

การพัฒนากระบวนการคำนวณสูตรปุ๋ยบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ Development of Fertilizer Formula Calculator on Android

ณัฐชามณูย์ ศรีจำเริญรัตน์* ประสิทธิ์ชัย เกษตรทรัพย์สิน พรพรรณ วังน้อย และ วิลาวรรณ ลิ้มทอง
Natchamol Srichumroenrattana*, Prasitchai Kasetsupsin, Phornphun Wangnoi and Wilaiwan Limtong
สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม
Business Computer, Faculty of Management Science, Nakhon Pathom Rajabhat University.

บทคัดย่อ

การพัฒนากระบวนการคำนวณสูตรปุ๋ยบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ เป็นการดำเนินการโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อที่จะทำให้เกษตรกรสามารถผสมปุ๋ยใช้เองได้ โดยได้ปุ๋ยเคมีที่ตรงตามความต้องการของพืชมากที่สุด และเป็นการลงทุนในการใช้ปุ๋ยเคมี ซึ่งผลการดำเนินโครงการพบว่า เกษตรกรผู้ใช้ระบบสามารถคำนวณปริมาณของแม่ปุ๋ยสูตรต่างๆ ที่เลือกใช้เพื่อทำปุ๋ยผสม ตามสูตร และจำนวนที่ต้องการ โดยสามารถกำหนดสูตรปุ๋ยผสมที่ต้องการได้อย่างอิสระและกำหนดจำนวนน้ำหนักรวมของปุ๋ยผสมที่ต้องการได้ ทั้งนี้ผู้ใช้สามารถเลือกใช้ปุ๋ยสำเร็จรูป สูตรต่างๆ มาเป็นแม่ปุ๋ย และคำนวณหาปริมาณที่ผสม ให้ได้ปุ๋ยผสมตามสูตรและจำนวนที่ต้องการได้ จากนั้นคณะผู้พัฒนาได้ทำการสำรวจความพึงพอใจของผู้ใช้งานโปรแกรม จากผู้ใช้งาน 107 คน ที่หลากหลายการศึกษา อาชีพ และลักษณะการใช้งานโทรศัพท์มือถือ พบว่าผู้ใช้มีความพึงพอใจในการใช้งานในช่วงระดับดี ถึงดีมาก โดยได้คะแนนประเมินเฉลี่ยที่ 4.5 จาก 5 ด้วยค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.74

คำสำคัญ: สูตรปุ๋ย ปุ๋ยเคมี แอนดรอยด์

Abstract

The objective of designing and developing the system of calculating fertilizer on Android operating system is to enable farmers to have their calculator for mixing the fertilizer for their own use and meet the needs of their own plants. Moreover, it could help to reduce the cost of chemical fertilizers. We found that farmers can calculate the amount of fertilizer followed their own fertilizer formula. Farmers can freely formulated with the total weight of the fertilizer. They can choose three ready-made composts as the main ingredients and calculate the amount of each compost to provide the fertilizer with formula. After conducted a satisfaction survey of 107 users from diverse educational and professional usage of mobile phones, we found that users were satisfied this application in good to very good level by average score of 4.5 out of 5 with a standard deviation of 0.74.

Keywords: Fertilizer Formula, Chemical Fertilizer, Android

*Corresponding author. E-mail : k.natchamol@hotmail.com



บทนำ

ประเทศไทยมีพื้นที่ที่มีดินและน้ำอุดมสมบูรณ์ จึงเหมาะแก่การเพาะปลูก ทั้งการทำนา ทำสวน และทำไร่ ประกอบกับมีการจัดระบบชลประทานที่ดีโดยเฉพาะในภาคตะวันตกและภาคเหนือซึ่งมีลักษณะภูมิประเทศเป็นเทือกเขาสูงเป็นแหล่งต้นน้ำลำธารที่สำคัญจึงเป็นแหล่งที่เหมาะสมแก่การสร้างเขื่อนขนาดใหญ่เพื่อกักเก็บน้ำไว้เพื่อการเกษตรและการบริโภค ทำให้มีการขยายพื้นที่การเกษตรออกไปอย่างกว้างขวาง สามารถปลูกพืชหมุนเวียนได้ตลอดทั้งปี ซึ่งเกษตรกรไทยได้ปลูกพืชหลากหลายชนิด เช่น อ้อย ยางพารา มะนาว มังคุด ส้มโอ ข้าว เป็นต้น โดยแต่ละพื้นที่จะปลูกตามแต่ละชนิดแล้วแต่สภาพภูมิประเทศและภูมิอากาศ ปัจจัยที่สำคัญในการเจริญเติบโตของพืช ได้แก่ ดิน น้ำ แสง และอากาศ ถ้ามีปัจจัยที่เหมาะสม ผลผลิตของพืชก็จะสูงตามขึ้นไปด้วย [10] เกษตรกรโดยทั่วไปปลูกพืชโดยใช้ปุ๋ยเคมี ซึ่งปลดปล่อยธาตุอาหารให้แก่พืชได้เร็ว พืชสามารถนำไปใช้ได้ทันที ทำให้มีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วและมีผลผลิตที่สูงขึ้น และมีปริมาณการสั่งซื้อปุ๋ยจากต่างประเทศเพิ่มมากขึ้นทุกปี

แต่ในปัจจุบันเกษตรกรขาดความรู้ความเข้าใจในการใช้ปุ๋ยเคมีซึ่งต้องนำเข้าปุ๋ยเคมีจากต่างประเทศจำนวนมาก และบางธาตุอาหารเกินความจำเป็นของพืช ทำให้ธาตุอาหารตกค้างอยู่ในดินเป็นจำนวนมาก เช่น ธาตุฟอสฟอรัส (P) ซึ่งไม่มีงานวิจัยขึ้นไหนดัชนีว่าธาตุฟอสฟอรัสจำเป็นต่อพืชมาก เมื่อธาตุฟอสฟอรัสสูงเกินไปจะทำให้พืชขาดธาตุสังกะสี ใบจะมีลักษณะเป็นสีเหลือง เส้นใบสีเขียว ทำให้ต้องเสียต้นทุนในการซื้อธาตุสังกะสีเพิ่ม ส่วนธาตุไนโตรเจน (N) ถ้าพืชได้รับปริมาณมากจะทำให้ใบมีจำนวนมาก ต้นอ่อนแอ โรคและแมลงเข้าทำลายง่าย ส่งผลให้เสียต้นทุนในการใช้ยาฆ่าแมลงเพิ่ม ปุ๋ยเคมีจะมีสัดส่วนระหว่าง N:P:K แตกต่างกันไป แต่จะนำไปใช้กับพืชชนิดใด ตลอดจนการใช้กับดินที่มีระดับธาตุอาหาร N P และ K ที่แตกต่างกัน กล่าวอีกอย่างหนึ่งก็คือ ก่อนใช้ปุ๋ยได้อย่างถูกต้อง ก็จะต้องรู้จักดิน และรู้จักพืชที่ปลูกเสียก่อน ทั้งนี้เนื่องจากดินแต่ละแห่ง แต่ละชนิด จะมีระดับธาตุอาหารปุ๋ยในดินแตกต่างกัน ส่วนพืชที่ปลูกต่างชนิดกัน หรือแม้แต่ว่าอายุพืชแตกต่างกันก็มีความต้องการธาตุอาหาร N P K ในปริมาณ และสัดส่วน

เพื่อการเจริญเติบโต และสร้างผลผลิตแตกต่างกันเป็นอย่างมากด้วยเช่นกัน [5]

ดังนั้นก่อนเราจะใส่ปุ๋ยเคมี เราควรนำดินไปตรวจค่าดินและปรับปรุงสภาพดินตามคำแนะนำของสถานที่ไปตรวจมา เพื่อที่จะหาค่าปริมาณธาตุอาหารที่อยู่ในดินหรือธาตุอาหารที่ขาด จะได้ใส่ปุ๋ยเคมีให้ตรงตามความต้องการของพืชมากที่สุด แต่การจะใส่ปุ๋ยเคมีให้ได้ตรงตามความต้องการของพืชนั้น ปุ๋ยเคมีสำเร็จรูปจะไม่มีสูตรที่ตรงตามความต้องการของพืชมากนัก และมีราคาแพงกว่า

จากเหตุผลดังกล่าว การผสมปุ๋ยใช้เองจะได้ปุ๋ยเคมีที่ตรงตามความต้องการของพืชมากที่สุด และเป็นทางเลือกต้นทุนในการใช้ปุ๋ยเคมี ซึ่งคณะผู้พัฒนาระบบมุ่งหวังที่จะทำโปรแกรมคำนวณสูตรปุ๋ยบนโทรศัพท์มือถือถือระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ เพื่อให้เกษตรกรนำไปใช้เป็นการลดต้นทุนการใช้ปุ๋ยเคมี และได้ปุ๋ยเคมีที่ตรงตามความต้องการของพืชมากที่สุด

ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยนี้ มีหลักการ ทฤษฎี ตลอดจนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

ปุ๋ย ประเภทปุ๋ย และการผสมสูตรปุ๋ยเคมี

ปุ๋ย [11][13] นั้นช่วยให้สารอาหารกับพืช หรือช่วยปรับปรุงดิน โดยเมื่อใส่ลงไปในดินจะเพิ่มธาตุอาหารที่จำเป็นสำหรับพืช เพื่อให้เหมาะสมกับการเพาะปลูกพืชต้องการธาตุไฮโดรเจน คาร์บอน พืชได้รับจากน้ำและอากาศ ส่วนไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม พืชต้องการในปริมาณมากเมื่อเทียบกับธาตุอื่นๆ ซึ่งถูกจัดเป็นธาตุอาหารหลักหรือธาตุปุ๋ย และในดินมักมีไม่เพียงพอต่อการเพาะปลูก จึงมีความจำเป็นต้องเพิ่มเติมธาตุเหล่านี้โดยการให้ปุ๋ย โดยปุ๋ยแบ่งออกเป็น 4 ประเภทใหญ่ๆ ได้แก่

