

การพัฒนาระบบจำแนกพันธุ์และวิเคราะห์โรคมันสำปะหลังด้วยเทคนิคอิงกฎเกณฑ์

The Development of Cassava Varieties and Disease

Analysis Classification System by using Rule-Based System

กนกวรรณ คล้ายสุบรรณ ชนิษฐา มั่นจิต และ วงกต ศรีอุไร*

ภาควิชาคณิตศาสตร์ สถิติและคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

*Email: wongkot.s@ubu.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและพัฒนาระบบจำแนกพันธุ์และวิเคราะห์โรคมันสำปะหลังด้วยเทคนิคอิงกฎเกณฑ์ โดยกฎเกณฑ์สร้างโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน ข้อมูลที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์เป็นข้อมูลที่รวบรวมมาจากกรมวิชาการเกษตร ระบบนี้ถูกพัฒนาขึ้นมารูปแบบเว็บแอปพลิเคชัน โดยใช้ภาษาพีเอชพี (PHP) ร่วมกับฐานข้อมูลมายเอสคิวแอล (MySQL) และในรูปแบบโมบายแอปพลิเคชัน ใช้ภาษาเอชทีเอ็มแอล5 (HTML5) ร่วมกับ ภาษาพีเอชพี (PHP) และภาษาจาวา (JAVA) ผลการพัฒนาและทดสอบระบบพบว่าระบบสามารถจำแนกพันธุ์และวิเคราะห์โรคมันสำปะหลังและสามารถแนะนำวิธีป้องกันแก้ไขโรคมันสำปะหลังได้อย่างถูกต้อง นอกจากนี้ระบบยังสามารถแสดงผลของราคามันสำปะหลังประจำวันและราคามันสำปะหลังย้อนหลังในรูปแบบกราฟได้ โดยมีการประเมินความพึงพอใจจากผู้ใช้งานจำนวน 2 กลุ่ม คือ ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน และผู้ใช้งานทั่วไประบบจำนวน 30 คน ผลการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญมีค่าเฉลี่ยของความพึงพอใจเท่ากับ 4.25 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.51 ในขณะที่ผู้ใช้งานทั่วไปมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.27 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.75 ดังนั้นสามารถสรุปได้ว่าผู้ใช้งานทั้งหมดมีความพึงพอใจต่อระบบอยู่ในระดับมาก

คำสำคัญ : การจำแนกพันธุ์ การวิเคราะห์โรค เทคนิคอิงกฎเกณฑ์

Abstract

The objectives of this research were to design and develop of cassava varieties and disease analysis classification system by using rule-based system. These rules were developed by five experts. The data were collected from the Department of Agriculture. The system was developed in the form of web application by using PHP language with MySQL database and mobile application by using HTML5 with PHP language and JAVA language. The development and testing result showed that the system was able to classify and analyze cassava disease and recommended prevention and treatment of cassava disease. In addition, this system was able show the price of cassava daily and historical prices and charts of cassava. The system was evaluated in term of users' satisfaction by using questionnaire collected from 2 groups including 5 experts and 30 general users. The average and the standard deviation of results from computer experts were 4.25 and 0.51, respectively, while those of results from the general users were 4.27 and 0.75, respectively. It showed that the users' satisfaction towards this system was in the high level.

Keywords: Classification varieties; Disease analysis; Rule-based system

บทนำ

มันสำปะหลังในประเทศไทยมีหลากหลายพันธุ์ ทั้งที่ได้รับการรับรองจากกรมวิชาการเกษตร จากสถาบันการเกษตร และที่ยังไม่ได้รับการรับรอง ซึ่งแต่ละพันธุ์จะมีลักษณะที่แตกต่างกันออกไป การจำแนกพันธุ์มันสำปะหลังจะพิจารณาจากลักษณะทางกายภาพเช่น สีของก้านใบ สีของลำต้นและสีของเปลือกหัว เป็นต้น [1] ปัจจุบันเกษตรกรในพื้นที่ภาคอีสานนิยมปลูกมันสำปะหลังเป็นอย่างมาก เพราะเป็นพืชเศรษฐกิจ ทนแล้ง เป็นพืชหลังนา ปลูกง่าย ใช้ปัจจัยในการปลูกน้อย และยังสามารถปลูกได้แม้ในพื้นที่ที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ นอกจากนี้มันสำปะหลังยังเป็นพืชที่สร้างรายได้ให้แก่ครอบครัวของเกษตรกรอีกด้วย ซึ่งปัจจุบันความต้องการของตลาดที่มีต่อมันสำปะหลังมีมากขึ้นเห็นได้จากการจัดตั้งกลุ่มบริษัทอุบลไปโอเอทานอล จำกัด ที่จังหวัดอุบลราชธานี เพื่อรองรับการแปรรูปมันสำปะหลังมากกว่า 6,000 ตัน/วัน [2] ดังนั้นมันสำปะหลังจึงเป็นพืชทางเลือกแก่เกษตรกรได้เป็นอย่างดี เนื่องจากมันสำปะหลังเป็นที่นิยมปลูกกันมาก และมีการปลูกติดต่อกันเป็นเวลานาน จึงทำให้มีพันธุ์ใหม่ๆ เพิ่มขึ้นทั้งที่มาจาก การขยายพันธุ์เองของเกษตรกรหรือพันธุ์ที่นำเข้ามาจากต่างประเทศ ตลอดจนสภาพแวดล้อมที่แปรปรวนในปัจจุบัน ส่งผลให้เกิดโรคและสิ่งผิดปกติขึ้นกับมันสำปะหลัง เกษตรกรจำเป็นต้องมีความรู้เกี่ยวกับพันธุ์มันสำปะหลังและวิธีการดูแลรักษาเพื่อให้ห่างไกลจากโรคที่เกิดขึ้น โดยทั่วไปเกษตรกรจะศึกษาความรู้ดังกล่าวจากการสอบถามนักวิชาการการเกษตร หรือค้นหาข้อมูลในเว็บไซต์ ซึ่งพบว่าปัจจุบันมีเว็บไซต์ที่ให้ข้อมูลเหล่านี้มีอยู่จำนวนมากแต่เป็นเพียงเว็บไซต์ที่ให้ข้อมูลเพียงอย่างเดียว และข้อมูลที่ให้นำนั้นถูกรวบรวมไว้อย่างมากมาย ยกต่อการศึกษา ซึ่งกว่าจะได้ข้อมูลที่ต้องการต้องใช้เวลานาน

