

การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับแนะนำการใช้ปุ๋ยและรูปแบบการใช้ปุ๋ย แบบผสมผสานที่เหมาะสมกับชนิดของดินและพืช

The Computer Software Development for recommending the use of Fertilizer and Integrated Fertilizing System which Suitable for Soil Type and Plant

พงษ์ศักดิ์ ศิริโสม

สาขาวิชาคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ ภาควิชาวิทยาศาสตร์ประยุกต์

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์

Email: pongsak@nsru.ac.th

บทคัดย่อ

การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับแนะนำการใช้ปุ๋ยและรูปแบบการใช้ปุ๋ยแบบผสมผสานที่เหมาะสมกับชนิดของดินและพืช มีวัตถุประสงค์ เพื่อช่วยเกษตรกรในการตรวจสอบข้อมูลชนิดของดิน และพืชที่ต้องการเพาะปลูกและปริมาณการใช้ปุ๋ยที่เหมาะสม โดยโปรแกรมสามารถคำนวณปริมาณการใช้ปุ๋ย อัตราส่วนการใช้ปุ๋ยแต่ละประเภทและแบบผสมผสาน ตามชนิดของดินและพืชที่ต้องการปลูกได้อย่างรวดเร็ว โดยใช้สถาปัตยกรรม Client/Server แบบทูเทียร์ (two-tier) และเทคโนโลยีพื้นฐานของอินเทอร์เน็ต ใช้ภาษา C#.net ในการพัฒนา และใช้ MS SQL 2005 เป็นระบบจัดการฐานข้อมูล

ประเมินผลโดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน และผู้ใช้ทั่วไป ซึ่งได้แก่ เกษตรกรและผู้สนใจทั่วไป จำนวน 20 คน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ผลการประเมินคุณภาพของระบบใช้สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistics) การวัดค่ากลางของข้อมูลใช้ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Arithmetic Mean) การวัดการกระจายของข้อมูลใช้ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) และการทดสอบค่าเฉลี่ยกลุ่มตัวอย่างหนึ่งกลุ่มด้วยค่าที่ (t-test) โดยให้ค่านัยสำคัญทางสถิติ (α) เท่ากับ .05

จากการทดสอบความสามารถของโปรแกรมในด้านต่างๆ ด้วยวิธี Black Box Testing โดยผู้เชี่ยวชาญพบว่า ค่าเฉลี่ยเลขคณิตเท่ากับ 4.42 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.49 ช่วงความเชื่อมั่น 95% เท่ากับ 0.22 จะได้ t (คำนวณ) เท่ากับ 4.15 และผลการประเมินความสามารถของโปรแกรมในด้านต่างๆ ด้วยวิธี Black Box Testing โดยผู้ใช้ทั่วไปพบว่า ค่าเฉลี่ยเลขคณิต เท่ากับ 4.47 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.50 ช่วงความเชื่อมั่น 95% เท่ากับ 0.22 จะได้ t (คำนวณ) เท่ากับ 8.70 จึงสรุปได้ว่าประสิทธิภาพของโปรแกรม มีค่าระดับประสิทธิภาพอยู่ในระดับดีถึงดีมาก สามารถนำมาประยุกต์ใช้งานได้จริงอย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ : โปรแกรมคอมพิวเตอร์ การใส่ปุ๋ย ชนิดของดิน การเพาะปลูกพืช ปุ๋ยแบบผสมผสาน

Abstract

The computer software development for recommending the use of fertilizer and integrated fertilizing system which suitable for soil type and plant was developed by applying the Client/Server architecture as two-tier type. It can be divided to two sections, server and client. Server is used for data collection, data processing, and data transferring. Client sends the request to server for its services by using internet and web server technology. Software was written by C#.net, and MS SQL 2005 was used as DBMS.

The results were evaluated by five specialists and twenty users. Descriptive statistics were applied to analyze the accuracy of the output including: arithmetic mean, standard deviation, and t-test which statistical significance (α) is equals to 0.05.

The results from program testing with Black Box Testing by experts were following: 4.42 for arithmetic mean, 0.49 for standard deviation, 0.22 for 95% of confidence interval, and 4.15 for t value. In addition, The evaluation from general users shown that 4.47 for arithmetic mean, 0.50 for standard deviation, 0.22 for 95% of confidence interval, and 8.70 for t value.

Conclusion, it could be say that software performance is outstanding, and software can be applied to the real work effectively.

Keyword: computer software; fertilizing system; soil type; plant; blended fertilizers

บทนำ

ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรมมีพื้นที่เพาะปลูกประมาณ 131.25 ล้านไร่ จากพื้นที่ทั้งหมดประมาณ 321.25 ล้านไร่ ประชากรส่วนใหญ่ของประเทศ ร้อยละ 62.01 ประกอบอาชีพภาคเกษตรกรรม ซึ่งเกษตรกรยังขาดความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับการใช้ปุ๋ยที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพให้สอดคล้องกับชุดดินและชนิดของพืช ปัจจุบันจะเห็นได้ว่าเกษตรกร มีการใช้ปุ๋ย ยา และสารเคมีในปริมาณที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ซึ่งเป็นผลทำให้ต้นทุนการผลิตของเกษตรกรสูงขึ้น รวมทั้งทำให้เกิดมลภาวะทางสิ่งแวดล้อมและสุขอนามัยของเกษตรกรเอง [1]

ในขณะที่ประเทศไทยยังไม่สามารถผลิตแม่ปุ๋ยเคมีได้อย่างเพียงพอ จึงต้องนำเข้าแม่ปุ๋ยมาจากต่างประเทศ เพิ่มขึ้น [2] ประกอบกับเกษตรกรหาซื้อแม่ปุ๋ยได้ยากและมีราคาแพง ในขณะเดียวกันก็พบว่าประเทศไทยมีปริมาณวัสดุอินทรีย์ (มูลสัตว์ ปริมาณวัสดุอินทรีย์ และเศษพืช) จำนวนมาก ประมาณ 45 ล้านตันต่อปี ถ้าเกษตรกรสามารถนำวัสดุอินทรีย์มาใช้ร่วมกับปุ๋ยเคมี ได้อย่างมีประสิทธิภาพก็จะช่วยลดต้นทุนการผลิต และลดมลภาวะสิ่งแวดล้อมได้ การนำวัสดุอินทรีย์มาใช้ร่วมกับปุ๋ยเคมีของเกษตรกรในปัจจุบันยังไม่ประสบผลสำเร็จและเป็นที่ยอมรับหลายเท่าที่ควร เนื่องจากเกษตรกรยังไม่สามารถคำนวณอัตราส่วนที่เหมาะสมระหว่างธาตุอาหารในแต่ละชุดดินกับธาตุอาหารที่มีในปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยเคมี รวมทั้ง

ความต้องการของพืชแต่ละชนิดได้อย่างรวดเร็วและถูกต้อง ทำให้เกษตรกรใช้ปุ๋ยปริมาณมากเกินไปจนจำเป็น และเป็นการเพิ่มต้นทุนการผลิต รวมทั้งลดศักยภาพความสามารถในการแข่งขันด้านการส่งออกสินค้าทางการเกษตรของไทยอีกด้วย

ในปัจจุบันคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศได้เข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวันของเรามากขึ้น และยังเป็นสื่อที่สามารถเข้าถึงได้ง่ายโดยไม่มีข้อจำกัดเรื่องเวลาและสถานที่อีกต่อไป ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับแนะนำการใช้ปุ๋ย เพื่อช่วยเกษตรกรในการตรวจสอบข้อมูลประเภทของดิน และชนิดของพืชให้เหมาะสมกับประเภทของดิน รวมทั้งปริมาณการใช้ปุ๋ยที่เหมาะสม โดยโปรแกรมสามารถคำนวณอัตราส่วนการใช้ปุ๋ยตามประเภทของดินและพืชที่เกษตรกรต้องการปลูกได้อย่างรวดเร็วซึ่งจะเป็นการแก้ปัญหาต้นทุนการผลิตการนำเข้าปุ๋ยเคมีจากต่างประเทศ และเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมได้เป็นอย่างดี

