



กองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม
รายงานผลสัมฤทธิ์สำหรับทุนสนับสนุนงานพื้นฐาน (Fundamental Fund)

ปีงบประมาณ พ.ศ. 2564

หน่วยงาน กรมวิชาการเกษตร

รายงานโครงการวิจัย

พัฒนาระบบประเมินปริมาณธาตุอาหารในปาล์มน้ำมัน
และระบบแนะนำการใช้ปุ๋ยในปาล์มน้ำมัน

Development Leaf Nutrients Prediction System and
Fertilizer Recommendation System for Oil Palm

ชื่อหัวหน้าโครงการวิจัย

สุชาดา โภชาดม

SUCHADA POCHADOM

ปี 2564

บทสรุปผู้บริหาร

โครงการพัฒนาระบบประเมินปริมาณธาตุอาหารในปาล์มน้ำมันและระบบแนะนำการใช้ปุ๋ยในปาล์มน้ำมัน ประกอบด้วย 2 การทดลอง ได้แก่ 1. การพัฒนาระบบประเมินปริมาณธาตุอาหารในปาล์มน้ำมันสู่คำแนะนำการใช้ปุ๋ย และ 2. ตรวจสอบความใช้ได้ของระบบประเมินปริมาณธาตุอาหารในปาล์มน้ำมันและระบบแนะนำการใช้ปุ๋ย คณะผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยระหว่างปี 2562-2564 วิจัยและพัฒนาโดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการวิเคราะห์ภาพถ่าย เพื่อพัฒนาระบบประเมินปริมาณธาตุอาหารในปาล์มน้ำมันและระบบแนะนำการใช้ปุ๋ย ใช้งานบนเว็บแอปพลิเคชัน (Web Application) ให้ผู้ใช้งานสามารถประเมินธาตุอาหารในใบปาล์มน้ำมันและแปลผลค่าวิเคราะห์ รวมทั้งออกคำแนะนำการใช้ปุ๋ยอัตโนมัติสำหรับปาล์มน้ำมันรายแปลงได้

ผลการดำเนินงาน สรุปได้ดังนี้

1. ระบบประเมินปริมาณธาตุอาหารในปาล์มน้ำมันและระบบแนะนำการใช้ปุ๋ยในปาล์มน้ำมัน ใช้งานบนเว็บแอปพลิเคชัน <http://puipalm.research-oard7.com> หรือเรียกว่า “เว็บปุ๋ยปาล์ม: PUIPALM”
2. ระบบประเมินปริมาณธาตุอาหารในปาล์มน้ำมันและระบบแนะนำการใช้ปุ๋ยในปาล์มน้ำมัน สามารถจัดเก็บข้อมูลผลวิเคราะห์ดิน ผลวิเคราะห์ธาตุอาหารในใบ และประวัติการใส่ปุ๋ยแปลงปาล์มน้ำมันได้
3. การใช้งานระบบประเมินปริมาณธาตุอาหารในปาล์มน้ำมันและระบบแนะนำการใช้ปุ๋ยในปาล์มน้ำมันมี 2 ลักษณะ คือ 1) การแปลผลการใช้ปุ๋ยจากข้อมูลวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในใบปาล์มน้ำมันจากห้องปฏิบัติการ และ 2) การแปลผลการใช้ปุ๋ยจากภาพถ่ายในปาล์มน้ำมันที่นำเข้าสู่ระบบ โดยผ่านการทำนายธาตุอาหารในใบปาล์มน้ำมันอัตโนมัติ โดยใช้ปัญญาประดิษฐ์
4. ระบบทำนายธาตุไนโตรเจน และระบบทำนายธาตุโพแทสเซียม มีความแม่นยำรวมร้อยละ 86.34 และ 56.66 ตามลำดับ และมีค่า MSE รวมเท่ากับ 0.06

จากผลการดำเนินงานสามารถพัฒนาต่อยอดระบบประเมินปริมาณธาตุอาหารในปาล์มน้ำมัน ให้มีความแม่นยำมากยิ่งขึ้น รวมถึงศึกษาพัฒนาโมเดลสำหรับการทำนายธาตุอาหารธาตุอื่นๆ ที่สำคัญในปาล์มน้ำมัน ที่แสดงอาการขาดทางใบที่ชัดเจน ได้แก่ ธาตุแมกนีเซียม และธาตุโบรอน เพื่อให้คำแนะนำการใช้ปุ๋ยผ่านเว็บ PUIPALM ครอบคลุมธาตุอาหารสำคัญที่ปาล์มน้ำมันต้องการในปริมาณมากในการเจริญเติบโตและให้ผลผลิต ซึ่งเว็บ PUIPALM จะเป็นทางเลือกหนึ่งให้ผู้ใช้งานหรือเกษตรกรผู้ปลูกปาล์มน้ำมันสามารถใช้เป็นเครื่องมือให้คำแนะนำการใช้ปุ๋ยในปาล์มน้ำมันตามค่าวิเคราะห์ใบได้สะดวกและรวดเร็วขึ้น

บทคัดย่อ

การใช้ปุ๋ยในปาล์มน้ำมันตามค่าวิเคราะห์ใบ เป็นเทคโนโลยีที่มีการใช้อย่างแพร่หลาย เป็นที่ยอมรับในกลุ่มผู้ผลิตปาล์ม น้ำมันทั่วโลก เนื่องจากช่วยให้ปาล์มน้ำมันมีผลผลิตสูงอย่างต่อเนื่อง อีกทั้งช่วยลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากการใช้ปุ๋ยในปริมาณ ที่ไม่เหมาะสม สำหรับการปลูกปาล์มน้ำมันในประเทศไทย ส่วนใหญ่เป็นเกษตรกรรายย่อย การเข้าถึงเทคโนโลยีดังกล่าว เป็นไปได้ยาก เนื่องจากเทคโนโลยีการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ใบ มีข้อจำกัดในการวิเคราะห์ธาตุอาหารในห้องปฏิบัติการ การแปลผลค่าวิเคราะห์ และการให้คำแนะนำการใช้ปุ๋ย ด้วยเทคโนโลยีสารสนเทศสามารถนำมาใช้ในการจัดทำระบบวิเคราะห์ ข้อมูลดินและใบปาล์มน้ำมันให้มีประสิทธิภาพขึ้นได้ ทั้งในด้านการจัดการข้อมูลและการประมวลผลข้อมูลอัตโนมัติ จึงได้พัฒนาระบบประเมินปริมาณธาตุอาหารในปาล์มน้ำมันและระบบแนะนำการใช้ปุ๋ยในปาล์มน้ำมัน ใช้งานบนเว็บแอปพลิเคชัน <http://puipalm.research-oard7.com> ออกแบบโครงสร้างให้มีการใช้งาน 2 ลักษณะ คือ 1. การแปลผลการใช้ปุ๋ยจากข้อมูล วิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในใบปาล์มน้ำมันจากห้องปฏิบัติการ และ 2. การแปลผลการใช้ปุ๋ยจากภาพถ่ายใบปาล์มน้ำมันที่นำเข้าสู่ระบบ ผ่านการทำนายธาตุอาหารในใบปาล์มน้ำมันอัตโนมัติ โดยใช้ปัญญาประดิษฐ์ที่พัฒนามาจากโมเดล MobileNet V3 ประกอบด้วย ระบบทำนายธาตุไนโตรเจนและระบบทำนายธาตุโพแทสเซียม มีความแม่นยำร้อยละ 86.34 และ 56.66 ตามลำดับ และมีค่า MSE รวมทั้ง 2 ระบบ เท่ากับ 0.06 และได้พัฒนาระบบฐานข้อมูลเพื่อใช้ในการเก็บบันทึกข้อมูลค่าวิเคราะห์ ดินของแปลงปลูกปาล์มน้ำมัน เก็บบันทึกข้อมูลค่าวิเคราะห์ธาตุอาหารในใบปาล์มน้ำมัน เก็บบันทึกข้อมูลประวัติการใช้ปุ๋ยของ เกษตรกร เพื่อใช้ประมวลผลการจัดทำคำแนะนำในการใช้ปุ๋ยอัตโนมัติ และสามารถเรียกดูข้อมูลได้ผ่านอินเทอร์เน็ต ช่วยให้ เกษตรกรหรือบุคคลทั่วไปที่ไม่มีความรู้เกี่ยวกับสุขภาพของต้นปาล์มน้ำมันและธาตุอาหารในใบปาล์มน้ำมัน สามารถประเมิน ปริมาณธาตุอาหารใบปาล์มน้ำมันเบื้องต้นได้ ด้วยการทำนายจากภาพถ่าย ระบบประเมินปริมาณธาตุอาหารในปาล์มน้ำมันและ ระบบแนะนำการใช้ปุ๋ยในปาล์มน้ำมัน จึงเป็นทางเลือกหนึ่งให้เกษตรกรผู้ปลูกปาล์มน้ำมันได้ใช้งานและมีการจัดการธาตุอาหารใน ปาล์มน้ำมันได้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

Abstract

Oil palm leaf analysis is commonly used technology of assess the nutrient status of oil palm because it had high yield continuously and reduced environmental pollution from applying excessive amounts of fertilizer. The majority of oil palm plantation in Thailand belongs to smallholders, the smallholder's limit their use technology of oil palm leaf analysis because there was not practical method for smallholder such as time consuming to analysis process, interpretation and fertilizer recommendation by expert. Information technology could raise the oil palm production through information management and automated data processing. The advantage of information technology led to development leaf nutrients prediction model and fertilizer recommendation system for oil Palm on web application. There could be interpretation and fertilizer recommendation from 1. Data of nutrient status of oil palm leaf from laboratory 2. Oil palm leaf Image. The model could predict nutrient status automatically with oil palm leaf Image by artificial intelligence (AI), which develop from MobileNet V3. The accuracy model with Nitrogen and Potassium status was 86.34 and 56.66 respectively and both models had mean square error (MSE) values of 0.06. The model recorded as follows: soil analysis data, leaf analysis data and application of fertilizer data. A total of data was process automatically to assess the nutrient status of oil palm and fertilizer recommendation to farmer or person who lack of knowledge about fertilizer application. This model could access information from anywhere at any time that led to improve fertilizer application in time. This model is alternative way to raise effectiveness of fertilizer management for oil palm smallholders.

