



แบบข้อเสนอโครงการวิจัย
สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน)

รหัสโครงการ.....
(สำหรับเจ้าหน้าที่)

ส่วนที่ 1 ข้อมูลโครงการ

1. ชื่อโครงการ (ไทย) การพัฒนาชุดวิเคราะห์ดินแบบพกพาโดยหลักการวัดเชิงแสง
(อังกฤษ) Development of a portable soil test kit based on the principle of spectrophotometry

2. ลักษณะโครงการวิจัย

แพลตฟอร์ม (Platform) Platform 3 การวิจัยและสร้างนวัตกรรมเพื่อเพิ่มขีดความสามารถการแข่งขัน พร้อมทั้งยกระดับการพึ่งพาตนเองในระดับประเทศ

โปรแกรม (Program) P.10 ยกระดับความสามารถการแข่งขันและวางรากฐานทางเศรษฐกิจเพื่อการพึ่งพาตนเองในระดับประเทศ

โปรแกรมน้อย (Sub Program)

แผนงานหลัก เกษตรแม่นยำและเกษตรอัจฉริยะ

แผนงานย่อย เกษตรแม่นยำและเกษตรอัจฉริยะ

ประเด็นริเริ่มสำคัญ (Flagship)

เป้าหมาย (Objective) O3.10b ใช้การวิจัยและนวัตกรรมเพื่อพัฒนาเศรษฐกิจชีวภาพ เศรษฐกิจหมุนเวียน และเศรษฐกิจสีเขียว (BCG) โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ด้านการเกษตรและอาหาร สุขภาพและการแพทย์

ผลสัมฤทธิ์ที่สำคัญ-หลัก (Key Result) จำนวนองค์ความรู้ เทคโนโลยี และนวัตกรรมที่ถูกสร้างขึ้นเพื่อส่งเสริมการพัฒนาเศรษฐกิจชีวภาพ เศรษฐกิจหมุนเวียน และเศรษฐกิจสีเขียว (BCG) โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ด้านการเกษตรและอาหาร สุขภาพและการแพทย์ รวมถึงเทคโนโลยีที่นำไปใช้เพื่อทดแทนการนำเข้า (100 ชิ้น)

ผลสัมฤทธิ์ที่สำคัญ-รอง (Key Result) สัดส่วนการพัฒนาเทคโนโลยีของตนเองต่อการพึ่งพาเทคโนโลยีจากภายนอก 10:90 เป็น 30:70

* ให้เลือกจากระบบ โดย

- ผลสัมฤทธิ์ที่สำคัญ-หลัก (Key Result) สามารถเลือก KR ของ Objective ของ Program ที่เลือก
- ผลสัมฤทธิ์ที่สำคัญ-รอง (Key Result) สามารถเลือก KR ภายใต้อันแพลตฟอร์มใดก็ได้

3. ระยะเวลาของโครงการ1 ปี.....งบประมาณรวม 1,826,000 บาท

วันที่เสนอโครงการครั้งแรก.....

ครั้งที่ 1 (กรณีที่มีการปรับปรุง) โครงการใหม่ ดำเนินงานจำนวน 1 ปี

ครั้งที่ 2 (กรณีที่มีการปรับปรุง) โครงการต่อเนื่องจำนวน 3 ปี โดยเริ่มรับงบประมาณในปี 2565.

โครงการยื่นเสนอขอรับทุนจากหน่วยงานอื่น

☐ ไม่ยื่นเสนอ ☐ ยื่นเสนอ ระบุหน่วยงาน.....

4. คำเฉพาะสำหรับการค้นหา (key word)

(ภาษาไทย) ชุดวิเคราะห์ดินแบบพกพา หลักการวัดเชิงแสง แอปพลิเคชัน Smart NPK

(อังกฤษ) Soil test kit, Spectrophotometry , Smart NPK application

5. หัวหน้าโครงการ/ที่ปรึกษาโครงการ/คณะผู้วิจัย/ผู้ร่วมโครงการ

5.1 ชื่อ (นาย/นาง/นางสาว) นางสาวศุภิตา อ้าทอง

ตำแหน่ง รองศาสตราจารย์ คุณวุฒิ ปริญญาเอก

ความชำนาญ/ความสนใจพิเศษ

1. ความอุดมสมบูรณ์และธาตุอาหารพืช
2. จุลชีววิทยาของดิน
3. การประเมินความอุดมสมบูรณ์และคุณภาพของดินและอินทรีย์วัตถุในสภาพการใช้ที่ดิน
แบบต่าง ๆ

สถานที่ติดต่อ สาขาวิชาปฐพีศาสตร์ คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้

โทรศัพท์/โทรสาร โทรศัพท์ 084-4847112 โทรสาร 053-873720 ต่อ 102

ความรับผิดชอบต่อโครงการที่เสนอ (ระบุส่วนงาน) การประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดิน คิดเป็น 40 %

ความรับผิดชอบต่อโครงการอื่นๆ ซึ่งยังอยู่ระหว่างดำเนินการ (ถ้ามีโปรดระบุชื่อโครงการและแหล่งทุน
สนับสนุน)

ลงชื่อ.....

(รองศาสตราจารย์ ดร.ศุภิตา อ้าทอง)

(หัวหน้าโครงการ)

5.2 ชื่อ (นาย/นาง/นางสาว) นายชาคริต โชติอมรศักดิ์

ตำแหน่ง ผู้ช่วยศาสตราจารย์ คุณวุฒิ ปริญญาเอก

ความชำนาญ/ความสนใจพิเศษ

1. แบบจำลองภูมิอากาศระดับภูมิภาค (Regional Climate Model, WRF)
2. แบบจำลองคุณภาพอากาศ (Air Quality Model, WRF-Chem, AERMOD, HYSPLIT)
3. แบบจำลองพยากรณ์ภูมิอากาศรายฤดู (Seasonal Climate Model, using WRF)
4. แบบจำลองพยากรณ์อากาศ (Weather Forecast Model, using WRF)

สถานที่ติดต่อ ภาควิชาภูมิศาสตร์ คณะสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

โทรศัพท์/โทรสาร 053-943505 โทรสาร 053-892210

ความรับผิดชอบต่อโครงการที่เสนอ การเก็บและจัดทำฐานข้อมูล พัฒนาจัดทำแอปพลิเคชัน Smart NPK คิดเป็น 30 %

ความรับผิดชอบต่อโครงการอื่นๆ ซึ่งยังอยู่ระหว่างดำเนินการ (ถ้ามีโปรดระบุชื่อโครงการและแหล่งทุนสนับสนุน)

ลงชื่อ.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชาคริต โชติอมรศักดิ์)

(ผู้ร่วมโครงการ)

5.3 ชื่อ (นาย/นาง/นางสาว) นายชวโรจน์ ใจสิน

ตำแหน่ง ผู้ช่วยศาสตราจารย์ คุณวุฒิ ปริญญาเอก

ความชำนาญ/ความสนใจพิเศษ

1. Image processing, Signal processing, embedded technology
2. Wireless sensor
3. Wireless communication and Postharvest technology

สถานที่ติดต่อ วิทยาลัยพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยแม่โจ้

โทรศัพท์ 089-1536823

อีเมล njaisin@hotmail.com

ความรับผิดชอบต่อโครงการที่เสนอ (ระบุส่วนงาน) คิดเป็น 30 %

ความรับผิดชอบต่อโครงการอื่นๆ ซึ่งยังอยู่ระหว่างดำเนินการ (ถ้ามีโปรดระบุชื่อโครงการและแหล่งทุนสนับสนุน)

ลงชื่อ.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชวโรจน์ ใจสิน)

(ผู้ร่วมโครงการ)

6. วัตถุประสงค์

6.1 เพื่อพัฒนาและออกแบบชุดวิเคราะห์ดินแบบพกพาตามวิธีการมาตรฐานถูกต้องและแม่นยำโดยใช้เทคนิค Machine Learning

6.2 เพื่อทดสอบชุดวิเคราะห์ดินแบบพกพา โดยประเมินทางผลสมบัติของดินและการปรับเทียบชุดวิเคราะห์ดินกับการวิเคราะห์ดินวิธีมาตรฐาน

6.3 เพื่อพัฒนาและออกแบบแอปพลิเคชันการจัดการปุ๋ยสำหรับพืชโดยใช้เทคนิค Machine Learning

6.4 ส่งเสริมและถ่ายทอดการใช้ชุดวิเคราะห์ดินแบบพกพาและฐานข้อมูลความอุดมสมบูรณ์ของดินร่วมกับ Smart NPK สำหรับการใส่ปุ๋ยในระบบการปลูกไม้ผลยืนต้น ในพื้นที่ภาคเหนือตอนบน