ประเภทที่ 1 ปุ๋ยเคมี คือ ปุ๋ยที่ได้มาจากการผลิตหรือสังเคราะห์ทางอุตสาหกรรมจากแร่ธาตุต่างๆ ที่ได้ตามธรรมชาติ หรือเป็นผลพลอยได้จากโรงงานอุตสาหกรรมบางชนิด เป็นอนินทรีย์สาร อาจเป็นปุ๋ยเชิงเดี่ยว ปุ๋ย



เชิงผสม และปุ๋ยเชิงประกอบ ตัวอย่างปุ๋ยเคมีเช่น ยูเรีย ปุ๋ยเม็ด 16-20-0 แต่ไม่รวมถึงสารที่ใช้สำหรับปรับปรุงดิน เช่น ซีโอไลต์ ภูไมท์ และสารต่างๆ ที่มีคุณสมบัติ โครงสร้างทางฟิสิกส์ของดินให้ดีขึ้น ปุ๋ยเคมีแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ

ปุ๋ยเดี่ยวหรือแม่ปุ๋ย คือ ปุ๋ยที่มีธาตุอาหารหลัก ฟอสฟอรัส คือ NPK เป็นส่วนประกอบอยู่ด้วยหนึ่งหรือสองธาตุ แล้วแต่ละชนิดของสารประกอบที่เป็นแม่ปุ๋ยนั้น ของ ปริมาณธาตุอาหารคงที่

ปุ๋ยผสม คือ ปุ๋ยที่ได้จากการเอาแม่ปุ๋ยหลายๆ ชนิด มารวมกันเพื่อให้ได้ปริมาณธาตุอาหารหลักของปุ๋ย ตามต้องการเพื่อให้เหมาะสมตามสภาพดินในแต่ละพื้นที่ ที่ ตรงตามความต้องการของพืชสามารถผสมเข้าด้วยกัน ซึ่งปัจจุบันมีการปั้นเป็นเม็ด เพื่อสะดวกแก่การนำไปใช้

ประเภทที่ 2 ปุ๋ยอินทรีย์ คือ ปุ๋ยที่ได้มาจาก สารประกอบทางธรรมชาติ เช่น สิ่งมีชีวิตและสัตว์ที่เน่า เปื่อยผุพัง ส่วนใหญ่เกิดจากการย่อยสลายจากจุลินทรีย์ ก่อน เป็นกระบวนการผลิตสารอาหารจากธรรมชาติ ปุ๋ย อินทรีย์มีปริมาณธาตุอาหารอยู่น้อยมากเมื่อเทียบกับปุ๋ย เคมี ซึ่งส่วนใหญ่จะนำไปใช้ประโยชน์ในการปรับปรุง คุณภาพดิน แบ่งชนิดของปุ๋ยอินทรีย์ได้ 3 ประเภท คือ

ปุ๋ยหมัก คือ ปุ๋ยอินทรีย์ชนิดหนึ่งซึ่งเกิดจากเศษ พืชต่างๆ เช่น หญ้าและใบไม้ ต้นถั่ว ต้นข้าวโพด ช้าง ข้าวโพด เปลือกถั่วต่างๆ ใบจากจรี ฟางข้าว ผักตบชวา เมื่อนำมากองหมักซ้อนกันบนพื้นดินหรืออยู่ในหลุม โดย ผ่านกระบวนการย่อยสลายเน่าเปื่อยเสียก่อน

ปุ๋ยคอก คือ ปุ๋ยที่ได้จากสิ่งมีชีวิตเลี้ยง เช่น โค กระบือ สุกร เป็ด ไก่ ฯลฯ อาจจะใช้ในรูปแบบสดแห้ง หรือนำไปหมักให้เกิดการย่อยสลายก่อนนำไปใช้ ปุ๋ย คอกเป็นปุ๋ยที่มีประโยชน์ในการปรับปรุงสภาพทาง กายภาพของดิน ช่วยลดอัตราการพังทลายของดิน เพิ่ม ธาตุอาหารให้แก่ดิน

ปุ๋ยพืชสด คือ ปุ๋ยที่ได้จากการปลูกพืชบำรุงดิน ได้แก่ พืชตระกูลถั่ว ถ้าใช้ทำปุ๋ยพืชสดควรมีอายุสั้น มี รากลึก ทนแล้ง ทนโรคและแมลง เมื่อพืชเจริญเติบโตถึง ระยะเวลาหนึ่งเราก็ไถกลบในขณะที่พืชยังเขียวและสดอยู่ ซึ่ง มักจะไถกลบในช่วงที่พืชกำลังออกดอก เพราะเป็นช่วงที่ เหมาะสมแก่การให้ธาตุอาหารแก่พืชมากที่สุด

ประเภทที่ 3 ปุ๋ยชีวภาพ คือ การนำจุลินทรีย์ที่มีชีวิตอยู่และมีคุณสมบัติพิเศษสามารถสังเคราะห์

สารประกอบธาตุอาหารพืชได้เอง มาใช้เพื่อเพิ่มปริมาณ ธาตุอาหาร หรือเพิ่มความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหาร ในดิน ปุ๋ยชีวภาพอาจมีบทบาทในการปรับปรุงบำรุงดิน ทางชีวภาพ ทางกายภาพ และทางชีวเคมี และปุ๋ยชีวภาพ ยังหมายความรวมถึงหัวเชื้อจุลินทรีย์

ประเภทที่ 4 ปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพ คือ การนำข้อดี ของปุ๋ย 2 ชนิด มาผสมกัน โดยนำปุ๋ยอินทรีย์ที่ผ่าน กระบวนการ ควบคุมคุณภาพการผลิตที่ใช้สูงถึงระดับที่ สามารถฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ ทั้งที่เป็นโรคพืช โรคสัตว์ และ โรคมนุษย์ รวมทั้งจุลินทรีย์ที่ทั่วไปด้วย เช่น คีเลต ธาตุ อาหารเสริม สารบำรุงดินมาผ่านการฆ่าเชื้อและเพาะเชื้อ จุลินทรีย์ที่เหมาะสม นำมาผสมกับปุ๋ยอินทรีย์และหมัก เพาะเชื้อจุลินทรีย์ที่ผสมลงไปจนถึงระยะเวลาที่พอ เหมาะจึงสามารถนำไปใช้งานได้ เป็นปุ๋ยที่เหมาะสมแก่การ ทำเกษตรอินทรีย์ ทั้งยังช่วยผลิตสารฮอโมนพืชเพื่อ กระตุ้นการเจริญเติบโตของรากพืชและกระตุ้นให้พืช สร้างภูมิคุ้มกันโรคได้อีกด้วย

ปุ๋ยที่เกษตรกรนิยมใช้คือปุ๋ยเคมี เนื่องจาก สามารถจัดหาได้ด้วยความสะดวกรวดเร็ว และมี ประสิทธิภาพดี แต่ทั้งนี้จะต้องพิจารณาสูตรปุ๋ยเคมีที่ เหมาะสมกับพื้นที่การเกษตรของเกษตรกรแต่ละรายด้วย ซึ่งสูตรปุ๋ยเคมีนี้ หมายถึง การบอกการรับประกันปริมาณ ธาตุปุ๋ยขั้นต่ำที่สุดที่มีอยู่ในปุ๋ยชนิดนั้นๆ โดยจะบอกเป็น เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (Total Nitrogen) ส่วนฟอสฟอรัสจะบอกเป็นเปอร์เซ็นต์ ฟอสเฟตที่เป็นประโยชน์ (Available P₂O₅) และ โพแทสเซียมจะบอกเป็นเปอร์เซ็นต์โพแทสเซียมที่ละลายน้ำได้ (Water Soluble K₂O) เช่น ปุ๋ยสูตร 10-20-30 จำนวน 2 กระสอบ (100 กก.) เป็นปุ๋ยผสมที่มีปริมาณ N ทั้งหมด 10 กก. ฟอสเฟตที่เป็นประโยชน์ 20 กก. และโพแทสเซียม ที่ละลายน้ำได้ 30 กก. ถ้าปุ๋ย 1 กระสอบ (50 กก.) จะมี ปริมาณ N ทั้งหมด 5 กก. ฟอสเฟตที่เป็นประโยชน์ 10 กก. และโพแทสเซียมที่ละลายน้ำได้ 15 กก. รวมทั้งสิ้นมีเนื้อ ธาตุ 60% อีก 40% เป็นสารตัวเติมที่ต้องใส่เพื่อให้ได้น้ำหนักปุ๋ยครบ 100 กก. ตามข้อกำหนดในพระราชบัญญัติ ปุ๋ย พ.ศ. 2518 ซึ่งการเรียงลำดับของธาตุอาหารในปุ๋ย จะต้องเรียง N-P-K สลับที่ไม่ได้ ดังการผสมสูตรปุ๋ยจาก แม่ปุ๋ยสามชนิดจากคู่มือการผสมปุ๋ยใช้เอง [8] โดยแม่ ปุ๋ย [7] หมายถึง ปุ๋ยเคมีที่ผลิตขึ้นมาโดยมีปริมาณธาตุ อาหารในสูตรเข้มข้นมาก การผลิตเป็นการทำปฏิกิริยา

เคมี แม่ปุ๋ยไม่มีสารตัวเติม โดยแม่ปุ๋ยอาจมีธาตุปุ๋ยธาตุใดธาตุหนึ่งหรือมากกว่าเป็นองค์ประกอบ เช่น