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ ผศ.ดร.อภิชน ไหว้ยางกูร และนางสาวกุลนรี กรัตติยานนท์ ที่ให้คำปรึกษาและให้คำแนะนำ ในการพัฒนาระบบประเมินปริมาณธาตุอาหารในปาล์มน้ำมันและระบบแนะนำการใช้ปุ๋ยในปาล์มน้ำมัน และขอขอบคุณสำนักวิจัย และพัฒนาการเกษตร เขตที่ 7 (สวพ.7) กรมวิชาการเกษตร ที่ให้การสนับสนุนเครื่องมือและบุคลากรอำนวยความสะดวกในการทำ วิจัย ตลอดจนคณะผู้บริหาร คณะผู้เชี่ยวชาญ นักวิจัย ที่ให้การสนับสนุนในการดำเนินโครงการสำเร็จไปได้ด้วยดี และสุดท้าย ขอขอบคุณคณะกรรมการพิจารณาและติดตามงานวิจัยทุกคณะของกรมวิชาการเกษตร ที่ให้ข้อคิดเห็นและคำแนะนำที่ทำให้ งานวิจัยนี้สำเร็จตามวัตถุประสงค์

กรมวิชาการเกษตร

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทสรุปผู้บริหาร	i
บทคัดย่อ	ii
Abstract	iii
กิตติกรรมประกาศ	iv
สารบัญ	v
สารบัญภาพ	vi
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 วิธีการดำเนินงาน	4
บทที่ 3 ผลการศึกษา	6
บทที่ 4 สรุปผลและอภิปรายผล	14
เอกสารอ้างอิง	16
ภาคผนวก	17

สารบัญภาพ

ภาพ	หน้า
ภาพที่ 1 การนับตำแหน่งทางใบปาล์มน้ำมัน	4
ภาพที่ 2 แสดงการจัดลำดับความสัมพันธ์ระหว่างภาพถ่ายกับค่าวิเคราะห์	5

กรมวิชาการเกษตร

บทที่ 1 บทนำ

1. วิสัยทัศน์ และพันธกิจของหน่วยงาน

วิสัยทัศน์

กรมวิชาการเกษตรเป็นองค์กรที่เป็นเลิศด้านการวิจัยและพัฒนาด้านพืช เครื่องจักรกลการเกษตร และเป็นศูนย์กลางรับรองมาตรฐานสินค้าเกษตรด้านพืชในระดับสากล บนพื้นฐานการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

พันธกิจ

1. สร้างและถ่ายทอดองค์ความรู้จากงานวิจัยด้านพืชและเครื่องจักรกลการเกษตร สู่กลุ่มเป้าหมาย
2. กำหนดและกำกับดูแลมาตรฐานระบบการผลิตและผลิตภัณฑ์พืชและปัจจัยการผลิต พัฒนาระบบตรวจรับรองสินค้าเกษตรด้านพืชให้เป็นที่ยอมรับในระดับสากล
3. อนุรักษ์และพัฒนาการใช้ประโยชน์จากความหลากหลายทางชีวภาพด้านพืช แมลง และจุลินทรีย์
4. กำกับ ดูแล และพัฒนากฎหมายที่กรมวิชาการเกษตรรับผิดชอบ

2. ยุทธศาสตร์ชาติที่สอดคล้องกับแผนปฏิบัติงานด้าน ววน. ของหน่วยงาน

- ยุทธศาสตร์ที่ 1 ด้านความมั่นคง

เพื่อบริหารจัดการสภาวะแวดล้อมของประเทศให้มีความมั่นคง ปลอดภัย และมีความสงบเรียบร้อยในทุกระดับและทุกมิติ

- ยุทธศาสตร์ที่ 2 ด้านการสร้างความสามารถในการแข่งขัน

เน้นการยกระดับศักยภาพในหลากหลายมิติควบคู่กับการขยายโอกาสของประเทศไทยในเวทีโลก

- ยุทธศาสตร์ที่ 3 ด้านพัฒนาและเสริมสร้างศักยภาพทรัพยากรมนุษย์

คนไทยในอนาคต มีความพร้อมทั้งกาย ใจ สติปัญญา มีทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 มีทักษะสื่อสารภาษาอังกฤษ และภาษาที่ 3 และมีคุณธรรม

- ยุทธศาสตร์ที่ 4 ด้านการสร้างโอกาสและความเสมอภาคทางสังคม

สร้างความเป็นธรรม และลดความเหลื่อมล้ำในทุกมิติ กระจายศูนย์กลางความเจริญทางเศรษฐกิจและสังคม เพิ่มโอกาสให้ทุกภาคส่วนเข้ามาเป็นกำลังของการพัฒนาประเทศในทุกระดับ

- ยุทธศาสตร์ที่ 5 ด้านการสร้างการเติบโตบนคุณภาพชีวิตที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

คำนึงถึงความยั่งยืนของฐานทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ปรับเปลี่ยนพฤติกรรมของประชาชนให้เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ผ่านมาตรการต่างๆ ที่มุ่งเน้นให้เกิดผลลัพธ์ต่อความยั่งยืน

- ยุทธศาสตร์ที่ 6 ด้านการปรับสมดุลและพัฒนาระบบการบริหารจัดการภาครัฐ

การปรับเปลี่ยนภาครัฐ ยึดหลัก “ภาครัฐของประชาชนเพื่อประชาชนและประโยชน์ส่วนรวม”

3. วงเงินงบประมาณกองทุน ววน. ที่ได้รับจัดสรรในปีงบประมาณ พ.ศ. 2564 และโปรตรระบุแผนงาน/โครงการให้สอดคล้องกับโปรแกรมของแผน ววน.

โปรแกรมตามแผน ววน.	งบประมาณ (บาท)
โปรแกรม P7 โจทย์ท้าทายด้านทรัพยากร สิ่งแวดล้อม และการเกษตร	293,608

4. รายละเอียดโครงการ

ที่มาและความสำคัญ/หลักการและเหตุผล

ปาล์มน้ำมันเป็นพืชที่ต้องการธาตุอาหารปริมาณสูงในการเจริญเติบโตและให้ผลผลิต การใช้ปุ๋ยในปาล์มน้ำมันจึงมีความจำเป็นอย่างมาก ที่ต้องใช้ให้ถูกต้องและเหมาะสม ให้เพียงพอกับความต้องการของปาล์มน้ำมัน จึงจะทำให้ปาล์มน้ำมันให้ผลผลิตที่สูงอย่างต่อเนื่องตลอดอายุการเก็บเกี่ยว กรมวิชาการเกษตรแนะนำการใช้ปุ๋ยเชิงเดี่ยวตามค่าวิเคราะห์ใบในสวนปาล์มน้ำมัน ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่มีการศึกษา วิจัย และมีการใช้อย่างแพร่หลาย เป็นที่ยอมรับในวงการผู้ผลิตปาล์มน้ำมันทั่วโลก ซึ่งช่วยลดต้นทุนการผลิตและช่วยให้ปาล์มน้ำมันมีผลผลิตอย่างต่อเนื่อง อีกทั้งช่วยลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากการใช้ปุ๋ยในปริมาณที่มากเกินไป สอดคล้องกับมาตรฐาน RSPO (Roundtable for Sustainable Palm Oil) ที่สนับสนุนให้มีการผลิตปาล์มน้ำมันอย่างยั่งยืนและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม สำหรับการปลูกปาล์มน้ำมันในประเทศไทย ส่วนใหญ่เป็นเกษตรกรรายย่อย การเข้าถึงเทคโนโลยีดังกล่าวเป็นไปได้ยาก เนื่องจากเทคโนโลยีการใช้ปุ๋ยเชิงเดี่ยวตามค่าวิเคราะห์ใบ มีข้อจำกัดในเรื่องของวิธีการเก็บตัวอย่างใบ การแปลผลค่าวิเคราะห์ และการให้คำแนะนำการใช้ปุ๋ย จำเป็นต้องอาศัยผู้ที่มีความรู้ ความชำนาญ ประกอบกับเจ้าของสวนปาล์มน้ำมันต้องมีการจัดบันทึกอย่างสม่ำเสมอ โดยเฉพาะข้อมูลการใช้ปุ๋ยและข้อมูลผลผลิต ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญที่ทำให้การใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ใบมีประสิทธิภาพสูงสุด นอกจากนี้ การวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในห้องปฏิบัติการ ถึงแม้ว่าจะเป็นวิธีมาตรฐานที่แม่นยำและน่าเชื่อถือที่สุด แต่มีค่าใช้จ่ายในการวิเคราะห์ประมาณ 500-600 บาทต่อรายการธาตุอาหารที่ทำการวิเคราะห์ต่อ 1 ตัวอย่าง และต้องใช้เวลาในการวิเคราะห์ประมาณ 15-30 วัน จึงทำให้ส่งผลกระทบต่อเกษตรกรไม่ทันรอบการใส่ปุ๋ยถัดไป อีกทั้งหน่วยงานรัฐยังขาดระบบในการจัดเก็บข้อมูลของเกษตรกรเพื่อนำไปวิเคราะห์และประมวลผลในงานด้านอื่นๆ การนำเทคโนโลยีสารสนเทศมาประยุกต์ใช้ ให้มีการเก็บบันทึกข้อมูล จัดการข้อมูล และประมวลผลข้อมูล ที่มีประสิทธิภาพขึ้นได้ งานวิจัยนี้จึงได้นำเทคโนโลยีสารสนเทศมาประยุกต์ใช้ในการประเมินปริมาณธาตุอาหารในปาล์มน้ำมัน การจัดทำระบบวิเคราะห์ข้อมูลดินและใบปาล์มน้ำมันให้มีประสิทธิภาพขึ้นได้ ทั้งในด้านการจัดการข้อมูลและการประมวลผลข้อมูลอัตโนมัติ โดยพัฒนาโมเดลสำหรับทำนายธาตุไนโตรเจนและโพแทสเซียม เนื่องจากเป็นธาตุอาหารหลักที่จำเป็นของต้นปาล์มน้ำมัน และเป็นธาตุอาหารที่มีการแสดงอาการขาดธาตุอาหารบนใบปาล์มน้ำมัน โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้เชิงลึก (Deep Learning) ร่วมกับโครงข่ายประสาทแบบคอนโวลูชัน (Convolutional Neural Network หรือ CNN) เนื่องจากสามารถสร้างคุณลักษณะของข้อมูลภาพสำหรับการเรียนรู้ของคอมพิวเตอร์ได้ดี (Dertat, 2017) และทำให้โมเดลที่พัฒนาได้มีความแม่นยำยิ่งขึ้น โดยออกแบบการใช้งานบนเว็บแอปพลิเคชัน ซึ่งเกษตรกรหรือผู้ใช้งานไม่จำเป็นต้องมีความรู้เฉพาะทางในการแปลผลค่าวิเคราะห์และการคำนวณการใช้ปุ๋ย เนื่องจากระบบสามารถประมวลผลให้อัตโนมัติโดยใช้เกณฑ์และหลักการคำนวณจากผู้เชี่ยวชาญ อีกทั้งยังทำให้การจัดเก็บข้อมูลเป็นระบบมากขึ้น และสามารถเรียกดูข้อมูลได้ผ่านอินเทอร์เน็ต ช่วยให้เกษตรกรหรือบุคคลทั่วไปที่ไม่มีความรู้เกี่ยวกับสุขภาพของต้นปาล์ม น้ำมันและธาตุอาหารในใบปาล์มน้ำมัน สามารถประเมินผลตัวอย่างใบปาล์มน้ำมันเบื้องต้นได้ ด้วยการทำนายจากภาพถ่ายใบปาล์มน้ำมัน นอกจากนี้ ยังสามารถช่วยลดค่าใช้จ่ายในการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในห้องปฏิบัติการได้อีกด้วย การพัฒนาระบบประเมินปริมาณธาตุอาหารในปาล์มน้ำมันและระบบแนะนำการใช้ปุ๋ยในปาล์มน้ำมัน จึงเป็นทางเลือกหนึ่งที่จะช่วยให้การจัดการธาตุอาหารในปาล์มน้ำมันได้สะดวกและรวดเร็วขึ้น