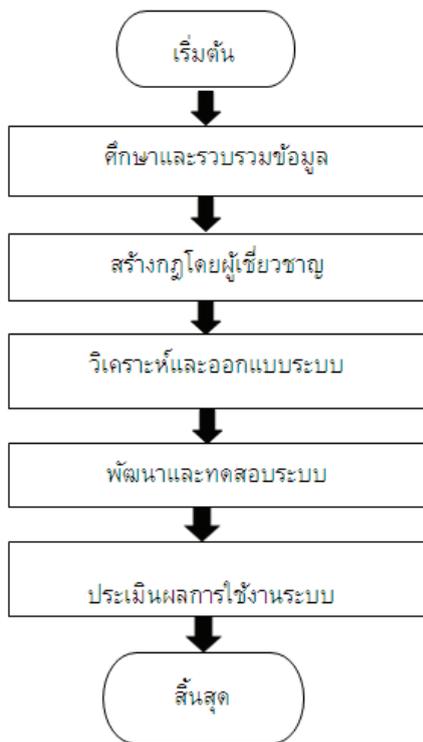
จากปัญหาข้างต้น คณะผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะนำเทคนิคอิงกฎเกณฑ์ (Rule – Based System) เข้ามาช่วยในการสร้างกฎสำหรับการจำแนกพันธุ์และวิเคราะห์โรคที่เกิดขึ้นกับมันสำปะหลังเพื่อเพิ่มความสะดวกให้กับเกษตรกรหรือผู้ที่สนใจ ซึ่ง เทคนิคอิงกฎเกณฑ์นี้เป็น เทคนิคที่ช่วยในการสร้างกฎโดยกฎที่

ได้จะช่วยในการตัดสินใจในการแก้ไขปัญหาต่างๆ ทำให้การตัดสินใจมีความแม่นยำมากขึ้น ดังนั้นจะเห็นการใช้เทคนิคอิงกฎเกณฑ์ในระบบผู้เชี่ยวชาญเป็นการนำความรู้ของผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้านมาสร้างเป็นกฎแล้วให้เครื่องทำหน้าที่แทนผู้เชี่ยวชาญ การแสดงความรู้ด้วยกฎ มีหลักเกณฑ์พื้นฐานง่ายๆ คือ อาศัยรูปประโยคของ If...Then... ประโยคที่ตามหลัง If คือ แสดงเงื่อนไข ประโยคที่ตามหลัง Then คือ การแสดงผลสรุป [3] มีงานวิจัยบางงานที่นำเทคนิคอิงกฎเกณฑ์นี้ไปใช้ เช่น งานวิจัยของพัชรภรณ์และจันทนา [4] ได้ออกแบบและพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญเพื่อวินิจฉัยโรคข้าว งานวิจัยนี้มีการสร้างกฎเพื่อใช้ในการจำแนกลักษณะอาการของโรคข้าว แล้วทำการวินิจฉัยว่าข้าวเป็นโรคอะไร สำหรับงานวิจัยของสุปราณีและกาญจนา [5] ได้ประยุกต์ใช้เทคนิคอิงกฎเกณฑ์มาใช้ในการคัดเลือกบุคลากรให้เหมาะกับตำแหน่งงาน และในงานวิจัยของวริณศศิญาและวงศ [6] ได้ประยุกต์ใช้เทคนิคอิงกฎเกณฑ์มาใช้ในการวิเคราะห์อาการเสียของเครื่องคอมพิวเตอร์แล้วจัดลำดับในการซ่อมบำรุงคอมพิวเตอร์

จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า เทคนิคอิงกฎเกณฑ์สามารถประยุกต์ใช้ในการแก้ไขปัญหาได้ในหลากหลายงานและยังช่วยให้สามารถแก้ไขปัญหาได้อย่างรวดเร็วเนื่องจากใช้การเรียนรู้ของเครื่องในการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อแก้ไขปัญหา ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและพัฒนาระบบจำแนกพันธุ์และวิเคราะห์โรคมันสำปะหลังด้วยเทคนิคอิงกฎเกณฑ์ โดยกฎที่สร้างจะถูกสร้างโดยผู้เชี่ยวชาญทางด้านการเกษตร ระบบนี้จะช่วยให้เกษตรกรหรือผู้ที่สนใจสามารถจำแนกพันธุ์และวิเคราะห์โรคของมันสำปะหลังได้สะดวกยิ่งขึ้น นอกจากนี้ยังสามารถดูราคามันสำปะหลังประจำวันได้ สามารถดูราคามันสำปะหลังย้อนหลังและยังสามารถเปรียบเทียบราคามันสำปะหลังย้อนหลังได้ในรูปแบบของกราฟได้ ซึ่งสารสนเทศที่ได้จากระบบจะเป็นข้อมูลสนับสนุนการตัดสินใจของเกษตรกรหรือผู้ที่สนใจในการเลือกพันธุ์มันสำปะหลังมาปลูกให้เหมาะกับสภาพพื้นที่ได้

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาปัญหาเกี่ยวกับการจำแนกและวิเคราะห์โรคมันสำปะหลัง ซึ่งหลังจากที่ได้ศึกษาปัญหาดังกล่าวแล้ว ได้กำหนดวัตถุประสงค์ของการวิจัยรวมทั้งศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อเป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหา คณะผู้วิจัยได้กำหนดวิธีดำเนินการวิจัยเป็น 5 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ศึกษาและรวบรวมข้อมูล 2) สร้างกฎโดยผู้เชี่ยวชาญ 3) วิเคราะห์และออกแบบระบบ 4) พัฒนาและทดสอบระบบ และ 5) ประเมินผลการใช้งานระบบ แสดงได้ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 แผนผังวิธีดำเนินการวิจัย

1. ศึกษาและรวบรวมข้อมูล

ในขั้นตอนนี้คณะผู้วิจัยได้ทำการศึกษาปัญหาในการจำแนกพันธุ์และวิเคราะห์โรคมันสำปะหลังจากนั้นได้รวบรวมข้อมูลพันธุ์จากเอกสารการจำแนกพันธุ์มันสำปะหลังของกรมวิชาการเกษตร [1] และ

ข้อมูลเกี่ยวกับโรคมันสำปะหลังจากเอกสารโครงการพัฒนากระบวนการผลิตพืชเศรษฐกิจกิจกรรมพัฒนากระบวนการผลิตมันสำปะหลังของสำนักงานเกษตรจังหวัดยโสธร [7] ซึ่งข้อมูลที่รวบรวมมามีรายละเอียดดังนี้