แม่ปุ๋ยที่ให้ธาตุอาหารไนโตรเจน

แอมโมเนียมซัลเฟต หรือ 21-0-0 เป็นปุ๋ยที่มี

ไนโตรเจน 21%

ยูเรีย หรือ 46-0-0 มีไนโตรเจน 46%

แอมโมเนียมคลอไรด์หรือ 26-0-0 มี

ไนโตรเจน 26%

แม่ปุ๋ยที่ให้ธาตุอาหารฟอสฟอรัส

ซูเปอร์ฟอสเฟต หรือ 0-20-0 มีฟอสฟอรัส

(P_2O_5) 20

ทริปเปิ้ลซูเปอร์ฟอสเฟต หรือ 0-46-0 มี

ฟอสฟอรัส (P_2O_5) 46%

ไดแอมโมเนียมฟอสเฟต หรือ 18-46-0 มี

ไนโตรเจน (N) 18% ฟอสฟอรัส (P_2O_5) 46%

โมโนแอมโมเนียมฟอสเฟต หรือ 11-52-0 มี

ไนโตรเจน (N) 11% ฟอสฟอรัส (P_2O_5) 52%

แม่ปุ๋ยที่ให้ธาตุอาหารโพแทสเซียม

โพแทสเซียมคลอไรด์ หรือ 0-0-60 มี

โพแทสเซียม (K_2O) 60%

โพแทสเซียมซัลเฟต หรือ 0-0-50 มีโพแทสเซียม

(K_2O) 50%

โพแทสเซียมไนเตรท หรือ 13-0-46 มีไนโตรเจน

(N) 13% โพแทสเซียม (K_2O) 46%

หลักการใช้ปุ๋ยเคมี

การใช้ปุ๋ยเคมี [14] เมื่อใส่ลงไปบนดิน จะมีโอกาสสูญเสียไปมากกว่าครึ่งหนึ่ง แต่สำหรับธาตุไนโตรเจน และโพแทสเซียม ส่วนฟอสฟอรัสนั้น พืชสามารถดูดไปใช้ประโยชน์ได้เพียงไม่เกินร้อยละ 10 ของปริมาณที่ใส่ลงไปบนดิน ฟอสฟอรัสที่เหลือทั้งหมดจะทำปฏิกิริยากับดิน กลายเป็นสารประกอบที่ละลายน้ำยาก พืชดูดไปใช้ไม่ได้ ดังนั้นการใส่ปุ๋ยลงไปบนดิน เพื่อให้พืชสามารถดูดไปใช้ได้มากที่สุดและสูญเสียน้อยที่สุด จึงมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งปุ๋ย ชนิดเดียวกัน สูตรเดียวกันใส่ลงไปบนดินโดยวิธี แตกต่างกัน พืชจะใช้ประโยชน์จากปุ๋ยได้ไม่เท่ากัน เช่น ปุ๋ยที่ใส่แบบหว่านจะให้ผลแตกต่างจากปุ๋ยที่ ใส่โรยแบบเป็นแถวหรือเป็นจุด ใกล้ต้นพืช ฉะนั้น การใช้ปุ๋ยเคมีให้มีประสิทธิภาพจึงควรมีหลักเกณฑ์ ในการใส่ปุ๋ยที่ควรจะต้องยึดถือเป็นแนวทาง

ดังนี้คือ ชนิดของปุ๋ยที่ใช้ถูกต้อง การใช้ปุ๋ยในปริมาณที่เหมาะสม การใส่ปุ๋ยให้พืชขณะที่พืชต้องการ และการใส่ปุ๋ยให้พืชตรงจุดที่พืชสามารถดูดไปใช้ประโยชน์ได้ง่ายและเร็วที่สุด

ชนิดของปุ๋ยที่ใช้ถูกต้อง

การใช้ปุ๋ยที่ถูกต้อง [12] นั้น หมายถึง สูตร เรโซ และรูปของธาตุอาหารในปุ๋ย ปุ๋ยเคมีจะมีทั้งสามอย่างนี้แตกต่างกันออกไปอย่างกว้างขวาง สูตรปุ๋ย หรือบางทีเรียกว่า “เกรดปุ๋ย” หมายถึง ตัวเลขเขียนบอกปริมาณธาตุอาหาร ที่มีอยู่ในปุ๋ยเคมี โดยบอกเป็นค่าของเปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนักของปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (N) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (P_2O_5) และปริมาณโพแทสเซียมที่ละลายน้ำได้ (K_2O) สูตรปุ๋ยจะเขียนไว้ที่ภาชนะบรรจุปุ๋ย เห็นได้อย่างชัดเจน เช่น 20-10-5 ตัวเลขแรกจะบอกปริมาณไนโตรเจนว่ามี อยู่หนัก 20 กิโลกรัม เลขที่สองบอกปริมาณ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์มีอยู่ 10 กิโลกรัม เลขตัวที่สามบอกปริมาณโพแทสเซียมที่ละลายน้ำได้ มีอยู่ 5 กิโลกรัม รวมเป็นธาตุอาหารทั้งหมด 35 กิโลกรัม ในปุ๋ยหนัก 100 กิโลกรัม และเป็น ที่ทราบกันเป็นสากลว่าเลขตัวแรก คือ ไนโตรเจน ตัวกลาง คือ ฟอสฟอรัส ตัวสุดท้าย คือ โพแทสเซียม จะไม่มีการสลับที่กัน จึงไม่จำเป็นต้องเขียนตัวหนังสือกำกับไว้

สำหรับ “เรโซ” ของปุ๋ยนั้น เป็นสัดส่วนเปรียบเทียบกันระหว่างธาตุอาหารไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ในสูตรปุ๋ย เรโซปุ๋ยจะบอกเป็นตัวเลขของตัวน้อยๆ ระหว่างไนโตรเจน ฟอสฟอรัส (P_2O_5) และโพแทสเซียม (K_2O) ของสูตรปุ๋ยนั้นๆ เช่น

16-16-8 เท่ากับเรโซ 2:2:1 ได้จากการหารตลอดด้วย 8

20-10-5 เท่ากับเรโซ 4:2:1 ได้จากการหาร ตลอดด้วย 5

นั่นคือ ปุ๋ยสูตรต่างๆ ที่มีเรโซเดียวกัน จะแตกต่างกัน ที่ปริมาณธาตุอาหารรวม ที่มีอยู่ในปุ๋ย เช่น สูตร 10-10-10 มีธาตุอาหารรวม NPK หนัก 30 กิโลกรัม ในปุ๋ยหนัก 100 กิโลกรัม ส่วนปุ๋ย 20-20-20 มีธาตุอาหารรวมหนัก 60 กิโลกรัม ในปุ๋ยหนัก 100 กิโลกรัม ซึ่งมากกว่าปุ๋ยสูตรแรกเท่าตัว ปุ๋ยที่มีเรโซเดียวกัน จะบอกให้ทราบว่า เป็นปุ๋ยชนิดเดียวกัน สามารถใช้แทนกันได้ ดังนั้นถ้าใช้ปุ๋ย 10-10-10 อยู่โดยใช้อัตรา 50 กก./ไร่ สามารถเปลี่ยนมาใช้ปุ๋ย 20-20-20 แทนได้ แต่เนื่องจากปุ๋ยนี้มีธาตุอาหารรวมมากกว่า ก็จะต้องลดอัตราที่ใช้ให้



น้อยลง คือใช้เพียง 25 กก./ไร่ เท่านั้น ก็จะได้ธาตุอาหารที่เท่ากัน

ปุ๋ยเคมีจะมีสัดส่วนระหว่าง N:P:K แตกต่างกันไปแล้วแต่ว่าจะไปใช้กับชนิดของพืช และกับที่ดินที่มีระดับธาตุอาหาร N P และ K แตกต่างกันอย่างใด กล่าวอีกอย่างหนึ่งก็คือ ก่อนใช้ปุ๋ยได้อย่างถูกต้อง ก็จะต้องรู้จักดิน และรู้จักพืชที่ปลูกเสียก่อน ทั้งนี้เนื่องจากดินแต่ละแห่ง และแต่ละชนิด จะมีระดับธาตุอาหารปุ๋ยในดินแตกต่างกัน ส่วนพืชที่ปลูกต่างชนิดกัน หรือแม้แต่อายุพืชแตกต่างกัน ก็มีความต้องการธาตุอาหาร N P K ในปริมาณและสัดส่วน เพื่อการเจริญเติบโต และสร้างผลผลิตแตกต่างกันเป็นอย่างมากด้วยเช่นกัน

ปุ๋ยที่มีเรโซของ N สูงเมื่อเปรียบเทียบกับ P และ K มักจะใช้เป็นปุ๋ยเร่งต้น เร่งใบ เหมาะสำหรับพืชผักกินใบ หรือเร่งการเจริญเติบโตทางด้านต้น และเร่งให้พืชโตเร็วในระยะแรกของการเจริญเติบโต ในกรณีที่ดินขาด N อย่างรุนแรง ส่วน P และ K มีอยู่ในดินระดับปานกลางหรือค่อนข้างสูง การใช้ปุ๋ยเคมีที่เรโซของ N สูงๆ ก็จะเป็นการช่วยปรับระดับความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหาร N P K ในดินให้เหมาะสมแก่พืชที่ปลูกได้ดีขึ้น หรือในกรณีของดินนาทางภาคอีสาน และภาคใต้ของประเทศไทย ระดับความเป็นประโยชน์ของ K ในดินค่อนข้างต่ำ เมื่อเปรียบเทียบกับดินนาทางภาคกลาง ดังนั้นปุ๋ยนาที่แนะนำให้ใช้ในทางภาคอีสาน และภาคใต้จึงควรมี K รวมอยู่ด้วย แต่เป็นสัดส่วนที่ต่ำกว่า N และ P เช่น เรโซ 2:2:1 เช่นสูตร 16-16-8 หรือ 2:2:1 เช่นสูตร 18-12-6 แทนที่จะเป็น 16- 20-0 หรือ 20-20-0 เช่น ปุ๋ยนาในภาคกลาง ดังนั้นเป็นต้น

