศ

ความหลากลายของพืชตามลักษณะประจำพันธุ์ของพืชแต่ละชนิด ความทนทานต่อสภาพภูมิอากาศ การดูแล และการจัดการศัตรูพืชมีความเหมาะสมต่างกัน การนำข้อมูลที่มีการกลั่นกรองแล้วมาใช้ผ่านเทคโนโลยีโดยการนำการเรียนรู้ของเครื่องมาช่วยในการตัดสินใจเลือกข้อมูลที่ตรงกับพื้นที่ ช่วยลดเวลาในการลองผิดลองถูก เพิ่มความมั่นใจการผลิตพืช ข้อมูลที่นำมาใช้ในการสร้างระบบให้คำแนะนำเป็นข้อมูลที่กรมวิชาการเกษตรมีความพร้อมและได้มีการรับรองออกมาเป็นคำแนะนำ ซึ่งมีประโยชน์มากสำหรับเกษตรกร และผู้สนใจ ในการใช้ระบบที่ให้คำแนะนำตั้งแต่การเลือกพืชปลูก การจัดการศัตรูพืช และการคัดเลือกผลผลิตที่เหมาะสมกับความต้องการของตลาด ซึ่งผลผลิตพืชบางชนิด เช่น สับปะรด ใช้สีในการวัดดัชนีหลังการเก็บเกี่ยว พันธุ์ที่นิยมคือพันธุ์ปัตตาเวีย มีลักษณะเด่น คือ เนื้อมีสีเหลืองอ่อน และสีจะเข้มข้นในฤดูร้อน รสชาติดี น้ำหนักผลอยู่ที่ประมาณ 2 - 6 กิโลกรัม โดยประเทศไทยเป็นประเทศผู้ส่งออกสับปะรดกระป๋องเป็นอันดับ 1 ของโลก ประสบกับปัญหาการไม่สามารถตอบสนองต่อความต้องการของตลาดโลกได้อย่างเพียงพอ เนื่องจากผลผลิตไม่มีคุณภาพตามมาตรฐานที่กำหนดไว้ อีกทั้งความผันแปรของสภาพแวดล้อมในการเพาะปลูกมีผลต่อคุณภาพผลผลิตสับปะรดในด้านความสุก ซึ่งมีผลกระทบต่อผลผลิตส่วนใหญ่ที่ส่งเข้าโรงอุตสาหกรรม ดัชนีการเก็บเกี่ยวเป็นปัจจัยสำคัญ เพราะมีผลต่อการเปลี่ยนสีเปลือกผลสับปะรดที่นำมาใช้กำหนดคุณภาพภายนอกที่ดีที่สุด การนำเทคโนโลยีการเรียนรู้เชิงลึก โดยการนำค่าสีจากเปลือกสับปะรดมาใช้เป็นเกณฑ์ในการแสดงความสุกของสับปะรด เพื่อให้ตรงมาตรฐานโรงงาน เป็นการลดปริมาณการสูญเสียอย่างมีประสิทธิภาพให้กับผลผลิตสับปะรดที่เข้าสู่โรงงานอีกวิธีหนึ่งได้

การใช้เทคโนโลยีดิจิทัลเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตพืชเศรษฐกิจ โดยการสร้างโมเดลที่ช่วยในการตัดสินใจเลือกข้อมูลที่ตรงกับความต้องการของผู้ใช้ และพัฒนาระบบสารสนเทศแนะนำพันธุ์พืช การอารักขาพืช ที่เหมาะสมต่อพื้นที่และสภาพภูมิอากาศนั้นๆ ตลอดจนการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวในการคัดแยกผลผลิต ใน

กรมวิชาการเกษตร

รูปแบบแอปพลิเคชันที่ง่ายต่อการใช้งาน และเข้าถึงผู้ใช้ได้มากขึ้น ช่วยลดเวลา ต้นทุนที่ใช้เกินความต้องการของพืช และช่วยเพิ่มผลผลิตทางการเกษตรที่มีคุณภาพ ปลอดภัยต่อผู้บริโภค จะช่วยเพิ่มขีดความสามารถในการรวบรวมข้อมูล ลดการซ้ำซ้อน เพิ่มความถูกต้องและเป็นปัจจุบันของข้อมูล เพิ่มโอกาสในการนำไปต่อยอดและใช้การวางแผนการผลิตในอนาคต เป็นประโยชน์สำหรับเกษตรกรเจ้าหน้าที่หน่วยงานในพื้นที่ที่คอยให้คำแนะนำเกษตรกร นักวิจัยและผู้สนใจในการนำไปพัฒนางานด้านอื่นๆ ต่อไป

วัตถุประสงค์ของโครงการ

1) เพื่อศึกษาวิเคราะห์และสร้างโมเดลแนะนำการเลือกใช้พันธุ์พืชของกรมวิชาการเกษตรด้วยวิธีต้นไม้ตัดสินใจและพัฒนาโมบายแอปพลิเคชันคำแนะนำพันธุ์พืชแก่เกษตรกร

2) เพื่อศึกษาวิเคราะห์และสร้างโมเดลการคัดแยกระดับการสุกจากสีเปลือกผลสับปะรดด้วยโครงข่ายประสาทเทียม และพัฒนาโมบายแอปพลิเคชันการคัดแยกระดับการสุกจากสีเปลือกผลสับปะรด

3) เพื่อศึกษาวิเคราะห์และสร้างโมเดลการแนะนำการอารักขาพืชด้วยการประยุกต์ใช้เทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ และพัฒนาโมบายแอปพลิเคชันคำแนะนำการป้องกันและกำจัดศัตรูพืชอย่างถูกวิธีตามหลักการอารักขาพืชแก่เกษตรกร

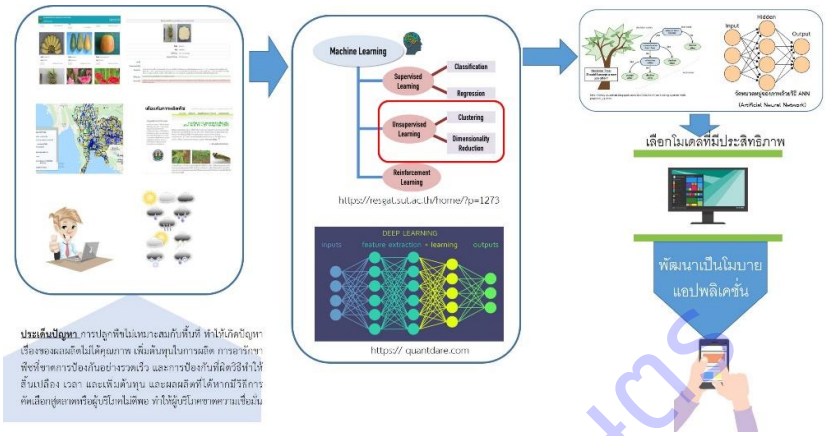
ขอบเขตการศึกษา

โครงการนี้ นำการเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning : ML) และปัญญาวิเคราะห์เชิงลึกมาใช้ โดยการเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning : ML) เป็นเครื่องมือการทำงานที่มีหลายรูปแบบและมีการพัฒนาขั้นตอนวิธี (Algorithm) ให้ เครื่องได้เรียนรู้อย่างต่อเนื่อง ขั้นตอนพื้นฐานสำคัญคือการเรียนรู้หลายๆ ครั้งจนกว่าจะได้โมเดลที่เหมาะสม ในการสร้างโมเดลแต่ละครั้งต้องมีข้อมูลนำเข้า (Input) ซึ่งต้องเป็นข้อมูลที่ดีที่จะทำให้ได้โมเดลที่ดีมีคุณภาพ และจะให้ผลลัพธ์ (Output) ที่มีประสิทธิภาพ (อสมา, 2561) การเรียนรู้ของเครื่อง นั้นมี 3 รูปแบบ คือ 1) การเรียนรู้แบบมีผู้สอน (Supervised) เครื่องจะเรียนรู้ข้อมูลจากการนำเข้าของมนุษย์ 2) การเรียนรู้โดยไม่มีผู้สอน (Unsupervised) เครื่องจะเรียนรู้และทำนายผลได้จากการจำแนกและสร้างแพทเทิร์นจากข้อมูลที่ได้รับ และ 3) การเรียนรู้แบบเสริมกำลัง (Reinforcement learning) เป็นการเรียนรู้ซึ่งกำหนดการกระทำของระบบจากสิ่งที่สังเกตได้ คือ เรียนรู้จากสิ่งแวดล้อมรอบตัว

เทคโนโลยีการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงลึก เป็นกระบวนการของการนำข้อมูลมาวิเคราะห์เพื่อเสาะหารูปแบบด้วยการใช้ Computing algorithms Programming และรูปแบบโมเดลทางสถิติ เพื่อหาความสัมพันธ์ของข้อมูลซึ่งทำให้เกิดเป็นข้อมูลเชิงลึกในการขับเคลื่อนองค์กรต่อไป การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงลึกช่วยให้องค์กรสามารถเห็นถึงแนวโน้มและมิติต่างๆ ที่เกิดขึ้น หากไม่มีเทคโนโลยีนี้แล้วข้อมูลอาจหลุดหายไปในข้อมูลขนาดใหญ่ที่ไร้โครงสร้างได้ สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงลึกยังช่วยให้องค์กรตัดสินใจในเวลาอันรวดเร็วได้มากขึ้น โดยสรุปคือ การวิเคราะห์ข้อมูลจะช่วยให้ผู้ใช้งานสามารถเข้าถึงข้อมูลที่กระจายอยู่ทั่วไปและทำให้ข้อมูลที่ไม่สามารถเข้าถึงได้กลายมาเป็นข้อมูลสำคัญขององค์กร ทั้งนี้ เทคโนโลยีการวิเคราะห์ข้อมูลขั้นสูงหมายรวมถึงการวิเคราะห์ข้อมูล ในการหารูปแบบและความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล และการวิเคราะห์ข้อมูลที่ประยุกต์ใช้เทคนิคทางสถิติเพื่อคำนวณหาว่าสมมติฐานของข้อมูลเป็นจริงหรือเท็จด้วย ซึ่งจำนวนข้อมูลทั้งที่อยู่ในรูปแบบที่มีโครงสร้างและไม่มีโครงสร้างได้เพิ่มจำนวนขึ้นอย่างมากมายมหาศาล เนื่องจากการประมวลผลด้วยคอมพิวเตอร์ที่รวดเร็วและมีต้นทุนที่ต่ำลง เป็นเสมือนแรงผลักดันสำคัญที่ช่วยให้เทคโนโลยีการวิเคราะห์ข้อมูลพัฒนาไปอย่างรวดเร็ว