7. ความสำคัญ/ที่มาของปัญหา และการพัฒนาเทคโนโลยี/เทคนิค/องค์ความรู้ใหม่

7.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

การวิเคราะห์ดินเป็นการบ่งบอกถึงความอุดมสมบูรณ์ภายในดินทั้งค่าอินทรีย์วัตถุที่สลายตัวได้ง่าย ไนโตรเจนทั้งหมดในดิน ค่าฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินและค่าอื่น ๆ จะชี้ให้เห็นถึงระดับธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์แก่พืชที่ปลูก ค่าวิเคราะห์ดินจึงสำคัญต่อแนวทางในการจัดการดินทั้งก่อนปลูกและหลังปลูกอย่างมาก หากมีแนวทางในการจัดการดินที่ดีหลังการทราบผลวิเคราะห์จะส่งผลให้ผลผลิตที่ได้มีคุณภาพมากขึ้น ทั้งยังประหยัดค่าใช้จ่าย ลดต้นทุนใช้ปุ๋ย ดินปลูกพืชชนิดต่างๆ หากทำการเก็บตัวอย่างดินส่งวิเคราะห์ก่อนปลูก จะทำให้เห็นแนวทางในการจัดการดินมากขึ้น

การบริหารจัดการธาตุอาหารในดิน นับเป็นสิ่งที่สำคัญลำดับต้นของกระบวนการเพาะปลูกพืช เนื่องจากสิ่งนี้จะเป็นตัวบ่งชี้ถึงการเจริญเติบโตของพืชหรือเหมาะสมกับพืชที่จะนำมาปลูกหรือไม่ โดยปกติแล้วเกษตรกรไม่ได้มีการตรวจวัดปริมาณแร่ธาตุอาหารในดินก่อนเพาะปลูก เนื่องจากมีค่าใช้จ่ายและขั้นตอนการดำเนินงานที่ยุ่งยาก เกษตรกรส่วนใหญ่จึงเลือกวิธีเติมปุ๋ยให้เหมาะสมกับชนิดพืชที่ปลูก บางครั้งอาจจะมีการใส่ในปริมาณที่มากเกินไปจนความจำเป็น ในส่วนนี้จะทำให้เกิดค่าใช้จ่ายในกระบวนการเพาะปลูกที่สูง และเกินความจำเป็น ทำให้ต้นทุนการผลิตสูงตาม หรือบางครั้งอาจจะมีธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชไม่ครบอีกด้วย

ซึ่งหากมีอุปกรณ์ เครื่องมือ หรือกระบวนการตรวจสอบธาตุอาหารในดินเพาะปลูกก่อนลงมือเพาะปลูกได้ก็จะสามารถทำให้ประเมินความจำเป็นที่ต้องเติมธาตุอาหารลงไปหรือสามารถวางแผนการจัดการหน้าดินเพื่อเตรียมการเพาะปลูกได้ในอนาคต ในปัจจุบันได้มีการพัฒนาอุปกรณ์ชุดวิเคราะห์ดินแบบพกพา) อุปกรณ์ดังกล่าวถูกออกแบบมาเพื่อตรวจสอบ วิเคราะห์และประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดินในพื้นที่ดินเบื้องต้น สามารถใช้วิเคราะห์ทำให้เกษตรกรได้ทราบค่าปริมาณอินทรีย์วัตถุที่สลายตัวได้ง่าย ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ค่าปฏิกิริยาดิน (pH) แอมโมเนียมในดินและไนเตรทในดิน จากนั้นจึงนำผลวิเคราะห์ดินที่ได้ไปกรอกข้อมูลในแอปพลิเคชัน Smart NPK จะทำให้ได้ปริมาณปุ๋ยที่ใช้กับพืชที่ปลูกหรือพืชที่ต้องการใส่ปุ๋ย หลักการทำงานอาศัยสารละลายและดินตัวอย่างที่ถูกผสมกันในหลอดทดลอง จะเกิดปฏิกิริยาทางเคมี โดยการเปลี่ยนสีตามธาตุอาหาร เช่น อินทรีย์วัตถุที่สลายตัวได้ง่ายจะมีสีชมพูหรือม่วง ฟอสฟอรัสให้สีฟ้า ความเป็นกรด-ด่าง

หลากหลายสีตามช่วง pH แอมโมเนียมให้สีเขียวและไนเตรทให้สีเหลือง ทั้งนี้ความเข้มของสีจากปฏิกิริยาของสารละลายกับตัวอย่างดินที่เกิดขึ้น จะขึ้นอยู่กับปริมาณธาตุอาหารเป็นหลัก โดยผลลัพธ์ของสีที่เกิดขึ้นจะเกิดจากปฏิกิริยาของสารละลายกับตัวอย่างดิน และจะถูกนำไปอ่านค่าการดูดกลืนแสงด้วยอุปกรณ์เครื่องวัดความเข้มของธาตุอาหารแบบพกพา

เพื่อให้อุปกรณ์วิเคราะห์และประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดินในพื้นที่ สามารถแสดงและรายงานผลได้อย่างถูกต้องและใช้งานได้ง่าย ทางคณะวิจัยจึงได้มีแนวคิดที่จะพัฒนาอุปกรณ์วิเคราะห์ดินแบบพกพา โดยใช้หลักการของ Machine learning สำหรับพัฒนาโมเดลทางคณิตศาสตร์ต้นแบบ สำหรับใช้สร้างอัลกอริทึมในการแยกประเภทของธาตุอาหารต่าง ๆ รวมถึงการปริมาณของธาตุอาหารแต่ละชนิดในรูปแบบของข้อมูลดิจิทัล ทำให้ง่ายและสะดวกต่อการนำไปใช้งานจริง นอกจากนี้ข้อมูลที่ตรวจวัดได้จะถูกจัดเก็บบนระบบคลาวด์เซิร์ฟเวอร์โดยแบ่งออกเป็น เวลาที่ตรวจวัด พิกัดที่ตั้ง และปริมาณธาตุอาหารในดิน ทั้งนี้เพื่อจะได้นำข้อมูลไปวิเคราะห์ทั้งเชิงสถิติและเชิงการพยากรณ์ปริมาณธาตุอาหารในดิน สำหรับใช้ในการบริหารจัดการทรัพยากรดินในอนาคตต่อไป ดังนั้น คณะวิจัยจึงได้มีการพัฒนาชุดวิเคราะห์ดินแบบพกพาและทดสอบการใช้งาน นำไปเปรียบเทียบเพื่อให้ชุดวิเคราะห์มีความถูกต้องและแม่นยำ ใช้งานได้จริง ซึ่งสามารถใช้ร่วมกับแอปพลิเคชัน Smart NPK โดยการเปรียบเทียบกับฐานข้อมูลค่าวิเคราะห์ดินที่วิเคราะห์ได้จากห้องปฏิบัติการภาคิชาดินและปุ๋ยชั้นสูง

7.2 องค์ความรู้หรือแนวความคิดที่จะนำมาแก้ไขปัญหาตามข้อ 7.1

แนวคิดพัฒนาชุดวิเคราะห์ดินแบบพกพา สำหรับโครงการนี้ มีองค์ประกอบอยู่ 3 องค์ประกอบ

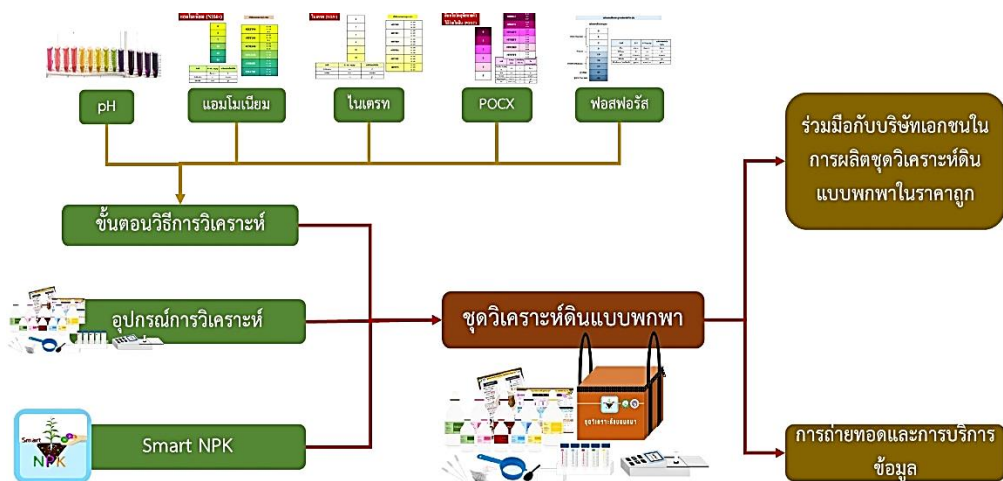
1. แนวคิดพัฒนาวิธีการวิเคราะห์ดินเพื่อใช้สำหรับชุดวิเคราะห์ดินแบบพกพา