การใช้ปุ๋ยในปริมาณที่เหมาะสม

ปริมาณปุ๋ยที่เหมาะสมนี้ หมายถึง จำนวน หรือเรโซปุ๋ย ที่ใช้ต่อไร่ หรือต่อตัน ที่พืชจะได้รับ ซึ่งความพอเหมาะนี้มีอยู่ 2 ลักษณะคือ พอเหมาะในแง่ของปริมาณที่พืชควรจะได้รับเพื่อให้ได้ผลผลิตสูงสุด ถ้าน้อยกว่านั้นก็ทำให้พืชไม่เจริญเติบโต และให้ผลผลิตไม่มากเท่าที่ควร หรือถ้าให้มากเกินไปก็อาจเป็นพิษแก่พืชหรือจะไม่ทำให้พืชเติบโต แต่ทำให้เสียเงินโดยเปล่าประโยชน์ไป ส่วนความพอเหมาะอีกประการหนึ่งก็คือ พอเหมาะในแง่ของหลักเศรษฐกิจ กล่าวคือ ปริมาณของปุ๋ยที่ใช้จะต้องพิจารณาพร้อมกับราคาของปุ๋ย และราคาของผลผลิต

ที่จะขายได้ ซึ่งการใช้ปุ๋ยที่พอเหมาะในแง่นี้เป็นการใส่ปุ๋ยจำนวนหนึ่ง (ต่อไร่หรือต่อตัน) ซึ่งจะมีผลทำให้ผลผลิตสูงขึ้นที่ระดับหนึ่ง (ไม่จำเป็นต้องเป็นผลผลิตสูงสุด) อันจะทำให้ได้กำไรต่อเงินลงทุนในการซื้อปุ๋ยมาใช้มากที่สุด

การพิจารณาความพอเหมาะพอดีของจำนวนปุ๋ย หรืออัตราปุ๋ยที่จะใช้ จะต้องอาศัยหลักเกณฑ์ และวิธีการต่างๆ หลายประการมาประกอบการพิจารณา อาทิ ชนิดของพืช ระดับความชื้น และความอุดมสมบูรณ์เดิมของดิน วิธีการปลูก การดูแล และการบำรุงรักษาของกสิกร ตลอดจนราคาของปุ๋ยและของพืชที่ปลูกประกอบด้วย

2.2.3 การใส่ปุ๋ยให้พืชขณะที่พืชต้องการและตรงจุดที่พืชสามารถดูดไปใช้ประโยชน์ได้ง่ายและเร็วที่สุด

พืชที่ปลูกในดินที่ไม่อุดมสมบูรณ์ด้วยธาตุอาหารมักจะแคระแกร็น และให้ผลผลิตต่ำ การใส่ปุ๋ย จะช่วยยกระดับธาตุอาหาร ที่ขาดแคลนให้มีปริมาณเพียงพอกับความต้องการของพืช อย่างไรก็ตาม ปุ๋ยที่ใส่ลงไป ในดินเดียวกันกับพืชชนิดเดียวกันอาจจะให้ผลแตกต่างกันได้เป็นอย่างมาก ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับจังหวะเวลาของการให้ปุ๋ยแก่พืชนั้น ตรงกับระยะเวลาที่พืชมีความ ต้องการธาตุอาหารนั้นๆ มากที่สุดหรือไม่ ช่วงจังหวะความต้องการธาตุอาหารมากที่สุดของพืช แต่ละชนิดจะแตกต่างกันออกไป พืชที่มีอายุสั้น

ธาตุไนโตรเจนในปุ๋ย จะเคลื่อนที่ได้รวดเร็วมาก เพราะละลายน้ำได้ง่าย ไนโตรเจนในรูปไนเตรต จะถูกน้ำพัดพาออกไปจากชั้นของดินได้อย่างรวดเร็ว ถ้าหากพืชดึงดูดเอาไว้ไม่ทัน ก็จะถูกสูญเสียไปหมด และไม่เกิดประโยชน์ต่อพืชแต่อย่างใด ปกติแล้วปุ๋ยไนโตรเจนในดินจะสูญเสียไป โดยการชะล้างประมาณครึ่งหนึ่งของจำนวนที่ใส่ลงไป ไนโตรเจนในรูปของแอมโมเนีย ถึงแม้จะดูยึดอยู่ที่ผิวของอนุภาคดินเหนียวได้ และถูก ชะล้างได้ยากก็จริง เมื่อดินมีการถ่ายเทอากาศดี จะถูกแปรรูปโดยจุลินทรีย์ในดินจะทำปฏิกิริยา เพิ่มออกซิเจน (oxidized) ให้กลายเป็นไนเตรต (NO_3^- N) ได้ง่ายและเร็วมาก

ฟอสฟอรัสในปุ๋ย ถึงแม้จะละลายน้ำได้ง่าย แต่เมื่ออยู่ในดิน จะทำปฏิกิริยาอย่างรวดเร็วกับแร่ธาตุต่างๆ ในดิน กลายเป็นสารประกอบที่ละลายน้ำยาก ความเป็นประโยชน์ต่อพืชลดลง และไม่เคลื่อนย้ายไปไหน ดังนั้น



เมื่อใส่ปุ๋ยฟอสเฟตตรงจุดไหน ฟอสเฟตที่ละลายน้ำได้ง่าย ก็มักจะอยู่ตรงจุดนั้น ถ้าจะเคลื่อนย้ายจากจุดเดิม ก็เป็นระยะใกล้ๆ ในรัศมี 1-5 ซม. เท่านั้น ดังนั้นการใส่ปุ๋ยฟอสเฟตให้กับพืช จึงต้องให้อยู่ใกล้กับรากมากที่สุด เพื่อที่รากจะไม่นับอันตรายจากปุ๋ยนั้น การใส่บนผิวดินจะเป็นประโยชน์ต่อพืชน้อยกว่าใส่ใต้ผิวดินในบริเวณที่รากจะแพร่กระจายไปได้ถึง ซึ่งผิดกับปุ๋ยไนโตรเจน ที่ใส่บนผิวดินก็สามารถซึมลงมายังบริเวณรากที่อยู่ใต้ผิวดินได้ง่าย ดังนั้น การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนใต้ผิวดินจึงไม่มีข้อดีไปกว่า ใส่บนผิวดิน

ปุ๋ยโพแทสเซียมจะเคลื่อนย้ายได้ง่ายกว่าฟอสเฟต แต่จะช้ากว่าไนโตรเจน โพแทสเซียมในปุ๋ยละลายน้ำได้ง่ายพอๆ กับไนโตรเจนก็จริง แต่เนื่องจากมีประจุบวก ซึ่งคูยึดอยู่ที่ผิวของอนุภาคดินเหนียวได้ จึงถูกชะล้างได้ยาก แต่ก็ยังเป็นประโยชน์ได้ง่ายแก่พืชอยู่ ดังนั้นการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียม จึงสามารถใส่บนผิวดิน หรือใต้ผิวดินก็ได้ แต่การเคลื่อนย้ายจะช้ากว่าไนโตรเจน และในเวลาเดียวกันการสูญเสียโดยการชะล้างก็ จะน้อยกว่าด้วย

การแก้สมการเชิงเส้นแบบหลายตัวแปร

ความรู้ในเรื่องระบบสมการเชิงเส้น [15] สามารถนำไปแก้ปัญหาโจทย์ทางคณิตศาสตร์ได้หลายเรื่อง ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้นำมาใช้ในการคำนวณหาปริมาณปุ๋ยที่พอเหมาะในแง่หลักเศรษฐกิจ เพื่อให้ได้กำไรต่อเงินที่ลงทุนซื้อปุ๋ยมาใช้มากที่สุด โดยระบบสมการลักษณะนี้จะประกอบไปด้วยสมการอย่างน้อยสองสมการ ตัวอย่างเช่น ให้ a, b, c, d, e, f เป็นจำนวนจริงใดๆ โดย a, b และ c, d ไม่เท่ากับศูนย์พร้อมกัน จะได้สมการ $aX + bY = e$ และ $cX + dY = f$ โดย X และ Y เป็นตัวแปร ซึ่งจะเรียกสมการทั้งสองนี้ว่า สมการเชิงเส้นสองตัวแปร โดยคำตอบของสมการเชิงเส้นนี้คือ ค่า X และค่า Y ที่ไปแทนในทั้งสองสมการแล้วเป็นจริง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรอาจมีคำตอบเดียวหรือหลายคำตอบ หรืออาจไม่มีคำตอบเลยก็ได้ ส่วนสมการเชิงเส้นหลายตัวแปร จะหมายถึงระบบสมการเชิงเส้น n ตัวแปร โดยที่ n เป็นจำนวนเต็มบวกที่มากกว่า 1 ซึ่งมีนิยามดังนี้

ให้ a_1, a_2, \dots, a_n, b เป็นจำนวนจริงใดๆ ที่ a_1, a_2, \dots, a_n ไม่เป็นศูนย์พร้อมกัน จะเรียกสมการ $a_1X_1 + a_2X_2 + \dots + a_nX_n = b$ ว่าสมการเชิงเส้น n ตัวแปร โดยที่ X_1, X_2, \dots, X_n เป็นตัวแปร