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ทัศนีย์ อุตตะนันท์ และคณะ [3] ได้พัฒนาคำแนะนำปุ๋ยที่มีความแม่นยำ หรือเรียกสั้นๆ ว่า “ปุ๋ยสั่งตัด” สำหรับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ข้าวและอ้อย (ภาคอีสาน) โดยมีเป้าหมายให้เกษตรกรใช้ปุ๋ยเคมีอย่างมีประสิทธิภาพได้ด้วยตนเอง ซึ่งนอกจากจะทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น และต้นทุนการผลิตลดลงแล้ว ยังช่วย

ลดการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช ซึ่งจะช่วยลดปัญหาสุขภาพ ลดมลภาวะในสิ่งแวดล้อม และลดก๊าซเรือนกระจกอีกด้วย เทคโนโลยี “ปุ๋ยสั่งตัด” ประกอบด้วย 3 นวัตกรรม คือ (1) คำแนะนำ “ปุ๋ยสั่งตัด” ที่พัฒนาจากแบบจำลองการปลูกพืชและระบบสนับสนุนการตัดสินใจ เป็นการใช้ระบบสารสนเทศมาพัฒนาคำแนะนำการใช้ปุ๋ย ซึ่งแบบจำลองการปลูกพืชพัฒนาโดยใช้โปรแกรม MS-Access ประกอบด้วยฐานข้อมูลดิน พืช และภูมิอากาศ และคำนวณผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ด้วย (2) ชุดตรวจสอบ เอ็น-พี-เค ในดิน ที่งานได้ประดิษฐ์และนำชุดตรวจสอบนี้ ออกเผยแพร่ ทำให้เกษตรกรวิเคราะห์ดินได้ด้วยตนเอง (3) กระบวนการถ่ายทอดเทคโนโลยีแบบมีส่วนร่วมที่เพิ่มขีดความสามารถของเกษตรกรในการพึ่งตนเอง จากการสรุปค่าใช้จ่ายเทคโนโลยี “ปุ๋ยสั่งตัด” ในการปลูกข้าวเขตชลประทาน 15 ล้านไร่ ชาวนาจะลดต้นทุนการผลิตได้ 15,000 ล้านบาทต่อปี ชาวไร่ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในพื้นที่ 6 ล้านไร่ จะมีกำไรเพิ่มขึ้น 10,000 ล้านบาทต่อปี และชาวไร่ถั่วในพื้นที่ 6 ล้านไร่ จะมีกำไรเพิ่มขึ้น 12,000 ล้านบาทต่อปี

ธิดารัตน์ ต่อสุข และคณะ [4] ได้พัฒนาโปรแกรมบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ โดยประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ (Cloud Technology) ที่สามารถให้บริการผ่านระบบอินเทอร์เน็ตได้โดยตรง ในการดึงข้อมูลผลิตผลทางการเกษตรหลักของประเทศ ได้แก่ ข้าว ปาล์ม ยาง และถั่ว โดยระบบมีการจำลองหาความคุ้มค่าในการทำเกษตรกรรมและให้ข้อมูลพันธุ์พืชที่เหมาะสมในแต่ละภูมิภาค พร้อมทั้งข้อมูลด้านการเกษตรต่างๆ ที่เกี่ยวข้องเพื่อช่วยเกษตรกรในการวางแผนและตัดสินใจคำนวณความคุ้มค่าในการทำเกษตรให้เกิดประโยชน์สูงสุด

โปรแกรมประยุกต์แบ่งการทำงานออกเป็นสองฟังก์ชันหลัก คือการคำนวณหาความคุ้มค่าในการทำเกษตรตามภูมิภาคและพันธุ์พืช และส่วนการค้นหาข้อมูลประกอบในการทำการเกษตรให้ทันสมัยเป็นปัจจุบันโดยประยุกต์ใช้ระบบคลาวด์ โดยโปรแกรมประยุกต์ที่พัฒนาขึ้นสามารถช่วยวิเคราะห์หาความคุ้มค่าทางการเกษตร ซึ่งจะมีการคำนวณปัจจัยที่มีผล

ต่อต้นทุนและผลกำไร/ขาดทุน อีกทั้งยังสามารถบอกพันธุ์พืชที่เหมาะสมในการเพาะปลูกสำหรับภาคนั้นๆ พร้อมบอกช่วงเวลาที่เหมาะสมอีกด้วยซึ่งจะทำให้ผู้ใช้สามารถเปรียบเทียบต้นทุนและผลกำไรก่อนทำการเพาะปลูกจริงได้ส่วนของการให้ข้อมูลพืชชนิดต่างๆ มีการดึงข้อมูลจากฐานข้อมูลบนระบบคลาวด์ ผู้ได้ทดลองใช้โปรแกรมฯ ให้คะแนนในระดับดี อยู่ที่คะแนนเฉลี่ย 4.1 เต็ม 5

2. เว็บเบสแอปพลิเคชัน (Web-based Application)

คือโปรแกรมหรือกลุ่มของโปรแกรมที่ได้รับการพัฒนาขึ้นมาเพื่อใช้งานในบริการ WWW ของระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตหรือเครือข่ายอินทราเน็ต ที่ใช้โปรโตคอล TCP/IP เป็นมาตรฐานในการสื่อสารข้อมูล โดยผู้ใช้สามารถติดต่อสื่อสาร หรือเรียกใช้งานโปรแกรม Web-based Application ได้โดยใช้โปรแกรมเว็บเบราว์เซอร์

3. การโปรแกรมเชิงวัตถุ (Object-oriented programming)

เป็นเทคนิคการเขียนโปรแกรม ที่ส่งเสริม และสนับสนุนให้การโปรแกรมมีโครงสร้างที่ดี มีความน่าเชื่อถือ เป็นแนวความคิดใหม่ ในการพัฒนาระบบงาน และโปรแกรมคอมพิวเตอร์ โดยพิจารณากลุ่มคำสั่งต่างๆ เป็นวัตถุ และการเขียนโปรแกรมเชิงวัตถุ ก็คือ การนำวัตถุต่างๆ มารเรียงต่อกัน โดยที่ผู้ใช้ไม่ต้องเข้าใจลักษณะภายในของวัตถุนั้นๆ เพียงแต่ทราบวิธีวิธีการที่จะเรียกใช้วัตถุแต่ละชิ้นเป็นอย่างไรก็พอแล้ว

แนวความคิดในการเขียนโปรแกรมเชิงวัตถุ ประกอบไปด้วยแนวคิดเกี่ยวกับ ชนิด (Type) คลาส (Class) และวัตถุ (Object) ชนิด คือ กลุ่มของชนิดข้อมูล คลาส (Class) คือ กลุ่มของชนิดข้อมูลซึ่งอาจจะประกอบด้วยฟังก์ชัน หรือกระบวนการ (Procedure) ด้วย ส่วนวัตถุ (Object) ของคลาสหนึ่งๆ จะเป็นค่าชนิดของข้อมูล หรือตัวแปร ซึ่งมีค่าเป็นชนิดของข้อมูลนั้นๆ [5]

4. C#.NET

C# ถูกพัฒนาขึ้นโดยเป็นส่วนหนึ่งในการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานของ .NET Framework เป็น

การนำข้อดีของภาษาต่างๆ เช่น ภาษา Delphi ภาษา C++ มาปรับปรุงเพื่อให้มีความเป็น OOP (Object-oriented Programming) มากขึ้น ขณะเดียวกันก็ลดความซับซ้อนในโครงสร้างของภาษาลง และมีสิ่งที่เป็นความจำเป็นน้อยลงเมื่อเทียบกับ ภาษา Java C# พัฒนาโดยบริษัทไมโครซอฟท์ มีพื้นฐานจาก C++ และมีบางส่วนของการทำงานคล้ายกับภาษา JAVA โดยมีการออกแบบให้ทำงานกับ .NET Platform ของบริษัทไมโครซอฟท์ มีจุดมุ่งหมายเพื่ออำนวยความสะดวกในการแลกเปลี่ยนสารสนเทศและบริการผ่านเว็บไซต์ ทำให้ผู้พัฒนาระบบสามารถสร้างโปรแกรมประยุกต์ในขนาดกะทัดรัดได้ C# ทำให้การเขียนโปรแกรมง่ายขึ้นผ่านการใช้ Extensible Markup Language (XML) และ Simple Object Access Protocol (SOAP) ภาษา C# ถูกรับรองจากหน่วยงาน ECMA (The European Carton Makers Association) ซึ่งเป็น หน่วยงาน กำหนดมาตรฐานสากลด้านสารสนเทศ และ ISO ปัจจุบันบริษัทไมโครซอฟท์ยังพัฒนาภาษานี้อย่างต่อเนื่อง [6]