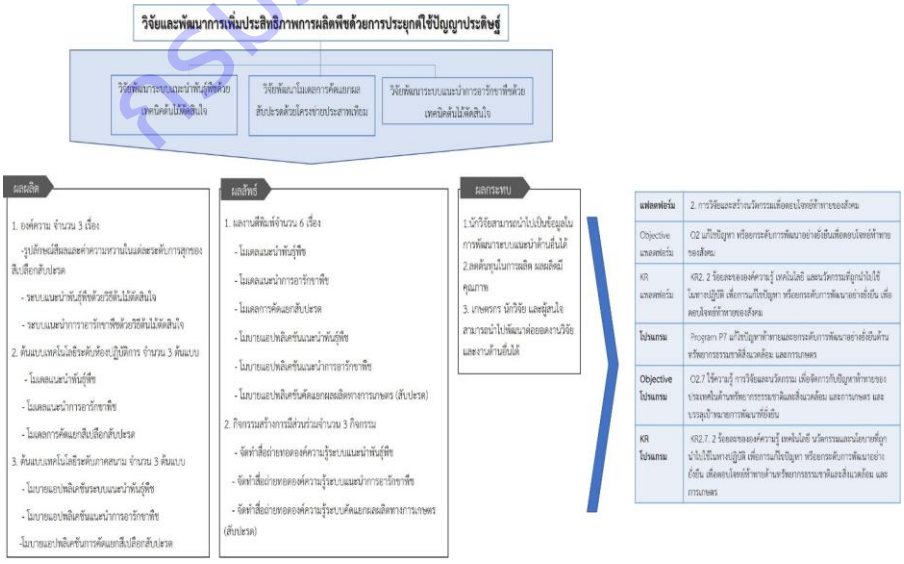
กองวิชาการและแผนงาน

การวิเคราะห์ภาพถ่ายด้วยปัญญาวิเคราะห์เชิงลึกเป็นกระบวนการดึงข้อมูลที่เป็นประโยชน์จากรูปภาพหรือวิดีโอโดยใช้อัลกอริทึมในการตรวจสอบวิเคราะห์และจัดการข้อมูลจำนวนมาก การวิเคราะห์อาจอยู่ในรูปแบบปัจจุบันหรือย้อนหลังซึ่งทำให้เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นแล้วถูกนำมาวิเคราะห์อย่างถูกต้อง สำหรับการวิเคราะห์รูปภาพข้อมูลรูปภาพพื้นฐานจะถูกประมวลผลในระดับที่สูงขึ้นโดยใช้การวิเคราะห์ขั้นสูง วัตถุประสงค์ของการวิเคราะห์ภาพ คือ การจัดระเบียบข้อมูลภาพที่ไม่มีโครงสร้างให้เป็นชุดๆ เพื่อทำให้เครื่องจักรวิเคราะห์ข้อมูลภาพเหล่านี้ได้ง่ายขึ้น การวิเคราะห์รูปภาพด้วยปัญญาวิเคราะห์เชิงลึกมีความสำคัญมากขึ้นในด้านการตลาด โดยเฉพาะการตรวจคุณภาพผลผลิต และสามารถรวบรวมข้อมูลเชิงลึกที่การวิเคราะห์ข้อความไม่สามารถทำได้



ภาพที่ 1 ขอบเขตการศึกษาโครงการวิจัยและพัฒนาการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตพืชด้วยการประยุกต์ใช้ปัญญาประดิษฐ์

การใช้เทคโนโลยีเข้ามาช่วยในการตัดสินใจจะช่วยเพิ่มความแม่นยำในการคาดการณ์การผลิตที่ถูกต้อง สามารถวินิจฉัยศัตรูพืชพร้อมการป้องกันกำจัดที่ถูกต้องตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร ส่งผลให้ผลผลิตมีคุณภาพ ทั้งยังนำเทคโนโลยีมาช่วยในการคัดผลผลิตให้ตรงกับความต้องการของตลาดและผู้บริโภค จะช่วยให้เกษตรกรและผู้สนใจในการทำการเกษตรสามารถผลิตและขายผลผลิตได้อย่างมีคุณภาพเป็นที่ต้องการของตลาดมากขึ้น



ภาพที่ 2 ความเชื่อมโยงการดำเนินงานวิจัยภายใต้โครงการวิจัยและพัฒนาการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตพืชด้วยการประยุกต์ใช้ปัญญาประดิษฐ์

กรมวิชาการเกษตร

นิยามศัพท์

ปัญญาประดิษฐ์	เป็นเทคโนโลยีการสร้างความสามารถให้แก่เครื่องจักรและคอมพิวเตอร์ ด้วยอัลกอริทึม และกลุ่มเครื่องมือทางสถิติ เพื่อสร้างซอฟต์แวร์ทรงปัญญาที่สามารถเลียนแบบความสามารถของมนุษย์ที่ซับซ้อนได้
การเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning : ML)	เป็นเครื่องมือการทำงานที่มีหลายรูปแบบและมีการพัฒนาขั้นตอนวิธี (Algorithm) ให้เครื่องได้เรียนรู้อย่างต่อเนื่อง ขั้นตอนพื้นฐานสำคัญคือการเรียนรู้หลายๆ ครั้งจนกว่าจะได้โมเดลที่เหมาะสม
ปัญญาวิเคราะห์เชิงลึก	เป็นกระบวนการของการนำข้อมูลมาวิเคราะห์เพื่อเสาะหารูปแบบด้วยการใช้ Computing algorithms Programming และรูปแบบโมเดลทางสถิติ เพื่อหาความสัมพันธ์ของข้อมูลซึ่งทำให้เกิดเป็นข้อมูลเชิงลึกในการขับเคลื่อนองค์กรต่อไป
โครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Network หรือ ANN)	เป็นรูปแบบหนึ่งของกระบวนการประมวลผลข้อมูลที่มีแนวคิดพื้นฐานมาจากการพยายามเลียนแบบการทำงานของระบบประสาททางชีววิทยาของมนุษย์ โครงสร้างมีลักษณะเป็นโครงข่ายเชื่อมต่อถึงกันอย่างทั่วถึงระหว่างหน่วยประมวลผล ทำให้มีความสามารถที่จะเรียนรู้และตอบปัญหาที่ยุ่งยากซับซ้อน สามารถค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่สลับซับซ้อนมากๆ หรือสร้างแบบจำลอง (model) ทางคณิตศาสตร์ที่ซับซ้อนได้ดี
เทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ	เป็นเทคนิคในการจำแนกประเภทหนึ่งในวิธีการของการเรียนรู้แบบมีผู้สอน
การประมวลผลภาพ (Image Processing)	เป็นการเรียกใช้ขั้นตอนหรือกรรมวิธีใดๆ มากระทำกับภาพโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงคุณภาพของภาพ ให้ได้ภาพใหม่ที่มีคุณภาพตามที่ต้องการ โดยใช้การประมวลภาพบนสัญญาณ 2 มิติ เช่น ภาพนิ่ง (ภาพถ่าย) หรือภาพวีดิทัศน์ (วิดีโอ) และยังรวมถึงสัญญาณ 2 มิติอื่นๆ ที่ไม่ใช่ภาพด้วย

กรมวิชาการเกษตร

บทที่ 2 วิธีการดำเนินงาน

1.วิธีการดำเนินการวิจัย

โครงการย่อยที่ 1 วิจัยพัฒนาระบบแนะนำพันธุ์พืชด้วยเทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ

การทดลองที่ 1 การวิเคราะห์และพัฒนาโมเดลแนะนำพันธุ์พืชด้วยเทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ

ระยะเวลาเริ่มต้น ตุลาคม 2564 – กันยายน 2565

การวิเคราะห์และพัฒนาโมเดลแนะนำการเลือกใช้พันธุ์พืชของกรมวิชาการเกษตรด้วยเทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ

1. กำหนดตัวแปร

1) รวบรวมข้อมูล ที่ตั้ง ตำบล อำเภอ และจังหวัด (กรมการปกครอง) ข้อมูลคำอธิบายกลุ่มชุดดิน (กรมพัฒนาที่ดิน) ข้อมูลอุตุนิยมวิทยารายเดือน ข้อมูลพันธุ์พืชแนะนำ พันธุ์พืชรับรอง ของกรมวิชาการเกษตร ข้อมูลภาพและการนำใช้ในพื้นที่วิจัยของกรมวิชาการเกษตร (สวพ.1-8)

2) จำแนกข้อมูล โดยการแยกคำอธิบายข้อมูลเป็นกลุ่มๆ ได้ 8 กลุ่มข้อมูล ได้แก่ ความเป็นกรดเป็นด่างของดิน ความอุดมสมบูรณ์ของดิน ความสูงจากระดับน้ำทะเล เนื้อดิน อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย ปริมาณน้ำฝนรายปี และความเร็วลม

2. การเตรียมชุดข้อมูล โดยการผสานข้อมูลที่รวบรวมได้มาจากหลายแหล่ง ลดรูปข้อมูล (กำหนดขนาดตัวอย่าง)สกัดคำอธิบายข้อมูล จัดเก็บในรูปแบบไฟล์ csv

3. วิเคราะห์โมเดลแนะนำพันธุ์พืช โดยใช้การเรียนรู้ของเครื่องจักรเข้ามาช่วย ทำการเลือกประเภท Supervised Learning เพราะเป็นชุดข้อมูลที่ทราบคำตอบอยู่แล้ว เป็นเทคนิคหนึ่งในการจำแนกประเภทและการพยากรณ์ ข้อมูลที่ใช้เป็นข้อความจึงเลือกใช้ Decision Tree ทำการแบ่งข้อมูลตัวอย่าง ออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ 1) ชุดข้อมูลฝึก (Training Datasets) 2) ชุดข้อมูลตรวจสอบ (Validation Datasets) เป็นชุดข้อมูลตรวจสอบโมเดล เพื่อวัดว่าโมเดลเรียนรู้ได้มากน้อยเพียงใด จึงต้องหาข้อผิดพลาดจากชุดข้อมูลที่โมเดลไม่เคยเห็นมาก่อน 3) ชุดข้อมูลทดสอบ (Test Datasets) ทำการทดสอบโมเดล ด้วยการวัดข้อผิดพลาดชนิด unbiased error แล้วหาประสิทธิภาพของโมเดลที่พัฒนาขึ้น โดยการหาค่าความถูกต้องแม่นยำ (Accuracy)

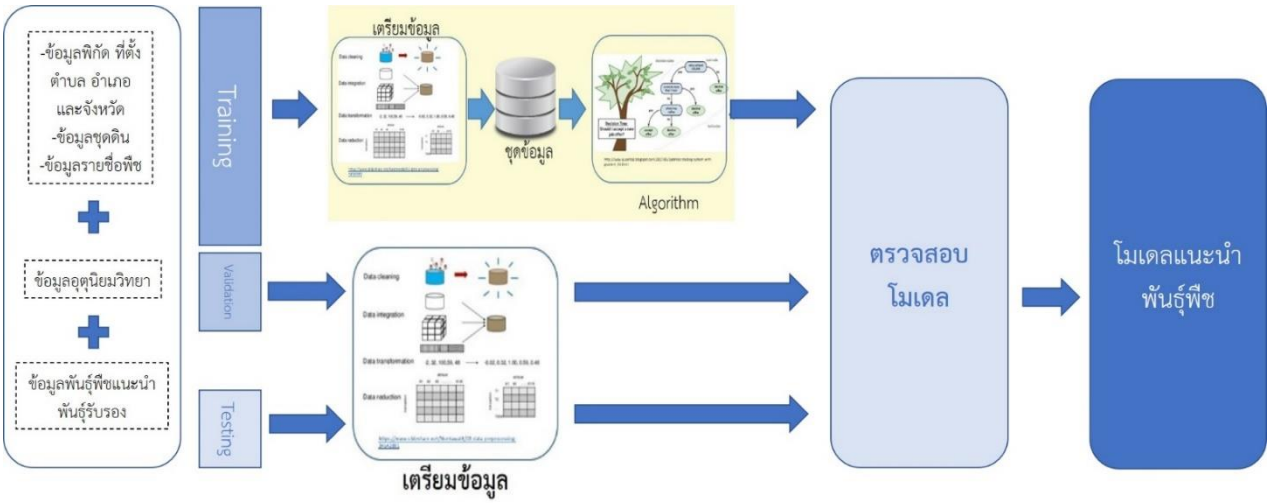
4. คำนวณความถูกต้องของการทำนาย

ความถูกต้อง (Accuracy) หมายถึง ค่าที่ได้จากการทำนายในแต่ละครั้งเข้าใกล้ค่าที่แท้จริงมากน้อยเพียงใด

$$\% \text{ ความถูกต้อง} = 100 - \% \text{ ความคลาดเคลื่อน}$$

โดยที่ $$\% \text{ ความคลาดเคลื่อน} = \left| \frac{\text{ค่าที่แท้จริง} - \text{ค่าที่ทำนายได้}}{\text{ค่าที่ทำนายได้}} \right| \times 100$$