วัตถุประสงค์ของโครงการ

- 1) เพื่อพัฒนาระบบประเมินปริมาณธาตุอาหารในปาล์มน้ำมันและระบบแนะนำการใช้ปุ๋ยในปาล์มน้ำมัน

ขอบเขตการศึกษา

โครงการพัฒนาระบบประเมินปริมาณธาตุอาหารในปาล์มน้ำมัน และระบบแนะนำการใช้ปุ๋ยในปาล์มน้ำมัน ดำเนินการระหว่างปี 2560-2564 ประกอบด้วย 2 การทดลอง ได้แก่ การทดลองที่ 1 การพัฒนาระบบประเมินปริมาณธาตุอาหารในปาล์ม น้ำมันสู่คำแนะนำการใช้ปุ๋ย และการทดลองที่ 2 ตรวจสอบความใช้ได้ของระบบประเมินปริมาณธาตุอาหารในปาล์ม น้ำมัน และระบบแนะนำการใช้ปุ๋ย ซึ่งเป็นการโครงการที่พัฒนาต่อเนื่องจากโครงการพัฒนาโมเดลการประเมินธาตุอาหารในใบปาล์ม น้ำมัน โดยใช้เทคนิค image processing โดยออกแบบและจัดทำระบบให้ใช้งานบนระบบเว็บแอปพลิเคชัน เพื่อใช้ในการเก็บบันทึกข้อ

มูลค่าวิเคราะห์ดินของแปลงปาล์มน้ำมัน เก็บบันทึกข้อมูลค่าวิเคราะห์ธาตุอาหารในใบปาล์มน้ำมัน เก็บบันทึกข้อมูลประวัติการใช้ปุ๋ยของเกษตรกร จัดทำคำแนะนำในการใช้ปุ๋ยอัตโนมัติ โดยใช้ข้อมูลค่าวิเคราะห์ดิน ประวัติการใช้ปุ๋ย และธาตุอาหารในใบปาล์มน้ำมันจากห้องปฏิบัติการ และใช้ในการทำนายธาตุอาหารในใบปาล์มน้ำมันอัตโนมัติ

นิยามศัพท์

ปาล์มน้ำมัน :	ปาล์มน้ำมัน เป็นพืชน้ำมัน (oil crop) มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า <i>Elaeis guineensis</i> และเป็นพืชเศรษฐกิจหลักในพื้นที่ภาคใต้ตอนบนของประเทศไทย
ธาตุอาหารพืช :	สารอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช การดำรงชีวิตและกิจกรรม ต่างๆของพืช
เทคโนโลยีสารสนเทศ	การประยุกต์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ มาใช้ในระบบสารสนเทศ ตั้งแต่กระบวนการจัดเก็บประมวลผล และการเผยแพร่สารสนเทศ เพื่อช่วยให้ได้สารสนเทศที่มีประสิทธิภาพและรวดเร็วทันต่อเหตุการณ์
ระบบประเมินธาตุอาหาร	ระบบที่เจ้าหน้าที่หรือเกษตรกรสามารถเข้าใช้งานเพื่อประเมินธาตุอาหารในใบปาล์มน้ำมันจากการนำภาพถ่ายเข้าสู่ระบบ และสามารถแปลผลค่าวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในใบปาล์มน้ำมันจากภาพถ่าย และจากการนำเข้าข้อมูลผลวิเคราะห์จากห้องปฏิบัติการได้
ระบบแนะนำการใช้ปุ๋ย	ระบบที่เจ้าหน้าที่หรือเกษตรกรสามารถเข้าใช้งานเพื่อกรอกข้อมูลผลวิเคราะห์ดิน ผลวิเคราะห์ใบ ประวัติการใช้ปุ๋ย ระบบสามารถแปลผลและออกคำแนะนำการใช้ปุ๋ยรายแปลงได้

บทที่ 2 วิธีการดำเนินงาน

1. วิธีการดำเนินการวิจัย

1.1 การพัฒนาระบบประเมินปริมาณธาตุอาหารในปาล์มน้ำมัน และระบบแนะนำการใช้ปุ๋ยในปาล์มน้ำมัน

การพัฒนาระบบประเมินปริมาณธาตุอาหารในปาล์มน้ำมันและระบบแนะนำการใช้ปุ๋ย ดำเนินการพัฒนาต่อจากโครงการวิจัยพัฒนาโมเดลการประเมินธาตุอาหารในใบปาล์มน้ำมัน โดยใช้ image procession มีวิธีการดำเนินงาน ดังนี้

เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาระบบ

1) ฮาร์ดแวร์

- Web Server: ใช้บริการ Cloud Hosting จากบริษัท Digital Ocean ซึ่งสามารถปรับแต่งคุณสมบัติของ Server ได้เองอย่างหลากหลาย โดยได้ทำการติดตั้งระบบปฏิบัติการ Ubuntu

- เครื่องคอมพิวเตอร์สำหรับประมวลผลภาพและพัฒนาแบบจำลอง GPU NVIDIA GTX 1080 Ti 11GB

2) ภาษาโปรแกรมและฐานข้อมูล

- PHP HTML JAVA Script และ CSS สำหรับจัดทำเว็บแอปพลิเคชัน

- Python สำหรับทำโปรแกรมประมวลผลภาพ พัฒนาโมเดลทำนายธาตุอาหาร และระบบแนะนำการใช้ปุ๋ย

3) MySQL Database สำหรับจัดทำฐานข้อมูล

4) ชุดคำสั่งและ API

- PyTorch และ Scikit-learn สำหรับงานที่เกี่ยวข้องกับ AI พัฒนาโมเดลทำนายธาตุอาหาร และระบบแนะนำการใช้ปุ๋ย

- OpenCV PIL Scikit-image และ Numpy สำหรับการพัฒนาโปรแกรมประมวลผลภาพ

ขั้นตอนการพัฒนาระบบ

1) การพัฒนาระบบแนะนำการใช้ปุ๋ย

1.1) จัดเตรียมข้อมูลค่ามาตรฐานที่เกี่ยวข้องในการพัฒนาระบบ ได้แก่ ข้อมูลค่ามาตรฐานปริมาณธาตุอาหารปาล์ม น้ำมันทางใบที่ 17 ข้อมูลค่ามาตรฐานสมบัติดินสำหรับปลูกปาล์มน้ำมัน

1.2) จัดเตรียมข้อมูลประวัติข้อมูลสำหรับทดสอบการประมวลผลผ่านระบบ ได้แก่ ชุดข้อมูลผลวิเคราะห์สมบัติดินและปริมาณธาตุอาหารในใบปาล์มน้ำมัน การใช้ปุ๋ยและการจัดการสวนของเกษตรกร และสูตรคำนวณการแปลผลค่าวิเคราะห์สู่คำแนะนำการใช้ปุ๋ย