(1) ข้อมูลที่นำมาใช้ในการจำแนกพันธุ์มันสำปะหลัง ประกอบด้วย สีของยอดอ่อน สีใบที่เจริญเต็มที่ สีของก้านใบ ลักษณะแฉกกลางใบ สีของลำต้น สีของเปลือกหัว และลักษณะหัว สำหรับพันธุ์มันสำปะหลังที่ใช้ในการจำแนกมีทั้งหมด 14 พันธุ์ เรียงตามการขึ้นทะเบียนรับรองจากกรมวิชาการเกษตร ดังนี้

- 1) พันธุ์ระยอง 1
- 2) พันธุ์ระยอง 3
- 3) พันธุ์ระยอง 60
- 4) พันธุ์ระยอง 90
- 5) พันธุ์ระยอง 5
- 6) พันธุ์ระยอง 72
- 7) พันธุ์ระยอง 7
- 8) พันธุ์ระยอง 9
- 9) พันธุ์ระยอง 11
- 10) พันธุ์เกษตรศาสตร์ 50
- 11) พันธุ์ห้วยบง 60
- 12) พันธุ์ห้วยบง 80
- 13) พันธุ์ระยอง 86-13
- 14) พันธุ์พิจิตร 1

(2) ข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์โรคที่เกิดกับมันสำปะหลัง โดยลักษณะที่นำมาใช้วิเคราะห์ ได้แก่ สาเหตุที่ทำให้เกิดโรค บริเวณที่เกิดโรค สภาพแวดล้อมที่ทำให้เกิดโรค และลักษณะอาการของโรค สำหรับโรคที่นำมาวิเคราะห์ทั้งหมด 12 โรค ดังนี้

- 1) โรคใบไหม้
- 2) โรคใบจุดสีน้ำตาล
- 3) โรคใบจุดไหม้
- 4) โรคใบจุดขาว
- 5) โรคลำต้นเน่าที่เกิดจากเชื้อรา
- 6) โรคขี้เถ้าหรือราแป้ง
- 7) โรคแอนแทรคโนส
- 8) โรคหัวเน่าและ

- 9) โรคหัวเน่าแห้ง
- 10) โรคหัวเน่าคอดิน
- 11) โรคพุ่มแจ่มน้ำสาปะหลัง
- 12) โรคเพลี้ยแป้ง

2. สร้างกฎโดยผู้เชี่ยวชาญ

จากข้อมูลที่รวบรวมมาได้ในหัวข้อที่ 1 คณะผู้วิจัยได้นำข้อมูลมาจำแนกออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ 1 ข้อมูลที่ใช้ในการจำแนกพันธุ์มันสำปะหลัง และกลุ่มที่ 2 ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์โรคมันสำปะหลัง ซึ่งรายละเอียดของข้อมูลแต่ละกลุ่มมีดังนี้

กลุ่มที่ 1 ข้อมูลที่ใช้ในการจำแนกพันธุ์มันสำปะหลัง ประกอบด้วยข้อมูลดังนี้

- 1) สีของยอดอ่อน มีการแบ่งเป็น 7 สี ได้แก่ สีม่วง สีม่วงอ่อน สีเขียวอ่อน สีม่วงอมน้ำตาล สีน้ำตาลอมเขียว สีเขียวอมม่วง และสีเขียวอมน้ำตาล
- 2) สีใบที่เจริญเต็มที่ มีการแบ่งเป็น 5 สี ได้แก่ สีเขียว สีเขียวอ่อน สีเขียวเข้ม สีเขียวอมม่วง และสีเขียวปนม่วง
- 3) ลักษณะแฉกกลางใบ มีการแบ่งเป็น 4 ลักษณะ ได้แก่ ใบหอก ใบหอกกลับ ใบหอกปลายมน และใบแหลมแบบใบหอก
- 4) สีของก้านใบ มีการแบ่งเป็น 7 สี ได้แก่ สีเขียวอมม่วง สีเขียวปนแดง สีเขียวอ่อนปนแดง สีเขียวอ่อน สีเขียวอ่อนอมชมพู สีเขียวอมแดง และสีแดงเข้ม
- 5) สีของลำต้น มีการแบ่งเป็น 5 สี ได้แก่ สีเขียวเงิน สีเขียวอมน้ำตาล สีน้ำตาลอ่อน สีน้ำตาลอมส้ม และสีน้ำตาลอมเหลือง
- 6) สีของเปลือกหัว มีการแบ่งเป็น 4 สี ได้แก่ สีขาวนวล สีน้ำตาลอ่อน สีน้ำตาลเข้ม และสีขาวนวล
- 7) ลักษณะหัว มีการแบ่งเป็น 5 ลักษณะ ได้แก่ ยาวเรียวยาว อ้วนสั้น กรวย กระบอกตวง และกรวยแกมกระบอก
- 8) ผลการจำแนกพันธุ์มันสำปะหลัง มีจำนวน 14 พันธุ์ เรียงตามการขึ้นทะเบียนรับรองจากกรมวิชาการเกษตรดังนี้ (1) พันธุ์ระยอง1 (2) พันธุ์ระยอง3 (3) พันธุ์ระยอง60 (4) พันธุ์ระยอง90 (5) พันธุ์ระยอง5 (6) พันธุ์ระยอง72 (7) พันธุ์ระยอง7 (8) พันธุ์

- ระยอง9 (9) พันธุ์ระยอง11 (10) พันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 (11) พันธุ์ห้วยบง60 (12) พันธุ์ห้วยบง80 (13) พันธุ์ระยอง86-13 (14) พันธุ์พิจิตร

กลุ่มที่ 2 ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์โรคมันสำปะหลัง ประกอบด้วยข้อมูลดังนี้