กรมวิชาการเกษตร



ภาพที่ 3 ขอบเขตการวิเคราะห์และพัฒนาโมเดลแนะนำการเลือกใช้พันธุ์พืชของกรมวิชาการเกษตรด้วยเทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ

โครงการย่อยที่ 2 วิจัยพัฒนาโมเดลการคัดแยกผลสับปะรดด้วยโครงข่ายประสาทเทียม

การทดลองที่ 1 การวิเคราะห์และพัฒนาโมเดลการคัดแยกสีเปลือกผลสับปะรดด้วยโครงข่ายประสาทเทียม

ระยะเวลาเริ่มต้น ตุลาคม 2564 – กันยายน 2566

สำรวจ และการสุ่มตัวอย่างสับปะรดจากแปลงเกษตรกร ตลาดขายส่ง และตลาดขายปลีก นำมาบันทึกภาพ แล้วประมวลผลสี RGB จัดกลุ่มตามการแบ่งระดับสีเปลือกผลสับปะรด ศึกษาลักษณะประจำพันธุ์จากพารามิเตอร์ 5 ตัว คือ ความยาวเส้นรอบรูป พื้นที่ภาพฉาย ระยะเยื้องศูนย์ของเซนทรอยด์ ความสมมาตรของผลสับปะรด และความยาวผล ทำการแปลงค่าข้อมูลจากภาพถ่ายให้อยู่ในช่วงที่ต้องการ นำมาจัดหมวดหมู่ภาพด้วยวิธีโครงข่ายประสาทเทียม แล้ววิเคราะห์ประสิทธิภาพโมเดล

โครงการย่อยที่ 3 วิจัยพัฒนาระบบแนะนำการอารักขาพืชด้วยเทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ

การทดลองที่ 1 การวิเคราะห์และพัฒนาโมเดลแนะนำการอารักขาพืชด้วยเทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ

ระยะเวลาเริ่มต้น ตุลาคม 2564 – กันยายน 2565

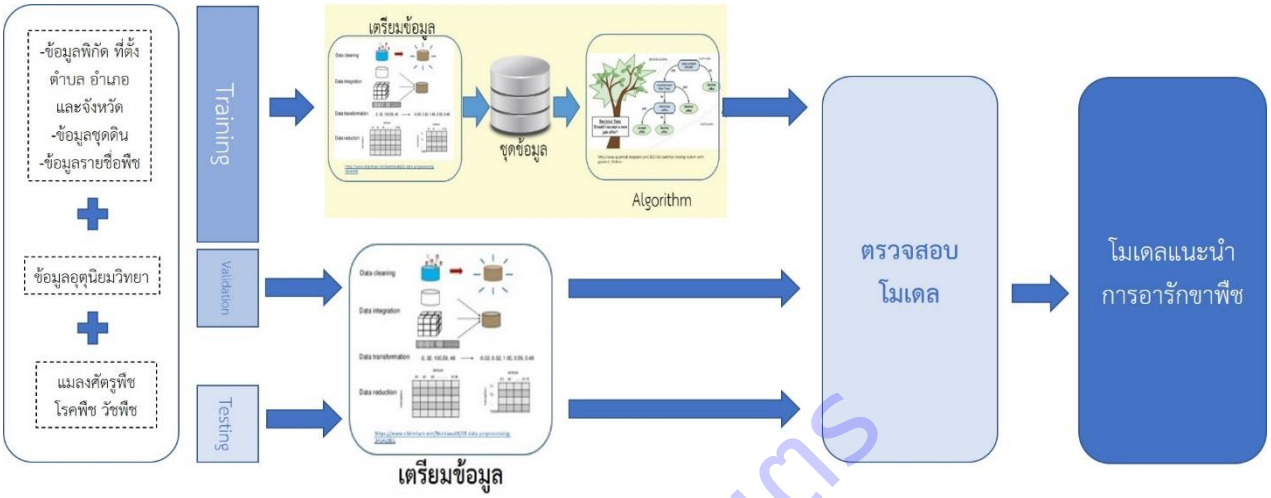
1. การรวบรวมข้อมูล ข้อมูลพิกัด ที่ตั้ง ตำบล อำเภอ และจังหวัด (กรมการปกครอง) ข้อมูลคำอธิบายกลุ่มชุดดิน (กรมพัฒนาที่ดิน) ข้อมูลอุตุนิยมวิทยารายเดือน ข้อมูลการอารักขาพืชของกรมวิชาการเกษตร โดยแบ่งเป็น แมลงศัตรูพืช โรคพืช วัชพืช ข้อมูลภาพและการนำใช้ในพื้นที่วิจัยของกรมวิชาการเกษตร (สวพ. 1-8)

2. การเตรียมชุดข้อมูล โดยการผสานข้อมูลที่รวบรวมได้มาจากหลายแหล่ง ลดรูปข้อมูล (กำหนดขนาดตัวอย่าง) สกัดคำอธิบายข้อมูล จัดเก็บในรูปแบบไฟล์ csv

3. การสร้างโมเดลแนะนำการอารักขาพืช ใช้การเรียนรู้ของเครื่องจักรเข้ามาช่วย โดยเลือกประเภท Supervised Learning เพราะเป็นชุดข้อมูลที่ทราบคำตอบอยู่แล้ว เป็นเทคนิคหนึ่งในการจำแนกประเภทและการพยากรณ์ ข้อมูลที่ใช้เป็นข้อความจึงเลือกใช้ Decision Tree ซึ่งมีจุดเด่นในการวิเคราะห์ข้อมูลประเภทข้อความ มีการนำไปใช้ในการทำระบบให้คำแนะนำโดยมีค่าความแม่นยำสูง จึงนำมาใช้ในการทดลองนี้ โดยการสร้างโมเดลระบบคำแนะนำ และการแยกคำอธิบายข้อมูลของกลุ่มหนึ่ง ซึ่งขึ้นอยู่กับคำอธิบายข้อมูลอื่นๆ เปรียบเทียบกัน

กรมวิชาการเกษตร

จนกระทั่งได้กลุ่มของข้อมูลที่เหมือนกัน ทำการแบ่งข้อมูลตัวอย่าง ออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ 1) ชุดข้อมูลฝึก (Training Datasets) 2) ชุดข้อมูลตรวจสอบ (Validation Datasets) เป็นชุดข้อมูลตรวจสอบโมเดล เพื่อวัดว่าโมเดลเรียนรู้ได้มากน้อยเพียงใด จึงต้องหาข้อผิดพลาดจากชุดข้อมูลที่โมเดลไม่เคยเห็นมาก่อน3) ชุดข้อมูลทดสอบ (Test Datasets) ทำการทดสอบโมเดล ด้วยการวัดข้อผิดพลาดชนิด unbiased error แล้วหาประสิทธิภาพของโมเดลที่พัฒนาขึ้น โดยการหาค่าความถูกต้องแม่นยำ (Accuracy)



ภาพที่ 4 ขอบเขตการวิเคราะห์และพัฒนาโมเดลแนะนำการอารักขาพืชด้วยเทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ

กรมวิชาการเกษตร

3. การปรับแผนงบประมาณระหว่างปี

☑ ไม่มี ❑ มี ได้รับอนุมัติเมื่อวันที่..... (โปรดแสดงหลักฐานในภาคผนวก)

❑ เปลี่ยนแปลงงบประมาณ โปรดอธิบายการเปลี่ยนแปลง.....

❑ เปลี่ยนแปลงวัตถุประสงค์/ผลผลิต โปรดอธิบายการเปลี่ยนแปลง.....

บทที่ 3 ผลการศึกษา

3.1 ผลการดำเนินงานของโครงการ

สรุปผลการดำเนินงานที่ทำได้จริง โดยให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของโครงการ (สรุปภาพรวมของโครงการ)

โครงการวิจัยและพัฒนาการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตพืชด้วยการประยุกต์ใช้ปัญญาประดิษฐ์ ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้ปัญญาประดิษฐ์เป็นเครื่องมือในการพัฒนาโมเดลให้มีคุณภาพ โดยดำเนินการใน 3 โครงการย่อย **โครงการวิจัยย่อยที่1** การวิเคราะห์และพัฒนาโมเดลแนะนำการเลือกใช้พันธุ์พืชของกรมวิชาการเกษตรด้วยเทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ พบว่า การวิเคราะห์เนื้อหาข้อมูลที่ได้จากการรวบรวมและคำแนะนำจากนักวิชาการในพื้นที่และผู้เชี่ยวชาญ สามารถจำแนกปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช เป็นตัวแปรนำเข้า 8 ตัวแปร ได้แก่ ความเป็นกรดเป็นด่างของดิน ความชื้นสัมพัทธ์ในบรรยากาศ ความสูงจากระดับน้ำทะเล เนื้อดิน อุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุด อุณหภูมิเฉลี่ยต่ำสุด ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปี และ ความเร็วลม นำข้อมูลที่ได้เป็นเกณฑ์วิเคราะห์หาพืชที่เหมาะสมในพื้นที่ด้วยเทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ สามารถนำมาแปลงเป็นกฎการตัดสินใจ ได้ดังนี้

If (Durian = Wind<14) AND (Durian = Tmax<34) AND (Durian = MASL>=642) THEN Chilli

If (Durian = Wind<14) AND (Durian = Tmax<34) AND (Durian = MASL<642) AND (Durian = Tmin<24) THEN Durian

If (Durian = Wind<14) AND (Durian = Tmax<34) AND (Durian = MASL<642) AND (Durian = Tmin>=24) AND (Durian = Soil_pH=P4,P6,P7,P8) THEN Durian

If (Durian = Wind<14) AND (Durian = Tmax<34) AND (Durian = MASL<642) AND (Durian = Tmin>=24) AND (Durian = Soil_pH=P3,P9) THEN Plam

If (Durian = Wind<14) AND (Durian = Tmax>=34) AND (Maize = Rh>=70) AND (Peanut = Rain<1480) AND (Cassava = MASL>=147) THEN Cassava

If (Durian = Wind<14) AND (Durian = Tmax>=34) AND (Maize = Rh>=70) AND (Peanut = Rain<1480) AND (Cassava = MASL<147) THEN Chilli

If (Durian = Wind<14) AND (Durian = Tmax>=34) AND (Maize = Rh>=70) AND (Peanut = Rain>=1480) THEN Peanut

If (Durian = Wind<14) AND (Durian = Tmax>=34) AND (Maize = Rh>70) THEN Maize

If (Durian = Wind>=14) AND (Plam = Tmax>32) AND (Plam = Soil_pH=P7,P9) THEN Durian

If (Durian = Wind>=14) AND (Plam = Tmax>32) AND (Plam = Soil_pH=P11,P3,P4,P5) THEN Plam