1.3) ตรวจสอบรูปแบบข้อมูล (data format) ทั้งหมดที่จะนำเข้าสู่ระบบแสดงผลการแปลผลค่าวิเคราะห์สู่คำแนะนำการใช้ปุ๋ยให้เป็นไปตามมาตรฐานการแสดงผลในรูปแบบเว็บ

1.4) ออกแบบและพัฒนาระบบกึ่งอัตโนมัติเพื่อช่วยลดขั้นตอนในการประมวลผลข้อมูล โดยไม่จำเป็นต้องใช้ผู้เชี่ยวชาญในการแปลผลค่าวิเคราะห์สู่คำแนะนำการใช้ปุ๋ย

- 1.5) ทำการทดสอบระบบร่วมกับเจ้าหน้าที่ดูแลระบบและเจ้าหน้าที่นำเข้าข้อมูล
- 1.6) รวบรวมข้อเสนอแนะและปรับปรุงกระบวนการของระบบ
- 2) การพัฒนาระบบประเมินปริมาณธาตุอาหารในปาล์มน้ำมัน
 - 2.1) เลือกใช้โมเดลที่ดีที่สุดจากการทดลองในโครงการวิจัยพัฒนาโมเดลการประเมินธาตุอาหารในใบปาล์มน้ำมัน เพื่อนำมาพัฒนาสู่ระบบประเมินปริมาณธาตุอาหารในปาล์มน้ำมันอัตโนมัติ
 - 2.2) ออกแบบและพัฒนาระบบประเมินปริมาณธาตุอาหารในปาล์มน้ำมันอัตโนมัติ
 - 2.3) พัฒนาระบบประเมินปริมาณธาตุอาหารในปาล์มน้ำมันอัตโนมัติให้เชื่อมโยงกับระบบแนะนำการใช้ปุ๋ย
 - 2.4) ทำการทดสอบระบบร่วมกับเจ้าหน้าที่ดูแลระบบและเจ้าหน้าที่นำเข้าข้อมูล
 - 2.5) รวบรวมข้อเสนอแนะและปรับปรุงกระบวนการของระบบ
- 3) พัฒนาเว็บแอปพลิเคชัน (Web Application) เพื่อการใช้งานและแสดงผลข้อมูล

1.2 ตรวจสอบความใช้ได้ของระบบประเมินปริมาณธาตุอาหารในปาล์มน้ำมัน และระบบแนะนำการใช้ปุ๋ย

- 1) เตรียมข้อมูลภาพภาพถ่ายทางใบที่ 17 สำหรับเป็นชุดข้อมูลทดสอบ (Testing data) โดยถ่ายภาพใบปาล์มน้ำมันทางใบที่ 17 และส่งวิเคราะห์ปริมาณธาตุไนโตรเจนและธาตุโพแทสเซียม
- 2) จัดกลุ่มสุขภาพใบปาล์มน้ำมัน ตามค่ามาตรฐานใบปาล์มน้ำมันทางใบที่ 17
- 3) นำเข้าข้อมูลภาพใบปาล์มน้ำมัน ระบบจะทำการประมวลผลและทำนายธาตุอาหารในใบปาล์มน้ำมันอัตโนมัติ
- 4) วัดประสิทธิภาพของระบบฯ จากการคำนวณหาร้อยละความแม่นยำ (% Accuracy) ความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Mean Square Error: MSE) โดยเป็นการหาผลรวมของค่าคลาดเคลื่อนระหว่างค่าที่ทำนายได้ (prediction) กับค่าจริง (actual) แล้วทำการยกกำลังสองก่อนหาค่าเฉลี่ย หากค่า MSE ต่ำและเข้าใกล้ 0 แสดงว่าโมเดลมีความแม่นยำสูง

2. การปรับแผนงบประมาณระหว่างปี

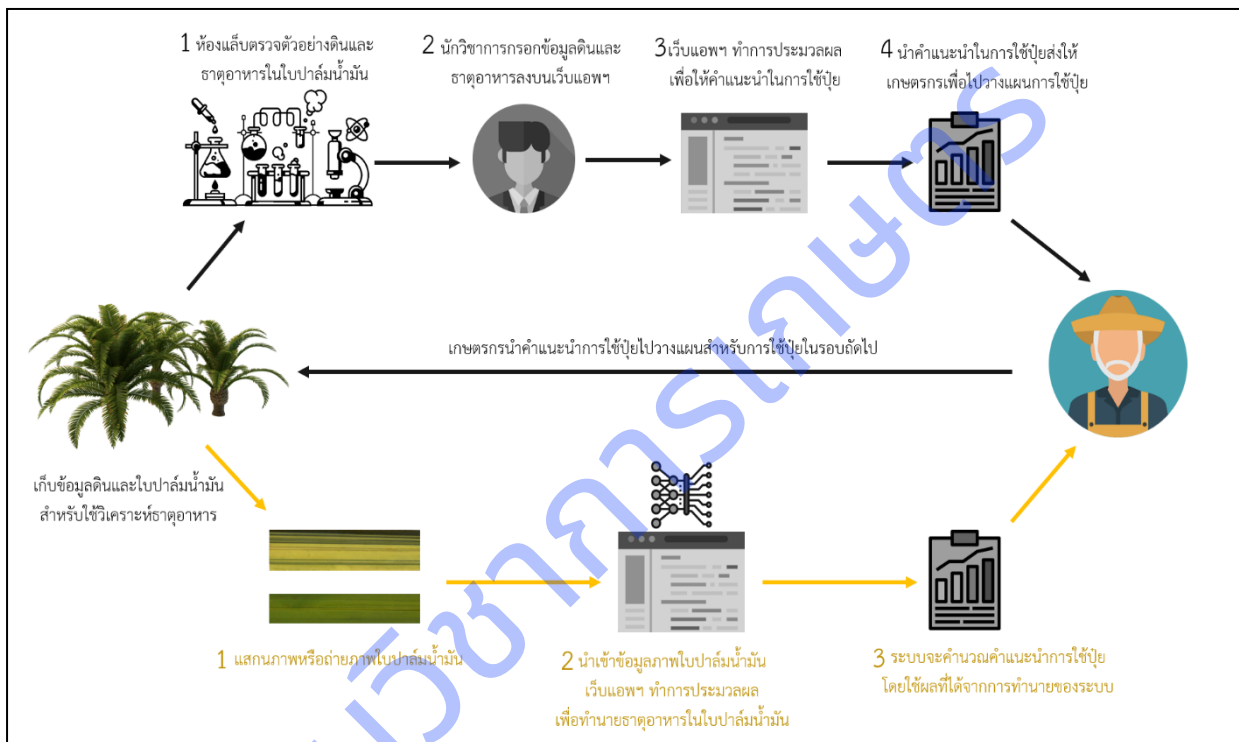
- ไม่มี มี ได้รับอนุมัติเมื่อวันที่..... (โปรดแสดงหลักฐานในภาคผนวก)
- เปลี่ยนแปลงงบประมาณ โปรดอธิบายการเปลี่ยนแปลง.....
- เปลี่ยนแปลงวัตถุประสงค์/ผลผลิต โปรดอธิบายการเปลี่ยนแปลง.....

บทที่ 3 ผลการศึกษา

3.1 ผลการดำเนินงานของโครงการ

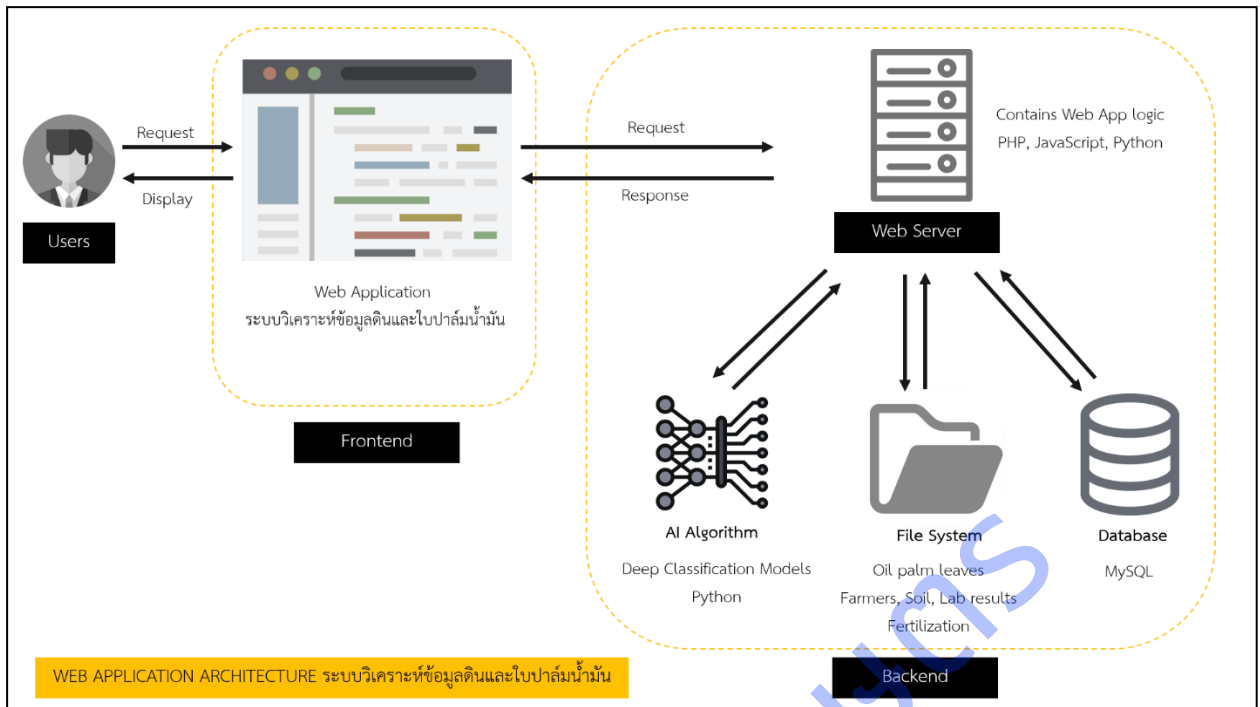
1) การพัฒนาระบบประเมินปริมาณธาตุอาหารในปาล์มน้ำมัน และระบบแนะนำการใส่ปุ๋ยในปาล์มน้ำมัน