5. Microsoft SQL Server

เป็นโปรแกรมสำหรับการบริหารจัดการฐานข้อมูลของบริษัทไมโครซอฟท์ ในรูปแบบของ Relational Database Management System หรือที่เรียกว่า RDBMS ซึ่งจะจัดการข้อมูลให้กับผู้ใช้บริการต่างๆ รองรับการทำงานได้จำนวนมาก และมีความสามารถเทียบเท่ากับระบบฐานข้อมูลอื่น ๆ เช่น Oracle, DB2, Informix เป็นต้น โดยมีคุณสมบัติเด่นในด้าน User Interface ที่ใช้งานได้ง่ายภายใต้การจัดการของ Microsoft SQL Server นั้น จะมีฐานข้อมูลที่ Microsoft SQL Server จะต้องใช้ติดตั้งให้โดยอัตโนมัติเมื่อติดตั้งโปรแกรม โดยฐานข้อมูลนี้จะอยู่ในกลุ่มของ System Database ซึ่งแต่ละฐานข้อมูลจะมีหน้าที่ในการทำงานต่างๆ ดังนี้ [7]

5.1 Master Database ใช้สำหรับเก็บข้อมูลที่สำคัญของระบบ หากฐานข้อมูลนี้มีปัญหาจะส่งผลกระทบต่อการทำงานของ Microsoft SQL Server

5.2 MSDB Database ใช้สำหรับเก็บข้อมูลที่ถูกใช้โดยบริการของ SQL Server Agent ซึ่งเป็นบริการที่ทำงานอัตโนมัติ

5.3 Database Distribution Database ใช้ในการ Replication ของฐานข้อมูล เพื่อให้ข้อมูลของ Microsoft SQL Server แต่ละแห่งมีค่าตรงกัน

5.4 Model Database เป็นฐานข้อมูลที่เป็นต้นแบบ (Database Template) กรณีเมื่อต้องการสร้างฐานข้อมูลใหม่ Microsoft SQL Server จะใช้ Model Database นี้มาเป็นตัวต้นแบบ

5.5 TempDB Database ใช้ในการเก็บข้อมูลชั่วคราว (Temporary) โดยจะลบข้อมูลทุกครั้งที่มีการ Restart Service หรือ Shutdown ระบบ

6. ไคลเอนต์/เซิร์ฟเวอร์ (Client/Server)

เป็นรูปแบบหนึ่งของเครือข่ายแบบ server-based โดยจะมีคอมพิวเตอร์หลักเครื่องหนึ่งทำหน้าที่เป็นเซิร์ฟเวอร์ (server) หรือผู้ให้บริการกับเครื่องลูกข่าย หรือไคลเอนต์ (client) ที่ร้องขอเข้ามาซึ่งจะไม่ได้ทำหน้าที่ประมวลผลทั้งหมดให้เครื่องลูกข่าย เซิร์ฟเวอร์ทำหน้าที่เสมือนเป็นที่เก็บข้อมูลระยะไกล (remote disk) และประมวลผลบางอย่างให้กับไคลเอนต์เท่านั้น เช่น การประมวลผลคำสั่งในการดึงข้อมูลจากเซิร์ฟเวอร์ฐานข้อมูล (database server) เป็นต้น [8]

ขั้นตอนวิธีการดำเนินการวิจัย

1. ขั้นตอนการพัฒนาโปรแกรม

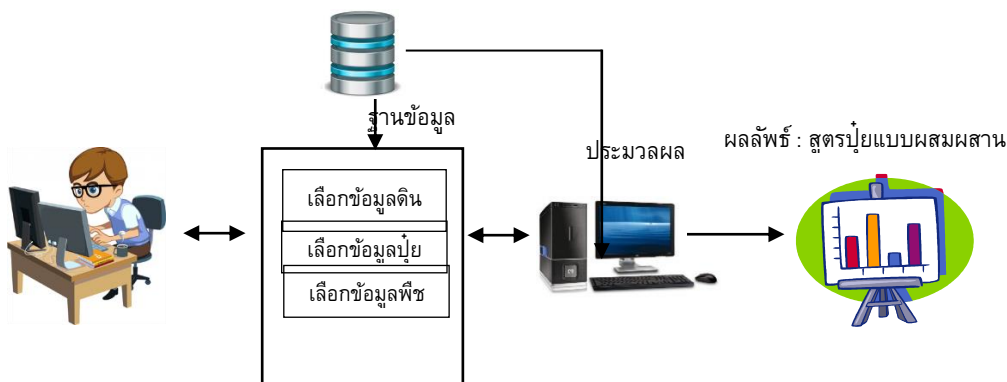
การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับแนะนำการใช้ปุ๋ยและรูปแบบการใช้ปุ๋ยแบบผสมผสานที่เหมาะสมกับชนิดของดินและพืช มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1.1 ศึกษาปัญหาและความต้องการของระบบ ขั้นตอนการศึกษาปัญหาและความต้องการของระบบ ผู้วิจัยได้ศึกษาเกี่ยวกับชุดดิน พืชของดิน ปุ๋ยอินทรีย์ ปุ๋ยเคมี ปริมาณธาตุอาหาร เอน พี เค ทั้งในชุดดิน ในปุ๋ยอินทรีย์ ในปุ๋ยเคมี และในพืช ตลอดจนการคำนวณหาอัตราส่วนของปุ๋ยที่เหมาะสมกับชนิดของดินและพืชที่ต้องการปลูก และศึกษาทฤษฎีเทคนิคการวิเคราะห์ทางสถิติวิธีต่างๆ ที่นักวิจัยจะนำไปใช้วิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น ตลอดจนโปรแกรมหรือระบบสารสนเทศที่เกี่ยวข้อง [9]-[10] โดยรวบรวมข้อมูลจากหนังสือ งานวิจัย และเอกสารต่างๆ เพื่อใช้เป็น

แนวทางในการออกแบบ รวมถึงการศึกษาเครื่องมือในการพัฒนาระบบต่อไป

1.2 การวิเคราะห์และออกแบบโปรแกรม ขั้นตอนในการวิเคราะห์ระบบนี้ได้ทำการออกแบบฐานข้อมูลปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ ดิน และฐานข้อมูลพืช

โดยใช้ข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์จากเกษตรกรและผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้อง ออกแบบขั้นตอนการทำงานหน้าจอตีตต่อกับผู้ใช้ ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 ภาพรวมการออกแบบโปรแกรม

1.3 การพัฒนาโปรแกรม พัฒนาโปรแกรมบนเว็บในรูปแบบเว็บเบสแอปพลิเคชัน (web based application) โดยใช้เทคนิคการเขียนโปรแกรมเชิงวัตถุด้วยภาษา C#.net และใช้ MS SQL 2005 เป็นระบบจัดการฐานข้อมูล

1.4 การทดสอบระบบ ขั้นตอนการทดสอบเพื่อหาประสิทธิภาพของโปรแกรม ผู้วิจัยใช้วิธีการทดสอบแบบ “Black box Testing” [11-13] โดยการกำหนดข้อมูลเกี่ยวกับดินและพืชที่ต้องการปลูกในกรณีต่าง ๆ เข้าไปในโปรแกรม เพื่อให้โปรแกรมทำการประมวลผลและแสดงผลลัพธ์ออกมา จากนั้นนำผลลัพธ์ที่ได้มาเปรียบเทียบกับผลลัพธ์ที่ได้จากการทดลองปลูกในแปลงทดลอง

1.5 การประเมินผล ประเมินผลประสิทธิภาพของโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นในด้านต่าง ๆ โดยใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการเก็บข้อมูล กับกลุ่มผู้ใช้งาน ได้แก่ เกษตรกร และกลุ่มผู้เชี่ยวชาญด้านคอมพิวเตอร์ และด้านการเกษตร ในประเด็นต่อไปนี้