If (Durian = Wind>=14) AND (Plam = Tmax<32) AND (Plam = MASL<8.8) AND (Plam = Soil_pH=P1,P9) THEN Durian

If (Durian = Wind>=14) AND (Plam = Tmax<32) AND (Plam = MASL<8.8) AND (Plam = Soil_pH=P3,P5,P7) THEN Plam

If (Durian = Wind>=14) AND (Plam = Tmax<32) AND (Plam = MASL>=8.8) THEN Plam

โมเดลมีความแม่นยำรวมร้อยละ 97.25 สอดคล้องกับชัดชัย และ ชนัญกาญจน์ (2564) เลือกใช้เทคนิคต้นไม้ตัดสินใจในการสร้างโมเดลเลือกปลูกพืชสวนเศรษฐกิจในจังหวัดอุบลราชธานี ซึ่งพืชบางชนิดยังไม่สามารถวิเคราะห์

กรมวิชาการเกษตร

ความเหมาะสมในเลือกได้ เนื่องจากข้อมูลเรียนรู้ของเครื่องมีจำนวนน้อยเกินไปหรือมีจำนวนข้อมูลไม่สม่ำเสมอกันทำให้โมเดลไม่สามารถวิเคราะห์ได้ จึงต้องมีการนำเข้าข้อมูลภาคสนามเพิ่มขึ้น

โครงการวิจัยย่อยที่ 2 วิจัยพัฒนาโมเดลการคัดแยกผลสับปะรดด้วยโครงข่ายประสาทเทียม

การทดลองที่ 1 การวิเคราะห์และพัฒนาโมเดลการคัดแยกสีเปลือกผลสับปะรดด้วยโครงข่ายประสาทเทียม งานวิจัยนี้ดำเนินการเพื่อศึกษาวิเคราะห์และสร้างโมเดลการคัดแยกระดับการสุกจากสีเปลือกผลสับปะรดด้วยโครงข่ายประสาทเทียม ซึ่งผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

การเก็บรวบรวมข้อมูล จากการลงพื้นที่อำเภอปราณบุรี สามร้อยยอด กุยบุรี และเมืองประจวบคีรีขันธ์ จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ เพื่อรวบรวมผลผลิตสับปะรด พันธุ์ปัตตาเวีย โดยบันทึกข้อมูลลักษณะทางกายภาพในกล่องสำหรับควบคุมสภาพแวดล้อมถ่ายภาพ (Photography Tent Box) ขนาด 40 x 40 เซนติเมตร ประกอบด้วยหลอดไฟ LED105B1 ขนาด 18 วัตต์เพื่อให้ได้ภาพที่มีสัญญารบกวนน้อยที่สุด แล้วถ่ายภาพด้วยกล้องโทรศัพท์มือถือ (12 MP, f/2.2, 1.25 μm, dual pixel PDAF) บันทึกภาพนามสกุล JPEG ความละเอียด 4000 x 3000 พิกเซล ขนาด 4.3 MB จำนวนทั้งหมด 2,689 รูป จากนั้นนำภาพของผลสับปะรดที่บันทึกไว้ให้นักวิจัยด้านสับปะรดตรวจสอบ เพื่อจำแนกระดับความสุกก่อนนำไปใช้ในการประมวลผลภาพ ออกเป็น 8 ระดับความสุก ดังตารางที่ 1 และในส่วนคุณสมบัติทางเคมีจะวัดปริมาณความหวานด้วยเครื่อง Brix Refractometer ซึ่งเป็นเครื่องวัดความหวานผลไม้ และสามารถตรวจสอบความหวานหรือปริมาณน้ำตาลในผลไม้ สำหรับผลิตผลทางการเกษตร

ตารางที่ 1 ลักษณะสีเปลือกสับปะรดตามระดับการสุก 8 ระดับ

เบอร์	ลักษณะสีเปลือกผล
0	สับปะรดที่มีเปลือกตาสีเขียวทั้งหมด
1	สับปะรดที่มีเปลือกตาเหลืองไม่เกิน 20% ของผล (ไม่เกิน 2 ตา)
2	สับปะรดที่มีเปลือกตาเหลือง อยู่ระหว่าง 20% - 40% ของผล (ไม่เกิน 2 ตา)
3	สับปะรดที่มีเปลือกตาเหลือง อยู่ระหว่าง 40% - 55% ของผล (4-6 ตา)
4	สับปะรดที่มีเปลือกตาเหลือง ไม่น้อยกว่า 55% แต่ไม่เกิน 90% ของผล (7-9 ตา)
5	สับปะรดที่มีเปลือกตาสีเหลืองมากกว่า 90% แต่มีสีส้มน้อยกว่า 20% ของผล
6	สับปะรดที่มีเปลือกตาสีส้มแดงประมาณ 20 - 100%
7	เปลือกน้ำตาลอมแดง แสดงอาการเน่า (อายุมากกว่า 165 วัน)

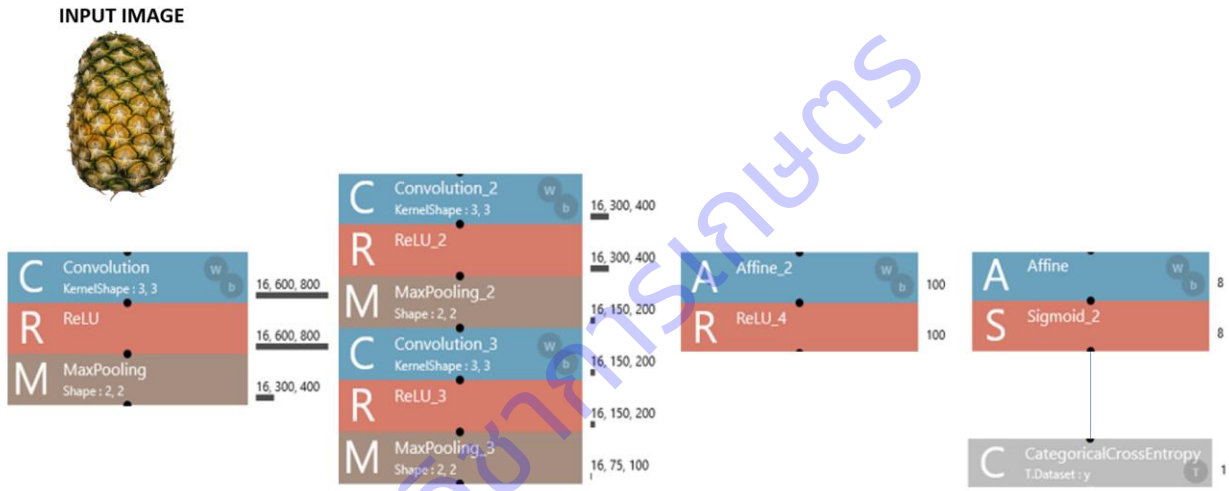
การเตรียมข้อมูลภาพ ทำการลดขนาดภาพเพื่อลดเวลาในการประมวลผล โดยปรับขนาดภาพให้มีขนาด 600 x 800 พิกเซล ซึ่งเป็นขนาดสามารถเห็นจุดสีได้เพียงพอ จากนั้นทำการปรับปรุงภาพด้วยการแยกส่วนของข้อมูลภาพ โดยที่ขอบเขตพื้นที่และขอบภาพจะมีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิด เมื่อหาเส้นรอบภาพของวัตถุภาพในภาพได้แล้วจะมีการปรับลดความคมชัดและความเข้มที่รอยต่อของขอบเขตพื้นที่ เพราะภาพที่ได้มามีคุณสมบัติที่

กรมวิชาการเกษตร

แตกต่างกัน สามารถลดสัญญาณรบกวนได้ ทำให้สามารถตัดขั้นตอนการประมวลผลเบื้องต้น หลังจากเก็บรวบข้อมูลของค่าสีพารามิเตอร์ที่ได้เสร็จสิ้น ข้อมูลเหล่านี้ยังไม่สามารถถูกนำมาใช้งานในการประมวลผลด้วยโครงข่ายประสาทเทียมได้ทันทีเนื่องจากรูปแบบค่าพารามิเตอร์ของ RGB ยังไม่อยู่ในขอบเขตที่เหมาะสมกับค่าการทำงานของนิวรอลเน็ตเวิร์ค

สำหรับการแปลงภาพให้เป็นไบนารี (Binary image) เพื่อแปลงค่าภาพก่อนนำไปสู่กระบวนการประมวลผลภาพเพื่อให้คอมพิวเตอร์ทำการประมวลภาพได้ ซึ่งงานวิจัยนี้ใช้วิธีการแปลงภาพโดยใช้ค่าเทรสโฮลด์ (Threshold)

การสร้างโมเดลจำแนกระดับสีเปลือกสับปะรด สำหรับการออกแบบสถาปัตยกรรมโครงข่ายประสาทเทียม โครงข่ายประสาทเทียมเป็นกลไกสำคัญในการวิเคราะห์จำแนกสีเปลือกสับปะรด พันธุ์ปัตตาเวีย ผู้วิจัยเลือกใช้เทคนิคการเรียนรู้เชิงลึกโดยออกแบบสถาปัตยกรรมโครงข่ายประสาทเทียม กำหนดรอบของการเรียนรู้ (Epoch) จำนวน 10 รอบ และโครงข่ายประสาทเทียมถูกจัดเรียงในโครงสร้าง ดังภาพแสดงที่ 2



ภาพที่ 5 การจัดเรียงโครงสร้างของโครงข่ายประสาทเทียม

โครงข่ายประสาทเทียมคอนโวลูชันที่นำมาใช้สร้างโมเดลประกอบด้วย 4 ขั้นตอน

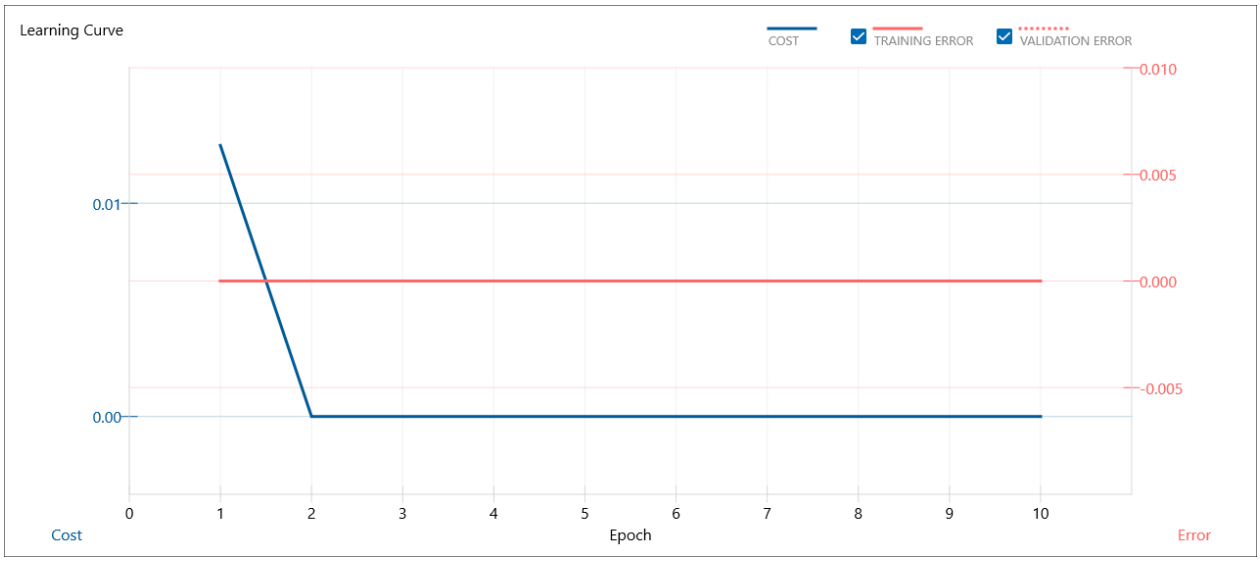
1) ชั้น input layer ทำหน้าที่ในการรับข้อมูลเป็นการนำภาพที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลสับปะรด จำนวน 8 ระดับ มาทำการเรียนรู้ข้อมูลเพื่อสร้างโมเดลในการจำแนกภาพ