1.1) การออกแบบระบบประเมินธาตุอาหารในปาล์มน้ำมันและระบบแนะนำการใส่ปุ๋ยเพื่อการใช้งานบนเว็บแอปพลิเคชัน โดยการออกแบบให้สามารถใช้งานได้ 2 ลักษณะ คือ 1. การแปลผลการใส่ปุ๋ยจากข้อมูลวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในใบปาล์ม น้ำมันจากห้องปฏิบัติการ และ 2. การแปลผลการใส่ปุ๋ยจากภาพถ่ายในปาล์มน้ำมันที่นำเข้าสู่ระบบ (ภาพที่ 1)



ภาพที่ 1 แสดงแนวคิดการออกแบบเว็บแอปพลิเคชันการใช้งานระบบประเมินธาตุอาหารและคำแนะนำการใส่ปุ๋ย

1.2) การพัฒนาเว็บแอปพลิเคชัน (Web Application) เพื่อการใช้งานและแสดงผลข้อมูลระบบประเมินธาตุอาหารในปาล์มน้ำมันและระบบแนะนำการใส่ปุ๋ย มีโครงสร้างระบบจัดเก็บและประมวลผล ประกอบด้วย 3 ส่วน คือ 1) ส่วนผู้ใช้งาน (Users) 2) ส่วนแสดงผลหรือหน้าเว็บแอปพลิเคชัน (Frontend) และ 3) ส่วนประมวลผลข้อมูลและจัดการเว็บแอปพลิเคชัน (Backend) (ภาพที่ 2)



ภาพที่ 2 โครงสร้างของเว็บแอปพลิเคชัน ระบบวิเคราะห์ข้อมูลดินและใบปาล์มน้ำมัน

ระบบจัดเก็บและประมวลผลการประเมินธาตุอาหารในปาล์มน้ำมันและระบบแนะนำการใส่ปุ๋ย มีรายละเอียดในแต่ละส่วนของระบบ ดังนี้

1. ผู้ใช้งาน (Users) กลุ่มผู้ใช้งานเป้าหมาย ได้แก่ นักวิจัย เจ้าหน้าที่หน่วยงาน เกษตรกร และบุคคลทั่วไป ผู้ใช้งานที่ลงทะเบียนสามารถใช้งานเว็บแอปพลิเคชันในฟังก์ชันต่าง ๆ ได้แก่ นำเข้าข้อมูล แสดงผลข้อมูล ลบ แก้ไขข้อมูล และพิมพ์เอกสาร
2. ส่วนแสดงผลหรือหน้าเว็บแอปพลิเคชัน (Client) ทำการรับคำสั่งจากผู้ใช้งาน เชื่อมต่อกับระบบประมวลผล และแสดงผลให้แก่ผู้ใช้งานผ่านหน้าเว็บแอปพลิเคชัน
3. ส่วนประมวลผลข้อมูลและจัดการเว็บแอปพลิเคชัน (Web Server) ประกอบด้วยเว็บเซิร์ฟเวอร์ (Webserver) ปัญญาประดิษฐ์ (AI Algorithm) ระบบจัดเก็บข้อมูล (File System) และฐานข้อมูล (Database) มีรายละเอียดดังนี้

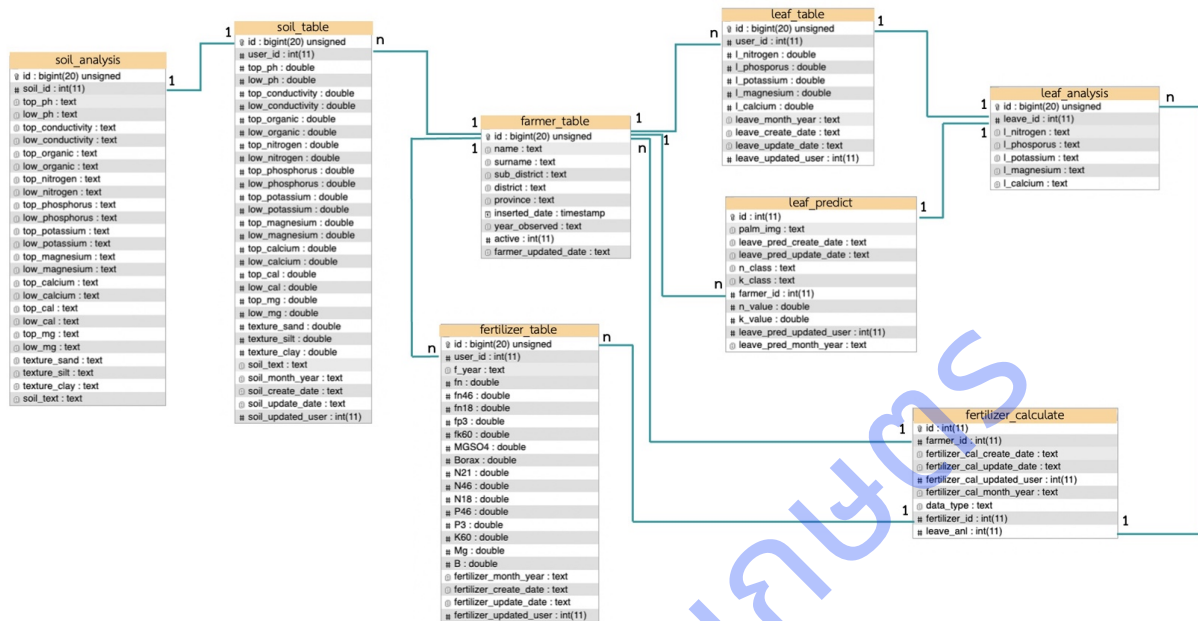
เว็บเซิร์ฟเวอร์: จะเชื่อมต่อกับปัญญาประดิษฐ์ ระบบจัดเก็บข้อมูล และฐานข้อมูล (Database) เพื่อให้ระบบสามารถทำตามคำสั่งของผู้ใช้งานได้ ทั้งการบันทึก แก้ไขข้อมูล การแสดงผล ประมวลผลข้อมูลอัตโนมัติ และอื่นๆ โดยปัจจุบันได้ใช้ภาษา PHP JavaScript และ Python ในการพัฒนา

ปัญญาประดิษฐ์: ส่วนนี้จะประกอบด้วยโมเดลทำนายธาตุอาหารในใบปาล์มน้ำมันซึ่งพัฒนาด้วยภาษา Python โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้เชิงลึกและโครงข่ายประสาทแบบคอนโวลูชัน จะทำงานเมื่อมีการอัปโหลดข้อมูลภาพถ่ายใบปาล์มน้ำมันเข้าไปในระบบ

ระบบจัดเก็บข้อมูล: ใช้ภาษา HTML CSS JavaScript และ PHP ในการพัฒนา เพื่อจัดเก็บข้อมูลต่าง ๆ ให้เป็นระบบและนำไปแสดงผลหรือประมวลผลต่อได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยข้อมูลที่จัดเก็บ จะถูกนำเข้าระบบเป็นตัวเลข ตัวหนังสือและรูปภาพโดยผู้ใช้งาน ซึ่งจะถูกนำไปเก็บไปบน Server และ Database ต่อไป

ฐานข้อมูล: ปัจจุบันใช้ MySQL ในการพัฒนาฐานข้อมูล โดยรายละเอียดข้อมูลที่จัดเก็บสำหรับใช้ในการจัดทำคำแนะนำในการใส่ปุ๋ยอัตโนมัติ ได้แก่ ข้อมูลเกษตรกร ข้อมูลประวัติการใส่ปุ๋ย ข้อมูลค่าวิเคราะห์ดินบนและดินล่าง ข้อมูลค่า

วิเคราะห์ธาตุอาหารในใบปาล์ม ข้อมูลการทำนายใบปาล์มน้ำมัน ข้อมูลแปลผลการวิเคราะห์ดิน ข้อมูลแปลผลการวิเคราะห์ใบปาล์มน้ำมัน และการคำนวณการใช้ปุ๋ย



ภาพที่ 3 ความสัมพันธ์ของตารางในฐานข้อมูลในงานประมวลผลสำหรับคำแนะนำการใช้ปุ๋ย

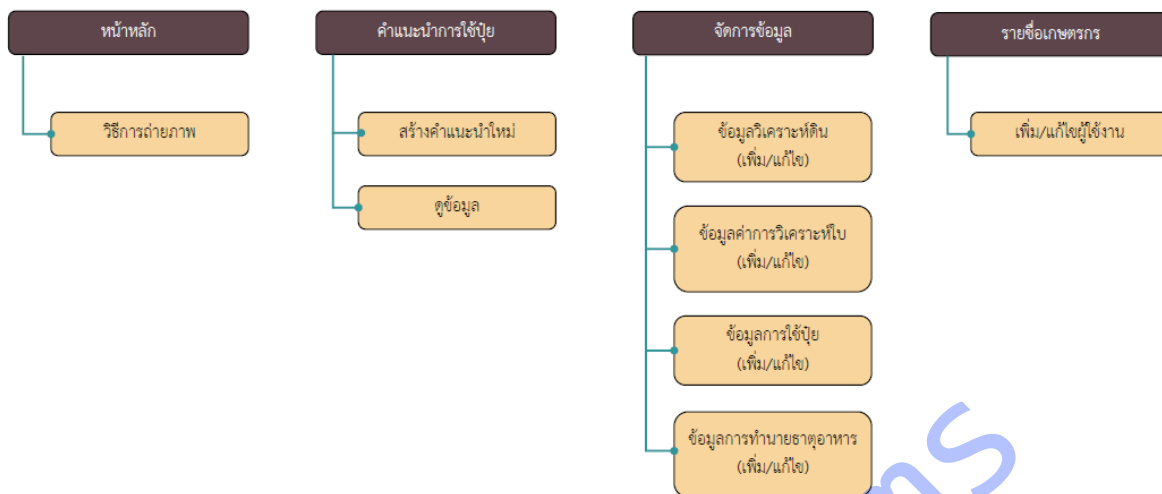
1.3) เว็บไซต์พลิเคชันการใช้งานระบบประเมินธาตุอาหารในปาล์มน้ำมันและระบบแนะนำการใช้ปุ๋ย