- 1) บริเวณที่เกิดโรค มี 6 บริเวณ ได้แก่ ยอดใบ ก้าน ลำต้น ท่อนพันธุ์ และหัว
- 2) ลักษณะอาการของโรค มีทั้งหมด 22 อาการ ได้แก่ (1) ยอดเหี่ยวและแห้งตาย (2) ยอดหักงอและมีเพลี้ยสีขาว (3) ใบเหี่ยวและใบไหม้ (4) ใบเกิดจุดแผลสีน้ำตาลเป็นรูตรงกลางและขอบแผลมีสีเหลืองรอบจุด (5) ใบเกิดจุดแผลสีน้ำตาลและขอบแผลมีสีเหลืองอ่อน (6) ใบเกิดแผลสีขาวและขอบแผลมีสีน้ำตาลอมม่วงมีวงสีเหลือง (7) ใบมีเส้นใยสีขาวปกคลุมและเปลี่ยนเป็นสีเหลือง (8) ใบมีสีเหลืองซีดและแห้งตาย (9) ใบเหี่ยวแล้วร่วง (10) ใบเหี่ยว (11) ใบแตกพุ่มจำนวนมากผิดปกติ (12) ใบมีสีเหลืองซีดหรือเข้มปนน้ำตาล (13) ก้านมีรอยแผลสีน้ำตาล (14) ลำต้นแคระและแห้งตาย (15) ลำต้นเหี่ยวเฉา (16) ลำต้นแคระ (17) ลำต้นบิดเบี้ยวและมีช่วงข้อถี่ (18) เปลือกท่อนพันธุ์บวมเน่าและเป็นสีน้ำตาล (19) ท่อนพันธุ์ส่วนปลายเน่า (20) รอบโคนท่อนพันธุ์เกิดเส้นใยสีขาว (21) ท่อนพันธุ์เหี่ยวและตาย (22) หัวเน่ามีกลิ่นเหม็น
- 3) สภาพแวดล้อมที่ทำให้เกิดโรค มี 8 สภาพแวดล้อม ได้แก่ (1) พื้นที่ที่มีฝนตกชุก (2) พื้นที่ที่มีความชื้นสูงในเวลากลางคืน (3) พื้นที่ที่มีฝนตกติดต่อกันเป็นเวลานาน (4) สภาพอากาศแห้งแล้งและมีความชื้นต่ำ (5) สภาพอากาศเย็นและมีความชื้น (6) สภาพอากาศแห้งแล้ง (7) สภาพอากาศแห้งแล้งและฝนทิ้งช่วงเป็นเวลานานและ (8) สภาพดินที่มีการระบายน้ำได้ยาก
- 4) สาเหตุที่ทำให้เกิดโรค มี 4 สาเหตุ ได้แก่ (1) เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย (2) เกิดจากเชื้อรา (3) เกิดจากเชื้อโรค และ (4) เกิดจากแมลง
- 5) ผลวิเคราะห์โรคมันสำปะหลัง มี 12 โรค ดังนี้ (1) โรคใบไหม้ (2) โรคใบจุดสีน้ำตาล (3) โรคใบจุดไหม้ (4) โรคใบจุดขาว (5) โรคลำต้นเน่าที่เกิดจากเชื้อรา (6) โรคขี้เถ้าหรือราแป้ง (7) โรคแอนแทรคโนส (8) โรคหัวเน่าละ (9) โรคหัวเน่าแห้ง (10) โรคหัวเน่า

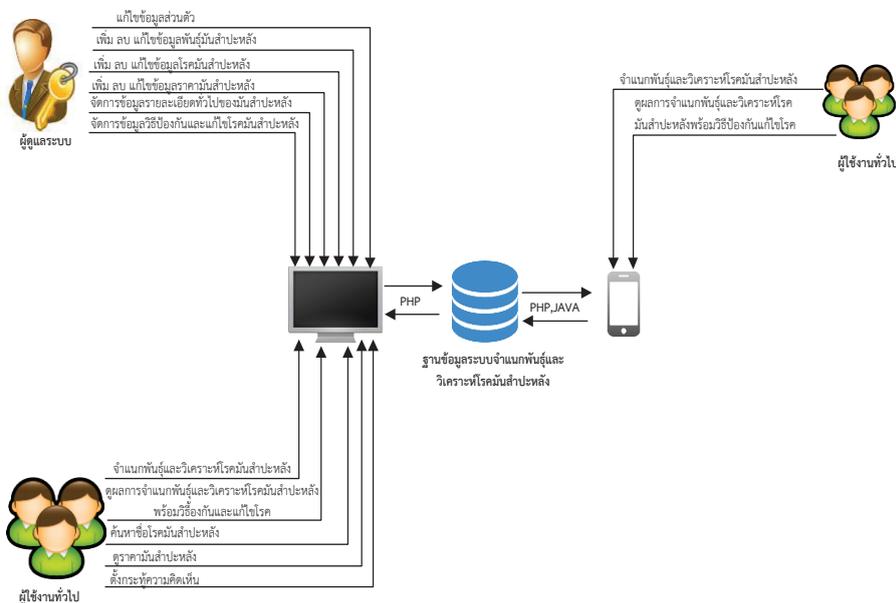
คอติน (11) โรคพุ่มแฉมันสำปะหลัง (12) โรคเพลี้ย
แป้ง

จากข้อมูลทีรวบรวมมาได้ทั้งหมดในข้างต้น
คณะผู้วิจัยได้นำข้อมูลดังกล่าวมาจัดทำเป็น
แบบสอบถาม แล้วนำแบบสอบถามนี้ไปสอบถาม
ผู้เชี่ยวชาญซึ่งเป็นนักวิชาการการเกษตรจำนวน 5 คน
หลังจากรวบรวมข้อมูลจากแบบสอบถามแล้ว
คณะผู้วิจัยได้นำข้อมูลจากแบบสอบถามมาสร้างเป็น
กฎเพื่อใช้ในการจำแนกพันธุ์และวิเคราะห์โรคมัน
สำปะหลัง หลังจากสร้างกฎเสร็จแล้วได้นำกฎที่ได้ให้

ผู้เชี่ยวชาญช่วยตรวจสอบความถูกต้องอีกครั้ง ก่อนที่
จะนำกฎนี้ไปใช้ในการพัฒนาระบบต่อไป

3. วิเคราะห์และออกแบบระบบ

หลังจากที่ได้ทำการจำแนกพันธุ์และ
วิเคราะห์โรคในหัวข้อที่ 2 แล้วคณะผู้วิจัยได้วิเคราะห์
ความสามารถของระบบที่จะพัฒนา ซึ่งระบบที่
พัฒนาขึ้นนี้แบ่งเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนของระบบที่
ทำงานบนเว็บแอปพลิเคชัน และส่วนของระบบที่
ทำงานบนโมบายแอปพลิเคชัน ซึ่งสามารถแสดง
โครงสร้างของระบบจำแนกพันธุ์และวิเคราะห์โรคมัน
สำปะหลังด้วยเทคนิคอ็องกฏเกณฑ์ได้ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 โครงสร้างของระบบจำแนกพันธุ์และวิเคราะห์โรคมันสำปะหลังด้วยเทคนิคอ็องกฏเกณฑ์

จากรูปที่ 2 สามารถวิเคราะห์ความสามารถของ
ระบบได้ดังนี้

(1) ความสามารถของระบบบนเว็บ
แอปพลิเคชัน

1) ระบบจะต้องสามารถจำแนกพันธุ์มัน
สำปะหลังและแสดงผลการจำแนกพันธุ์มันสำปะหลังได้

2) ระบบจะต้องสามารถวิเคราะห์โรคมัน
สำปะหลังและแสดงผลการวิเคราะห์โรคมันสำปะหลัง
พร้อมแนะนำวิธีป้องกันและแก้ไขโรคมันสำปะหลังได้