ระบบสมการเชิงเส้นที่มี X_1, X_2, \dots, X_n เป็นตัวแปร

หมายถึงชุดของสมการเชิงเส้นที่ประกอบไปด้วยตัวแปร X_1, X_2, \dots, X_n จำนวน m สมการ โดย $m \geq 2$ และคำตอบของระบบสมการนี้คือจำนวน n จำนวน ที่เมื่อไปแทนค่าใน X_1, X_2, \dots, X_n ในทุกๆ สมการแล้ว ได้สมการที่เป็นจริงทั้งหมด

โมบายแอปพลิเคชัน

โมบายแอปพลิเคชัน [16] คือโปรแกรมที่ถูกพัฒนาเพื่อช่วยการทำงานของผู้ใช้บนอุปกรณ์สื่อสารแบบพกพา เช่นโทรศัพท์มือถือ ที่มีอยู่หลากหลายระบบปฏิบัติการ ได้แก่ มือถือ Nokia ที่ใช้ระบบปฏิบัติการซิมเบียน, มือถือ iPhone ที่ใช้ระบบไอโอเอส หรือมือถืออื่นๆ ที่ใช้ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ เป็นต้น

โทรศัพท์มือถือในปัจจุบัน ที่ส่วนใหญ่เป็นสมาร์ตโฟนนั้น เป็นอุปกรณ์ที่ได้รับความนิยมในการใช้งานสูง และมีแนวโน้มการใช้งานมากขึ้นเรื่อยๆ เพราะระบบปฏิบัติการของสมาร์ตโฟนเหล่านี้สามารถรองรับการติดตั้งใช้งานแอปพลิเคชันต่างๆ ได้ โดยเฉพาะระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ที่เป็นระบบแบบ Open Source ซึ่งทำให้มีการพัฒนาไปอย่างรวดเร็ว และมีโปรแกรมต่างๆ ให้เลือกใช้งานมากมาย ไม่ว่าจะเป็นแอปพลิเคชันในกลุ่มเกม, เครือข่ายสังคมออนไลน์, การเงิน และทางด้านมัลติมีเดีย

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ศ.ดร.ทัศนีย์ อัดตะนันท์ [1] ได้พัฒนาโปรแกรมการคำนวณปุ๋ยให้กับพืชชนิดต่างๆ โดยสามารถคาดคะเนผลผลิตที่ได้กำไรสูงสุด สามารถบอกได้ว่าพืชชนิดนั้นควรใช้ปุ๋ยเท่าใด ให้คำแนะนำในการปลูก เช่น วันที่ เป็นโปรแกรมหนึ่งที่รู้จักกันดีในชื่อ DSSAT ซึ่งรวมโปรแกรมย่อยหลายๆ ตัวเข้าด้วยกัน โปรแกรมจำลองการปลูกพืชนี้ได้พัฒนาขึ้นโดยมหาวิทยาลัยฮาวายร่วมกับมหาวิทยาลัยอื่นๆ ซึ่งได้รับการยอมรับในประเทศสหรัฐอเมริกา โปรแกรมนี้มีฐานข้อมูลหลักอยู่ 3 ประเภทคือ ฐานข้อมูลดิน ฐานข้อมูลภูมิอากาศ และฐานข้อมูลพืช เมื่อต้องการให้คำแนะนำปุ๋ยข้าวโพดในดินชนิดหนึ่ง สถานที่แห่งหนึ่ง และพันธุ์ข้าวโพดชนิดหนึ่ง โปรแกรมก็จะคำนวณให้โดยใช้ฐานข้อมูลของดินชนิดนั้น สถานที่นั้น และพันธุ์ข้าวโพดชนิดนั้น ซึ่งข้อมูลดังกล่าวได้จากฐานข้อมูลดินที่ได้รวบรวมไว้ในคอมพิวเตอร์ การให้คำแนะนำปุ๋ยลักษณะนี้ จึง



สามารถปรับปรุง และขยายผลต่อไปยังดินชนิดอื่น สถานที่อื่น และพันธุ์ข้าวโพดอื่นได้

ดร. อัครนีย์ ก่อตระกูล [2] ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาโปรแกรม “1 2 3-ปุ๋ยสั่งตัด-ผ่านมือถือ” เพื่อให้บริการสั่งตัดปุ๋ยที่เหมาะสมกับแปลงปลูกข้าวแต่ละแปลง ปุ๋ยที่เป็นสูตรที่เหมาะสมสำหรับพืชระบบจะคำนวณสูตรปุ๋ยโดยอัตโนมัติและตอบกลับเป็นข้อความ เพื่อให้เกษตรกรใช้ได้ทันทีที่สะดวกต่อการพกพาและ ให้คำแนะนำปริมาณปุ๋ยที่ต้องใส่ในแต่ละครั้ง โปรแกรมดังกล่าวเกิดจากการเชื่อมโยงฐานข้อมูลการเกษตรจากกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ตลอดจนองค์ความรู้จากภูมิปัญญาท้องถิ่นต่างๆ ไว้ด้วยกัน รวมถึงระบบคำนวณสูตรปุ๋ยจากคณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ที่ได้รับการสนับสนุนจากศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ

พงศ์ธร เพียรพิทักษ์ [4] ได้ทำการวิจัยเรื่อง การจัดการดินและปุ๋ยสำหรับปาล์มน้ำมัน มีวัตถุประสงค์เพื่อทดลองเปรียบเทียบการใช้ปุ๋ยแบบประหยัด และศึกษาอัตราการใช้ปุ๋ยเคมีที่เหมาะสมสำหรับการปลูกปาล์มน้ำมัน วางแผนการทดลองแบบ CRD ประกอบด้วยวิธีการใส่ปุ๋ยเคมีแบบเกษตรกร, ปุ๋ยเคมีแบบผสมปุ๋ยเอง, ปุ๋ยเคมีแบบประหยัด และปุ๋ยอินทรีย์

ปรมิินทร์ วงษ์คำสิงห์ [3] ได้ทำการการค้นคว้าแบบอิสระเรื่อง การพัฒนาระบบแจ้งผลการเรียนบนโทรศัพท์มือถือแอนดรอยด์ โดยใช้หลักการธุรกิจชาญฉลาด เพื่อพัฒนาแอปพลิเคชันบนโทรศัพท์มือถือระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ โดยอาศัยหลักการธุรกิจชาญฉลาด เป็นเครื่องมือสนับสนุนการตัดสินใจของผู้บริหาร และเพิ่มทางเลือกให้ผู้สนใจสามารถเข้าไปใช้ตรวจสอบผลการเรียนในแต่ละภาคเรียนของนักศึกษา โดยการแจ้งผลการเรียนบนโทรศัพท์มือถือแอนดรอยด์วิธีการศึกษาประกอบไปด้วย การวิเคราะห์และออกแบบระบบด้วยการวิเคราะห์เชิงวัตถุ เพิ่มความสามารถในการสนับสนุนการทำงานแบบเอ็มวีซี โดยการใส่โทรศัพท์มือถือแอนดรอยด์แสดงผลการเรียน โดยเฉพาะคุณสมบัติของส่วนแสดงผลแบบกราฟิกเพื่อสร้างกราฟแสดงรายงานข้อมูลสรุปผลการเรียน โดยวิเคราะห์จากฐานข้อมูลของระบบเดิมที่ใช้งานในปัจจุบัน

สุชาติดา พลาชัยภิมยศิลป์ [6] ได้ทำการวิจัยเรื่อง แนวโน้มการใช้โมบายแอปพลิเคชันโดยแนวโน้มการใช้งาน Mobile Device อย่างสมารถที่เพิ่มขึ้นอย่างก้าวกระโดดในช่วงไม่กี่ปีที่ผ่านมา เป็นผลมาจากการพัฒนา

โมบายแอปพลิเคชัน และเทคโนโลยีของเครื่องโทรศัพท์ จากค่ายผู้ผลิตโทรศัพท์ไร้สาย โดยเฉพาะการพัฒนาต่อยอดแอปพลิเคชันบนอุปกรณ์มือถือ ที่แข่งขันกันเพื่อชิงความเป็นผู้นำในตลาดด้านโมบายแอปพลิเคชัน การพัฒนาแอปพลิเคชันแบ่งเป็นการพัฒนาแอปพลิเคชันระบบ (Operation System) และแอปพลิเคชันซอฟต์แวร์ที่ตอบสนองการใช้งานบนอุปกรณ์และด้วยแอปพลิเคชันที่เพิ่มขึ้นจึงจำเป็นต้องมีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้นด้วย เพื่อตอบสนองกิจกรรมในชีวิตประจำวันของผู้ใช้งาน ได้แก่ การทำธุรกรรมทางการเงิน เชื่อมต่อและสืบค้นข้อมูลบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต หรือแม้แต่การเล่นเกมส์ด้วยอัตราการขยายตัวด้านการใช้งานอุปกรณ์เคลื่อนที่ ทำให้บริษัทชั้นนำด้านโทรศัพท์มือถือหลายแห่งหันมาให้ความสำคัญกับการพัฒนาโปรแกรมบนโทรศัพท์มือถือ โดยเชื่อว่าจะมีอัตราการดาวน์โหลดเพื่อใช้งานที่เติบโตเพิ่มมากขึ้นอย่างเห็นได้ชัด

วิธีการดำเนินงานวิจัย

การพัฒนาระบบการคำนวณสูตรปุ๋ยบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ คณะผู้พัฒนาได้ศึกษาและรวบรวมข้อมูล ตลอดจนวิเคราะห์และออกแบบระบบ ไว้ดังนี้