2) ชั้น hidden layer เป็นชั้นซ้อนที่ใช้ในการประมวลข้อมูลประกอบด้วยโครงสร้างแบบ convolutional และ pooling layer โดยในขั้นตอนนี้ใช้อัลกอริทึม MobileNet ที่ทำการเรียนรู้ ข้อมูลมาทำการตรวจหาคุณลักษณะเด่นของภาพ เพื่อใช้ในการแยกประเภทในขั้นตอนต่อไป

3) ชั้น hidden layer เป็นชั้นโครงสร้างแบบ fully connected layer ใช้ในการจำแนกรูปภาพ (classification)

4) ชั้นสุดท้าย output layer เป็นชั้นที่บอกว่าภาพนี้ ควรจำแนกเป็นอะไร

ศรีปทุมการเกษตร



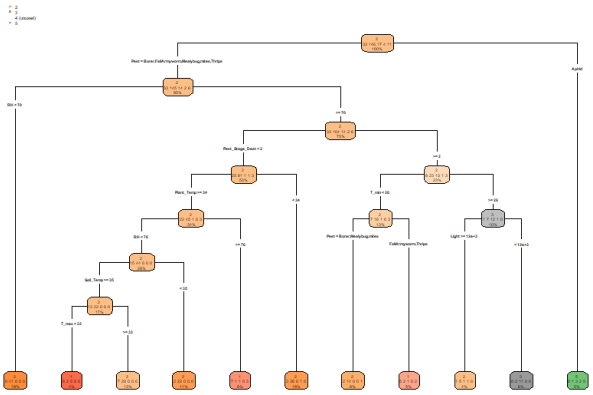
ภาพที่ 6 กราฟแสดงรอบของการเรียนรู้ (Epoch) กับการแสดงค่า ERROR

โครงการย่อยที่ 3 วิจัยพัฒนาระบบแนะนำการอารักขาพืชด้วยเทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ

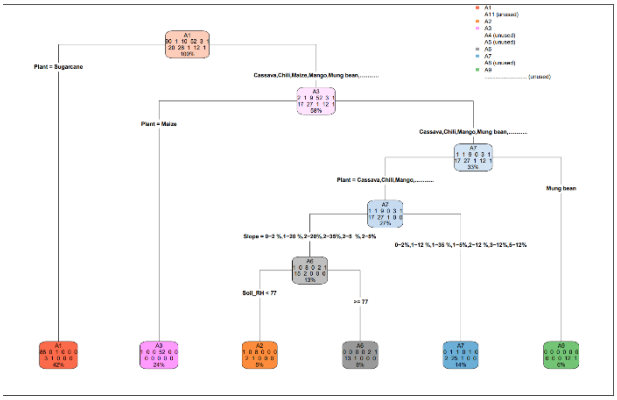
การวิเคราะห์และพัฒนาโมเดลแนะนำการอารักขาพืชด้วยเทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ พบว่า การวิเคราะห์เนื้อหาข้อมูลที่ได้จากการรวบรวมและคำแนะนำจากนักวิชาการในพื้นที่และผู้เชี่ยวชาญ สามารถจำแนกปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดศัตรูพืชเป็นตัวแปรนำเข้า 15 ตัวแปร ได้แก่ พืช ระยะการเจริญเติบโตของพืช ความเป็นกรดเป็นด่างของดิน ความอุดมสมบูรณ์ของดิน ความลาดชัน เนื้อดิน การระบายน้ำของดิน ความเข้มแสง อุณหภูมิดิน ความชื้นในดิน ความชื้นสัมพัทธ์ในบรรยากาศ ความเร็วลม น้ำฝนเฉลี่ยราย อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย ข้อมูลโรคพืชจำนวน 312 เรคคอร์ด แมลงศัตรูพืช 219 เรคคอร์ด และวัชพืช 637 เรคคอร์ด นำมาจัดหมวดหมู่ปัจจัยต่างที่เกี่ยวข้องได้ตัวแปรจำนวน 17 ตัวแปร ดังนี้ พืช ระยะการเจริญเติบโตของพืช ความเป็นกรดเป็นด่างของดิน ความอุดมสมบูรณ์ของดิน ความลาดชัน เนื้อดิน การระบายน้ำของดิน ความชื้นใต้ทรงพุ่ม อุณหภูมิใต้ทรงพุ่ม ความเข้มแสง อุณหภูมิดิน ความชื้นในดิน ความชื้นสัมพัทธ์ในบรรยากาศ ความเร็วลม ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย ทำการจัดจำแนกข้อมูล นำข้อมูลที่ได้เข้าโปรแกรมในการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ พบว่า สามารถวิเคราะห์ข้อมูลในการจำแนกข้อมูลได้ มีความแม่นยำรวมร้อยละ 65.09 (โรคพืช จำนวน 4 ชนิด ได้แก่ ใบจุดสีน้ำตาล ใบด่างมันสำปะหลัง แส้ดำ มีความแม่นยำร้อยละ 68.27 แมลงศัตรูพืช จำนวน 4 ชนิด ได้แก่ หนอนกระทู้ หนอนกอ ไรแดง เพลี้ยแป้ง มีความแม่นยำร้อยละ 90.41 และวัชพืช จำนวน 4 ชนิด ได้แก่ หญ้ารังนก หญ้าปากควาย หญ้าคา สาบแร้งสาบกา มีความแม่นยำร้อยละ 36.60) แต่ปัจจัยในการนำเข้ายังมีความหลากหลายไม่พอ ทำให้ข้อมูลที่ได้มีการกระจายตามค่าปัจจัยไม่ครอบคลุม หากมีการนำเข้าข้อมูลมากขึ้น การวิเคราะห์ข้อมูลจะมีประสิทธิภาพเพิ่มสูงขึ้น (ภาพที่ 4)

กรมวิชาการเกษตร

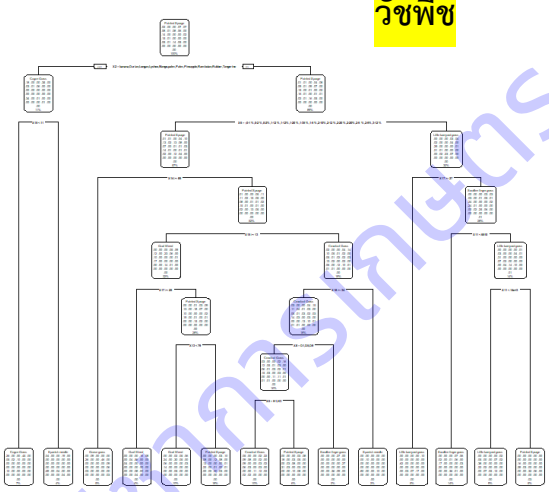
โรคพืช



แมลงศัตรูพืช



วัชพืช



กรมวิชาการเกษตร

ภาพที่ 7 ตัวอย่างการวิเคราะห์โดยใช้เทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ

3.2 ผลผลิตที่เกิดขึ้นจริง (Output)

ผลผลิตตามคำรับรอง	จำนวน	หน่วยนับ	ผลผลิตที่เกิดขึ้นจริง	จำนวน	หน่วยนับ	รายละเอียดผลผลิต (พร้อมแนบหลักฐาน)**	เชิงคุณภาพ
1. ต้นฉบับบทความวิจัย (Manuscript) 2.1 Proceeding ระดับชาติ	1	**เรื่อง**	2.1 Proceeding ระดับชาติ	1	**เรื่อง**	ร่างบทความวิจัย เรื่อง รูปลักษณ์สีผลและค่าความหวานในแต่ละระดับการสุกของสีเปลือกสับปะรด **อยู่ระหว่างดำเนินการ** (ภาคผนวกที่ 2-2)	รูปลักษณ์สีผลและค่าความหวานในแต่ละระดับการสุกของสีเปลือกสับปะรด สำหรับผู้สนใจนำไปศึกษาและพัฒนาโมเดลหรือเป็นฐานข้อมูลให้กับผู้ที่สนใจด้านสับปะรด
2. ต้นแบบผลิตภัณฑ์ หรือ เทคโนโลยี/กระบวนการใหม่ หรือ นวัตกรรมทางสังคม เทคโนโลยี/กระบวนการใหม่ ระดับห้องปฏิบัติการ	2	**กระบวนการ**	เทคโนโลยี/กระบวนการใหม่ ระดับห้องปฏิบัติการ	2	**กระบวนการ**	1. โมเดลแนะนำพันธุ์พืช โดยเทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ ช่วยในการตัดสินใจเลือกปลูกพืชที่เหมาะสมตามพื้นที่ได้ **ดำเนินการเรียบร้อยแล้ว** (ภาคผนวกที่ 2-1) 2. โมเดลแนะนำการอารักขาพืช โมเดลแนะนำการอารักขาพืชโดยเทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ ช่วยในการตัดสินใจเลือกวิธีการป้องกันกำจัดศัตรูพืชได้อย่างเหมาะสมตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร **ดำเนินการเรียบร้อยแล้ว** (ภาคผนวกที่ 2-3, 2-4, 2-5)	1. โมเดลแนะนำพันธุ์พืช โดยเทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ สามารถพัฒนาสู่แอปพลิเคชันแนะนำพันธุ์พืชของกรมวิชาการเกษตรได้มีความถูกต้องร้อยละ 97.25 2. โมเดลแนะนำการอารักขาพืช โดยเทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ สามารถพัฒนาสู่แอปพลิเคชันแนะนำการอารักขาพืชของกรมวิชาการเกษตรได้มีความถูกต้องรวมร้อยละ 65.09

*** ใส่ผลผลิตที่ได้ตามคำรับรอง**

**** หลักฐานเชิงประจักษ์ของผลผลิตให้แสดงรายละเอียดในภาคผนวก และแนบไฟล์ เรียงตามลำดับผลผลิต**

3.3 ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นจริง (Outcome) (ถ้ามี) -

ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นจริง	ปีที่เกิดผลลัพธ์

*ผลลัพธ์ : ผลสำเร็จที่เกิดจากการนำผลผลิต (Output)ไปต่อยอด การเปลี่ยนรูปของผลผลิตไปสู่รูปแบบที่ใช้ประโยชน์ได้อย่างกว้างขวาง หรือการเคลื่อนผลผลิตไปสู่กิจกรรมที่ต่อเนื่อง ซึ่งก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลง (Change) ที่ปรากฏชัด และมีคุณค่าทางเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม

3.4 ผลกระทบที่เกิดขึ้นจริง (Impact) (ถ้ามี)

ผลกระทบที่เกิดขึ้นจริง	ปีที่เกิดผลกระทบ
ด้านเศรษฐกิจ :	
ด้านสังคม :	
ด้านสิ่งแวดล้อม :	