ชุดวิเคราะห์ดินแบบพกพาเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ตรวจสอบวิเคราะห์ดินเพื่อประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดินในพื้นที่หรือภาคสนาม มีความคลาดเคลื่อนน้อยกว่า 5 % มีความเที่ยงตรงมากกว่า 90 % เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการมาตรฐาน สามารถใช้วิเคราะห์อินทรีย์วัตถุที่สลายตัวได้ง่าย ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ วิเคราะห์ได้อย่างละ 20 ตัวอย่าง มีหลอดทดลองให้วิเคราะห์อย่างละ 2 ชุด สารเคมีวิเคราะห์อินทรีย์วัตถุที่สลายตัวได้ง่ายมีทั้งหมด 1 อย่าง สารเคมีวิเคราะห์ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์มีทั้งหมด 4 อย่าง สารเคมีวิเคราะห์โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์มีทั้งหมด 3 อย่าง มีช้อนตักดินและสารเคมีแยกกัน หลอดดูดสารในกล่องมี 1 หลอด ซึ่งมีขนาดและวิธีการที่ใช้งานได้อย่างง่าย

ประโยชน์ชุดวิเคราะห์แบบพกพา

1. มีวิธีการใช้งานอย่างง่าย พร้อมคู่มือการใช้งานที่เข้าใจง่าย
2. ทราบผลการวิเคราะห์อย่างรวดเร็ว
3. สามารถนำค่าวิเคราะห์ที่ได้จากชุดวิเคราะห์แบบพกพา มาคำนวณปริมาณการใส่ปุ๋ยได้

ประโยชน์	ใช้ตรวจสอบวิเคราะห์ดินเบื้องต้น เพื่อประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดิน
คุณสมบัติ	มีความคลาดเคลื่อนน้อยกว่า 5 % มีความเที่ยงมากกว่า 90 % เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการมาตรฐาน สามารถวิเคราะห์อินทรีย์วัตถุที่สลายตัวได้ง่าย ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ วิเคราะห์ได้อย่างละ 50 ตัวอย่าง มีหลอดทดลองให้วิเคราะห์อย่างละ 2 ชุด สารเคมีวิเคราะห์อินทรีย์วัตถุที่สลายตัวได้ง่ายมีทั้งหมด 1 อย่าง สารเคมีวิเคราะห์ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์มีทั้งหมด 4 อย่าง สารเคมีวิเคราะห์โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์มีทั้งหมด 3 อย่าง มีขั้นตอนดินและตักสารเคมีแยกกัน หลอดดูดสารละลายในกล่องมี 3 หลอด ซึ่งก่อนใช้ควรดูดสารละลายทิ้งก่อน 1-2 ครั้ง ก่อนนำมาใช้งาน
ข้อดี	ปลอดภัยต่อผู้ใช้ สะดวกในการพกพา ใช้งานได้ง่าย ประหยัด ถูกต้อง ตอบสนองต่อคุณภาพดินได้ดี และไม่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม
ข้อควรระวัง	ระวังอย่าให้เข้าตา จมูก ปาก อย่าให้สัมผัสผิวหนัง และควรเก็บให้พ้นมือเด็ก
อายุและการเก็บรักษา	ปิดฝาขวดให้สนิท หลังใช้งาน น้ำยาทำสีเบอร์ 4 ควรเก็บไว้ในตู้เย็นในช่องแช่เย็นเท่านั้น สารเคมีที่ใช้มีอายุการใช้งานมากกว่า 1 ปี ยกเว้นน้ำยาสกัดอินทรีย์วัตถุ มีอายุการใช้งาน 3 – 6 เดือน ไม่ควรโดนแสงแดด หรือความร้อน เก็บไว้ที่อุณหภูมิต่ำกว่า 30 องศาเซลเซียส และล้างและทำความสะอาดอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ และเก็บเข้ากล่องให้เรียบร้อย



FR-RS-01 Rev.01 ประกาศใช้วันที่ 3 ก.พ. 2564

รายละเอียดของชุดวิเคราะห์แบบพกพา

จากแนวคิดจะใช้หลักของความแตกต่างของสีที่ขึ้นอยู่กับปริมาณของธาตุอาหารที่ต่างกัน โดยมีการเปรียบเทียบกับวิธีการมาตรฐานที่มีการยอมรับกันทั่วโลก พร้อมกันนั้นได้มีการประยุกต์ใช้หลักการของสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ โดยใช้เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์แบบพกพามาใช้ด้วย ในขณะเดียวกันจะเป็นการพัฒนาชุดสารละลายมาตรฐานของการวิเคราะห์ของทุกตัวชี้วัด และพัฒนาเป็นชุดวิเคราะห์ดินแบบพกพาซึ่งจะประกอบไปด้วยอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ง่าย และสะดวกต่อการใช้งานพร้อมคู่มือการใช้งาน โดยชุดวิเคราะห์ดินแบบพกพาสามารถประเมินปริมาณอินทรีย์วัตถุที่สลายตัวได้ง่ายและธาตุอาหารในดิน จากนั้นจะนำผลการวิเคราะห์ดินซึ่งเป็นตัวเลขที่ไปเปรียบเทียบกับแอปพลิเคชันการใส่ปุ๋ยด้วย ซึ่งมีค่าใช้จ่ายในการวิเคราะห์ที่ถูกลงกว่าวิธีการวิเคราะห์แบบห้องปฏิบัติการ และไม่เกิดอันตรายต่อผู้ปฏิบัติงานและสารตกค้างในสิ่งแวดล้อม

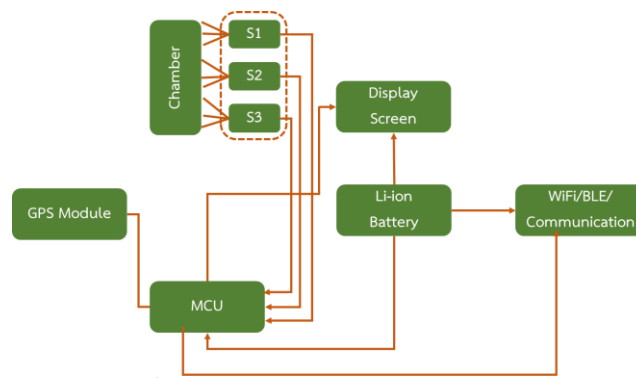


ภาพที่ 3 คู่มือการใช้งานชุดวิเคราะห์ดิน

2. แนวคิดสำหรับการพัฒนาอุปกรณ์เครื่องวัดความเข้มข้นของธาตุอาหารแบบพกพา

2.1 การพัฒนาอุปกรณ์เครื่องวัดความเข้มข้นของธาตุอาหารแบบพกพา

หลักการและแนวคิดของการพัฒนาอุปกรณ์วิเคราะห์ดินแสดงดังภาพที่ 4 มีโครงสร้างและหลักการทำงานดังนี้



ภาพที่ 4 โครงสร้างของอุปกรณ์วิเคราะห์ดิน

1. ตัวประมวลผลขนาดเล็ก (Microprocessor)

ทำหน้าที่ประมวลผลโดยรับค่าจากเซนเซอร์เชิงแสง แล้วเปลี่ยนข้อมูลที่สามารถอ่านได้ ให้อยู่ในรูปแบบที่สามารถนำไปประมวลผลต่อได้ ทั้งในส่วนของการสร้างชุดข้อมูลสำหรับการฝึกฝนเรียนรู้และใช้ในการวิเคราะห์ธาตุอาหารและความเป็นกรด-ด่างในดิน โดยในขั้นตอนสร้างชุดข้อมูลสำหรับการฝึกฝนเรียนรู้จะใช้อัลกอริทึมพื้นฐานในการอ่านค่าจากเซนเซอร์ เพื่อนำค่าที่อ่านได้ไปใช้ในงานต่อ ขณะที่ตอนวิเคราะห์ธาตุอาหารในดิน จะใช้อัลกอริทึมที่ได้ถูกพัฒนาร่วมกับแบบจำลอง สำหรับวิเคราะห์ข้อมูลที่สามารถอ่านได้เซนเซอร์เพื่อใช้วิเคราะห์ดิน

2. เซนเซอร์เชิงแสง (Optical Sensor Module)

ทำหน้าที่เปลี่ยนข้อมูลจากสารละลายให้เป็นข้อมูลเชิงแสง โดยเซนเซอร์แสงแต่ละตัวจะถูกโดปด้วยสารกึ่งตัวนำประเภทใดๆ ซึ่งจะทำให้มีคุณสมบัติความยาวคลื่นแสงที่เหมาะสมกับประเภทของธาตุอาหารนั้น เพื่อให้สามารถตรวจวัดได้ ข้อมูลที่อ่านค่าสารละลายได้จะถูกส่งไปประมวลผลต่อที่ตัวประมวลผล เพื่อนำไปวิเคราะห์ต่อไปและนำไปเชื่อมโยงกับแอปพลิเคชัน Smart NPK

3. อุปกรณ์ต่อร่วมและอื่นๆ

ทำหน้าที่เป็นส่วนเติมเต็มให้ระบบมีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น เช่นแบตเตอรี่ทำหน้าที่จ่ายไฟฟ้าให้กับวงจรต่างๆ ระบบสื่อสารทำหน้าที่เชื่อมต่อกับอุปกรณ์สมาร์ตและส่งข้อมูลไปยังระบบจัดเก็บ จอแสดงผลทำหน้าที่รายงานผลค่าที่วิเคราะห์ได้ และจีพีเอสโมเดลทำหน้าที่ตรวจจับตำแหน่งพื้นที่ ที่ได้เก็บตัวอย่างดินจริงในการตรวจวัด เพื่อระบุพิกัดและที่ตั้งของแปลงทดลอง