การศึกษาและรวบรวมข้อมูล

คณะผู้พัฒนาได้ศึกษาและรวบรวมข้อมูลจากหลายๆแหล่ง โดยมีการศึกษาในเรื่องต่างๆ ดังนี้ การศึกษาเกี่ยวกับการผสมปุ๋ยโดยใช้แม่ปุ๋ย ซึ่งคณะผู้พัฒนาได้ศึกษาข้อมูลจากเว็บไซต์ งานวิจัย บทความทาง การเกษตรต่างๆ และญาติพี่น้องที่เป็นเกษตรกร แล้วทำการทดลองคำนวณตามสูตรต่างๆ ที่ศึกษามาเพื่อตรวจสอบความถูกต้อง

จากนั้น คณะผู้พัฒนาจึงได้ศึกษาวิธีการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์บนโทรศัพท์มือถือระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ และชุดโปรแกรมที่ทางกูเกิลพัฒนาออกมาเพื่อให้นักพัฒนาแอปพลิเคชัน (SDK) ซึ่งในชุด SDK นี้จะมีโปรแกรมและไลบรารีต่างๆ ที่จำเป็นต่อการพัฒนาแอปพลิเคชันบนแอนดรอยด์ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องที่แนะนำการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ นอกจากนั้นยังจะศึกษาการเขียนโปรแกรมโดยการใส่ซอฟต์แวร์ Eclipse IDE for Java Developers และ Eclipse Plug-in เพื่อเครื่องมือในการเขียนและการทดสอบโปรแกรมภาษาจาวาอีกด้วย



การวิเคราะห์และออกแบบระบบ

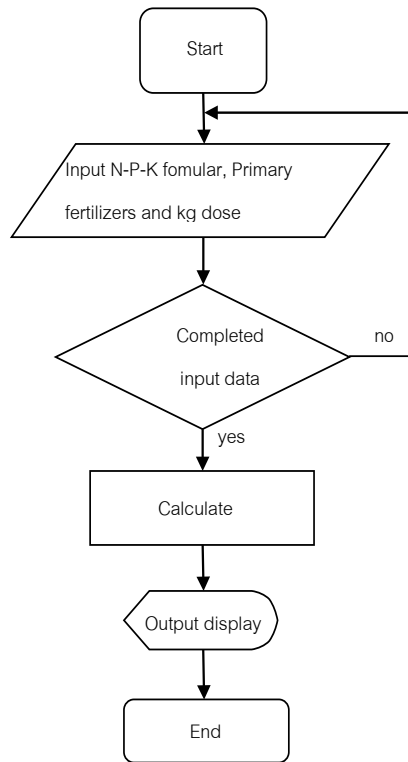


Figure 1. System Flow Chart

ผังการทำงานของระบบ

คณะผู้พัฒนาได้สร้างผังการทำงานของระบบ (System Flow Chart) เพื่อแสดงขั้นตอนในการทำงานของโปรแกรมตั้งแต่เริ่มต้น การรับข้อมูล การคำนวณ หรือการประมวล จนถึง การแสดงผลลัพธ์ ซึ่งผังงานนี้จะช่วยเพิ่มความสะดวกในการเขียนโปรแกรม เพราะสามารถดูได้ง่ายว่าในแต่ละขั้นตอนการทำงานควรใช้คำสั่งอย่างไร ดังแสดงในภาพที่ 1

การวิเคราะห์ปัญหาและหาคำตอบในรูปแบบของสมการเชิงเส้นหลายตัวแปร

จากปัญหาการผสมสูตรปุ๋ยนี้ คณะผู้พัฒนาได้วิเคราะห์ Input และ Output ของระบบได้ดังนี้

Input1 สัดส่วนปริมาณ N-P-K ต่อปุ๋ย 100 กิโลกรัม (สูตรปุ๋ยที่ต้องการ) ตั้งเป็นตัวแปร N, P และ K
Input2 สัดส่วนปริมาณ N-P-K ในปุ๋ยวัตถุดิบ

(แม่ปุ๋ย) สามชนิด ที่จะเอามาผสมให้ได้สูตรตามต้องการ
ปุ๋ยวัตถุดิบที่ 1: ตั้งเป็นตัวแปร N1, P1, K1
ปุ๋ยวัตถุดิบที่ 2: ตั้งเป็นตัวแปร N2, P2, K2
ปุ๋ยวัตถุดิบที่ 3: ตั้งเป็นตัวแปร N3, P3, K3
Input3 ปริมาณปุ๋ยหลังผสมที่ต้องการ (กิโลกรัม) ตั้งเป็นตัวแปร x

Output1 ปริมาณ (กิโลกรัม) ของปุ๋ยชนิดที่ 1, ปุ๋ยชนิดที่ 2 และปุ๋ยชนิดที่ 3 ที่ต้องใช้ในการผสม ให้ตัวแปร a แทนปริมาณของปุ๋ยชนิดที่ 1 ให้ตัวแปร b แทนปริมาณของปุ๋ยชนิดที่ 2 ให้ตัวแปร c แทนปริมาณของปุ๋ยชนิดที่ 3
Output2 ปริมาณสารเติม (Filter) ที่ต้องเติมเพิ่มลงไปเพื่อให้ได้ปริมาณปุ๋ยหลังผสมตรงตามต้องการ โดยตั้งเป็นตัวแปร F

จากนั้นคณะผู้พัฒนาได้แทนค่าความสัมพันธ์ของตัวแปรต่างๆ ในรูปของสมการเชิงเส้น ได้ดังสมการที่ (1)

$$a[N_1,P_1,K_1]+b[N_2,P_2,K_2]+c[N_3,P_3,K_3] = N-P-K \quad (1)$$

เขียนแยกส่วนเฉพาะธาตุได้เป็นสมการที่ (2) (3) และ (4)

$$aN_1+bN_2+cN_3 = N \quad (2)$$

$$aP_1+bP_2+cP_3 = P \quad (3)$$

$$aK_1+bK_2+cK_3 = K \quad (4)$$

พบว่าได้สมการเชิงเส้นทั้งหมด 3 สมการ และมีตัวแปรที่ต้องการหา 3 ตัวแปร จึงสามารถแก้สมการ

ด้วยหลักการของสมการเชิงเส้นหลายตัวแปร เพื่อหาค่า 3 ตัวแปร (a, b, c) ได้ดังสมการที่ (5) (6) และ (7)

$$a = \frac{N(K_2P_2-K_3P_2)+N_2(K_3P-KP_3)+N_3(KP_2-K_2P)}{N_1(K_2P_3-K_3P_2)+N_2(K_3P-KP_3)+N_3(KP_2-K_2P)} \quad (5)$$

$$b = \frac{N(K_1P_3-K_3P_1)+N_1(K_3P-KP_3)+N_3(KP_1-K_1P)}{N_1(K_2P_3-K_3P_2)+N_2(K_3P_1-KP_3)+N_3(K_1P_2-K_2P_1)} \quad (6)$$

$$c = \frac{N(K_1P_2-K_2P_1)+N_1(K_2P-KP_2)+N_2(KP_1-K_1P)}{N_1(K_2P_3-K_3P_2)+N_2(K_3P_1-K_1P_3)+N_3(K_1P_2-K_2P_1)} \quad (7)$$

ส่วนปริมาณฟิลเตอร์ (F) ที่จะต้องใส่เพื่อให้ได้ปริมาณครบตามต้องการ จะสามารถคำนวณจาก

ปริมาณปุ๋ยหลังผสมที่ผู้ใช้ต้องการ (x) ลบด้วยปริมาณรวมของวัตถุดิบที่ต้องใส่ทั้งหมด ดังสมการที่ (8)

$$F = x - x(a+b+c) \quad (8)$$

จากนั้นทำการวิเคราะห์เงื่อนไขซึ่งเงื่อนไขที่ไม่สามารถคำนวณปริมาณปุ๋ยวัตถุดิบเพื่อผสมให้ได้ตามต้องการ ดังเงื่อนไขต่อไปนี้

กรณีที่เลือกวัตถุดิบที่เป็นไปไม่ได้ที่จะผสมให้ได้ตามสูตรที่ต้องการ ซึ่งหากคำนวณจะได้สัดส่วนของบางวัตถุดิบติดลบ หรือปริมาณรวมเกินปริมาณปุ๋ยหลังผสมที่ผู้ใช้ต้องการ

กรณีที่ตัวหารของสมการ (5) หรือ (6) หรือ (7) เป็นศูนย์

การออกแบบหน้าจอระบบ

คณะผู้พัฒนาได้ออกแบบหน้าจอเพื่อให้ผู้ใช้สามารถใช้ได้สะดวกและได้ผลลัพธ์ตรงตามต้องการ ดังภาพที่ 2

ใส่สูตรที่ท่านต้องการ N: _____ P: _____ K: _____			
กรกฎาระบบแม่ปุ๋ย			
ปุ๋ย N	P	K	จำนวน (กก.)
ชนิดที่1 _____ - _____ - _____			
ชนิดที่2 _____ - _____ - _____			
ชนิดที่3 _____ - _____ - _____			
จำนวน _____ กก.		รวม: _____	
ต้องการใส่ _____ กก./ตัน		ต้องใช้: _____ กก./ตัน	
ถ้าคุณผสม Filler คุณต้องผสม _____ กก.			
<input type="button" value="คำนวณ"/>	<input type="button" value="เริ่มใหม่"/>	<input type="button" value="วิธีใช้"/>	

Figure 2. System and User Interface Design



ผลการดำเนินงาน

คณะผู้พัฒนาได้วิเคราะห์และออกแบบระบบเพื่อช่วยให้ผู้ใช้มีความสะดวกรวดเร็วในการคำนวณสูตรปุ๋ยโดยมีผลการดำเนินงาน ดังนี้