1) ด้าน Functional Requirement Test เป็นการประเมินความสามารถของโปรแกรมว่าตรงตามความต้องการมากน้อยเพียงใด

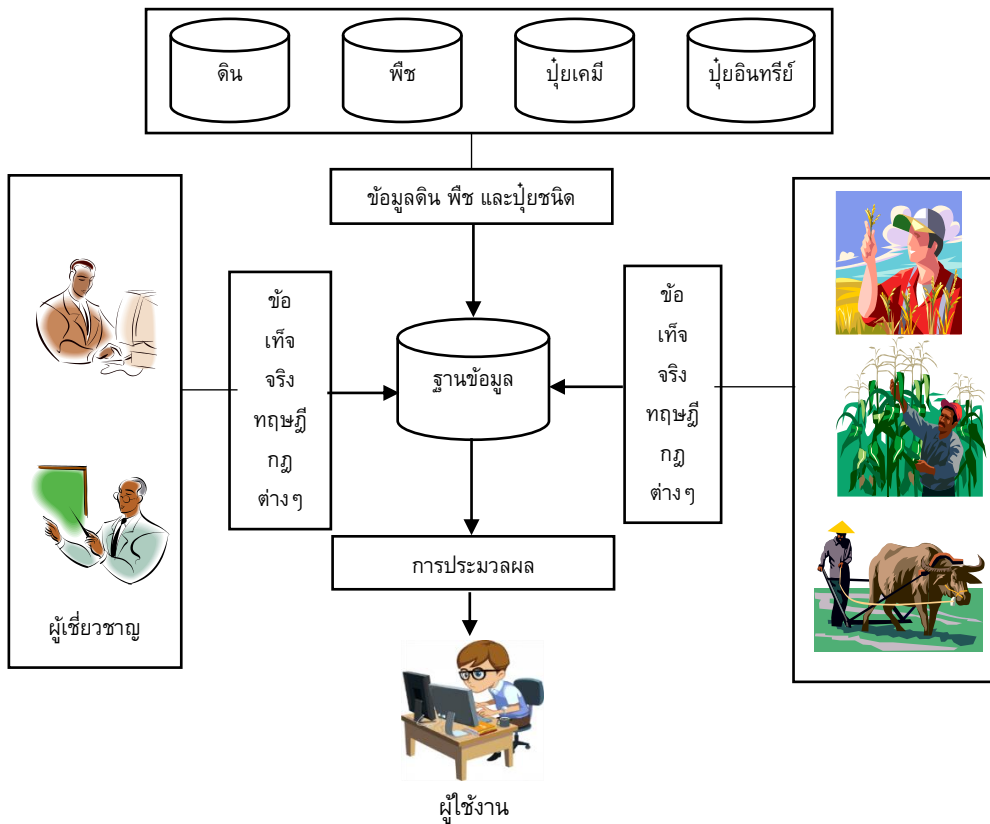
2) ด้าน Validity Test เป็นการประเมินความถูกต้องในการทำงานของโปรแกรมว่าสามารถทำงานได้ถูกต้องได้มากน้อยเพียงใด

3) ด้าน Usability Test เป็นการประเมินลักษณะการใช้งานของโปรแกรมว่ามีความง่ายต่อการใช้งานมากน้อยเพียงใด

1.6 การสรุปผลและข้อเสนอแนะ ขั้นตอนนี้เป็นสรุปผลการวิจัยทั้งหมดจะประกอบไปด้วยเอกสารต่างๆ ปัญหาและข้อเสนอแนะต่างๆ ในการวิจัย

2. ภาพรวมของระบบ

โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับแนะนำการใช้ปุ๋ยและรูปแบบการใช้ปุ๋ยแบบผสมผสานที่เหมาะสมกับชนิดของดินและพืช ประกอบด้วยข้อมูล ปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ ดิน และพืช ความรู้จากผู้เชี่ยวชาญด้านการเกษตร เกษตรกร ปรชาญชาวบ้านเพื่อนำมาสร้างเป็นฐานข้อมูล จากนั้นจึงพัฒนาโปรแกรมจากอัลกอริทึมโดยใช้ ข้อมูลจากฐานข้อมูลในการประมวลผลเพื่อให้การใช้ปุ๋ยประเภทต่างๆ มีความเหมาะสมกับการเพาะปลูกในดินแต่ละประเภท ดังปรากฏในรูปที่ 2

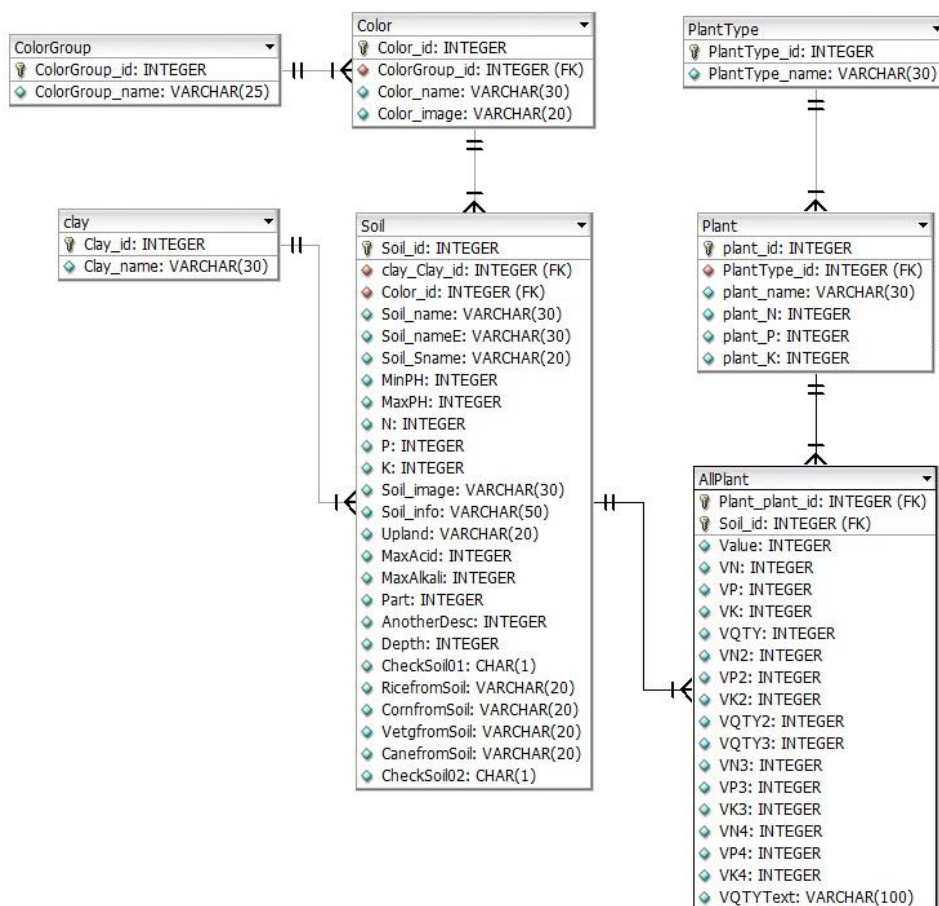


รูปที่ 2 ภาพรวมการพัฒนาโปรแกรม

3.3 การพัฒนาโปรแกรม

การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับแนะนำการใช้ปุ๋ยและรูปแบบการใช้ปุ๋ยแบบผสมผสานที่เหมาะสมกับชนิดของดินและพืช ถูกพัฒนาขึ้นในรูปแบบเว็บแอปพลิเคชันโดยใช้สถาปัตยกรรมแบบ Client/Server แบบทูเทียร์ (two-tier) ซึ่งแบ่งการทำงานออกเป็นส่วนของ Client และส่วนของ Server โดยเครื่อง Server จะทำหน้าที่ในการเก็บข้อมูล การประมวลผลข้อมูล การโอนย้ายข้อมูล และให้บริการแก่เครื่อง Client ที่ร้องขอใช้บริการได้จำนวนมากจากหลายๆ แห่งในเวลาพร้อมกันโดยใช้ เทคโนโลยีพื้นฐานของเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เทคโนโลยี เว็บ