ภาพที่ 5 ตัวอย่างอุปกรณ์เครื่องวัดความเข้มข้นของธาตุอาหารและ pH แบบพกพา

2.2 การสร้างแบบจำลองการเรียนรู้เพื่อแยกแยะประเภทของธัญอาหารและสัดส่วนปริมาณ

แนวทางในการพัฒนาแบบจำลองการเรียนรู้แสดงดังภาพที่ 3 มีรายละเอียด 3 ขั้นตอนดังนี้

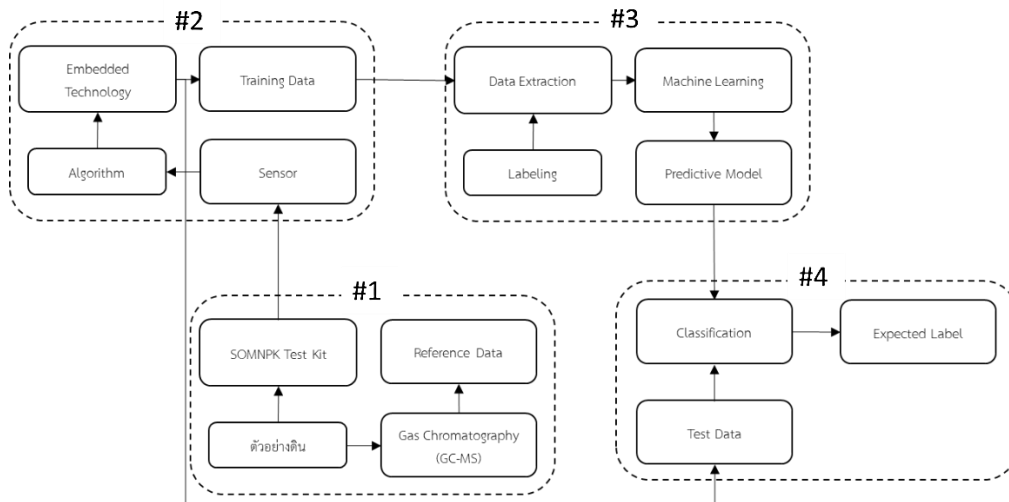
ขั้นตอนที่ 1 จะมุ่งเน้นไปในการพัฒนาระบบตรวจวัดและจัดเก็บข้อมูลของสารละลายดินเป็นหลักเพื่อผลิต Training Data และ Test Data สำหรับใช้ในการสร้างแบบจำลองการเรียนรู้อุปกรณ์เครื่องวัดความเข้มข้นของธัญอาหารแบบพกพา โดยแบ่งเป็นแต่ละสมบัติทางเคมีบางประการ

ขั้นตอนที่ 2 จะเป็นการนำ Training Data ที่เก็บได้จากขั้นตอนที่ 1 มาทำการจัดกลุ่มและติดฉลากด้วยใช้ข้อมูลอ้างอิงจากผู้เชี่ยวชาญหรือเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานของห้องปฏิบัติการ จากนั้นนำชุดข้อมูลดังกล่าวเข้าสู่ระบบพัฒนาแบบจำลองการเรียนรู้ด้วยกระบวนการ Machine Learning เพื่อสร้างแบบจำลองต้นแบบสำหรับการวิเคราะห์สารละลายสมบัติเคมีบางประการในดิน

ขั้นตอนที่ 3 เป็นการนำตัวอย่างสารละลายจริงที่ต้องการทดสอบทดสอบหรือ Test Data มาทำการประเมินและคาดการณ์ผลที่ได้ พร้อมกับนำข้อมูลบางส่วนกลับไปเป็นเรียนรู้ซ้ำอีกรอบ เพื่อทำการเทรนข้อมูลใหม่ให้ได้แบบจำลองต้นแบบสำหรับการวิเคราะห์สารละลายสมบัติเคมีบางประการในดินที่มีความถูกต้องและใกล้เคียงกับที่ค่ามาตรฐานที่ต้องการ

การจัดการกับข้อมูลหรือ Training Data โดย Training Data จะถูกสกัดออกเป็นปี จัจย (Observation) และคุณลักษณะ (Feature) โดยอินพุตที่จะป้อนเข้าสู่ neural network นั้นจำเป็นต้องมีการทำ preprocessing ก่อน ส่วนประกอบของอินพุตสามารถแบ่งออกเป็น observation ในที่นี้อาจจะเรียกว่าตัวแปรหรือปัจจัยนำเข้าและ feature อาจจะเรียกว่าคุณลักษณะของตัวแปรนั้นๆ โดยอย่างหลังจะถือเป็นส่วนประกอบย่อยของ observation กรณีมี observation และ feature หลายๆตัวมันจะถูกแปลงอินพุตให้อยู่ในรูปของแมตริกซ์เพื่อง่ายต่อการจัดการและการนำไปใช้งาน ค่าที่จะจะถูกนารวมกับค่าไบอัส (Bias) และทั้งหมดจะถูกคูณด้วย Activation function

การสร้างแบบจำลองการเรียนรู้ โดยนำชุดข้อมูลหรือ Training data ที่มีการกำกับด้วย Labels แล้วมาป้อนเข้าสู่ Neural network เพื่อฝึกการเรียนรู้ เอาท์พุตที่ได้จากกระบวนการของ Neural network จะถูกนำมาเปรียบเทียบกับค่า Labels ที่ได้กำกับไว้ในตอนต้น เพื่อหาความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นด้วย Optimizer โดย Optimizer จะพยายามปรับค่าน้ำหนักและ bias ไปเรื่อยตามอัตราการเรียนรู้ที่ได้ป้อนเอาไว้ จนกระทั่งได้ค่าเอาท์พุต Neuron เทียบกับค่า Labels เข้าใกล้ศูนย์ จึงเป็นอันว่าสิ้นสุดกระบวนการเรียนรู้ ผลที่ได้คือตัว Optimizer ได้ทำการปรับแต่งค่าน้ำหนักและ bias ทุกตัวได้อย่างเหมาะสม ค่าผลรวมความคลาดเคลื่อนจะเรียกว่า Cost function ยิ่งเข้าใกล้ศูนย์ยิ่งทำให้ข้อมูลที่ผ่านการปรับมีความน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น จนผลสุดท้ายได้ค่า Weight ที่เหมาะสมกับแบบจำลองนั้นๆ รูปแบบการจัดการกระบวนการสร้างแบบจำลองด้วย Neural network



ภาพที่ 6 กรอบการวิจัย

1. การเก็บข้อมูลภาคสนามและจัดทำข้อมูลอ้างอิง

เป็นการจัดเตรียมข้อมูลดินสำหรับการอ้างอิงผล โดยดินจะถูกนำมาจากแปลงเพาะปลูกในพื้นที่หลายๆแห่ง ด้วยวิธีการสุ่ม ตัวอย่างดินที่ถูกสุ่มมาจะถูกนำมาทดสอบด้วยเครื่องมือ Spectrophotometer เพื่อเก็บเป็นข้อมูลตัวอย่างสำหรับการอ้างอิงและเปรียบเทียบผล รวมถึงใช้เป็นค่าจริงสำหรับการตัดสินใจให้กับข้อมูลที่จะต้องนำไปฝึกการเรียนรู้ ขณะที่ตัวอย่างดินเดียวกันนี้อีกส่วนหนึ่งจะถูกทดสอบด้วยอุปกรณ์วิเคราะห์ดิน ซึ่งเป็นอุปกรณ์วิเคราะห์ดินแบบพกพาแบบหนึ่ง โดยตัวอย่างดินที่วิเคราะห์ได้จากอุปกรณ์นี้จะอยู่ในรูปของสารละลาย และสารละลายนี้จะถูกนำไปใช้ในขั้นตอนต่อไป

2. การพัฒนาอุปกรณ์วิเคราะห์ดิน

เป็นการพัฒนาอุปกรณ์โดยใช้เทคโนโลยีแบบฝังตัวหรือ Embedded Technology อาศัยตัวประมวลผลขนาดเล็กสำหรับการประมวลผล ข้อมูลที่รับมาจากเซนเซอร์ เพื่อแยกแยะประเภทของข้อมูลที่รับเข้ามา ขั้นตอนนี้ส่วนใหญ่จะเป็นการพัฒนาตัวอุปกรณ์และจัดทำฐานข้อมูลสำหรับการสร้างแบบจำลอง โดยมีกระบวนการและหลักการทำงานคือ ใช้เซนเซอร์รับข้อมูลจากสารละลาย ซึ่งจะมีอัลกอริทึมเบื้องต้นสำหรับอ่านและแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบที่จะสามารถนำไปใช้ประมวลผลต่อได้ จากนั้นข้อมูลดังกล่าวจะถูกรวบรวมให้เป็นข้อมูลสำหรับการฝึกฝนระบบสำหรับการวิเคราะห์ต่อไป