กรมวิชาการเกษตร

* ผลกระทบ : ผลประโยชน์ที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงตามผลลัพธ์ (Results of the change) ซึ่งวัดได้อย่างชัดเจนและมีหลักฐานปรากฏชัด (Evidence-based) ทางด้านเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม ทั้งที่วัดในเชิงปริมาณได้และไม่ได้ ผลกระทบอาจเป็นได้ทั้งทางบวกและทางลบ

3.5 การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

วิธีการ/กระบวนการผลักดันงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

ด้านวิชาการ โดย ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร กรมวิชาการเกษตร

โดยการนำองค์ความรู้จากผลงานวิจัย จำนวน 3 เรื่อง 1) พัฒนาโมเดลแนะนำพันธุ์พืชโดยเทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ 2) พัฒนาโมเดลแนะนำการอารักขาพืชโดยเทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ 3) รูปลักษณ์สีผลและค่าความสุกของสีเปลือกสับปะรด เผยแพร่ในรูปแบบโปสเตอร์ ผ่านช่องทางออนไลน์ https://www.doa.go.th/ict/?page_id=2313 และ https://www.doa.go.th/ict/?page_id=1952 เป็นข้อมูลช่วยในการพัฒนาโมเดลพืช การอารักขาพืช และสับปะรด ตลอดจนการพัฒนาสู่ระบบแอปพลิเคชันที่เข้าถึงผู้ใช้งานมากขึ้น ช่วยในการให้คำแนะนำเลือกพันธุ์พืช การอารักขาพืชที่เหมาะสมแก่เจ้าหน้าที่ของกรมวิชาการเกษตร เกษตรกร และผู้สนใจในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่ พิษณุโลก ขอนแก่น อุบลราชธานี ชัยนาท จันทบุรี สุราษฎร์ธานี สงขลา และการจัดการหลังการเก็บสับปะรดแก่เกษตรกรในพื้นที่จังหวัดประจวบคีรีขันธ์

กรมวิชาการเกษตร

บทที่ 4 สรุปผลและอภิปรายผล

สรุปผลและอภิปรายผล

โครงการวิจัยย่อยที่ 1 วิจัยพัฒนาระบบแนะนำพันธุ์พืชด้วยเทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ

สรุปผล

1) ได้ศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการเจริญเติบโตของพืชแต่ละชนิด จากข้อมูลคำอธิบายกลุ่มชุดดิน ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา ข้อมูลพันธุ์พืชแนะนำ ข้อมูลพันธุ์พืชรับรอง crop requirement crop water requirement-คำแนะนำจากนักวิชาการและผู้เชี่ยวชาญในพื้นที่ และข้อมูลในพื้นที่

2) ได้ปัจจัยนำเข้าในการวิเคราะห์โมเดลแนะนำพันธุ์พืชโดยเทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ จำนวน 7,852 ข้อมูล โดยมีตัวแปรนำเข้า 8 ตัวแปร ได้แก่ ความเป็นกรดเป็นด่างของดิน ความอุดมสมบูรณ์ของดิน ความสูงจากระดับน้ำทะเล เนื้อดิน อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย และความเร็วลม

3) ได้โมเดลแนะนำพันธุ์พืชโดยเทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ มีค่าความถูกต้องรวมร้อยละ 97.25 สามารถนำไปพัฒนาระบบแนะนำพันธุ์พืชต่อไปได้

อภิปรายผล โมเดลแนะนำพันธุ์พืชด้วยเทคนิคต้นไม้ตัดสินใจมีค่าความแม่นยำรวมที่สูง ด้วยการใช้เทคนิคต้นไม้ตัดสินใจเป็นหนึ่งในเทคนิคที่มีประสิทธิภาพในการวิเคราะห์ข้อมูลจากปัจจัยที่หลากหลายสู่คำแนะนำที่เป็นประโยชน์แก่ผู้ใช้งาน (ViviliyaB and Validhehi V. 2019) จากการนำเข้าปัจจัยยังคงต้องมีการเพิ่มข้อมูลนำเข้าและปรับปัจจัยเพิ่มหรือลดตามความเหมาะสมในการปลูกพืช ซึ่งพันธุ์พืชแนะนำและพันธุ์พืชรับรองของกรมวิชาการเกษตรสามารถช่วยในการวิเคราะห์ข้อมูลของโมเดลมีประสิทธิภาพและเพิ่มทางเลือกให้แก่ผู้ใช้ได้มากขึ้น

โครงการวิจัยย่อยที่ 2 วิจัยพัฒนาโมเดลการคัดแยกผลสับปะรดด้วยโครงข่ายประสาทเทียม

สรุปผล การวิเคราะห์และพัฒนาโมเดลการคัดแยกสีเปลือกผลสับปะรดด้วยโครงข่ายประสาทเทียม มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาวิเคราะห์และสร้างโมเดลการคัดแยกระดับการสุกจากสีเปลือกผลสับปะรดด้วยโครงข่ายประสาทเทียม ดำเนินการศึกษาในสับปะรด พันธุ์ปัตตาเวีย โดยแบ่งระดับสีเปลือกสับปะรดเป็น 8 ระดับ ผลการทดลองพบว่า ความถูกต้อง (Accuracy rate) ความแม่นยำ (Precision) และค่าความระลึก (Recall) ในการคัดแยกสีเปลือกสับปะรดเท่ากับ 78.9, 9.86 และ 12.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

อภิปรายผล จากผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่า ควรมีการเพิ่มจำนวนภาพในการเรียนรู้ เพื่อให้โมเดลมีประสิทธิภาพในการคัดแยกสีเปลือกสับปะรดสูงขึ้น โดยงานวิจัยของ Butploy and Boonying (2020) พบข้อสังเกตเดียวกัน คือ ชุดข้อมูลภาพที่ใช้เรียนรู้มีความสำคัญต่อประสิทธิภาพความแม่นยำในการทำนายของโมเดล เช่นเดียวกับงานวิจัยของ โยษิตา และคณะ (2561) พบว่าในตัวอย่างมะเขือเทศที่อยู่ในระหว่างการเปลี่ยนสีทำให้เกิดเฉดสีที่ใกล้เคียงกันก็สามารถทำให้เกิดความผิดพลาดขึ้นได้ การนำองค์ความรู้จากงานวิจัยนี้ไปใช้พัฒนาสำหรับการสร้างเครื่องมือคัดแยกสีของมะเขือเทศในอุตสาหกรรมอาหารจำเป็นต้องเพิ่มจำนวนตัวอย่างในการเรียนรู้สีของมะเขือเทศในนิวรอลเน็ตเวิร์คต่อไป

กรมวิชาการเกษตร

โครงการวิจัยย่อยที่ 3 วิจัยพัฒนาระบบแนะนำการอารักขาพืชด้วยเทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ

สรุปผล

1) ได้ศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้องที่จะมีโอกาสพบศัตรูในพืชแต่ละชนิด จากข้อมูลเตือนภัยของกรมวิชาการเกษตร คำแนะนำการอารักขาพืชของกรมวิชาการเกษตร คำแนะนำในการป้องกันกำจัด แมลงศัตรูพืช โรคพืช ที่นำไปใช้ในพื้นที่ของกรมวิชาการเกษตร ปฏิทินการปลูกพืช ข้อมูลคำอธิบายกลุ่มชุดดิน ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา crop requirement crop water requirement-คำแนะนำจากนักวิชาการและผู้เชี่ยวชาญในพื้นที่ และข้อมูลในพื้นที่

2) ได้ปัจจัยนำเข้าในการวิเคราะห์โมเดลแนะนำการอารักขาพืชโดยเทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ แบ่งเป็น ข้อมูลโรคพืช จำนวน 312 เรคคอร์ด แมลงศัตรูพืช 219 เรคคอร์ด และวัชพืช 637 เรคคอร์ด โดยมีตัวแปรนำเข้า 17 ตัวแปร ได้แก่ พืช ระยะการเจริญเติบโตของพืช ความเป็นกรดเป็นด่างของดิน ความอุดมสมบูรณ์ของดิน ความลาดชัน การระบายน้ำของดิน ความชื้นใต้ทรงพุ่ม อุณหภูมิใต้ทรงพุ่ม ความเข้มแสง อุณหภูมิดิน ความชื้นในดิน ความชื้นสัมพัทธ์ในบรรยากาศ ความเร็วลม ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย

3) ได้โมเดลแนะนำการอารักขาพืชโดยเทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ มีค่าความถูกต้องรวมร้อยละ 65.09 (โรคพืช มีความถูกต้องร้อยละ 68.27 แมลงศัตรูพืช มีความถูกต้องร้อยละ 90.41 และวัชพืช มีความถูกต้องร้อยละ 36.60) สามารถนำไปพัฒนาระบบแนะนำการอารักขาพืชต่อไปได้

อภิปรายผล การนำเข้าปัจจัยยังคงต้องมีการเพิ่มข้อมูลน้ำเข้าและปรับปัจจัยเพิ่มหรือลดตามความเหมาะสมในการมีโอกาสพบศัตรูพืชในแต่ฤดูปลูกพืช ช่วยในการวิเคราะห์ข้อมูลของโมเดลมีประสิทธิภาพและเพิ่มทางเลือกให้แก่ผู้ใช้ได้มากขึ้น

ข้อเสนอแนะต่อผู้เกี่ยวข้องสำหรับการดำเนินงานในระยะต่อไป

ในการพัฒนาปรับปรุงประสิทธิภาพการคัดแยกสีเปลือกผลสับปะรดด้วยโครงข่ายประสาทแบบคอนโวลูชัน ควรเพิ่มจำนวนข้อมูลฝึกสอน (Training data) และจำนวนรอบในการฝึกสอน จะช่วยให้โมเดลมีประสิทธิภาพสูงขึ้น และยังเพิ่มความแม่นยำในการคัดแยกสีเปลือกสับปะรดอีกด้วย แต่ข้อจำกัดของการปรับปรุงคือ ไม่สามารถระบุได้อย่างชัดเจนว่า ควรใช้จำนวนภาพ และจำนวนรอบในการฝึกสอนควรเท่าไร จึงจะเพิ่มประสิทธิภาพในการคัดแยกสีเปลือกได้ดีที่สุด

ปัญหาและอุปสรรคในการทำงาน

หากสับปะรดมีสีเปลือกที่ไม่ชัดเจน สีมีความใกล้เคียงกันมากสามารถทำให้เกิดความผิดพลาดในการคัดแยกสำหรับเป็นข้อมูลการฝึกสอนได้

กรมวิชาการเกษตร

เอกสารอ้างอิง

ชัดชัย แก้วตา และ ชนัญกาญจน์ แสงประสาน. 2564. การเลือกพืชสวนเศรษฐกิจเพื่อการเพาะปลูกที่เหมาะสมในจังหวัดอุบลราชธานีโดยใช้เทคนิคการทำเหมืองข้อมูล. วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา ปีที่ 26 ฉบับที่ 1 เดือนมกราคม – เมษายน 2564.

โยษิตา คำบุญมี, สุขสวัสดี ณัฏฐวุฒิสิทธิ์ และปราลี มณีรัตน์. 2561. การจำแนกภาพถ่ายระบบอาร์จีบีดวยเทคนิคการเรียนรู้เชิงลึกของโครงข่ายประสาทเทียม. วารสาร Mahidol R2R e-Journal ปีที่ 5 ฉบับที่ 2 เดือนกรกฎาคม – ธันวาคม 2561

สำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. 2563. ผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศ ไตรมาสที่ 1/2563. แหล่งข้อมูล : https://www.nesdc.go.th/main.php?filename=qgdp_page สืบค้นเมื่อ : 20 พฤษภาคม 2563

Butploy, N., & Boonying, S. (2020). Classification of Benjapakee Buddha amulets image by deep learning. RMUTSB Academic Journal, 8(1), 100-111.