เซิร์ฟเวอร์ ใช้ ภาษา C#.net ในการเขียนโปรแกรม โดยใช้เทคนิคเชิงวัตถุ และใช้ MS SQL 2005 เป็นระบบจัดการฐานข้อมูล เพื่อช่วยให้การพัฒนาระบบมีประสิทธิภาพและสนับสนุนการใช้งานสำหรับผู้ใช้ได้รวดเร็วและสะดวกยิ่งขึ้น สามารถรองรับการใช้งานจากผู้ใช้ได้หลายคนพร้อมกันในเวลาเดียวกันจากสถานที่ต่างกันได้ โดยในฐานข้อมูลประกอบไปด้วยข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับลักษณะของดิน ปุ๋ย พืช พื้นที่การเพาะปลูก ตลอดจนข้อมูลการคำนวณการใช้ปุ๋ยที่เหมาะสม การออกแบบแบบจำลองฐานข้อมูลแสดง ดังรูปที่ 3

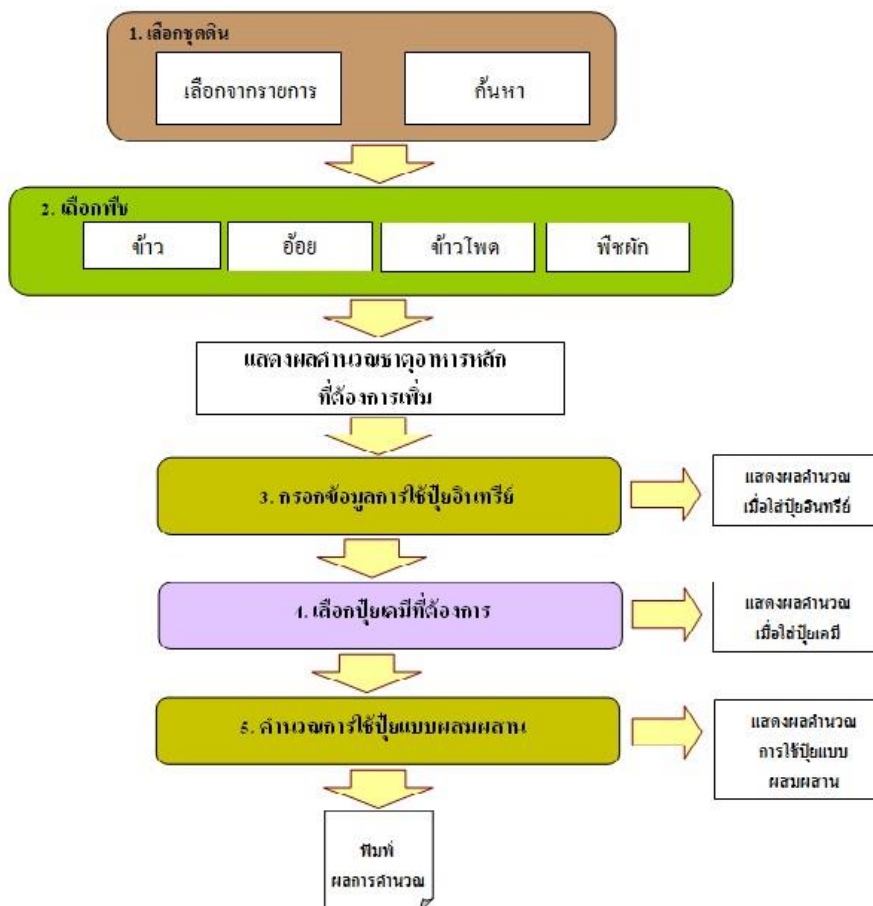


รูปที่ 3 แผนภาพ E-R diagram การออกแบบฐานข้อมูล

โปรแกรมฯ ได้แบ่งการทำงานออกเป็น 3 ส่วนหลัก โดยใน 2 ส่วนแรกจะเป็นการคำนวณการใช้ปุ๋ยในการเพาะปลูกและในส่วนที่ 3 จะเป็นการแสดงข้อมูลสารสนเทศต่าง ๆ โดยมีรายละเอียดแต่ละส่วนดังต่อไปนี้

3.3.1 ส่วนที่หนึ่ง การคำนวณการใช้ปุ๋ยโดยใช้ข้อมูลดินเป็นหลัก โปรแกรมฯจะใช้ธาตุอาหารหลักที่มีอยู่ในดินแต่ละชนิดมาคำนวณรวมกับความต้องการธาตุอาหารหลักของพืชที่ต้องการปลูก หากไม่ทราบชนิดของดินสามารถค้นหาจากโปรแกรมได้ โดยใช้

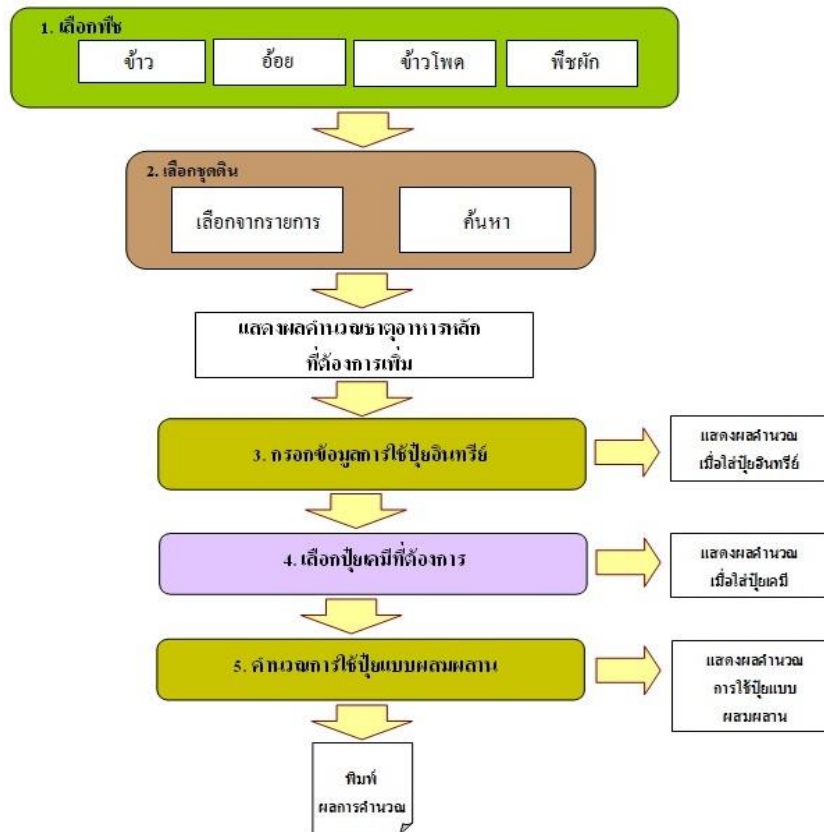
ข้อมูลทางกายภาพของดิน เช่น สถานที่พบ สี ลักษณะดิน เนื้อดิน ฯลฯ เป็นข้อมูลในการค้น จากนั้นจะคำนวณและแสดงธาตุอาหารหลักที่มีเพียงพอหรือที่ต้องการเพิ่ม โปรแกรมสามารถเลือกใช้ปุ๋ยอินทรีย์และแม่ปุ๋ยเคมีที่เกษตรกรสามารถหาได้ จากนั้นโปรแกรมจะทำการคำนวณอัตราส่วนการใช้ปุ๋ยอินทรีย์และแม่ปุ๋ยเคมีในรูปแบบผสมผสานที่เหมาะสมกับชนิดของดิน และพืชที่ปลูกสามารถพิมพ์ออกมาเป็นรายงานได้ โดยขั้นตอนในการประมวลผลนี้แสดงดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 การออกแบบการคำนวณโดยใช้ข้อมูลดินเป็นหลัก

3.3.2 ส่วนที่สอง การคำนวณการใช้ปุ๋ยโดยใช้ข้อมูลพืชเป็นหลักโปรแกรมจะใช้ธาตุอาหารหลักที่พืชต้องการมาคำนวณร่วมกับธาตุอาหารหลักที่มีอยู่ในดินชนิดที่ปลูก แล้วทำการคำนวณและแสดงธาตุอาหาร