3. การพัฒนาแบบจำลองการเรียนรู้

ข้อมูลสำหรับใช้ฝึกฝนจากหัวข้อก่อนหน้าหรือ Training Data จะถูกนำมาสกัดปัจจัยที่สามารถบ่งชี้ถึงประเภทสารอาหารในดินและปริมาณได้เท่านั้น จากนั้นข้อมูลดังกล่าวจะถูกตัดสินใจเพื่อระบุประเภทของข้อมูลนั้นๆ ข้อมูลที่ถูกตัดสินใจแล้วทั้งหมดจะถูกนำไปฝึกฝนด้วยเทคนิคทาง Machine Learning เพื่อสร้างเป็น Predictive Model สำหรับการกระบวนกรแยกแยะและประเมินประเภทและปริมาณธาตุอาหารต่อไป

4. การทดสอบกระบวนการแยกประเภทปริมาณและชนิดธาตุอาหารในดิน

หลังจากได้ Predictive Model จากขั้นตอนก่อนหน้าแล้ว ตัว Predictive Model จะถูกนำมาทดสอบกับกลุ่มข้อมูล ทั้งจากตัวอย่างดินใหม่และข้อมูลจากตัวอย่างดินที่ได้แบ่งออกจากขั้นตอนส่วนที่สอง เพื่อ

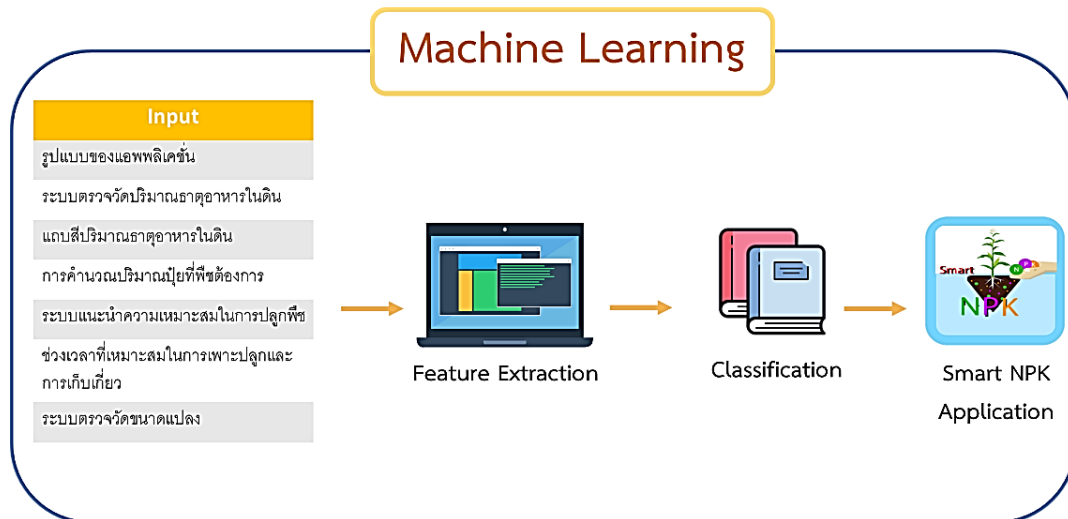
ทดสอบสมรรถนะของอุปกรณ์วิเคราะห์ดินที่ได้พัฒนาขึ้น ถึงความสามารถในการแยกแยะประเภทสารอาหารในดิน ปริมาณสารอาหารประเภทใดๆในดิน รวมถึงความถูกต้องและความผิดพลาดในการวิเคราะห์ด้วย

3. แนวคิดการพัฒนาแอปพลิเคชันการจัดการปุ๋ยสำหรับพืช Smart NPK

3.1 แนวคิดการพัฒนาและออกแบบแอปพลิเคชันการจัดการปุ๋ยสำหรับพืช Smart NPK โดยเทคนิค Machine Learning

แอปพลิเคชัน Smart NPK เป็นนวัตกรรมบริการ ด้านการจัดการปุ๋ยแบบแม่นยำสำหรับพืช ผ่านแอปพลิเคชัน Smart NPK ผ่านระบบแอนดรอยด์ และ IOS รวมถึงการเก็บตัวอย่าง บริการห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ทดสอบคุณสมบัติทางเคมี สร้างขึ้นฐานข้อมูล อาศัยโมเดลทางคณิตศาสตร์ ในการประมวลผลข้อมูลคำนวณสูตรการให้ปุ๋ย และแสดงผลในรูปแบบของแผนที่ แสดงสูตรและปริมาณปุ๋ย ตามการช่วงระยะเวลาการเจริญของพืชที่เหมาะสม ในช่วงแรกจะเน้นการเก็บข้อมูลดินระดับแปลงเกษตรกรแต่ละราย เช่น อินทรีย์วัตถุที่สลายตัวได้ง่าย ธาตุอาหาร P และ K การพัฒนาระบบช่วยเก็บข้อมูล มาวิเคราะห์จนได้สภาพแวดล้อมที่เหมาะสม สร้างโมเดลคณิตศาสตร์ค่ากลาง และประเมินสถานภาพของดิน และออกแบบการแสดงผลข้อมูล โดยมีพื้นที่ต้นแบบที่มีการจัดการธาตุอาหารแบบเฉพาะที่ สำหรับโปรแกรมป้อนมาซึ่งการบริหารให้ถูกต้อง และแม่นยำตามความต้องการของพืช รวมทั้งลดปริมาณการใช้ปุ๋ยโดยการใส่ปุ๋ยลงในดินตามปริมาณที่พืชต้องการอย่างเหมาะสมและเพียงพอต่อความต้องการ ตามคำแนะนำของแอปพลิเคชัน Smart NPK

การใช้เทคนิค Machine Learning โดยเรียนรู้จากสิ่งที่ใส่เข้าไปกระตุ้นแล้วจดจำเอาไว้ จากนั้นส่งผลลัพธ์ออกมาเป็นตัวเลข หรือ code ที่ส่งต่อไปแสดงผล แอปพลิเคชันการจัดการปุ๋ยสำหรับพืชมีการใส่การเรียนรู้ Input รูปแบบของแอปพลิเคชัน ระบบตรวจวัดปริมาณธาตุอาหารในดิน แลกสปีปริมาณธาตุอาหารในดิน การคำนวณปริมาณปุ๋ยที่พืชต้องการ ระบบแนะนำความเหมาะสมในการปลูกพืช ช่วงเวลาที่เหมาะสมในการเพาะปลูกและการเก็บเกี่ยว และระบบตรวจวัดขนาดแปลง จากนั้นจะมีการแยกคุณลักษณะ (Feature Extraction) และนำโมเดล Classification โดยมีตัวแปรที่ใช้วัดเป้าหมายเป็นตัวตั้งต้นให้เรียนรู้ ในการประเมินผลลัพธ์ที่ได้จาก Classification Model จะสามารถวัดค่าได้ความแม่นยำ แอปพลิเคชันการจัดการปุ๋ยสำหรับพืชที่มีการออกแบบและการพัฒนาที่มีการใช้ Machine Learning เป็นโมเดลทางคณิตศาสตร์ให้เกิดการเรียนรู้ของเครื่อง จากการนำไปทดสอบในพื้นที่แปลงสาธิต พืช 3 ชนิด ข้าว ข้าวโพด และลำไย มีการคำนวณการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินแบบซ้ำๆ จะทำให้เกิดการเรียนรู้พัฒนาตนเองและวิเคราะห์ข้อมูลที่มีความแม่นยำขึ้น



ภาพที่ 7 การพัฒนาแอปพลิเคชันการจัดการปุ๋ยสำหรับพืช Smart NPK โดยเทคนิค Machine Learning
การพัฒนาแถบสีมาตรฐานในแอปพลิเคชัน Smart NPK

ในการใช้ค่าวิเคราะห์ดินจากชุดวิเคราะห์ดินแบบพกพา จึงมีการพัฒนาค่าวิเคราะห์ดินที่ได้เป็นแถบสีระดับต่าง ๆ เพื่อบอกปริมาณของอินทรีย์วัตถุที่สลายตัวได้ง่าย (POCX) ฟอสฟอรัส (P) และโพแทสเซียม (K) เพื่อบอกถึงระดับของธาตุอาหารดังกล่าว เพื่อใช้คำนวณปริมาณปุ๋ยที่จะให้กับพืชชนิดต่างๆต่อไป โดยจะแสดงค่าเป็นแถบสีระดับต่างๆ และมีบอกเป็นปริมาณธาตุอาหารที่พืชต้องการ