Juntang Zhuang, Tommy Tang, Yifan Ding, Sekhar Tatikonda, Nicha Dvornek, Xenophon Papademetris, James S. Duncan. 2020. AdaBelief Optimizer: Adapting Stepsizes by the Belief in Observed Gradients. 34th Conference on Neural Information Processing Systems (NeurIPS 2020), Vancouver, Canada.

Quinlan, J.R. 1992. “Learning with continuous classes,” Proceedings Australian Joint Conference on Artificial Intelligence (pp. 343–348). In World Scientific, Singapore.

Vinod Nair, Geoffrey E. Hinton. (2010, June). Rectified Linear Units Improve Restricted Boltzmann Machines. Proceedings of the 27th International Conference on International Conference on Machine Learning. Retrieved from http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.165.6419&rep=rep1&type=pdf

Viviliyq B. and Validhehi V. 2019. The Design of Hybrid Crop Recommendation System using Machine Learning Algorithms. International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering (IJITEE). 9 (2): 4305-4311.

กรมวิทยาศาสตร์

ภาคผนวก

1. **ภาคผนวก 1** สิ่งที่แสดงประกอบเพิ่มเติมที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาผลงานวิจัย

โครงการย่อยที่ 1 วิจัยพัฒนาระบบแนะนำพันธุ์พืชด้วยเทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ

ภาคผนวก1-1 การเตรียมข้อมูลในการวิเคราะห์

	Plant	Soil_Ph	Soil_Fer	MASL	Soil_Text	Tmax	Tmin	Rh	Rain(sum)	Wind
2	Durian	กรดจัดถึงกรดเล็กน้อย	ต่ำ	9.3	ดินร่วนปนดินเหนียว	32.60278552	23.73398329	78.12054795	3872.6	13.64345404
3	Durian	กรดจัดถึงกรดเล็กน้อย	ต่ำ	9.3	ดินร่วนปนดินเหนียว	32.60278552	23.73398329	78.12054795	3872.6	13.64345404
4	Durian	กรดจัดถึงกรดเล็กน้อย	ต่ำ	9.3	ดินร่วนปนดินเหนียว	32.60278552	23.73398329	78.12054795	3872.6	13.64345404
5	Durian	กรดจัดถึงกรดเล็กน้อย	ต่ำ	9.3	ดินร่วนปนดินเหนียว	32.60278552	23.73398329	78.12054795	3872.6	13.64345404
6	Durian	กรดจัดถึงกรดเล็กน้อย	ต่ำ	9.3	ดินร่วนปนดินเหนียว	32.60278552	23.73398329	78.12054795	3872.6	13.64345404
7	Durian	กรดจัดถึงกรดเล็กน้อย	ต่ำ	9.3	ดินร่วนปนดินเหนียว	32.60278552	23.73398329	78.12054795	3872.6	13.64345404
8	Durian	กรดจัดถึงกรดเล็กน้อย	ต่ำ	9.3	ดินร่วนปนดินเหนียว	32.60278552	23.73398329	78.12054795	3872.6	13.64345404
9	Durian	กรดจัดถึงกรดเล็กน้อย	ต่ำ	9.3	ดินร่วนปนดินเหนียว	32.60278552	23.73398329	78.12054795	3872.6	13.64345404
10	Durian	กรดจัดถึงกรดเล็กน้อย	ต่ำ	9.3	ดินร่วนปนดินเหนียว	32.60278552	23.73398329	78.12054795	3872.6	13.64345404
11	Durian	กรดจัดถึงกรดเล็กน้อย	ต่ำ	9.3	ดินร่วนปนดินเหนียว	32.60278552	23.73398329	78.12054795	3872.6	13.64345404
12	Durian	กรดจัดถึงกรดเล็กน้อย	ต่ำ	9.3	ดินร่วนปนดินเหนียว	32.60278552	23.73398329	78.12054795	3872.6	13.64345404
13	Durian	กรดจัดถึงกรดเล็กน้อย	ต่ำ	9.3	ดินร่วนปนดินเหนียว	32.60278552	23.73398329	78.12054795	3872.6	13.64345404
14	Durian	กรดจัดถึงกรดเล็กน้อย	ต่ำ	9.3	ดินร่วนปนดินเหนียว	32.60278552	23.73398329	78.12054795	3872.6	13.64345404
15	Durian	กรดจัดถึงกรดเล็กน้อย	ต่ำ	9.3	ดินร่วนปนดินเหนียว	32.60278552	23.73398329	78.12054795	3872.6	13.64345404
16	Durian	กรดจัดถึงกรดเล็กน้อย	ต่ำ	9.3	ดินร่วนปนดินเหนียว	32.60278552	23.73398329	78.12054795	3872.6	13.64345404
17	Durian	กรดจัดถึงกรดเล็กน้อย	ต่ำ	9.3	ดินร่วนปนดินเหนียว	32.60278552	23.73398329	78.12054795	3872.6	13.64345404
18	Durian	กรดจัดถึงกรดเล็กน้อย	ต่ำ	9.3	ดินร่วนปนดินเหนียว	32.60278552	23.73398329	78.12054795	3872.6	13.64345404
19	Durian	กรดจัดถึงกรดเล็กน้อย	ต่ำ	9.3	ดินร่วนปนดินเหนียว	32.60278552	23.73398329	78.12054795	3872.6	13.64345404
20	Durian	กรดจัดถึงกรดเล็กน้อย	ต่ำ	9.3	ดินร่วนปนดินเหนียว	32.60278552	23.73398329	78.12054795	3872.6	13.64345404
21	Durian	กรดจัดถึงกรดเล็กน้อย	ต่ำ	9.3	ดินร่วนปนดินเหนียว	32.60278552	23.73398329	78.12054795	3872.6	13.64345404
22	Durian	กรดจัดถึงกรดเล็กน้อย	ต่ำ	9.3	ดินร่วนปนดินเหนียว	32.60278552	23.73398329	78.12054795	3872.6	13.64345404

ภาคผนวก 1-2 ความหมายของคำย่อในโมเดล

ความเป็นกรดเป็นด่างของดิน	Soil_pH
ความชื้นสัมพัทธ์ในบรรยากาศ	Rh
ความสูงจากระดับน้ำทะเล	MASL
เนื้อดิน	Text_Soil
อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย	Tmax
อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย	Tmin
ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย	Rain
ความเร็วลม	Wind

กรมวิชาการเกษตร

โครงการวิจัยย่อยที่ 2 วิจัยพัฒนาโมเดลการคัดแยกผลสับปะรดด้วยโครงข่ายประสาทเทียม

ภาคผนวก 1-3 แสดงข้อมูลตัวอย่างสำหรับฝึกสอน

ภาคผนวก 1-4 แสดงข้อมูลตัวอย่างสำหรับทดสอบ

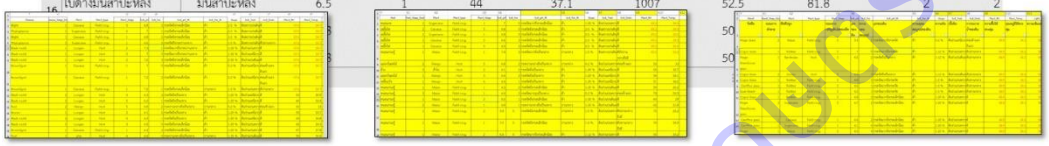
กรมวิชาการเกษตร

โครงการย่อยที่ 3 วิจัยพัฒนาระบบแนะนำการอารักขาพืชด้วยเทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ

ภาคผนวก 1-5 การเตรียมข้อมูลในการวิเคราะห์

ตัวอย่างข้อมูลที่ได้นำมาจัดทำชุดข้อมูลสำหรับนำเข้าโมเดล

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	Y	X1	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12
2	Disese	Plant	Soil_pH	Soil_Fer	Plant_RH	Plant_Temp	Light	Soil_Temp	Soil_RH	Soil_Text	Soil_Drain
3	ใบขาว	อ้อย	7	1	63	27.2	1016	40.1	28.5	1	3
4	ใบจุดสีน้ำตาล	มันสำปะหลัง	6.8	2	65	30.4	847	41.1	81.9	1	3
5	ใบจุดสีน้ำตาล	มันสำปะหลัง	6.8	2	54	34.1	1294	38.2	40.3	1	3
6	ใบจุดสีน้ำตาล	มันสำปะหลัง	7	2	50	35	772	44.4	64.2	1	3
7	ใบจุดสีน้ำตาล	มันสำปะหลัง	6.8	1	50	35.4	835	41.9	32.9	1	3
8	แส้ดำ	อ้อย	6.8	2	50	36.3	725	38.1	45.3	1	3
9	ใบจุดสีน้ำตาล	มันสำปะหลัง	6.7	2	45	36.7	896	47.4	58.6	1	3
10	ใบด่างมันสำปะหลัง	มันสำปะหลัง	6.6	3	45	36.8	706	49.6	61.7	2	2
11	ใบขาว	อ้อย	7	2	46	37	831	40.4	64.6	2	2
12	ใบด่างมันสำปะหลัง	มันสำปะหลัง	6.8	3	44	36.1	951	43.8	84	2	2
13	ใบด่างมันสำปะหลัง	มันสำปะหลัง	7	2	45	37.2	725	51.4	84	2	2
14	ใบจุดสีน้ำตาล	มันสำปะหลัง	7	2	45	37.2	725	51.4	84	2	2
15	ใบจุดสีน้ำตาล	มันสำปะหลัง	6.8	2	40	36.6	725	35.5	84	3	2
16	ใบด่างมันสำปะหลัง	มันสำปะหลัง	6.5	1	44	37.1	1007	52.5	81.8	2	2



โรคพืช 312 record

แมลงศัตรูพืช 219 record

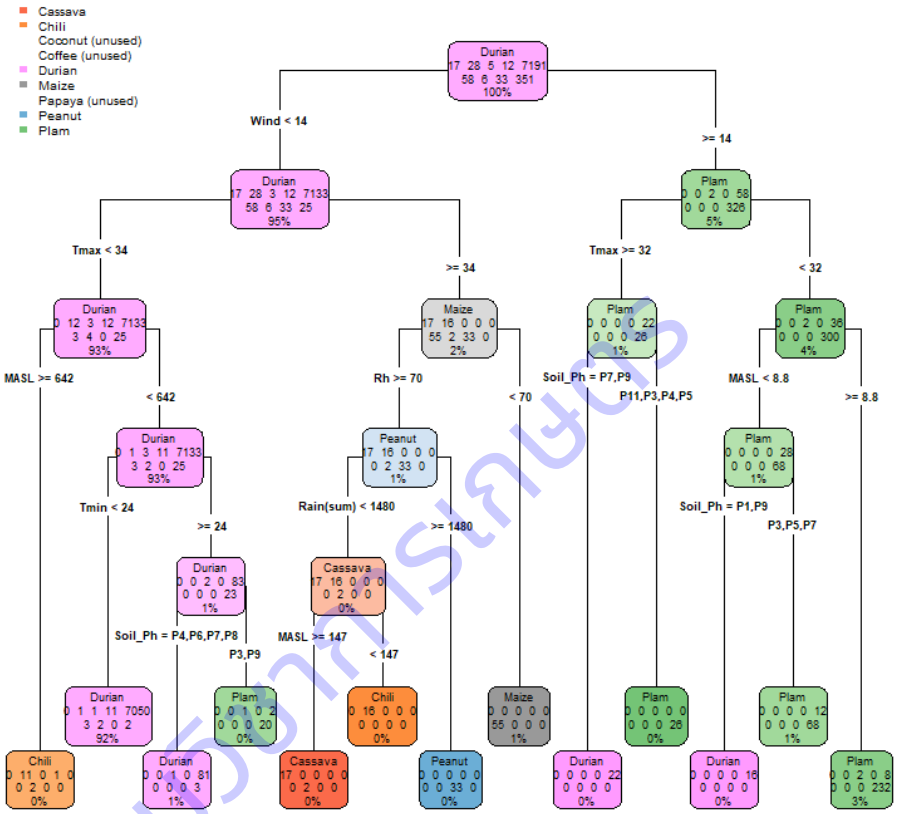
วัชพืช 637 record

กรมวิชาการเกษตร

2. ภาคผนวก 2 หลักฐานเชิงประจักษ์ของผลผลิตที่ได้ จากข้อ 3.2 โดยให้เรียงข้อมูลหลักฐานตามผลผลิตที่แสดงในตาราง