หลักที่มีไม่เพียงพอหรือที่ต้องการเพิ่ม ส่วนการทำงานต่างๆ หลังจากนั้นจะดำเนินการเช่นเดียวกับการคำนวณการใช้ปุ๋ยโดยใช้ข้อมูลดินเป็นหลัก โดยขั้นตอนในการประมวลผลนี้แสดงดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 การออกแบบการคำนวณโดยใช้ข้อมูลพืชเป็นหลัก

3.3.3 ส่วนที่สาม ข้อมูลสารสนเทศเกี่ยวกับดิน พืช ปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยเคมี ในส่วนนี้จะแสดงข้อมูลของดิน พืช ปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยเคมีที่เก็บอยู่ใน

ฐานข้อมูล สามารถทำการเพิ่ม ลบ ปรับปรุงและค้นหาข้อมูลต่างๆ ได้ ตัวอย่างดังแสดงในรูปที่ 6



รูปที่ 6 แสดงตัวอย่างข้อมูลสารสนเทศ

3.3.4 หน้าจอหลักแสดงการทำงานของโปรแกรม การคำนวณใน 2 ส่วนแรก ตามที่ได้กล่าวมาแล้วนั้น ซึ่งในแต่ละส่วนนอกจากสามารถคำนวณการใช้ปุ๋ยได้แล้ว ยังสามารถระบุปริมาณปุ๋ยอินทรีย์

หรือแม่ปุ๋ยเคมีที่พืชต้องใช้เพิ่มเติมเพื่อให้ครบตามปริมาณที่พืชต้องการในรูปแบบผสมผสานกัน ตัวอย่างหน้าจอการคำนวณดังรูปที่ 7 ถึง รูปที่ 10

คำนวณการใส่ปุ๋ย

สูตรคำนวณการใส่ปุ๋ยสำหรับข้าวधान์ข้าวไร่และข้าวไร่ไม่หว่าน

ธาตุ	ต่ำมาก	ต่ำ	ปานกลาง	สูง
ไนโตรเจน (N)	☐	☐	☒	☐
ฟอสฟอรัส (P)	☐	☒	☐	☐
โพแทสเซียม(K)	☐	☐	☐	☒

ผลลัพธ์จากการคำนวณ

2-4-0

หมายเหตุ
 ผลผลิตที่คาดหวัง 836 - 924 กก./ไร่
 ค่าแนะนำปุ๋ยที่ใช้ในกรณีนี้
 1) เกษตรกร ไม่มีการหว่านข้าว
 2) ถ้าเกษตรกรมีการปรับปรุงบำรุงดิน เช่น ปุ๋ยคอกหรือปุ๋ยหมัก หรือ ใส่ปุ๋ยอินทรีย์หรือปุ๋ยหมักปริมาณ ปุ๋ย ไนโตรเจนที่แนะนำประมาณ 2 กิโลกรัม

รูปที่ 7 แสดงหน้าจอคำนวณการใส่ปุ๋ย

เมื่อโปรแกรมแสดงผลการคำนวณแล้วหากต้องการคำนวณในส่วนของการใส่ปุ๋ยอินทรีย์และ

ปุ๋ยเคมีเพิ่มเติมสามารถทำได้โดยคลิกที่ปุ่มคำนวณต่อหรือคลิกปุ่มยกเลิกเมื่อไม่ต้องการคำนวณ


ปุ๋ยอินทรีย์
 กรอกข้อมูลการใช้ปุ๋ยอินทรีย์

มวลโค กิโลกรัม/ไร่
 ไร่ต่ออาหารที่มี

N	P	K
1.9100	0.5600	1.400


คำนวณการใช้ปุ๋ยเคมี
 ต้องการปุ๋ยให้ไร่ต่ออาหาร

N	P	K
6	5	6

คำนวณการใช้ปุ๋ย

ยกเลิก

รูปที่ 8 แสดงหน้าจอคำนวณการใส่ปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยเคมี

คำนวณการใช้ปุ๋ย จาก
 ชุดดิน : **ลพบุรี**
 พืชที่ปลูก : **ข้าว**
 จำนวนสวนครัวต่อไร่ : **N : ปานกลาง, P : ต่ำ, K : ต่ำมาก**
 การใส่ปุ๋ย : **N : 2, P : 4, K : 7**
 ปุ๋ยอินทรีย์ : **มูลกระบือ 100 กิโลกรัม/ไร่**


คำนวณการใช้ปุ๋ยเคมี
 ต้องการปุ๋ยให้ไร่ต่ออาหาร

N	P	K
1	4	6

จำนวน กิโลกรัม

เลือกแม่ปุ๋ยที่ต้องการใช้

☐ 46-0-0 ☐ 21-0-0 ☐ 20-0-0	☐ 0-46-0 ☐ 0-20-0	☐ 0-0-60	☐ 16-20-0 ☐ 16-18-0 ☐ 18-46-0 ☐ 16-16-8
---	--	---------------------------------	--

คำนวณการใช้ปุ๋ย

รูปที่ 9 หน้าจอแสดงการเลือกปุ๋ยเคมีที่ต้องการใช้

ผลการคำนวณสามารถแสดงผล และจัดพิมพ์ทางเครื่องพิมพ์ได้ทันที ดังรูปที่ 10

โปรแกรมแนะนำการใช้ปุ๋ยแบบผสมผสาน ที่เหมาะกับชนิดของดินและพืช

คำนวณการใช้ปุ๋ย จาก

ชุดดิน : **ลพบุรี**

พืชที่ปลูก : **ข้าว**

คำนวณตามค่าวิเคราะห์ดินอัตโนมัติ : **N : ปานกลาง, P : ต่ำ, K : ต่ำมาก**

การใส่ปุ๋ย : **N : 2, P : 4, K : 7**

ปุ๋ยอินทรีย์ : **มูลกระบือ 100 กิโลกรัม/ไร่**

คำนวณการใช้ปุ๋ยเคมี

ต้องการปุ๋ยให้ธาตุอาหาร : **N : 1, P : 4, K : 6**

จำนวน : **100 กิโลกรัม**

ปุ๋ยที่ใช้

ปุ๋ยสูตร **20-0-0** จำนวน **5** กิโลกรัม/ไร่

ปุ๋ยสูตร **0-20-0** จำนวน **20** กิโลกรัม/ไร่

ปุ๋ยสูตร **0-0-60** จำนวน **10** กิโลกรัม/ไร่

หมายเหตุ

ผลผลิตที่คาดการณ์ **836 - 924** กก./ไร่

คำแนะนำปุ๋ยใช้ในกรณีนี้

1) เกษตรกรไม่เผาฟางข้าว

2) ถ้าเกษตรกรมีการปรับปรุงบำรุงดิน เช่น ปลูกพืชตระกูลถั่ว หรือ ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ควรลดปริมาณปุ๋ยในไตรเจนที่แนะนำลงประมาณ 2 กิโลกรัม

รูปที่ 10 แสดงรายงานผลการคำนวณ

ผลการดำเนินการวิจัย

1. เครื่องมือประเมินประสิทธิภาพโปรแกรม

เครื่องมือที่นำมาใช้ในการประเมินหาประสิทธิภาพของโปรแกรม คือ แบบสอบถามเพื่อประเมินประสิทธิภาพของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้น โดยการประเมินแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ การประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ และการประเมินจากผู้ใช้งานได้แก่กลุ่มเกษตรกร ซึ่งข้อคำถามในแต่ละส่วนของผู้ประเมินจะแตกต่างกันใน 3 หัวข้อหลัก ดังนี้คือ

1.1 การประเมินระบบด้านความสามารถในการทำงานตามความต้องการของผู้ใช้ (Functional Requirement test)

1.2 การประเมินระบบด้านความถูกต้องของระบบ (Validity Test)

1.3 การประเมินระบบด้านการใช้งานของระบบ (Usability Test)

แบบประเมินประสิทธิภาพของโปรแกรมได้

กำหนดเกณฑ์ ตามวิธีของลิเคิร์ต (Likert) [14]-[16] โดยประกอบด้วยมาตราอันดับ (Rating Scale) เชิงคุณภาพ 5 ระดับ

2. วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลในครั้งนี้ ใช้สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistics) ในการวัดค่ากลางของข้อมูลโดยใช้ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Arithmetic Mean) หรือค่าเฉลี่ย (Mean) วัดการกระจายของข้อมูลโดยใช้ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) และการทดสอบค่าเฉลี่ยกลุ่มตัวอย่างหนึ่งกลุ่มด้วยค่าที่ (t-test) โดยให้ค่านัยสำคัญทางสถิติ (α) เท่ากับ .05

ขั้นตอนการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างหนึ่งกลุ่มด้วยค่าที่ (t-test) ดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

1) ตั้งสมมติฐานทางสถิติเพื่อการทดสอบ ซึ่งประกอบด้วย สมมติฐานว่าง (null hypothesis: H_0)

210

และสมมติฐานทางเลือก (alternative hypothesis: H_1) ดังนี้

H_0 : คะแนนเฉลี่ยจากการประเมินอยู่ในระดับพอใช้ ($\mu = 3.5$)

H_1 : คะแนนเฉลี่ยจากการประเมินอยู่ในระดับดีถึงดีมาก ($\mu > 3.5$)

2) เกณฑ์การยอมรับประสิทธิภาพของโปรแกรม พิจารณาจากคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลอง โดยต้องมีคะแนนเฉลี่ยอยู่ในระดับดีขึ้นไป และผลการทดสอบค่าเฉลี่ยกลุ่มตัวอย่างหนึ่งกลุ่มด้วยค่าที่ (t -

test) โดยให้ค่านัยสำคัญทางสถิติ (α) เท่ากับ .05 จึงยอมรับว่าโปรแกรมนี้มีประสิทธิภาพอยู่ในระดับดี

3. การทดสอบระบบ

3.1 การทดสอบโดยผู้เชี่ยวชาญ เป็นการทดสอบระบบโดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน ประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านคอมพิวเตอร์ จำนวน 3 คน และผู้เชี่ยวชาญด้านการเกษตร จำนวน 2 คน ซึ่งในการประเมินผลการทดสอบของผู้เชี่ยวชาญตามแบบประเมินความสามารถของโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น มีผลการประเมินดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงผลการประเมินประสิทธิภาพของโปรแกรมจากผู้เชี่ยวชาญ

หัวข้อในการประเมินเกี่ยวกับความสามารถของโปรแกรม	ผู้เชี่ยวชาญ			
	$\bar{X}$	SD	T	ระดับประสิทธิภาพ
1. การประเมินระบบด้าน Functional Requirement Test	4.32	0.48	3.85	ดี
2. การประเมินระบบด้าน Validity Test	4.68	0.48	5.54	ดี
3. การประเมินระบบด้าน Usability Test	4.33	0.47	3.89	ดี
สรุปรวมการประเมินทุกด้าน	4.42	0.49	4.15	ดี

สรุปผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้านความสามารถของโปรแกรมในทุก ๆ ด้านของผู้เชี่ยวชาญ

ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Mean : $\bar{X}$) = 4.42

ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) = 0.49

ช่วงความเชื่อมั่น 95% = 0.22

จะได้ $t_{(จำนวน)} = 4.15$ ซึ่งพบว่าค่า t ที่คำนวณได้มากกว่า ซึ่งอยู่ในเขตการปฏิเสธ H_0 ดังนั้น

จึงสรุปได้ว่าประสิทธิภาพของโปรแกรม มีค่าระดับประสิทธิภาพอยู่ในระดับดีถึงดีมาก

4.3.2 การทดสอบระบบโดยผู้ใช้งานทั่วไป ซึ่งผู้ใช้งานทั่วไปนี้ ได้แก่ เกษตรกร และผู้ที่สนใจ จำนวน 20 คน ซึ่งในการประเมินผลการทดสอบของผู้ใช้ทั่วไปตามแบบประเมินความสามารถของโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น มีผลการประเมิน ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงผลการประเมินประสิทธิภาพของโปรแกรมของผู้ใช้ทั่วไป

หัวข้อในการประเมินเกี่ยวกับความสามารถของโปรแกรม	ผู้ใช้ทั่วไป			
	$\bar{X}$	SD	T	ระดับประสิทธิภาพ
1. การประเมินระบบด้าน Functional Requirement Test	4.44	0.49	8.43	ดี
2. การประเมินระบบด้าน Validity Test	4.49	0.50	8.81	ดี
3. การประเมินระบบด้าน Usability Test	4.48	0.50	8.76	ดี
สรุปรวมการประเมินทุกด้าน	4.47	0.50	8.70	ดี

สรุปผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้านความสามารถของโปรแกรมในทุกๆ ด้านของผู้ใช้ทั่วไป

ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Mean : $\bar{x}$) = 4.47

ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) = 0.50

ช่วงความเชื่อมั่น 95% = 0.22

จะได้ $t_{(จำนวน)}$ = 8.70 ซึ่งพบว่าค่า t ที่คำนวณได้มากกว่า ซึ่งอยู่ในเขตการปฏิเสธ H_0 ดังนั้น

จึงสรุปได้ว่าประสิทธิภาพของโปรแกรม มีค่าระดับประสิทธิภาพอยู่ในระดับดีถึงดีมาก

4.3.3 การทดสอบระบบโดยภาพรวม เป็นการทดสอบระบบโดยภาพรวมของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญและกลุ่มผู้ใช้ทั่วไปรวมกัน จำนวนรวม 25 คน มีผลการประเมินเป็นดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แสดงผลสรุปการประเมินประสิทธิภาพของโปรแกรมจากผู้เชี่ยวชาญและผู้ใช้ทั่วไป

หัวข้อในการประเมินเกี่ยวกับความสามารถของโปรแกรม	ผู้เชี่ยวชาญและผู้ใช้ทั่วไป			
	$\bar{x}$	SD	T	ระดับประสิทธิภาพ
1. การประเมินระบบด้าน Functional Requirement Test	4.16	0.49	9.25	ดี
2. การประเมินระบบด้าน Validity Test	4.52	0.50	10.25	ดี
3. การประเมินระบบด้าน Usability Test	4.45	0.50	9.52	ดี
สรุปรวมการประเมินทุกด้าน	4.46	0.50	9.63	ดี

สรุปผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้านความสามารถของโปรแกรมในทุกๆ ด้านของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญและกลุ่มผู้ใช้ทั่วไป

ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Mean : $\bar{X}$) = 4.46

ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) = 0.50

สรุปและอภิปรายผล

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับแนะนำการใช้อยู่แบบผสมผสานที่เหมาะสมกับชนิดของดินและพืช เพื่อให้เกษตรกรได้ใช้อย่างเหมาะสมกับชนิดของดินและชนิดของพืช เครื่องมือในการพัฒนาโปรแกรมประกอบด้วย ระบบปฏิบัติการ Windows ระบบการจัดการฐานข้อมูล MS SQL 2005 ภาษาที่ใช้พัฒนา C#.net โปรแกรมเว็บเบราว์เซอร์ Internet Explorer และ โปรแกรมที่ใช้ช่วยพัฒนาได้แก่ Adobe Photoshop, Macromedia Dreamweaver ดำเนินการในพื้นที่จังหวัดนครสวรรค์ โดยมีความสอดคล้องกับความต้องการของผู้ใช้ จากการประเมินผลโปรแกรมในด้านต่างๆ ได้แก่ ด้านความสามารถในการทำงานตามความต้องการของผู้ใช้ ด้านความถูกต้องของระบบ และด้านการใช้งานของระบบ ด้วยวิธี Black Box Testing โดยผู้เชี่ยวชาญพบว่า ค่าเฉลี่ยเลขคณิต

จะได้ $t_{(จำนวน)} = 9.63$ ซึ่งพบว่าค่า t ที่คำนวณได้มากกว่า ซึ่งอยู่ในเขตการปฏิเสธ H_0 ดังนั้น จึงสรุปได้ว่าประสิทธิภาพของโปรแกรม มีค่าระดับประสิทธิภาพอยู่ในระดับดีถึงดีมาก