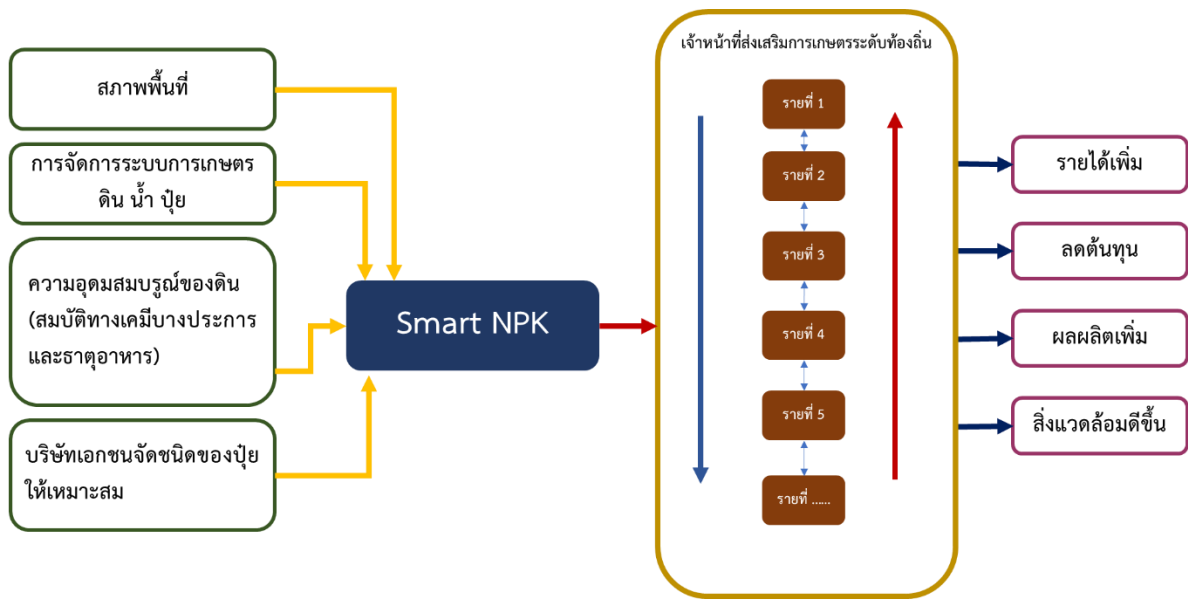
ตารางที่ 1 รูปแบบการพัฒนาแถบสีมาตรฐานในแอปพลิเคชัน Smart NPK

แถบสีบอกระดับอินทรีย์วัตถุที่สลายตัวได้ง่าย (POCX) -เป็นสีม่วงที่มีความเข้มต่างๆ โดยมีสีม่วงเข้มมีปริมาณ POCX ต่ำ สีม่วงลดลงมีปริมาณ POCX สูง	
--	--

แถบสีบอกระดับฟอสฟอรัส (P) -เป็นสีน้ำเงินที่มีความเข้มต่างๆ โดยมีสีน้ำเงินจอ่อนมีปริมาณ P ต่ำ สีน้ำเงินเข้มขึ้นมีปริมาณ P สูง	
แถบสีบอกระดับโพแทสเซียม (K) -เป็นสีส้มที่มีความเข้มต่าง ๆ โดยมีสีส้มเข้มมีปริมาณ K ต่ำ สีส้มจางเข้มขึ้นมีปริมาณ K สูง -ตะกอนสีขาวมีปริมาณสูง มี K สูง และถ้ามีตะกอนสีขาวมีปริมาณต่ำ มี K ต่ำ	

3.2 แนวคิดการพัฒนาแอปพลิเคชันการจัดการปุ๋ยสำหรับพืช Smart NPK โดยการเชื่อมโยงกับอุปกรณ์เครื่องวัดความเข้มข้นของธาตุอาหารแบบพกพา

การเก็บข้อมูลดินเพื่อวิเคราะห์สมบัติทางเคมีบางประการของดินและปริมาณธาตุอาหารที่จำเป็นสำหรับการปลูกไม้ผล โดยพิจารณาจากความแตกต่างกันของสมบัติของดินในระดับแปลงย่อยและแปลงใหญ่สำหรับการจัดการดิน ปุ๋ย สำหรับพืชไม้ผลยืนต้นในภาคเหนือตอนบน นั้นถือว่ามีความสำคัญซึ่งจะใช้ในการกำหนดการวางแผนการจัดการปุ๋ย โดยผ่านแอปพลิเคชัน Smart NPK ซึ่งแอปพลิเคชัน Smart NPK เป็นนวัตกรรมบริการ ด้านการจัดการปุ๋ยแบบแม่นยำสำหรับไม้ผลยืนต้น โดยมีความสามารถใช้ร่วมกับชุดวิเคราะห์แบบพกพา โดยอาศัยโมเดลทางคณิตศาสตร์ ในการประมวลผลข้อมูล คำนวณสูตรการให้ปุ๋ยและแสดงผลในรูปแบบของแผนที่ แสดงสูตรและปริมาณปุ๋ย ตามการช่วงระยะเวลาการเจริญของพืชที่เหมาะสม ซึ่งแอปพลิเคชัน Smart NPK นั้นเชื่อมโยงกับอุปกรณ์เครื่องวัดความเข้มข้นของธาตุอาหารแบบพกพา ที่เป็นเครื่องมือหนึ่งในชุดวิเคราะห์ดินแบบพกพา ในการคำนวณสูตรปุ๋ยการจัดการปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินและชนิดของพืช



ภาพที่ 8 แนวคิดการพัฒนาแอปพลิเคชันการจัดการปุ๋ยสำหรับพืช Smart NPK

การแนะนำการใส่ปุ๋ยของแอปพลิเคชัน Smart NPK นั้นมีการเชื่อมโยงมาจากอุปกรณ์เครื่องวัดความเข้มข้นของธาตุอาหารแบบพกพา ที่ใช้การพัฒนาโดยใช้หลักการวัดเชิงแสง Development of a portable soil analysis test kit based on the principle of spectrophotometry โดยการนำสารละลายที่ได้รับการสกัดดินและทำให้เกิดสี (Develop color) จากนั้นนำไปอ่านค่าวิเคราะห์การดูดกลืนแสงโดยอุปกรณ์เครื่องวัดความเข้มข้นของธาตุอาหารแบบพกพา ผลที่ได้จะนำไปคำนวณหาปริมาณ POCX ฟอสฟอรัส ค่าความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณแอมโมเนียมและไนเตรท ประมาณผลค่าวิเคราะห์ที่ได้ แสดงตัวเลขปริมาณต่างๆ มีหน่วยเป็น มิลลิกรัม/กรัม และมีช่วงความเป็นกรด-ด่าง เป็น pH นำผลที่ได้ไปคำนวณการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน โดยผ่านแอปพลิเคชัน Smart NPK การจัดการดิน ปุ๋ย ตามคำแนะนำของแอปพลิเคชัน

ตารางที่ 2 รายละเอียดการพัฒนาแอปพลิเคชัน Smart NPK

รายละเอียด	Smart NPK
การเข้าถึงฐานข้อมูล	-เกษตรกรสามารถรับข้อมูลธาตุอาหารพืชจากตำแหน่งปัจจุบันหรือค้นหาจากช่องค้นหา ซึ่งได้มีปรับปรุงให้มีความแม่นยำและขยายพื้นที่ อีกทั้งยังสามารถระบุค่าวัดผลของดินจากห้องปฏิบัติการหรือชุดวิเคราะห์ดินแบบพกพาที่เหมาะสมในพื้นที่การเกษตรที่ทำการปลูกข้าว ข้าวโพด ลำไย ได้แม่นยำขึ้น
หลักการและวิธีใช้ Application	-มีการเพิ่มวิธีการคำนวณปุ๋ยจากการระบุค่าวิเคราะห์ดินจากชุดวิเคราะห์ดิน แบบพกพาเพื่อคำนวณปริมาณปุ๋ยสำหรับพืช 3 ชนิด

ประโยชน์ที่ได้รับ	-มีการเปลี่ยนแปลงแม่ปุ๋ยที่ใช้จากเดิมจะใช้แม่ปุ๋ยสูตร 0-46-0 ซึ่งเกษตรกรไม่นิยมใช้ จึงได้มีการปรับปรุงแม่ปุ๋ยที่ใช้เป็นสูตร 18-46-0 สำหรับ ข้าวและลำไย
	-Application Smart NPK มีการปรับปรุงและพัฒนาแอปพลิเคชันของค่าวิเคราะห์ดินได้แก่ ปริมาณอินทรีย์วัตถุที่สลายตัวได้ง่าย (POCX) ปริมาณฟอสฟอรัส และปริมาณโพแทสเซียม ให้มีความละเอียดและมีความแม่นยำมากยิ่งขึ้น
	-ช่วยคำนวณปุ๋ยจากผลการวิเคราะห์ดินห้องปฏิบัติการและค่าวิเคราะห์ดิน จากชุดวิเคราะห์ดินแบบพกพาปริมาณปุ๋ยที่เหมาะสมแก่พืชเศรษฐกิจ ได้แก่ ข้าว ข้าวโพด ลำไย

-ปริมาณปุ๋ยที่ได้จากการคำนวณค่าวิเคราะห์ดินและความต้องการของพืช ทำให้เกษตรกรทราบปริมาณปุ๋ยที่ถูกต้อง ทำให้ลดต้นทุนการซื้อปุ๋ยเคมี

7.3 เปรียบเทียบจุดเด่นของเทคโนโลยีที่ทำการพัฒนาเปรียบเทียบกับเทคโนโลยีอื่นๆ ที่มีในปัจจุบัน