เว็บไซต์พลิเคชันการใช้งานระบบประเมินธาตุอาหารในปาล์มน้ำมันและระบบแนะนำการใช้ปุ๋ย ให้ชื่อเรียกว่า “ปุ๋ยปาล์ม : PUIPALM” เพื่อให้ง่ายต่อการจดจำของผู้ใช้งาน โดยเฉพาะเกษตรกรผู้ปลูกปาล์มน้ำมัน <http://puipalm.research-oard7.com>

1.3.1) แผนผังเว็บไซต์ PUIPALM ประกอบด้วย

แผนผังเว็บไซต์พลิเคชัน ประกอบด้วยเมนู หน้าหลัก คำแนะนำการใช้ปุ๋ย จัดการข้อมูล รายชื่อเกษตรกร (ภาพที่ 4) โดยในส่วนของเมนู คำแนะนำการใช้ปุ๋ย จัดการข้อมูล รายชื่อเกษตรกร ต้องมีการ login เพื่อเข้าใช้ระบบ

แผนผังเว็บไซต์



ภาพที่ 4 แผนผังเว็บไซต์แอปพลิเคชันใช้งานระบบประเมินธาตุอาหารในปาล์มน้ำมันและระบบแนะนำการใช้งาน

1.3.2 การใช้งานเว็บ PUIPALM

การใช้งานเว็บ PUIPALM ผู้วิจัยได้จัดทำคู่มือการใช้งานเว็บไซต์อยู่ในภาคผนวก (ภาคผนวก 1) โดยมีการใช้งานพอสังเขป ดังนี้

- เมนูหน้าหลัก ซึ่งจะมีวิธีการถ่ายภาพและสามารถอัปโหลดภาพถ่าย เพื่อให้ระบบประเมินธาตุอาหารจากภาพถ่าย พร้อมทั้งแสดงผลค่าธาตุอาหาร ได้แก่ ธาตุไนโตรเจน และธาตุโพแทสเซียม โดยระบบจะแปลผลระดับธาตุอาหารดังกล่าวว่าอยู่ในระดับใด (ขาดมาก ขาดน้อย เหมาะสม และเกินมาตรฐาน)
- เมนูคำแนะนำการใช้งาน ผู้ใช้งานสามารถสร้างคำแนะนำการใช้งาน โดยจะต้องเพิ่มข้อมูลเกษตรกร ที่อยู่ในเมนูรายชื่อเกษตรกร และข้อมูลการใช้งาน ข้อมูลผลวิเคราะห์ดิน ข้อมูลผลวิเคราะห์ใบ ที่อยู่ในเมนูจัดการข้อมูล เพิ่มข้อมูลทั้งหมดหรืออย่างใดอย่างหนึ่งลงไปในระบบ และเลือกสร้างคำแนะนำใหม่ในเมนูคำแนะนำการใช้งาน ระบบจะประมวลผลคำแนะนำการใช้งาน สามารถเรียกดูข้อมูลและพิมพ์รายงานคำแนะนำการใช้งานออกจากระบบได้
- เมนูจัดการข้อมูล ประกอบด้วย ข้อมูลค่าวิเคราะห์ดิน ข้อมูลค่าวิเคราะห์ใบ ข้อมูลการใช้งาน ข้อมูลการทำนายธาตุอาหาร ผู้ใช้งานสามารถเพิ่มข้อมูล ลบหรือแก้ไขข้อมูลได้
- เมนูรายชื่อเกษตรกร ผู้ใช้งานระบบจะต้องเพิ่มชื่อผู้ใช้งานเพื่อทำการเปิดใช้งานระบบ และสามารถแก้ไขหรือลบข้อมูลได้

ผู้ใช้งานทั่วไปสามารถใช้งานหน้านี้ได้ โดยไม่ต้องทำการเข้าสู่ระบบ

ภาพที่ 5 หน้าหลักของเว็บแอปพลิเคชันระบบประเมินธาตุอาหารในปาล์มน้ำมันและระบบแนะนำการใส่ปุ๋ย

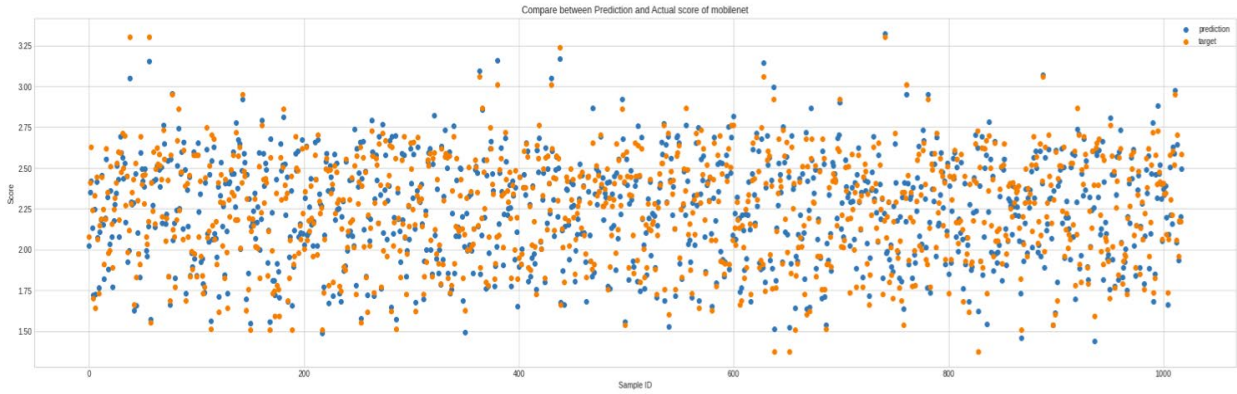
2) ตรวจสอบความใช้ได้ของระบบประเมินปริมาณธาตุอาหารในปาล์มน้ำมัน และระบบแนะนำการใส่ปุ๋ย

ระบบประเมินปริมาณธาตุอาหารในปาล์มน้ำมัน ถูกพัฒนามาจากโมเดล MobileNet V3 ซึ่งมี 2 ระบบ คือ ระบบทำนายธาตุไนโตรเจนและระบบทำนายธาตุโพแทสเซียม ดำเนินการวัดประสิทธิภาพของระบบโดยคำนวณหาร้อยละความแม่นยำ (% Accuracy) และความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Mean Square Error: MSE) โดยมีข้อมูลภาพภาพถ่ายทางใบที่ 17 สำหรับเป็นชุดข้อมูลทดสอบ (Testing data) ของระบบประเมินปริมาณธาตุอาหารในปาล์มน้ำมัน กลุ่มธาตุไนโตรเจนมีทั้งหมด 1,022 ภาพ แบ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างธาตุไนโตรเจนระดับขาดมาก ขาดน้อย เหมาะสม และเกิน จำนวน 244 395 372 และ 11 ตัวอย่างตามลำดับ และกลุ่มธาตุโพแทสเซียม มีทั้งหมด 904 ภาพ แบ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างธาตุโพแทสเซียมระดับขาดมาก ขาดน้อย เหมาะสม และเกิน จำนวน 508 249 137 และ 10 ตัวอย่าง ตามลำดับ

2.1) ความแม่นยำและค่า MSE ของระบบทำนายธาตุไนโตรเจน

ระบบทำนายธาตุไนโตรเจนที่พัฒนามาจากโมเดล MobileNet V3 คำนวณหาความแม่นยำและค่า MSE โดยใช้ชุดข้อมูลฝึกฝนจากทางใบที่ 17 ในกลุ่มตัวอย่างธาตุไนโตรเจนระดับขาดมาก จำนวน 244 ตัวอย่าง ทำนายถูก จำนวน 222 ตัวอย่าง มีความแม่นยำร้อยละ 90.98 และมีค่า MSE เท่ากับ 0.06 กลุ่มตัวอย่างธาตุไนโตรเจนระดับขาดน้อย จำนวน 395 ตัวอย่าง ทำนายถูก จำนวน 330 ตัวอย่าง มีความแม่นยำร้อยละ 83.54 และมีค่า MSE เท่ากับ 0.06 กลุ่มตัวอย่างธาตุไนโตรเจนระดับเหมาะสม จำนวน 372 ตัวอย่าง ทำนายถูก จำนวน 18 ตัวอย่าง มีความแม่นยำร้อยละ 4.83 และมีค่า MSE เท่ากับ 0.06 กลุ่มตัวอย่างธาตุไนโตรเจนระดับเกิน จำนวน 11 ตัวอย่าง ทำนายถูก จำนวน 9 ตัวอย่าง มีความแม่นยำร้อยละ 81.81 และมีค่า MSE เท่ากับ 0.07 โดยมีความแม่นยำรวมร้อยละ 86.34 และค่า MSE รวม เท่ากับ 0.06