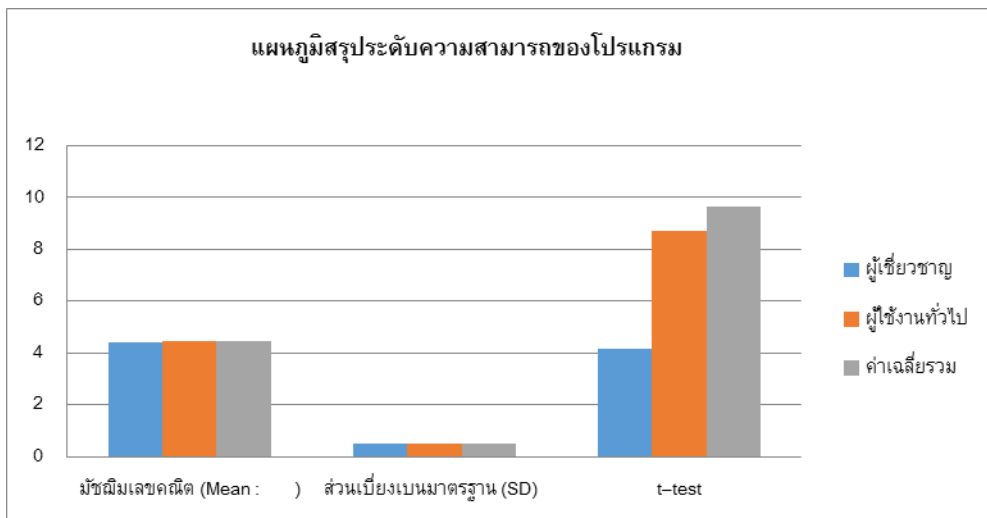
ช่วงความเชื่อมั่น 95% = 0.20

เท่ากับ 4.42 ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน เท่ากับ 0.49 ช่วงความเชื่อมั่น 95% เท่ากับ 0.22 จะได้ $t_{(จำนวน)}$ เท่ากับ 4.15 โดยผู้ใช้ทั่วไปพบว่าค่าเฉลี่ยเลขคณิตเท่ากับ 4.47 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.50 ช่วงความเชื่อมั่น 95% เท่ากับ 0.22 จะได้ $t_{(จำนวน)}$ เท่ากับ 8.70

จากการสรุปรวมโดยผู้เชี่ยวชาญและผู้ใช้ทั่วไปพบว่า ค่าเฉลี่ยเลขคณิต เท่ากับ 4.46 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.50 ช่วงความเชื่อมั่น 95% เท่ากับ 0.20 จะได้ $t_{(จำนวน)}$ เท่ากับ 9.63 จากการทดสอบสมมุติฐานโดยใช้ t-test จากการเปิดตารางแจกแจงแบบที่ ที่ระดับนัยสำคัญ .05 พบว่าค่า t ที่คำนวณได้มากกว่า ซึ่งอยู่ในเขตการปฏิเสธ H_0 ดังนั้น จึงสรุปได้ว่าความสามารถของโปรแกรม มีค่าระดับประสิทธิภาพอยู่ในระดับดีถึงดีมาก สามารถตอบสนองต่อการใช้งานของเกษตรกรและผู้สนใจได้อย่างมีประสิทธิภาพสอดคล้องกับงานวิจัยที่ทัศนีย์

อรรถะนันท์และคณะ [3] ได้พัฒนาโปรแกรมบัญชีตัดโดยใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์มาช่วยแนะนำการใช้ปุ๋ยทำให้อัตราต้นทุนและเพิ่มผลผลิตให้แก่เกษตรกร และงานวิจัยของธิดารัตน์ ต่อสุข และคณะ [4] ที่นำเอาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์และอินเทอร์เน็ตมาพัฒนาโปรแกรมเพื่อช่วยให้เกษตรกรมีการวางแผนในการเพิ่มรายได้และลดต้นทุนการผลิต ทำให้คุณภาพชีวิต

ของเกษตรกรให้ดียิ่งขึ้น ดังนั้นการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับแนะนำการใช้ปุ๋ยและรูปแบบการใช้ปุ๋ยแบบผสมผสานที่เหมาะสมกับชนิดของดินและพืช จึงเป็นไปตามจุดมุ่งหมายของงานวิจัยในครั้งนี้ ดังแสดงในแผนภูมิสรุประดับความสามารถของโปรแกรมในรูปที่ 12



รูปที่ 12 แผนภูมิสรุประดับความสามารถของโปรแกรม

เอกสารอ้างอิง

- [1] มณฑล เจียมเจริญ. 2551. **วิกฤตของปัจจัยการผลิตต่อต้นทุนการผลิต**. กรุงเทพฯ : สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร.
- [2] สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2556. **ปุ๋ย: ปริมาณและการนำเข้า**. <http://www.oae.go.th/statistic/import/imFTZ.xls>. 23 ตุลาคม.
- [3] ทศนีย์ อรรถะนันท์ และ รุ่งโรจน์ พิทักษ์ดำรงธรรม. 2557. **คลินิกปุ๋ยสั่งตัด: เกษตรกรสามารถลดต้นทุนการผลิตข้าวและข้าวโพดได้ด้วยตนเอง**. http://www.rdi.ku.ac.th/kasetresearch52/10/clinic/tasnee_au/clinic00.html. 21 มกราคม.

- [4] ธิดารัตน์ ต่อสุข, สุพล อินทร์จนา, สุรศักดิ์ ทับยาง และ ณัฐภัทร กิจขุนทด. 2015. "โปรแกรมประยุกต์บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์สำหรับวิเคราะห์ความคุ้มค่าในการทำเกษตรโดยประยุกต์ใช้ระบบคลาวด์" การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 7. 7th ECTI-CARD 2015, Trang, Thailand.
- [5] สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชนโดยประสงคในสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว. 2558. **การโปรแกรมเชิงวัตถุ**. <http://kanchanapisek.or.th/kp6/sub/book/book.php?book=25&chap=2&page=t25-2-infodetail14.html>. 30 มกราคม.

- [6] ลาภลอย วาณิชอังกร. 2558. **C#**. <https://thaioop.wordpress.com/>. 30 มกราคม.
- [7] นายน์เอ็กซ์เพิร์ท. 2558. **MS SQL Server**. <http://www.9experttraining.com/articles/sql-server-system-database>. 30 มกราคม.
- [8] Haroon Shakirat Oluwatosin, 2014. "Client-Server Model" **IOSR Journal of Computer Engineering (IOSR-JCE)** 16(1): 67-71.
- [9] Armstrong, L. J., Diepeveen, D., Madder, R. 2007. "The application of data mining techniques to characterize agricultural soil profiles", **Proc. 6th Australasian Data Mining Conference (AusDM'07)**,
- [10] Sha, Z. and Zhang, M. 2007. "Development of Web-based Decision Support System for Field-based Crop Management", **Proceedings of the 15th International Symposium on Advances in Geographic Information Systems ACM GIS 2007**.
- [11] Khan, M.E., and Khan, F. 2012. "A Comparative Study of White Box, Black Box and Grey Box Testing Techniques" (IJACSA) **International Journal of Advanced Computer Science and Applications**. 3(6):12-15
- [12] Harish V. Kantamneni, Sanjay R. Pillai, Yashwant K. Malaiya. "Structurally Guided Black Box Testing"
- [13] Srinivas Nidhra, Jagruthi Dondeti, 2012. "Black box and Whit box Testing Techniques – A Literature Review" **International Journal of Embedded Systems and Applications (IJESA)** 2(2):29-50
- [14] James Dean Brown, 2011. "Likert items and scales of measurement?" **SHIKEN: JALT Testing & Evaluation SIG Newsletter**. March 15(1) 10-14.
- [15] Joost C. F., de Winter, Dimitra Dodou, 2010. "Five-Point Likert Items: t test versus Mann-Whitney-Wilcoxon." **Practical Assessment, Research & Evaluation**. 15(11), October, 2010
- [16] Harry N. Boone, Deborah A. Boone. 2012 "Analyzing Likert Data" **Journal of Extension**, 50(2): Article Number 2TOT2.