ชุดวิเคราะห์ดินแบบพกพานั้นเน้นการลดต้นทุนการผลิตด้านการวิเคราะห์ดิน โดยชุดวิเคราะห์ดินแบบพกพาเป็นการปฏิบัติงานภาคสนาม สามารถใช้ได้ง่ายและมีราคาที่ไม่สูง ช่วยลดต้นทุนให้กับเกษตรกร และทำให้เกษตรกรได้ข้อมูลความอุดมสมบูรณ์ของดินของพื้นที่ตัวเองหรือพื้นที่ในชุมชนของพื้นที่นั้น ๆ ได้รวดเร็ว โดยจะใช้กระบวนการเปรียบเทียบสีเพื่อหาปริมาณของธาตุอาหารในดินโดยมีแผ่นเทียบสีและสามารถรองรับการทำงานของแอปพลิเคชัน Smart NPK

1. ข้อแตกต่างของชุดวิเคราะห์ดินแบบพกพาจากชุดวิเคราะห์ดินอื่นที่มีอยู่ทั่วไป

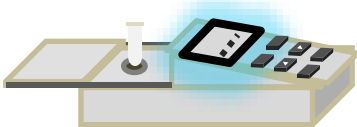
ตารางที่ 3 ผลกระทบด้านเศรษฐกิจ ของต้นทุนการผลิตชุดวิเคราะห์ดินต่อจำนวน และการลดค่าใช้จ่าย

ชุดวิเคราะห์ดินแบบพกพา	ต้นทุนต่อชุด (บาท/ชุด)	จำนวน ตัวอย่างต่อชุด	ราคาเฉลี่ย ตัวอย่างละ (บาท)	ลดค่าใช้จ่าย (บาท)
1. วิเคราะห์ดินห้องปฏิบัติการ ตึกภาควิชาดินและปุ๋ย ชั้นสูง สาขาปฐพีศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้	400	1	400	-
2. ชุดตรวจสอบดินภาคสนาม กรมพัฒนาที่ดิน	2,500	25	100	7,500
3. ชุดวิเคราะห์ดินแบบพกพา มหาวิทยาลัยแม่โจ้	8,000	50	30	18,500
4. ชุดทดสอบดิน Soil Test Kit มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	1,650	20	82.5	6,350

5. ชุดตรวจสอบค่า N P K และกรด-ด่างของดิน มหาวิทยาลัยเกษตร	4,745	50	94.9	15,255
--	-------	----	------	--------

ตารางที่ 4 เปรียบเทียบชุดวิเคราะห์ดินแบบพกพา 3 มหาวิทยาลัย

ชุด Test Kit	มหาวิทยาลัยแม่โจ้	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ชื่อชุดวิเคราะห์	ชุดวิเคราะห์ดินแบบพกพา	- ชุดตรวจสอบค่า เอ็น พี เค และกรด-ด่างของดิน - ชุดตรวจสอบอินทรีย์วัตถุในดิน	- ชุดตรวจวัดปริมาณฟอสฟอรัสในดิน - ชุดตรวจหาปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ - ชุดตรวจวัดปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน
ลักษณะ	ชุดวิเคราะห์ดินแบบพกพา มีลักษณะเป็นกระเป๋ากมือ ซึ่งภายในบรรจุ อุปกรณ์วัดปริมาณธาตุอาหาร สารเคมี แล็บสีกและคู่มือในการใช้	-	-
วิเคราะห์อะไรบ้าง	- อินทรีย์วัตถุที่สลายตัวได้ง่ายในดิน - ไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์ (ปริมาณ NH_4^+ ปริมาณ NO_3^-) - ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ - pH ของดิน	- อินทรีย์วัตถุในดิน - ไนโตรเจน - ฟอสฟอรัส - โพแทสเซียม - กรด-ด่าง	- อินทรีย์วัตถุในดิน - ฟอสฟอรัส - โพแทสเซียม
วัตถุประสงค์	- ชุดวิเคราะห์ดินแบบพกพา เพื่อใช้วิเคราะห์ดินในการประเมินอินทรีย์วัตถุที่สลายตัวได้ง่าย ไนโตรเจนและ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ซึ่งชุดดินวิเคราะห์แบบพกพาที่สามารถตรวจสอบได้ในระดับแปลงเกษตรกร ที่มีคุณลักษณะที่สะดวกในการพกพาและใช้งานได้ง่าย โดยใช้หลักการการดูดกลืนแสงที่ถูกต้อง แม่นยำ โดยค่าความคลาดเคลื่อนน้อยกว่า 5% และมีความเที่ยงตรงมากกว่า 90% เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการมาตรฐานในปฏิบัติการ (100%)	- ชุดตรวจสอบค่า เอ็น พี เค และกรด-ด่างของดิน เพื่อใช้ชุดตรวจสอบในการประเมินระดับความอุดมสมบูรณ์ของดิน ตามสภาพความเป็นจริงในขณะนั้น ใช้ประกอบการตัดสินใจในการใช้ปุ๋ยเคมี บำรุงดินหรือไม่อย่างไร นอกจากนี้ยังบอกสถานะว่ามีปุ๋ยเคมีหรือธาตุอาหารพืชตัวใดบ้างที่ตกค้างอยู่ในดิน ซึ่งเป็นผลจากการปฏิบัติจากฤดูกาลที่ผ่านมา - ชุดตรวจสอบอินทรีย์วัตถุในดิน ใช้ตรวจวัดปริมาณอินทรีย์วัตถุที่มีอยู่ในดิน สะดวกในการพกพา	-

		ประหยัด ค่าความคลาดเคลื่อน น้อยกว่า 5% และมีความเที่ยง มากกว่า 90%	
ข้อดี	ปลอดภัยต่อผู้ใช้ สะดวกในการ พกพา ใช้งานได้ง่าย ประหยัด มี ความถูกต้อง ตอบสนองต่อคุณภาพ ดินได้ดี ไม่มีผลกระทบต่อ สิ่งแวดล้อม	-	-
รูปแบบ	 ชุดวิเคราะห์ดินแบบพกพา  เครื่องวัดความชื้นของธาตุ อาหารและ pH แบบพกพา  pH ของดิน		 ชุดตรวจวัดปริมาณฟอสฟอรัสในดิน  ชุดตรวจหาปริมาณโพแทสเซียมในดิน  ชุดตรวจวัดปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน
จุดเด่น	- ใช้เครื่องวัดความชื้นของธาตุ อาหารและ pH แบบพกพา ซึ่งจะ อ่านค่าที่ถูกต้องและแม่นยำ - มีอุปกรณ์วัดธาตุอาหาร	-	-
ความถูกต้อง และแม่นยำ	ค่าความคลาดเคลื่อนน้อยกว่า 5% และมีความเที่ยงมากกว่า 90% เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการ มาตรฐาน	ชุดตรวจสอบอินทรีย์วัตถุในดิน ค่าความคลาดเคลื่อน น้อยกว่า 5% และมีความเที่ยงมากกว่า 90%	-
อายุและ การเก็บ รักษา	เมื่อใช้งานเสร็จทุกครั้ง ต้องปิดฝา ขวดให้แน่น ล้างและทำความสะอาด สวดอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ เก็บเข้า	- ชุดตรวจสอบค่า เอ็น พี เค และ กรด-ด่างของดิน เมื่อเปิดใช้งาน แล้วให้ปิดฝาขวดให้แน่น แล้วเก็บ	-

	กล่องให้เรียบร้อยและสารที่ใช้มีอายุการใช้งานมากกว่า 1 ปี สำหรับอุปกรณ์สามารถใช้ได้ตลอดซึ่งในครั้งต่อไปซื้อเฉพาะน้ำยาสกัด	เข้าชุด ล้างและทำความสะอาดอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้งานแล้วผึ่งให้แห้งในร่ม แล้วเก็บเข้ากล่อง ส่วนน้ำยาเบอร์ 9 มีข้อบ่งชี้ให้อ่านในคู่มือ ส่วนน้ำยาตัวอื่นมีอายุไม่น้อยกว่า 1 ปี ของเหลือจากการทดลองเททิ้ง ต้องเปิดน้ำล้างเจือจางให้มาก ระวังอย่าให้เข้าตา จมูกหรือถูกผิวหนัง (เก็บให้พ้นมือเด็ก) - ชุดตรวจสอบอินทรีย์วัตถุในดิน เมื่อใช้งานแล้วทุกครั้งต้องปิดฝาให้แน่นแล้วเก็บเข้ากล่อง อายุใช้งานได้มากกว่า 1 ปี สำหรับหลอดเบอร์ 2 เมื่อใช้แล้วให้เก็บเข้าที่และนำมาคืนจะได้รับส่วนลดในซื้อชุดต่อไป	
ต้นทุน	- ชุดวิเคราะห์ดินแบบพกพา ราคา 8,000 บาท (สำหรับ 50 ตัวอย่าง)	- ชุดตรวจสอบค่า เอ็น พี เค และกรด-ด่างของดิน ราคา ชุดละ 4,745 บาท (ค่าจัดส่ง EMS ต่อ 1 ชุดๆ ละ 200 บาท) (สำหรับ 50 ตัวอย่าง) - ชุดตรวจสอบอินทรีย์วัตถุในดิน ราคา 750 บาท (สำหรับ 10 ครั้ง) (ค่าจัดส่ง EMS ต่อ 1 ชุดๆ ละ 120 บาท)	- เซตกระเป๋า ราคา 1,650 บาท - เซต Refill ราคา 800 บาท
ติดต่อซื้อได้ที่	- อาคารเรียนและปฏิบัติการรวมทางปฐพีวิทยาและฝึกรบกรมทางดิน และปุ๋ยชั้นสูง ชั้น 1 มหาวิทยาลัยแม่โจ้ - ต้องดูปริมาณความต้องการของเกษตรกรที่จะใช้ ถ้าเกษตรกรต้องการเป็นจำนวนมากก็ต้องส่งให้กับทางบริษัทเอกชนเป็นผู้ผลิต	- ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900 ประเทศไทย โทร. 02-561-4670, 02-942-8104-5 ต่อ 109, 110 แฟกซ์: 02-942-8045 Web : http://www.soiltest-ku.com	ห้องปฏิบัติการกลาง อาคารเฉลิมพระเกียรติ ชั้น 2 คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ โทร. 0-5394-4090 ต่อ 17 (ห้องปฏิบัติการกลาง)