3) ระบบจะต้องสามารถค้นหาชื่อโรคและ
แสดง วิธีป้องกันและแก้ไขโรคมันสำปะหลังได้

4) ระบบจะต้องสามารถแสดงราคามัน
สำปะหลัง ประจำวัน แสดงราคามันสำปะหลังย้อนหลัง
ในรูปแบบกราฟ และแสดงราคาหัวมัน มันเส้น และ

แบ็งมันสำปะหลังย้อนหลังแบบรายเดือนต่อไปในรูปแบบกราฟไฟได้

5) ระบบจะต้องสามารถจัดการข้อมูลผู้ดูแลระบบได้

6) ระบบจะต้องสามารถ เพิ่ม ลบ แก้ไข ข้อมูลพันธุ์มันสำปะหลังได้

7) ระบบจะต้องสามารถ เพิ่ม ลบ แก้ไข ข้อมูลโรคมันสำปะหลังพร้อมทั้งข้อมูลวิธีป้องกันและแก้ไขโรคมันสำปะหลังได้

8) ระบบต้องสามารถ เพิ่ม ลบ แก้ไขข้อมูลราคามันสำปะหลังได้

(2) ความสามารถของระบบบนโมบายแอปพลิเคชัน

1) ระบบจะต้องสามารถจำแนกพันธุ์มันสำปะหลังได้

2) ระบบจะต้องแสดงผลการจำแนกพันธุ์มันสำปะหลังได้

3) ระบบจะต้องสามารถวิเคราะห์โรคมันสำปะหลังได้

4) ระบบจะต้องแสดงผลการวิเคราะห์โรคมันสำปะหลังได้

4. พัฒนาและทดสอบระบบ

4.1 การพัฒนาระบบ

งานวิจัยนี้ประยุกต์ใช้เทคนิคอิงกฎเกณฑ์ (Rule – Based System) ในการสร้างกฎเพื่อจำแนกพันธุ์และวิเคราะห์โรคมันสำปะหลัง ข้อมูลที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์เป็นข้อมูลที่รวบรวมมาจากกรมวิชาการเกษตร และการสอบถามผู้เชี่ยวชาญ โดยกฎที่สร้างจะถูกสร้างโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน ระบบนี้ถูกพัฒนาขึ้นบนรูปแบบเว็บแอปพลิเคชันโดยใช้ภาษาพีเอชพี (PHP) ร่วมกับฐานข้อมูลมายเอสคิวแอล (MySQL) และในรูปแบบโมบายแอปพลิเคชัน ใช้ภาษาเอชทีเอ็มแอล5 (HTML5) ร่วมกับภาษาพีเอชพี (PHP) และภาษาจาวา (JAVA)

4.2 การทดสอบระบบ

ในส่วนของการทดสอบระบบใช้การทดสอบแบบ Black Box Testing ซึ่งมีการทดสอบ function

ต่างๆ ของระบบตาม Requirements โดยการทดสอบระบบจะแบ่งตามผู้ใช้งาน 2 กลุ่ม คือ ผู้ใช้งานทั่วไปและผู้ดูแลระบบ และแบ่งการทดสอบระบบบนเว็บแอปพลิเคชัน และบนโมบายแอปพลิเคชัน

5. ประเมินผลการใช้งานระบบ

หลังจากที่ได้พัฒนาและทดสอบการทำงานของระบบแล้ว ได้มีการนำระบบไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน และผู้ใช้ทั่วไปจำนวน 30 คน ทำการประเมินการใช้งานระบบโดยใช้แบบสอบถามความพึงพอใจในการใช้งานระบบ ซึ่งมีเกณฑ์การให้คะแนนของแบบประเมินความพึงพอใจตามเกณฑ์ของลิเคิร์ต (Likert Scale) [8] มีเกณฑ์การประเมินดังนี้

ตารางที่ 1 เกณฑ์การให้คะแนนของแบบประเมินความพึงพอใจ

| เกณฑ์การให้คะแนน | | |
|------------------|------------|--|
| เชิง | เชิงปริมาณ | ความหมาย |
| คุณภาพ | | |
| มากที่สุด | 4.51– 5.00 | ผู้มีความพึงพอใจต่อระบบในระดับมากที่สุด |
| มาก | 3.51– 4.50 | ผู้มีความพึงพอใจต่อระบบในระดับมาก |
| ปานกลาง | 2.51– 3.50 | ระดับปานกลาง |
| น้อย | 1.51– 2.50 | ผู้มีความพึงพอใจต่อระบบในระดับน้อย |
| น้อยที่สุด | 1.00– 1.50 | ผู้มีความพึงพอใจต่อระบบในระดับน้อยที่สุด |

ผลการวิจัย

ผลการวิจัยแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

1. ผลที่ได้จากการสร้างกฎโดยผู้เชี่ยวชาญ

จากการรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับพันธุ์และโรคที่เกิดขึ้นกับมันสำปะหลัง คณะผู้วิจัยได้ให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน เป็นผู้สร้างกฎ ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลจากผู้เชี่ยวชาญทำให้ได้กฎที่ใช้ในการจำแนกพันธุ์มันสำปะหลัง ทั้งหมด 14 กฎ และได้กฎที่ใช้ในการวิเคราะห์โรคมันสำปะหลังทั้งหมด 69 กฎ โดยได้ยกตัวอย่างกฎบางส่วน ดังนี้

ตัวอย่างกฎที่ใช้ในการจำแนกพันธุ์มันสำปะหลัง

Rule 1:

If (สีของยอดอ่อน = สีม่วง) and (สีใบที่เจริญเต็มที่ = สีเขียวอมม่วง) and (ลักษณะแฉกกลางใบ = ใบหอกปลายมน) and (สีของก้านใบ = สีเขียวอมม่วง) and (สีของลำต้น = สีเขียวเงิน) and (สีของเปลือกหัว = สีน้ำตาลอ่อน) and (ลักษณะหัว = ยาวเรียวยาว) Then พันธุ์ระยอง 1

Rule 4:

If (สีของยอดอ่อน = สีเขียวอ่อน) and (สีใบที่เจริญเต็มที่ = สีเขียวอ่อน) and (ลักษณะแฉกกลางใบ = ใบหอก) and (สีของก้านใบ = สีเขียวอ่อน) and (สีของลำต้น = สีน้ำตาลอมส้ม) and (สีของเปลือกหัว = สีน้ำตาลเข้ม) and (ลักษณะหัว = ยาวเรียวยาว) Then พันธุ์ระยอง 90

Rule 7:

If (สีของยอดอ่อน = สีเขียวอ่อน) and (สีใบที่เจริญเต็มที่ = สีเขียวอ่อน) and (ลักษณะแฉกกลางใบ = ใบหอก) and (สีของก้านใบ = สีเขียวอ่อนอมชมพู) and (สีของลำต้น = สีน้ำตาลอ่อน) and (สีของเปลือกหัว = สีขาวนวล) and (ลักษณะหัว = กรวย) Then พันธุ์ระยอง 7

Rule 10:

If (สีของยอดอ่อน = สีม่วง) and (สีใบที่เจริญเต็มที่ = สีเขียวปนม่วง) and (ลักษณะแฉกกลางใบ = ใบหอก) and (สีของก้านใบ = สีเขียวอมม่วง) and (สีของลำต้น = สีเขียวเงิน) and (สีของเปลือกหัว = สีน้ำตาล) and (ลักษณะหัว = กรวยแฉกกระบอก) Then พันธุ์เกษตรศาสตร์ 50

Rule 14:

If (สีของยอดอ่อน = สีเขียวอมน้ำตาล) and (สีใบที่เจริญเต็มที่ = สีเขียวเข้ม) and (ลักษณะแฉกกลางใบ = ใบหอก) and (สีของก้านใบ = สีเขียวอ่อนแดง) and (สีของลำต้น = สีเขียวเงิน) and (สีของเปลือกหัว = สี

น้ำตาลเข้ม) and (ลักษณะหัว = กระบอกตวง) Then พันธุ์พิรุณ 1

ตัวอย่างกฎที่ใช้ในการวิเคราะห์โรคมันสำปะหลัง

Rule 1:

If (บริเวณที่เกิดโรค1 = ใบ) and (อาการของโรค1 = ใบเหี่ยวและใบไหม้) and (สภาพแวดล้อมที่ทำให้เกิดโรค = พื้นที่ที่มีฝนตกชุก) and (สาเหตุที่ทำให้เกิดโรค = เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย) Then โรคใบไหม้

Rule 5:

If (บริเวณที่เกิดโรค1 = ใบ) and (อาการของโรค1 = ใบเกิดจุดแผลสีน้ำตาลเป็นรูตรงกลางและขอบแผลมีสีเหลืองรอบจุด) and (สภาพแวดล้อมที่ทำให้เกิดโรค = สภาพอากาศแห้งแล้งและมีความชื้นต่ำ) and (สาเหตุที่ทำให้เกิดโรค = เกิดจากเชื้อรา) Then โรคใบจุดสีน้ำตาล

Rule 35:

If (บริเวณที่เกิดโรค1 = หัว) and (อาการของโรค1 = หัวเน่ามีกลิ่นเหม็น) and (บริเวณที่เกิดโรค2 = ใบ) and (อาการของโรค2 = ใบเหี่ยวแล้วร่วง) and (สภาพแวดล้อมที่ทำให้เกิดโรค = สภาพดินที่มีการระบายน้ำได้ยาก) and (สาเหตุที่ทำให้เกิดโรค = เกิดจากเชื้อรา) Then โรคหัวเน่าและ

Rule 47:

If (บริเวณที่เกิดโรค1 = ท่อนพันธุ์) and (อาการของโรค1 = รอบโคนท่อนพันธุ์เกิดเส้นใยสีขาว) and (สภาพแวดล้อมที่ทำให้เกิดโรค = สภาพดินที่มีการระบายน้ำได้ยาก) and (สาเหตุที่ทำให้เกิดโรค = เกิดจากเชื้อโรค) Then โรคหัวเน่าคอดิน

Rule 69:

If (บริเวณที่เกิดโรค1 = ลำต้น) and (อาการของโรค1 = ลำต้นบิดเบี้ยวและมีช่วงข้อถี่) and (บริเวณที่เกิดโรค2 = ยอด) and (อาการของโรค2 = ยอดหงิกงอและมีเพลี้ยสีขาว) and (สภาพแวดล้อมที่ทำให้เกิดโรค = สภาพอากาศแห้งแล้งและฝนทิ้งช่วงเป็นเวลานาน)

and (สาเหตุที่ทำให้เกิดโรค = เกิดจากแมลง) Then โรคเพลี้ยแป้ง

2. ผลที่ได้จากการพัฒนาระบบ

2.1 ผลที่ได้จากการพัฒนาในส่วนของเว็บแอปพลิเคชัน

1) หน้าจอจำแนกพันธุ์มันสำปะหลัง จะแสดงหัวข้อประกอบไปด้วย สีของยอดอ่อน สีใบเจริญเต็มที่ ลักษณะแฉกกลางใบ สีของก้านใบ สีของลำต้น สีของเปลือกหัว และลักษณะหัว ดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 หน้าจอจำแนกพันธุ์มันสำปะหลัง

2) หน้าจอผลการจำแนกพันธุ์มันสำปะหลังจะประกอบไปด้วย ชื่อพันธุ์มันสำปะหลังที่จำแนกได้ รูปภาพของพันธุ์มันสำปะหลังที่จำแนกได้ ข้อมูลสีของยอดอ่อน ข้อมูลสีใบเจริญเต็มที่ ข้อมูลลักษณะแฉกกลางใบ ข้อมูลสีของก้านใบ ข้อมูลสีของลำต้น ข้อมูลสีของเปลือกหัว ข้อมูลลักษณะหัว ข้อมูลลักษณะเด่นของพันธุ์มันสำปะหลังที่จำแนกได้ ข้อมูลจำกัดของพันธุ์มันสำปะหลังที่จำแนกได้ ดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 หน้าจอผลการจำแนกพันธุ์มันสำปะหลัง

3) หน้าจอวิเคราะห์โรคมันสำปะหลัง จะประกอบไปด้วย บริเวณที่เกิดโรค อาการของโรค สภาพแวดล้อมที่ทำให้เกิดโรค สาเหตุที่ทำให้เกิดโรค ดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 หน้าจอวิเคราะห์โรคมันสำปะหลัง

4) หน้าจอผลการวิเคราะห์โรคมันสำปะหลัง จะประกอบไปด้วย ชื่อโรคมันสำปะหลังที่วิเคราะห์ได้ รูปภาพโรคมันสำปะหลังที่วิเคราะห์ได้ รายละเอียดของโรคมันสำปะหลัง สภาพแวดล้อมที่ทำให้เกิดโรค สาเหตุที่ทำให้เกิดโรควิธีป้องกันและแก้ไขโรคมัน