ผลการทดลอง

การใช้งานระบบ จะเริ่มจากการติดตั้งระบบ โดยจากภาพที่ 3 เป็นภาพหน้าจอการติดตั้งระบบ ที่เมื่อผู้ใช้ดาวน์โหลดแอปพลิเคชันลงบนโทรศัพท์เคลื่อนที่เรียบร้อยแล้ว และกดปุ่มติดตั้ง แอปพลิเคชันก็จะถูกติดตั้งจนเสร็จสมบูรณ์ ส่วนในภาพที่ 4 เป็นรูปแสดงหน้าจอหลักของระบบ ที่เปิดขึ้นมาหลังจากติดตั้งเสร็จเรียบร้อยแล้ว ซึ่งประกอบไปด้วยเมนู สูตรที่ต้องการ

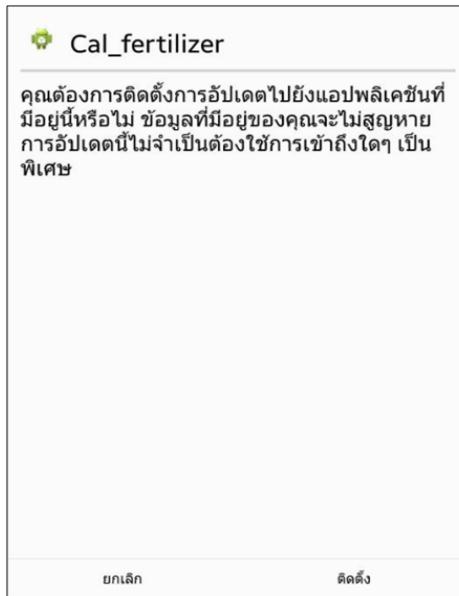


Figure 3. System Installation Screen

ช่องต้องการใส่ เมื่อผู้ใช้ต้องการกำหนดจำนวนที่ต้องการใส่ มีหน่วยเป็นกรัม

ช่องต้องการใช้ จะแสดงจำนวนที่ต้องใช้มีหน่วยเป็นกรัม จำนวนที่ต้องใช้จะไม่ผสม Filler

ช่อง Filler คือ สารเติมเต็มทำให้ปุ๋ยครบจำนวน เช่น ต้องการปุ๋ย 100 แต่ผสมแล้วได้ 70 ต้องเติม Filler อีก 30 ปุ๋ยจึงจะครบจำนวน

ปุ่มคำนวณ เมื่อผู้ใช้กดปุ่มคำนวณระบบจะแสดงจำนวนปุ๋ยแต่ละชนิดที่จะนำมาผสมหน่วยเป็น

ช่องปุ๋ยชนิดที่ 1 ชนิดที่ 2 และชนิดที่ 3 จำนวนที่ต้องการ ช่องป้อนข้อมูลที่ต้องการใส่ ช่องแสดงผลที่ต้องใช้ ช่องแสดงปริมาณ Filler ปุ่มคำนวณ ปุ่มเริ่มใหม่ และปุ่มวิธีใช้

ช่องสูตรที่ต้องการช่อง N เมื่อผู้ใช้ต้องการในโตรเจน สามารถปรับเปลี่ยนตัวเลขได้ตามต้องการ

ช่องสูตรที่ต้องการช่อง P เมื่อผู้ใช้ต้องการฟอสฟอรัส สามารถปรับเปลี่ยนตัวเลขได้ตามต้องการ

ช่องสูตรที่ต้องการช่อง K เมื่อผู้ใช้ต้องการโพแทสเซียม สามารถปรับเปลี่ยนตัวเลขได้ตามต้องการ

ช่องปุ๋ยชนิดที่ 1 2 3 คือสูตรปุ๋ยแต่ละชนิดที่ผู้ใช้จะนำมาผสมสามารถกำหนดได้ตามต้องการ ช่องจำนวน เมื่อผู้ใช้ต้องการกำหนดจำนวนปุ๋ยรวม มีหน่วยเป็นกิโลกรัม



Figure 4. System Main Screen

(กก.) จะแสดงจำนวนที่ต้องใช้มีหน่วยเป็นกรัม, (จำนวนที่ไม่ผสม Filler) และระบบจะแสดงจำนวน Filler ที่ทำให้ปุ๋ยครบจำนวน ซึ่งมีหน่วยเป็นกิโลกรัม

ปุ่มเริ่มใหม่ คือ การกลับเป็นค่าเริ่มต้น

ปุ่มวิธีใช้ คือ ปุ่มเมื่อผู้ใช้กดปุ่มแสดงหน้าจอวิธีใช้และคำอธิบายเกี่ยวกับโปรแกรมนี้

ส่วนภาพที่ 5 เป็นภาพแสดงหน้าจอวิธีใช้และคำอธิบายต่างๆ เช่น N,P,K, ช่องปุ๋ยชนิดที่ 1, ชนิดที่ 2 และชนิดที่ 3 จำนวน และอื่น ๆ



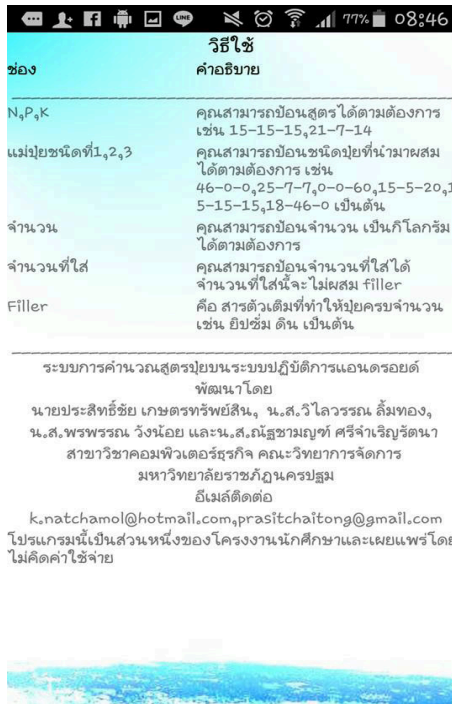


Figure 5. Help Screen

วิเคราะห์ผลการใช้งานระบบ

คณะผู้พัฒนาได้ทำการสำรวจความพึงพอใจของผู้ใช้งานโปรแกรมคำนวณสูตรปุ๋ยบนระบบปฏิบัติการ Android นี้ โดยรวบรวมข้อมูลความพึงพอใจในการใช้งานของผู้ใช้โปรแกรมจำนวน 107 คน ซึ่งมีการวิเคราะห์ข้อมูลและจำแนกรายละเอียด ดังต่อไปนี้

ส่วนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ส่วนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของผู้ใช้งานโปรแกรมคำนวณสูตรปุ๋ยบนระบบปฏิบัติการ Android ซึ่งได้จากแบบสอบถามความพึงพอใจในการใช้โปรแกรม โดยแสดงไปรูปแบบค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ดังตารางที่ 1

การวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของผู้ใช้งานโปรแกรม โดยจำแนกตามประเภทของผู้ใช้ พบว่าจากผู้ตอบแบบสอบถามจำนวน 107 คน ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เป็นเพศชายจำนวน 65 คน คิดเป็นร้อยละ 60.7

ส่วนเพศหญิงมีจำนวน 42 คน คิดเป็นร้อยละ 39.3 และผู้ตอบแบบสอบถามมีการศึกษาอยู่ในระดับปริญญาตรีขึ้นไป มากที่สุด จำนวน 71 คน คิดเป็นร้อยละ 66.4 รองลงมาเป็นระดับปวส./อนุปริญญา จำนวน 23 คน คิดเป็นร้อยละ 21.5 ส่วนระดับมัธยมศึกษา/ปวช. มีจำนวน 12 คน คิดเป็นร้อยละ 11.2 และในระดับประถมศึกษาศึกษามีจำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 0.9 โดยผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ประกอบอาชีพอื่นๆ มากที่สุดจำนวน 45 คน คิดเป็นร้อยละ 42.1 รองลงมาประกอบอาชีพรับจ้าง จำนวน 21 คน คิดเป็นร้อยละ 19.6 รองลงมาประกอบอาชีพเกษตรกร จำนวน 17 คน คิดเป็นร้อยละ 15.9 รองลงมาประกอบอาชีพรับราชการ/พนักงานรัฐวิสาหกิจ/พนักงานส่วนท้องถิ่น จำนวน 13 คน คิดเป็นร้อยละ 12.1 รองลงมา และประกอบอาชีพค้าขายน้อยที่สุด จำนวน 11 คน คิดเป็นร้อยละ 10.3 ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ใช้โทรศัพท์ระบบปฏิบัติการ Android 8 ชั่วโมงต่อวัน จำนวน 43 คน มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 40.2 รองลงมาใช้โทรศัพท์ระบบปฏิบัติการ Android 0-4 ชั่วโมงต่อวัน จำนวน 40 คน คิดเป็นร้อยละ 37.4 รองลงมาใช้โทรศัพท์ระบบปฏิบัติการ



Android 16 ชั่วโมงต่อวันจำนวน 18 คน คิดเป็นร้อยละ 16.8 และใช้โทรศัพท์ระบบปฏิบัติการ Android 24 ชั่วโมงต่อวัน จำนวน 6 คน น้อยที่สุด คิดเป็นร้อยละ 5.6 ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่มีเครื่องโทรศัพท์ที่ใช้ 1 เครื่อง มากที่สุด จำนวน 74 คน คิดเป็นร้อยละ 69.2 รองลงมา มีเครื่องโทรศัพท์ที่ใช้ 2 เครื่องจำนวน 26 คน คิดเป็นร้อยละ 24.3 รองลงมา มีเครื่องโทรศัพท์ที่ใช้ มากกว่า 3 เครื่องจำนวน 6 คน คิดเป็นร้อยละ 5.6 และมีเครื่องโทรศัพท์ที่ใช้ 3 เครื่อง น้อยที่สุด จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 0.9