โครงการย่อยที่ 1 วิจัยพัฒนาระบบแนะนำพันธุ์พืชด้วยเทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ

ภาคผนวก 2-1 โมเดลคำแนะนำพันธุ์พืชด้วยเทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ



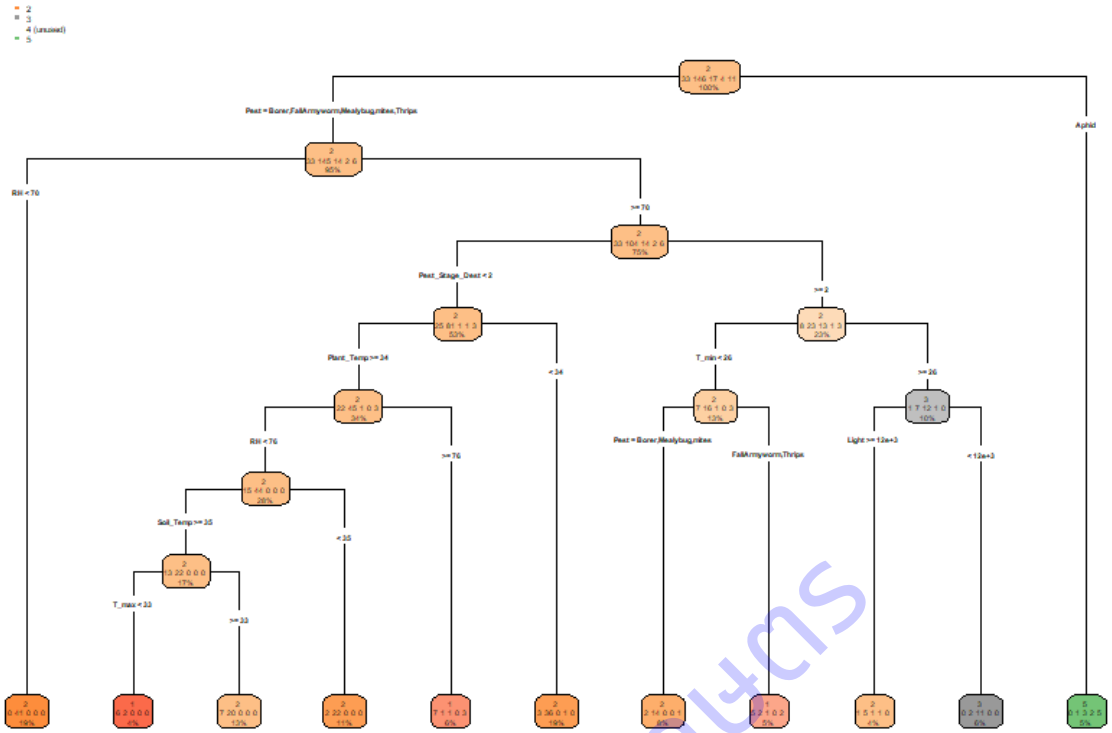
กรมวิชาการเกษตร

โครงการวิจัยย่อยที่ 2 วิจัยพัฒนาโมเดลการคัดแยกผลสับปะรดด้วยโครงข่ายประสาทเทียม

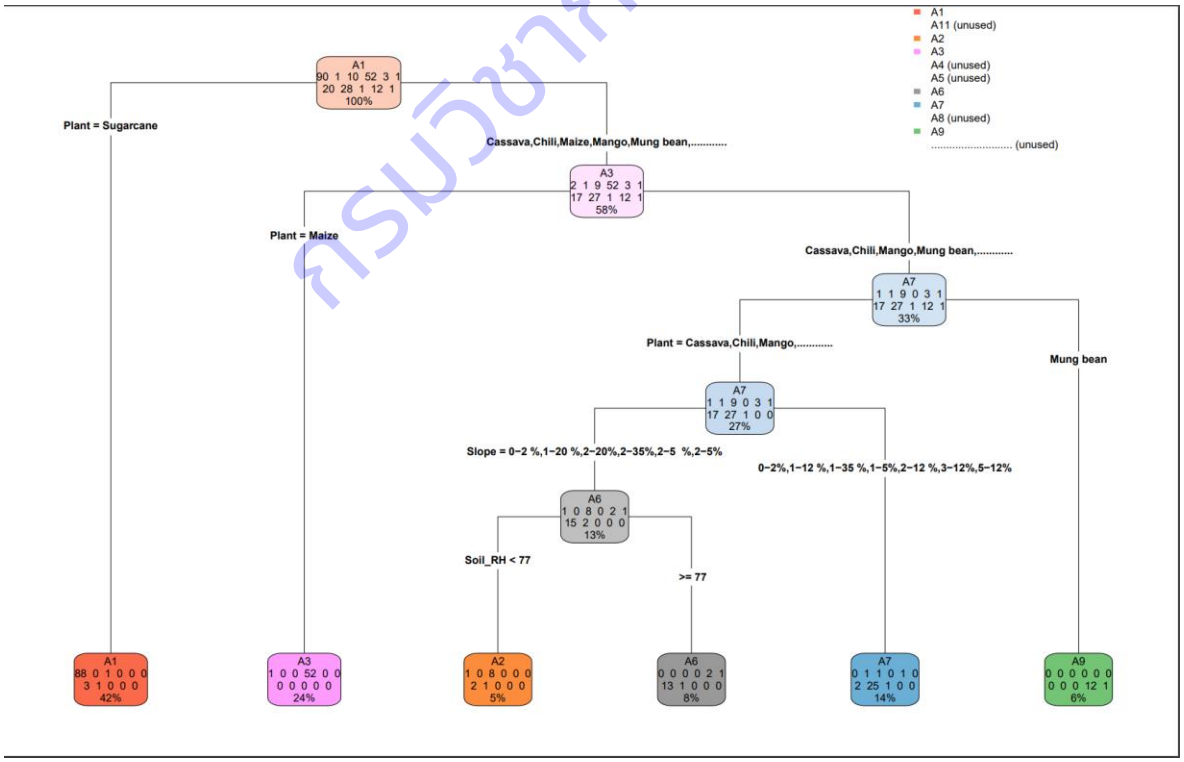
ภาคผนวก 2-2 (ร่าง) ต้นฉบับบทความวิจัย (Manuscript) Proceeding ระดับชาติ เรื่อง รูปลักษณ์สีผลและค่าความหวานในแต่ละระดับการสุกของสีเปลือกสับปะรด

กรมวิชาการเกษตร

ภาคผนวก 2 -3 โมเดลคำแนะนำการอารักขาพืชด้วยเทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ : โรค

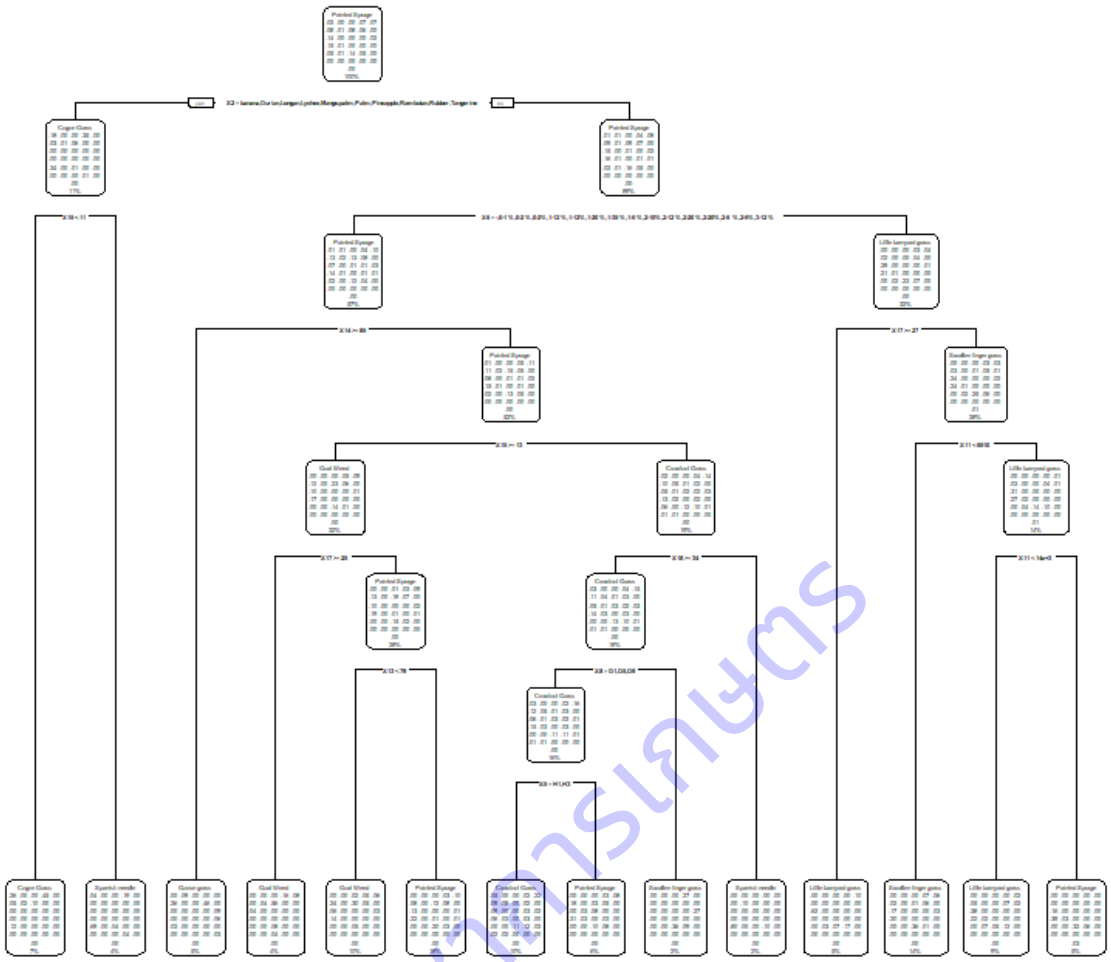


ภาคผนวก 2 -4 โมเดลคำแนะนำการอารักขาพืชด้วยเทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ : แมลงศัตรูพืช



กรมวิชาการเกษตร

ภาคผนวก 2-5 โมเดลคำแนะนำการอารักขาพืชด้วยเทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ : วัชพืช



กรมวิชาการเกษตร