สำปะหลัง รายละเอียดเพิ่มเติมเกี่ยวกับโรคมันสำปะหลังที่วิเคราะห์ได้ ดังรูปที่ 6



รูปที่ 6 หน้าจอผลการวิเคราะห์โรคมันสำปะหลัง

5) หน้าจอกราฟแสดงราคามันสำปะหลังย้อนหลัง ประกอบด้วย กราฟราคาหัวมัน มันเส้น แแบ่งมัน เป็นต้น ดังรูปที่ 7



รูปที่ 7 หน้าจอกราฟแสดงราคามันสำปะหลังย้อนหลัง

2.2 ผลที่ได้จากการพัฒนาในส่วนของโมบายแอปพลิเคชัน

1) หน้าจอจำแนกพันธุ์มันสำปะหลัง



รูปที่ 8 หน้าจอแรกของการจำแนกพันธุ์มันสำปะหลังบน โมบายแอปพลิเคชัน

2) หน้าจอผลการจำแนกพันธุ์มันสำปะหลัง ประกอบไปด้วยชื่อพันธุ์มันสำปะหลังที่จำแนกได้ รูปภาพของพันธุ์มันสำปะหลังที่จำแนกได้ ข้อมูลสีของยอดอ่อน ข้อมูลสีเขียวเจริญเต็มที่ ข้อมูลลักษณะแฉกกลางใบ ข้อมูลสีของก้านใบ ข้อมูลสีของลำต้น ข้อมูลสีของเปลือกหัว ข้อมูลลักษณะหัว ข้อมูลลักษณะเด่นของพันธุ์มันสำปะหลังที่จำแนกได้ ข้อจำกัดของพันธุ์มันสำปะหลังที่จำแนกได้ ดังรูปที่ 9



รูปที่ 9 หน้าจอผลการจำแนกพินธุ์มันสำปะหลังบนโมบายแอปพลิเคชัน

3) หน้าจอวิเคราะห์โรคมันสำปะหลัง จะประกอบไปด้วย บริเวณที่เกิดโรค อาการของโรค สภาพแวดล้อมที่ทำให้เกิดโรค และสาเหตุที่ทำให้เกิดโรคดังรูปที่ 10



รูปที่ 10 หน้าจอผลการวิเคราะห์โรคมันสำปะหลัง

3. ผลที่ได้จากการประเมินความพึงพอใจของระบบ

ตารางที่ 2 ผลการประเมินความพึงพอใจในการใช้งานระบบในแต่ละด้านจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน

| รายการประเมิน | \bar{x} | SD. | ระดับความพึงพอใจ |
|--|-------------|-------------|------------------|
| 1. การประเมินด้านการตรงตามความต้องการของผู้ใช้ (Functional Requirement Test) | 4.32 | 0.56 | มาก |
| 2. การประเมินด้านการทำงานได้ตามฟังก์ชันงานของระบบ(Function Test) | 4.32 | 0.48 | มาก |
| 3. การประเมินด้านความง่ายต่อการใช้งานระบบ (Usability Test) | 4.08 | 0.49 | มาก |
| 4. การประเมินด้านการรักษาความปลอดภัยของข้อมูลในระบบ (Security Test) | 4.30 | 0.48 | มาก |
| เฉลี่ยรวม | 4.25 | 0.51 | มาก |

จากตารางที่ 2 พบว่าความพึงพอใจในภาพรวมของระบบจากผู้เชี่ยวชาญมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.25 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.51 ซึ่งมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก และพบว่ามีผลการประเมินความพึงพอใจของระบบที่มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด 2 ด้าน คือ

- 1) ด้านการตรงตามความต้องการของผู้ใช้ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.32 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.56 ซึ่งมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก
- 2) ด้านการทำงานได้ตามฟังก์ชันงานของระบบ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.32 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.48 ซึ่งมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก

ตารางที่ 3 ผลการประเมินความพึงพอใจในการใช้งานระบบจากผู้ใช้งานทั่วไป จำนวน 30 คน

| รายการประเมิน | \bar{x} | SD. | ระดับความพึงพอใจ |
|---|-------------|-------------|------------------|
| 1. ความสามารถของการจำแนกพันธุ์มันสำปะหลังโดยใช้กฎ | 4.67 | 0.55 | มากที่สุด |
| 2. ความสามารถของการวิเคราะห์โรคมันสำปะหลังโดยใช้กฎ | 4.80 | 0.48 | มากที่สุด |
| 3. ความสามารถของระบบในการแสดงผลการจำแนกพันธุ์และวิเคราะห์โรคมันสำปะหลังพร้อมทั้งวิธีการป้องกันแก้ไขโรคมันสำปะหลัง | 4.47 | 0.63 | มาก |
| 4. ความถูกต้องต่อการแสดงข้อมูลในการสืบค้น | 4.63 | 0.56 | มากที่สุด |
| 5. ความสามารถในการแสดงผลราคามันสำปะหลัง | 4.27 | 0.74 | มาก |
| 6. ความง่ายต่อการใช้งานของระบบ | 4.20 | 0.48 | มาก |
| 7. ความเหมาะสมต่อการกำหนดสีของหน้าจอโดยภาพรวม | 3.57 | 0.73 | มาก |
| 8. ความเหมาะสมต่อรูปแบบตัวอักษรที่เลือกใช้ | 3.60 | 0.81 | มาก |
| 9. ความเหมาะสมในการแสดงผลรูปภาพ | 4.13 | 0.73 | มาก |
| 10. ความเหมาะสมในการปฏิสัมพันธ์โต้ตอบกับผู้ใช้ | 4.33 | 0.61 | มาก |
| เฉลี่ยรวม | 4.27 | 0.75 | มาก |

จากตารางที่ 3 พบว่าความพึงพอใจในภาพรวมของระบบจากผู้ใช้งานทั่วไป มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.27 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.75 ซึ่งมีความพึง

พอใจอยู่ในระดับมาก และพบว่ามีการประเมินความพึงพอใจของระบบที่มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด 2 ลำดับ คือ

1) ด้านความสามารถของการวิเคราะห์โรคมันสำปะหลังโดยใช้กฎ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.80 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.48 ซึ่งมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก

2) ด้านความสามารถของการจำแนกพันธุ์มันสำปะหลังโดยใช้กฎ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.67 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.55 ซึ่งมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก

สรุปและข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้ได้ออกแบบและพัฒนาระบบจำแนกพันธุ์และวิเคราะห์โรคมันสำปะหลังด้วยเทคนิคอิงกฎเกณฑ์ ซึ่งเทคนิคที่นำมาใช้คือ เทคนิคอิงกฎเกณฑ์ (Rule Base System) โดยกฎที่ใช้ในการจำแนกพันธุ์และวิเคราะห์โรคที่เกิดขึ้นกับมันสำปะหลังถูกสร้างโดยผู้เชี่ยวชาญทางการเกษตรจำนวน 5 คน ข้อมูลที่นำมาใช้ในการศึกษาค้างนี้เป็นข้อมูลที่รวบรวมมาจากกรมวิชาการเกษตร และการสอบถามจากผู้เชี่ยวชาญระบบนี้ถูกพัฒนาขึ้นมารูปแบบเว็บแอปพลิเคชัน โดยใช้ภาษาพีเอชพี (PHP) ร่วมกับฐานข้อมูลมายเอสคิวแอล (MySQL) และในรูปแบบโมบายแอปพลิเคชัน ใช้ภาษาเอชทีเอ็มแอล5 (HTML5) ร่วมกับภาษาพีเอชพี (PHP) และภาษาจาวา (JAVA) โดยระบบที่พัฒนาขึ้นนี้แบ่งผู้ใช้ออกเป็น 2 กลุ่ม คือ

กลุ่มที่ 1 ผู้ใช้งานทั่วไป สามารถจำแนกพันธุ์มันสำปะหลังได้ สามารถดูผลการจำแนกพันธุ์มันสำปะหลังได้ สามารถวิเคราะห์โรคมันสำปะหลังได้ สามารถดูผลการวิเคราะห์โรคมันสำปะหลังได้ สามารถค้นหาโรคมันสำปะหลังได้ สามารถดูราคามันสำปะหลังประจำวันได้ สามารถดูราคามันสำปะหลังย้อนหลังและยังสามารถเปรียบเทียบราคามันสำปะหลังย้อนหลังในรูปแบบของกราฟได้

กลุ่มที่ 2 ผู้ดูแลระบบ สามารถแก้ไขข้อมูลส่วนตัวได้ สามารถจัดการข้อมูลพันธุ์มันสำปะหลังได้ สามารถจัดการข้อมูลโรคที่เกิดกับมันสำปะหลังได้ และสามารถจัดการราคามันสำปะหลังย้อนหลังได้

หลังจากที่พัฒนาระบบเรียบร้อยแล้วได้นำระบบไปทดสอบด้านการใช้งาน และทดสอบความพึงพอใจจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน พบว่าความพึงพอใจในภาพรวมของระบบจากผู้เชี่ยวชาญมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.25 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.51 ซึ่งมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก และทดสอบความพึงพอใจจากผู้ใช้งานระบบจำนวน 30 คน พบว่าความพึงพอใจในภาพรวมของระบบจากผู้ใช้งานทั่วไป มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.27 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.75 ซึ่งมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ซึ่งสามารถสรุปได้ว่าระบบที่พัฒนาขึ้นมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก จากผลการวิจัยพบว่ามีผลสอดคล้องกับแนวคิดของวริณศศิญา พงษ์เกษ และวงกต ศรีอุไร [6] ว่าการประยุกต์ใช้เทคนิคอิงกฎเกณฑ์สามารถนำกฎที่สร้างขึ้นมาใช้ในการจำแนกข้อมูลได้ ซึ่งจากผลของงานวิจัยฉบับนี้แสดงให้เห็นว่ากฎที่สร้างขึ้นสามารถนำไปใช้ในการจำแนกข้อมูลพันธุ์และโรคของมันสำปะหลังได้เป็นอย่างดี

แนวทางในการพัฒนาระบบในอนาคต ควรเพิ่มความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูลโดยอาจมีการนำภาพของมันสำปะหลังหรือลักษณะมันสำปะหลังเข้าสู่ระบบแล้วให้ระบบวิเคราะห์ข้อมูลจากภาพซึ่งอาจมีการนำเทคนิคทางการประมวลผลภาพ (Image Processing) มาประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลดังกล่าว และควรเลือกเทคนิคในการจำแนกพันธุ์และวิเคราะห์โรคมันสำปะหลังที่มีความซับซ้อนเพิ่มขึ้น เพื่อให้การจำแนกพันธุ์และวิเคราะห์โรคมีความถูกต้องแม่นยำมากขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- [1] คณะทำงานโครงการเพิ่มผลผลิตมันสำปะหลังโดยการกระจายพันธุ์ดีและการขยายท่อนพันธุ์สะอาด กรมวิชาการเกษตร. 2552. การจำแนกพันธุ์มันสำปะหลัง.
- [2] อุบลไปโอเอทานอล, http://www.guideubon.com/news/view.php?t=115&s_id=3542&d_id=3542.
- [3] บุญเจริญ ศิริเนาวกุล.2559.การแสดงความรู้ด้วยกฎ. (Rule-Based Representation).<http://teacher.en.rmutt.ac.th/ktw/Resources/Full%20paper%20PDF/Chapter05%20Rule%20Based%20Representation.pdf>.
- [4] พัชราภรณ์ ราชประดิษฐ์ และจันทนา จันทราพรชัย.2556. ระบบผู้เชี่ยวชาญเพื่อวินิจฉัยโรคข้าว. Veridian E-Journal, SU Vol.6 No.1 January – April.
- [5] สุปราณี คำแหงพล และกาญจนา วิริยะพันธ์. ระบบสนับสนุนการตัดสินใจโดยอิงกฎเกณฑ์สำหรับคัดเลือกบุคลากร. การประชุมวิชาการระดับชาติ ด้านคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ ครั้งที่ 8 (NCCIT2012) 9-10 พฤษภาคม 2555 ณ โรงแรมดุสิตธานี พัทยา ประเทศไทย.
- [6] วริณศศิญา พงษ์เกษ และวงกต ศรีอุไร. 2558. การพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่องานซ่อมบำรุงคอมพิวเตอร์โดยใช้เทคนิคระบบ แดวคอยร่วมกับเทคนิคอิงกฎเกณฑ์ : กรณีศึกษาโรงเรียนปทุมราชวงศา จังหวัดอำนาจเจริญ. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มทร. รัษฎบุรี ปีที่ : 5 ฉบับที่ : 2 : 85-95.
- [7] สำนักงานเกษตรจังหวัดยโสธร.2557.เอกสารประกอบการอบรมเตรียมความพร้อมเกษตรกร โครงการพัฒนากระบวนการผลิตพืชเศรษฐกิจ กิจกรรมพัฒนากระบวนการผลิตมันสำปะหลัง.จังหวัดยโสธร.
- [8] ราตรี นันทสุคนธ์.2554.การวิจัยในชั้นเรียนและการวิจัยพัฒนาการเรียนการสอน. กรุงเทพฯ:จุดทอง จำกัด.