กลุ่มตัวอย่างธาตุไนโตรเจนระดับเหมาะสม พบว่ามีความความแม่นยำต่ำ เนื่องจากข้อมูลภาพในกลุ่มเหมาะสมมีความใกล้เคียงกับตัวอย่างธาตุไนโตรเจนระดับขาดน้อย ทำให้โมเดลไม่สามารถแยกแยะได้และจำแนกคุณลักษณะของข้อมูลภาพได้ดี



ภาพที่ 6 กระจายตัวของข้อมูลจากการทำนายและข้อมูลจริงของระบบทำนายธาตุไนโตรเจน

2.2) ความแม่นยำและค่า MSE ของระบบทำนายธาตุโพแทสเซียม

ระบบทำนายธาตุโพแทสเซียมที่พัฒนามาจากโมเดล MobileNet V3 คำนวณหาความแม่นยำและค่า MSE โดยใช้ชุดข้อมูลฝึกฝนจากทางใบที่ 17 ในกลุ่มตัวอย่างธาตุธาตุโพแทสเซียมระดับขาดมาก จำนวน 508 ตัวอย่าง ทำนายถูก จำนวน 382 ตัวอย่าง มีความแม่นยำร้อยละ 75.19 และค่า MSE เท่ากับ 0.10 กลุ่มตัวอย่างธาตุธาตุโพแทสเซียมระดับขาดน้อย จำนวน 249 ตัวอย่าง ทำนายถูก จำนวน 101 ตัวอย่าง มีความแม่นยำร้อยละ 40.56 และค่า MSE เท่ากับ 0.10 กลุ่มตัวอย่างธาตุโพแทสเซียมระดับเหมาะสม จำนวน 137 ตัวอย่าง ทำนายถูก จำนวน 27 ตัวอย่าง มีความแม่นยำร้อยละ 19.70 และค่า MSE เท่ากับ 0.2 กลุ่มตัวอย่างธาตุธาตุโพแทสเซียมระดับเกิน จำนวน 10 ตัวอย่าง ทำนายถูก จำนวน 0 ตัวอย่าง มีความแม่นยำร้อยละ 0 และค่า MSE เท่ากับ 0.48 โดยมีความแม่นยำรวมร้อยละ 56.66 และค่า MSE รวม เท่ากับ 0.12



ภาพที่ 7 กระจายตัวของข้อมูลจากการทำนายและข้อมูลจริงของโมเดล MobileNet V3

3.2 ผลผลิตที่เกิดขึ้นจริง (Output)

ผลผลิตตาม คำรับรอง	จำนวน	หน่วย นับ	ผลผลิตที่ เกิดขึ้นจริง	จำนวน	หน่วย นับ	รายละเอียดผลผลิต (พร้อมแนบหลักฐาน)	เชิงคุณภาพ
1.การประชุม เผยแพร่ ผลงาน/ สัมมนา ระดับชาติ							
1.1 นำเสนอแบบ ปากเปล่า (ปี 2565)	2 *	เรื่อง	อยู่ระหว่าง ดำเนินการ	1	เรื่อง	นำเสนอแบบปากเปล่า เรื่อง “การพัฒนาระบบ ประเมินผลธาตุอาหารในใบ ปาล์มน้ำมัน” (อยู่ระหว่าง ดำเนินการ)	ได้เผยแพร่ผลงานวิจัยสู่สาธารณะ เพื่อให้เกิดประโยชน์และมีการนำ ผลงานวิจัยไปพัฒนาต่อยอด
1.2 นำเสนอแบบ โปสเตอร์ (ปี 2565)	2 *	เรื่อง	อยู่ระหว่าง ดำเนินการ	1	เรื่อง	นำเสนอแบบโปสเตอร์ เรื่อง “เว็บปุ๋ยปาล์ม: PUIPALM สำหรับแนะนำการใช้ปุ๋ยใน ปาล์มน้ำมัน” (อยู่ระหว่าง ดำเนินการ)	ได้เผยแพร่ผลงานวิจัยสู่สาธารณะ เพื่อให้มีการนำเว็บปุ๋ยปาล์ม: PUIPALM ไปใช้ประโยชน์ สำหรับ สร้างคำแนะนำการใช้ปุ๋ยในปาล์ม น้ำมัน
2. ต้นแบบ เทคโนโลยี			2. ต้นแบบ เทคโนโลยี				
2.1 ระดับ ภาคสนาม	1	ต้นแบบ	2.1 ระดับ ภาคสนาม	1	ต้นแบบ	1. ระบบประเมินปริมาณ ธาตุอาหารในปาล์มน้ำมันสู่ คำแนะนำการใช้ปุ๋ย ใช้งานและแสดงผลผ่านทาง เว็บแอปพลิเคชัน http://puipalm.research- board7.com หรือ เว็บปุ๋ย ปาล์ม : PUIPALM (ภาคผนวก 1) และคู่มือการ ใช้งาน (ภาคผนวก 2)	ระบบประเมินปริมาณธาตุอาหารใน ปาล์มน้ำมันและระบบแนะนำการใช้ปุ๋ย ช่วยให้เกษตรกรเข้าถึงเทคโนโลยีการใช้ ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ใบได้ง่ายขึ้น เกษตรกรใช้ปุ๋ยได้ถูกต้องและแม่นยำมาก ยิ่งขึ้น ส่งผลให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น ต้นทุนต่อ หน่วยผลผลิตลดลง นอกจากนี้ยังช่วยลด งบประมาณในการวิเคราะห์ธาตุอาหาร ในห้องปฏิบัติการ

* การประชุม เผยแพร่ผลงาน/สัมมนา ระดับชาติ เนื่องจากเกิดการผิดพลาดในการจัดทำคำรับรอง จึงขออนุญาตส่งผลผลิต การเสนอแบบปากเปล่าและแบบโปสเตอร์ จำนวนอย่างละ 1 เรื่อง

3.3 ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นจริง (Outcome) (ถ้ามี)

ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นจริง	ปีที่เกิดผลลัพธ์
2. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้ทำหนังสือขอใช้ประโยชน์จากผลงานวิจัย โดยขอเชื่อมโยงระบบ ประเมินปริมาณธาตุอาหารในปาล์มน้ำมันและระบบแนะนำการใช้ปุ๋ยในปาล์มน้ำมัน เข้าสู่ระบบบริหารและ จัดการสวนปาล์มน้ำมัน บนเว็บ thaioilpalm.com เพื่อเป็นประโยชน์ด้านบริหารและจัดการสวนปาล์ม น้ำมันของเกษตรกรอีกทางหนึ่ง (ภาคผนวก 3)	2565

3.4 ผลกระทบที่เกิดขึ้นจริง (Impact) (ถ้ามี)

ผลกระทบที่เกิดขึ้นจริง	ปีที่เกิดผลกระทบ
ไม่มี	

3.5 การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

วิธีการ/กระบวนการผลักดันงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

ผลลัพธ์จากโครงการวิจัยนี้ หลังปีงบประมาณ 2564 จะมีแผนการถ่ายทอดเทคโนโลยี ดังนี้

1. ถ่ายทอดการใช้งานระบบประเมินปริมาณธาตุอาหารจากสีใบปาล์มน้ำมันพร้อมกับคำแนะนำการใช้ปุ๋ย แก่นักวิชาการและเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้อง
2. ถ่ายทอดการใช้งานระบบประเมินปริมาณธาตุอาหารจากสีใบปาล์มน้ำมันพร้อมกับคำแนะนำการใช้ปุ๋ย แก่หัวหน้าศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพสินค้าเกษตร (ปาล์มน้ำมัน) เกษตรกรเครือข่ายและเกษตรกรที่สนใจ
3. ติดตามการใช้งานและประเมินผลในระยะยาวเพื่อปรับปรุงแก้ไขระบบให้ใช้งานได้จริงและได้รับการยอมรับจากผู้ใช้งาน

ด้านวิชาการ โดย สำนักวิจัยพัฒนาการเกษตร เขตที่7 จ.สุราษฎร์ธานี กรมวิชาการเกษตร จัดทำแผนการถ่ายทอดการใช้งานระบบประเมินปริมาณธาตุอาหารจากสีใบปาล์มน้ำมันและระบบแนะนำการใช้ปุ๋ย แก่นักวิชาการและเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้อง ภายในพื้นที่ภาคใต้ตอนบน และสามารถนำไปถ่ายทอดต่อศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพสินค้าเกษตร (ปาล์มน้ำมัน) เกษตรกรเครือข่าย และเกษตรกรที่สนใจ ในรูปแบบการจัดฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ เรียนรู้การใช้งานระบบ และจัดทำโปสเตอร์และแผ่นพับประชาสัมพันธ์และการใช้งานระบบ เพื่อผลงานวิจัยสามารถขยายผลไปสู่ผู้ใช้งานจริงให้มากที่สุด รวมทั้ง ติดตามการใช้งานและประเมินผลในระยะยาวเพื่อปรับปรุงแก้ไขระบบให้ใช้งานได้จริงและได้รับการยอมรับจากผู้ใช้งาน และระบบประเมินปริมาณธาตุอาหารในปาล์มน้ำมันและระบบแนะนำการใช้ปุ๋ยในปาล์มน้ำมัน ถูกนำไปใช้ประโยชน์ให้กับเกษตรกรในการประเมินปริมาณธาตุไนโตรเจนและโพแทสเซียมในใบปาล์มน้ำมัน เพื่อประกอบการคำนวณการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ใบ ในโครงการแปลงเรียนรู้เกษตรอัจฉริยะปาล์มน้ำมัน ของกรมวิชาการเกษตร

บทที่ 4 สรุปผลและอภิปรายผล

สรุปผลและอภิปรายผล

การดำเนินงานของโครงการพัฒนาระบบประเมินปริมาณธาตุอาหารในปาล์มน้ำมันและระบบแนะนำการใช้ปุ๋ยในปาล์มน้ำมัน ดำเนินการระหว่างปีงบประมาณ 2562-2564 สรุปผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ ดังนี้