ผลการวิเคราะห์ ความพึงพอใจของผู้ใช้งานโปรแกรมคำนวณสูตรปุ๋ยบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ซึ่งแสดงผลในรูปของค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

จากตารางที่ 1 พบว่าระดับความคิดเห็นของผู้ใช้งานโปรแกรมคำนวณสูตรปุ๋ยบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ด้านความพึงพอใจในการใช้โปรแกรม ในภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{x} = 4.50$) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่า ข้อ 8, 10 และ 12 ความพึงพอใจในการใช้

โปรแกรม อยู่ในระดับ มากที่สุด โดยหากเรียงจากคะแนนเฉลี่ยมากไปหาน้อย จะเป็นไปดังรายการต่อไปนี้ ข้อมูลที่ได้รับมีประโยชน์ต่อผู้ใช้ ($\bar{x} = 4.66$) เป็นเทคโนโลยีที่ทันสมัยและสะดวกรวดเร็วต่อการใช้งาน ($\bar{x} = 4.60$) ข้อความอ่านได้ชัดเจนและเข้าใจง่าย ($\bar{x} = 4.57$)

ส่วนข้อที่ 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 11 และ 13 ความพึงพอใจในการใช้โปรแกรม พบว่าอยู่ในระดับมาก โดยหากเรียงคะแนนเฉลี่ยจากมากไปหาน้อย จะเป็นไปดังนี้ โปรแกรมมีความสะดวกในการใช้งาน และขั้นตอนการใช้โปรแกรมง่ายไม่ซับซ้อน ($\bar{x} = 4.54$) ลดค่าใช้จ่ายในการผสมปุ๋ยใช้เองได้จริง และมีความถูกต้องในระบบการคำนวณ ($\bar{x} = 4.52$) ความพึงพอใจในประสิทธิภาพการใช้งานโปรแกรมโดยรวม ($\bar{x} = 4.50$) ท่านเข้าใจการทำงานของโปรแกรมเป็นอย่างดี ($\bar{x} = 4.48$) คำอธิบายวิธีการใช้งานโปรแกรมเข้าใจง่าย และระบบแจ้งเตือนเมื่อใส่ข้อมูลผิดพลาด ($\bar{x} = 4.44$) การออกแบบแอปพลิเคชัน มีความสวยงาม ($\bar{x} = 4.40$) การใช้โปรแกรมผ่านระบบปฏิบัติการ Android ($\bar{x} = 4.29$)

Table 1. Mean and standard deviation of users' satisfaction levels Development with the application (n=107)

The satisfaction of the application	\bar{x}	S.D.	Level
1. Application on the Android operating system	4.29	1.03	good
2. Ease of use	4.54	0.69	good
3. An explanation of how to use is easier to understand	4.44	0.74	good
4. Simple, not complicated	4.54	0.65	good
5. Notifications when entering the wrong information	4.44	0.75	good
6. Actually reduce the cost of compound fertilizer	4.52	0.70	good
7. Design application functionality with aesthetics	4.40	0.78	good
8. Text legible, easy to understand	4.57	0.71	Very good
9. Users understand how the program works	4.48	0.74	good
10. The output information has been useful to the user	4.66	0.60	Very good
11. Accurate in the calculation	4.52	0.69	good
12. Modern technology, convenient and easy to use	4.60	0.65	Very good
13. Overall satisfaction	4.50	0.74	good
Average	4.50	0.74	good



สรุป

สรุปผลการดำเนินงาน

คณะผู้พัฒนาได้ดำเนินการสร้างโปรแกรมคำนวณโดยการคำนวณสูตรปุ๋ยจะทำนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ เพื่อช่วยเกษตรกรลดค่าใช้จ่ายด้านต้นทุนลงโดยการผสมปุ๋ยใช้เอง และง่ายต่อการใช้งาน อีกทั้งยังสะดวกรวดเร็ว ทำให้เกษตรกรสามารถคำนวณสูตรปุ๋ยที่ต้องการด้วยตนเอง ง่ายต่อการพกพาและมีประสิทธิภาพที่ดีต่อไปในอนาคต นอกจากนี้ยังได้ทำการสำรวจความพึงพอใจของผู้ใช้งานโปรแกรม จากผู้ใช้งานจำนวน 107 คน ที่หลากหลายการศึกษา อาชีพ และลักษณะการใช้งาน โทรศัพท์มือถือ พบว่าผู้ที่มีความพึงพอใจในการใช้งานในช่วงระดับดี ถึงดีมาก โดยได้คะแนนประเมินเฉลี่ยที่ 4.5 จาก 5 ด้วยค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.74

ข้อจำกัด

ระบบคำนวณสูตรปุ๋ยนี้สามารถคำนวณได้เฉพาะปุ๋ยวัตถุบดที่ทราบปริมาณ NPK แน่นอนเท่านั้น 5.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

เกษตรกรสามารถนำไปใช้งานได้ และทำให้ลดต้นทุนในการใช้ปุ๋ยเคมีได้ อีกทั้งได้ปุ๋ยเคมีตรงตามที่ต้องการมากที่สุด

ข้อเสนอแนะ

เพื่อประโยชน์ในการพัฒนาและปรับปรุงระบบให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น คณะผู้พัฒนามีข้อเสนอแนะดังนี้

1. ควรมีการพัฒนาโดยการใส่ราคาปุ๋ยที่ใช้เป็นวัตถุดิบ เพื่อคำนวณราคาต่อกระสอบที่ได้
2. ควรมีการแนะนำว่าพืชชนิดใดควรใส่ปุ๋ยอย่างไร

เอกสารอ้างอิง

1. ทศนีย์ อัดตะนันท์. 2555. การพัฒนาโปรแกรมการคำนวณปุ๋ยให้กับพืชชนิดต่างๆ โดยสามารถคาดคะเนผลผลิตที่ได้กำไรสูงสุด. กรุงเทพฯ: ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

2. อัดนีย์ ก่อตระกูล. 2551. การพัฒนาโปรแกรม 1 2 3-ปุ๋ยสั่งตัด-ผ่านมือถือ. กรุงเทพฯ: หน่วยปฏิบัติการวิจัยเชี่ยวชาญเฉพาะการประมวลผลภาษาธรรมชาติและเทคโนโลยีสารสนเทศอัจฉริยะ ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
3. ประมินทร์ วงษ์คำสิงห์. 2556. การพัฒนาระบบแจ้งผลการเรียนบนโทรศัพท์มือถือแอนดรอยด์โดยใช้หลักการธุรกิจชาญฉลาด. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาการคอมพิวเตอร์) มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
4. พงศ์ธร เพียรพิทักษ์. 2553. การจัดการดินและปุ๋ยสำหรับปาล์มน้ำมันในชุดดินท่าชะ และชุดดินคลองซาก. ระเบียบ: สำนักวิจัยและพัฒนาการจัดการที่ดินจังหวัดกระบี่.
5. รวี เสฐฐภักดี. 2552. การจัดการธาตุอาหารพืชในไม้ผล. นครปฐม: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์วิทยาเขตกำแพงแสน.
6. สุชาติ พลาชัยภิรมย์ศิลป์. 2554. แนวโน้มการใช้ไบบายแอฟฟลิเคชัน. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยกรุงเทพ.
7. ทศนีย์ อัดตะนันท์ และประทีป วีระพัฒนนิรันดร์. 2554. ธรรมชาติของดินและปุ๋ย. กรุงเทพฯ: โครงการร่วมพลังพลิกฟื้นผืนดินเกษตรไทย, มูลนิธิพลังนิเวศและชุมชน.
8. ขอบ คณะฤกษ์ และเยาวพา หัสธน. 2541. คู่มือการผสมปุ๋ยเคมีใช้เอง. กรุงเทพฯ: กรมวิชาการเกษตร.
9. ถวิล ครุฑกุล. 2540. เกษตรยั่งยืน: การใช้ดิน-ปุ๋ย. กรุงเทพฯ: ภาควิชาปฐพีวิทยา, คณะเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
10. อภินันท์ กำเนิดรัตน์, วีระ เอกสมทราเมษฐ์, ประวิตร โสภโณดร, วิจิตต์ วรรณชิต. 2543. เอกสารคำสอนวิชาหลักการกรรกรรม, ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
11. โครงการพัฒนาเนื้อหาความรู้สำหรับเครือข่ายคอมพิวเตอร์เพื่อโรงเรียนไทย. ปุ๋ย. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <https://web.ku.ac.th/schoolnet/snet6/envi2/subsoil/puy.htm>. 2557.



12. ทีมงานวิจัยการจัดการธาตุอาหารเฉพาะพื้นที่. ปุ๋ย สารประกอบที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <http://www.ssnm.info/know/ferti>. 2557.
13. สำนักสำรวจดินและวางแผนการใช้ที่ดิน. ปุ๋ยและการใช้ปุ๋ย. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : [http://oss101.ldd.go.th/web_soils_for_youth/s_fertilizer .htm](http://oss101.ldd.go.th/web_soils_for_youth/s_fertilizer.htm). 2557.
14. กลุ่มเกษตรก้าวหน้าใหม่. ใส่ปุ๋ยอย่างไรให้พืชได้ประโยชน์ สูงสุด. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก :<http://www.vigotech.co.th>. 2557.
15. วัฒนา เถาว์ทิพย์. ระบบสมการเชิงเส้น. เอกสาร ประกอบการสอนรายวิชา Linear Algebra I. [ออนไลน์].เข้าถึงได้จาก : <http://home.kku.ac.th/wattou/teaching/321211/001.pdf>. 2556
16. สุชาติดา พลาชัยภิรมย์ศิลป์. 2554. แนวโน้มการใช้โมบายแอปพลิเคชัน, *วารสารนักบริหาร*, มหาวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร, ปีที่ 31, เล่มที่ 4.