1. ระบบประเมินปริมาณธาตุอาหารในปาล์มน้ำมันและระบบแนะนำการใช้ปุ๋ยในปาล์มน้ำมัน ใช้งานและแสดงผลผ่านทางเว็บแอปพลิเคชัน <http://puipalm.research-oard7.com>
2. ระบบประเมินปริมาณธาตุอาหารในปาล์มน้ำมันและระบบแนะนำการใช้ปุ๋ยในปาล์มน้ำมัน สามารถจัดเก็บข้อมูลผลวิเคราะห์ดิน ผลวิเคราะห์ธาตุอาหารในใบ และประวัติการใส่ปุ๋ยแปลงปาล์มน้ำมันได้
3. การใช้งานระบบประเมินปริมาณธาตุอาหารในปาล์มน้ำมันและระบบแนะนำการใช้ปุ๋ยในปาล์มน้ำมัน มี 2 ลักษณะ คือ 1) การแปลผลการใช้ปุ๋ยจากข้อมูลวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในใบปาล์มน้ำมันจากห้องปฏิบัติการ และ 2) การแปลผลการใช้ปุ๋ยจากภาพถ่ายในปาล์มน้ำมันที่นำเข้าสู่ระบบ โดยผ่านการทำนายธาตุอาหารในใบปาล์มน้ำมันอัตโนมัติ โดยใช้ปัญญาประดิษฐ์
4. ระบบทำนายธาตุไนโตรเจน และระบบทำนายธาตุโพแทสเซียม มีความแม่นยำร้อยละ 86.34 และ 56.66 ตามลำดับ และมีค่า MSE รวมเท่ากับ 0.06

ข้อเสนอแนะต่อผู้เกี่ยวข้องสำหรับการดำเนินงานในระยะต่อไป

1. ข้อมูลภาพที่ใช้ในปัจจุบันคือภาพถ่ายใบปาล์มน้ำมันจากกล้องดิจิทัล มีปัจจัยควบคุมหลายอย่าง เช่น ได้มาจากการตัดพื้นที่ใบปาล์มน้ำมันแต่ละใบจากภาพใหญ่ มีพื้นหลังภาพสีดำ และถ่ายภาพในระนาบขนานกับวัตถุ ทำให้ไม่มีความหลากหลายของข้อมูล หากใช้งานจริงโดยใช้ภาพที่มีพื้นหลัง อุปกรณ์ถ่ายภาพ แสง ขนาดของภาพ และมุมในการถ่ายภาพที่ต่างกัน อาจทำให้ค่าทำนายธาตุอาหารไม่ถูกต้องได้
2. ควรเพิ่มจำนวนตัวอย่างภาพที่ใช้ในการฝึกฝนแบบจำลอง โดยให้มีจำนวนมากขึ้นและกระจายตัวอย่างเท่าๆ กัน ในแต่ละกลุ่มสุขภาพ และเพิ่มความหลากหลายของภาพที่ใช้ในการฝึกฝนแบบจำลอง เช่น ใช้ภาพจากเครื่องสแกน โทรศัพท์มือถือ ภาพที่มีพื้นหลังแตกต่างกัน ภาพที่มีมุมในการถ่ายภาพต่างกัน ภาพที่อยู่ภายใต้เงาของแสงต่างกัน เพื่อให้เหมาะสมและใกล้เคียงกับการใช้งานระบบจริงที่ผู้ใช้งานใช้โทรศัพท์มือถือในการถ่ายภาพ เพื่อให้ระบบฯ มีการเรียนรู้ที่หลากหลายและสกัดคุณลักษณะได้ดีขึ้น มีความแม่นยำมากขึ้น
3. ตัวอย่างข้อมูลภาพถ่ายใบปาล์มน้ำมันที่มีลักษณะต่างกันอย่างมาก อาจจะมีค่าธาตุอาหารจากผลวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการที่ใกล้เคียงกัน เนื่องจากข้อจำกัดในการตรวจวิเคราะห์ที่ต้องใช้ใบปาล์มน้ำมันหลายใบสำหรับการตรวจ 1 ตัวอย่าง การเคลื่อนที่ของธาตุอาหารในต้นปาล์มน้ำมัน การใส่ปุ๋ยในช่วงเวลาเก็บตัวอย่าง และค่าวิเคราะห์ธาตุอาหารแต่ละตัวอย่างที่มีความใกล้เคียงกัน อาจทำให้ค่าทำนายธาตุอาหารไม่ถูกต้องได้ ควรมีการศึกษาเพิ่มเติม หรือใช้เทคนิคในการประมวลผลภาพวิธีอื่นๆ ที่สามารถเรียนรู้ข้อมูลภาพและทำให้แบบจำลองมีความแม่นยำเพิ่มขึ้น
4. ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ธาตุอาหารในใบปาล์มน้ำมัน ควรมีการเก็บข้อมูลภาพถ่ายควบคู่ไปกับข้อมูลผลวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการจากตัวอย่างที่รับบริการวิเคราะห์ เพื่อให้ได้ชุดข้อมูลมากขึ้นสำหรับการฝึกฝนของแบบจำลอง

5. ควรทดสอบการใช้งานระบบประเมินปริมาณธาตุอาหารในปาล์มน้ำมันและระบบแนะนำการใช้ปุ๋ยในปาล์มน้ำมันบนเว็บแอปพลิเคชัน ให้หลากหลายกลุ่มผู้ใช้ ได้แก่ นักวิจัย นักวิชาการ เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการ เจ้าหน้าที่สำนักงาน เกษตรกรผู้ปลูกปาล์มน้ำมัน นักเรียน นักศึกษา และบุคคลทั่วไป เพื่อให้ได้ผลสะท้อนการใช้งานที่หลากหลาย เพื่อนำกลับมาปรับปรุงระบบให้ใช้งานง่ายขึ้น (User friendly)

กรมวิชาการเกษตร

เอกสารอ้างอิง

Dertat, A. 2017. Convolutional layer filter. Towards Data Science, <https://towardsdatascience.com/applied-deep-learning-part-4-convolutional-neural-networks-584bc134c1e2>

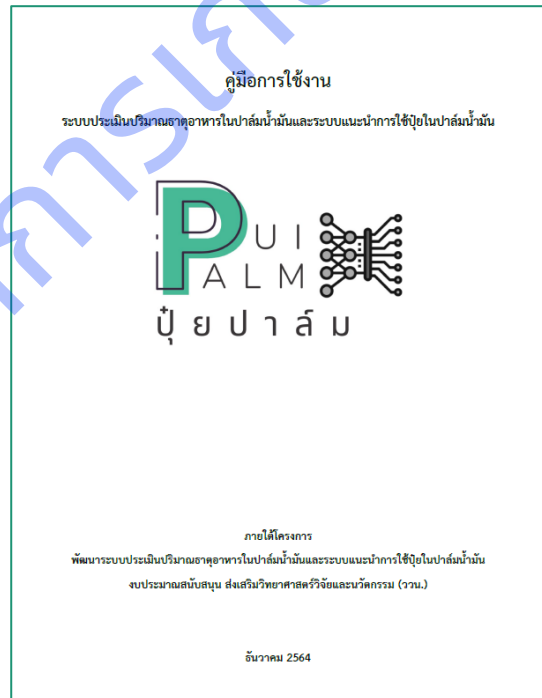
กรมวิชาการเกษตร

ภาคผนวก

ภาคผนวก 1 : เว็บไซต์ PUIPALM: <http://puipalm.research-oard7.com>



ภาคผนวก 2 : คู่มือการใช้งานเว็บไซต์ PUIPALM



ภาคผนวก 3 : หนังสือขอใช้ประโยชน์จากผลงานวิจัย



ที่ อว 8717.3 /237

คณะสังคมศาสตร์

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

เขตวัฒนา กรุงเทพฯ 10110

18 มีนาคม 2565

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ใช้ประโยชน์จากงานวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการสำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 7

ตามที่สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 7 กรมวิชาการเกษตร ได้พัฒนาระบบประเมินปริมาณธาตุอาหารในปาล์มน้ำมันและระบบแนะนำการใช้ปุ๋ยในปาล์มน้ำมัน ใช้งานบนเว็บแอปพลิเคชัน <http://puipalm.research-card7.com> ภายใต้โครงการพัฒนาระบบประเมินปริมาณธาตุอาหารในปาล์มน้ำมัน และระบบแนะนำการใช้ปุ๋ยในปาล์มน้ำมัน ซึ่งมีประโยชน์ต่อการติดตามตรวจสอบปาล์มน้ำมันให้สมบูรณ์อยู่เสมอ และสามารถลดขั้นตอนในการตรวจประเมินสภาพต้นปาล์มน้ำมัน นั้น

ข้าพเจ้า อาจารย์ ดร.ชนชนก อรุณพลอด หัวหน้าโครงการโครงการการใช้เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศและนวัตกรรมเกษตรแม่นยำเพื่อการบริหารและจัดการสวนปาล์มน้ำมัน (ปีที่ 2) จึงขอความอนุเคราะห์เชื่อมโยงระบบประเมินปริมาณธาตุอาหารในปาล์มน้ำมันและระบบแนะนำการใช้ปุ๋ยในปาล์มน้ำมัน ใช้งานบนเว็บแอปพลิเคชัน <http://puipalm.research-card7.com> เข้าสู่ระบบบริหารและจัดการสวนปาล์มน้ำมัน เพื่อประโยชน์ด้านบริหารและจัดการสวนปาล์มน้ำมัน ทั้งแก่เกษตรกรผู้ปลูกปาล์มน้ำมันและผู้ที่เกี่ยวข้อง

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และขอขอบคุณเป็นอย่างสูง มา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(อาจารย์ ดร.ชนชนก อรุณพลอด)

หัวหน้าโครงการวิจัย