กระบวนการ license	ให้บริษัทเอกชน (สถาบันบ่มเพาะ วิสาหกิจ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ Maejo University Business Incubator (MJUBI) เป็น ผู้รับผิดชอบลิขสิทธิ์ในการดำเนินการ ผ่านทางบริษัทเอกชนจะนำไปใช้ ประโยชน์ต่อไป - ชั้น 4 อาคารอำนวยการ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เลขที่ 63 หมู่ที่ 4 ต.หนองหาร อ.สันทราย จ.เชียงใหม่ 50290 โทรศัพท์ 0 5387 5635, โทรสาร 0 5387 5637 มือถือ 081 883 2696		
------------------------------	--	--	--

2. ข้อแตกต่างของแอปพลิเคชัน Smart NPK จากแอปพลิเคชันอื่นที่มีอยู่ทั่วไป

1. ใช้ฐานข้อมูลความอุดมสมบูรณ์ของดินจากการตรวจวัดระดับแปลงโดยห้องปฏิบัติการมาตรฐาน
2. ระบบสามารถดึงค่าวิเคราะห์ความอุดมสมบูรณ์ของดิน ณ บริเวณที่ใกล้จุดสำรวจวิเคราะห์ดินมาใช้โดยอัตโนมัติ
3. ระบบให้คำแนะนำในการใส่ปุ๋ยโดยคำนวณจากค่าวิเคราะห์ความอุดมสมบูรณ์ของดิน แล้วแนะนำการใส่ปุ๋ยอย่างแม่นยำตามชนิดพืชที่ปลูก (โดยเบื้องต้นพืชประกอบไปด้วย ข้าว ข้าวโพด และลำไย) และตามช่วงเวลาที่เหมาะสมของการเจริญเติบโต

8. การทบทวนวรรณกรรม/สารสนเทศ (Information) ที่เกี่ยวข้อง

8.1 Smart Farming

เกษตรอัจฉริยะ (Smart Farm หรือ Intelligent Farm) เป็นการทำเกษตรสมัยใหม่ ด้วยการใช้เทคโนโลยีหรือหุ่นยนต์ เครื่องจักร ฯลฯ ที่มีความแม่นยำสูงเข้ามาช่วยในการทำงาน โดยให้ความสำคัญกับสิ่งแวดล้อม ความปลอดภัยต่อผู้บริโภค และการใช้ทรัพยากรให้คุ้มค่าที่สุด ในยุคที่แรงงานในภาคเกษตรลดลงอย่างต่อเนื่อง ทำให้ภาคการเกษตรเริ่มมีการปรับตัวโดยนำเอาเทคโนโลยีเข้ามาปรับปรุงและประยุกต์ใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตมากขึ้น

แนวคิดของการทำเกษตรอัจฉริยะ คือ การเกษตรแม่นยำสูง (Precision Agriculture หรือ Precision Farming) โดยเป็นการทำการเกษตรให้เข้ากับสภาพพื้นที่ เน้นพื้นที่ที่ไม่ใช่พื้นที่เกษตรขนาดใหญ่ เน้นประสิทธิภาพในการเพาะปลูก ตั้งแต่การคัดเลือกเมล็ดพันธุ์จนถึงกระบวนการปลูกที่นำเอาเทคโนโลยีเข้ามาช่วยในการตรวจวัดทั้งเรื่องของสภาพดิน ความชื้นในดิน แร่ธาตุในดิน ความเป็นกรด-ด่าง สภาพปริมาณแสง

ธรรมชาติ รวมถึงเรื่องศัตรูพืชต่าง ๆ บางประเทศมีการควบคุมสิ่งแวดล้อมผ่านการปลูกในโรงเรือน เพื่อป้องกันศัตรูพืชและสามารถควบคุมปัจจัยต่าง ๆ ได้เข้มงวดและมีประสิทธิภาพมากขึ้น

ฟาร์มอัจฉริยะมีความต้องการและมีความแตกต่างจากการทำเกษตรแบบปกติเป็นอย่างมาก โดยมีวัตถุประสงค์อีกข้อหนึ่งคือ ไม่ใช้ทรัพยากรอย่างสิ้นเปลือง ดังนั้น ความแม่นยำในการเสริมปัจจัยต่าง ๆ ให้ตรงกับความต้องการของพืชแต่ละชนิด จึงเป็นกุญแจสำคัญในการทำเกษตรอัจฉริยะที่ได้ประสิทธิภาพ

องค์ประกอบที่สำคัญในการทำฟาร์มอัจฉริยะจะต้องมี 3 ด้านด้วยกัน จึงจะทำให้ฟาร์มอัจฉริยะมีประสิทธิภาพนั้นคือ

1. การระบุตำแหน่งพื้นที่เพาะปลูก
2. การแปรวิเคราะห์ข้อมูลที่ตรงกับระยะเวลาของการเพาะปลูกพืช
3. การบริหารจัดการพื้นที่โดยใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม ไม่สิ้นเปลืองทรัพยากร และต้องเหมาะสมกับการเพาะปลูกพืชในชนิดนั้น ๆ

การทำฟาร์มอัจฉริยะเป็นเรื่องของความแม่นยำเพื่อนำไปสู่การเพาะปลูกพืชที่เข้ากับพื้นที่บริเวณนั้น ผ่านการตัดสินใจบนข้อมูลที่ถูกต้อง โดยช่วยลดต้นทุนกระบวนการผลิต เพิ่มผลผลิตต่อพื้นที่ สร้างมาตรฐานการผลิต ควบคุมคุณภาพผลผลิตได้ตามที่ลูกค้าต้องการ ผลผลิตจึงได้ราคาสูงกว่าฟาร์มทั่วไป

ปัจจุบันความรู้ทางด้านการเกษตรอัจฉริยะมีมากขึ้นในอินเทอร์เน็ต เพราะเป็นแนวโน้มที่สำคัญของการทำการเกษตรในศตวรรษที่ 21 หลายฟาร์มเริ่มมีการนำเอาเทคโนโลยี Precision Farming เพื่อควบคุมความแม่นยำทั้งการให้น้ำที่ถูกต้องทั้งปริมาณ ระยะเวลา ผ่านสมาร์ตโฟนและคอมพิวเตอร์ของฟาร์มเอง มีการนำเอาเซ็นเซอร์มาควบคุมเพื่อวัดอุณหภูมิร่วมกับการปล่อยน้ำเพื่อรักษาอุณหภูมิ รวมไปถึงการให้ปุ๋ยผ่านการให้น้ำ

8.2 การนำเกษตรอัจฉริยะ (Smart Farm) มาใช้ในการพัฒนาการเกษตรประเทศไทย

ปัจจุบันเทคโนโลยีเป็นส่วนหนึ่งที่เข้ามามีบทบาทอย่างมากในชีวิตประจำวัน แม้แต่การทำการเกษตรในปัจจุบันก็มีแนวคิดใหม่ในการทำการเกษตรขึ้นมา เรียกว่า Smart Farming ซึ่งกำเนิดจากวิถีของเกษตรกรในยุคใหม่ที่เป็นคนรุ่นใหม่ที่ต้องการกลับไปพัฒนาบ้านเกิด ทำให้หลายคนเริ่มหันมาสนใจวิธีการทำการเกษตรแบบ Smart Farming ที่จะเข้าไปเปลี่ยนวิถีชีวิตและการทำการเกษตรแบบเดิม ๆ Smart Farming คือการทำการเกษตรอัจฉริยะที่นำเทคโนโลยีเข้ามาบริหารจัดการระบบการเพาะปลูกในทุก ๆ ขั้นตอน และสามารถควบคุมทุกอย่างได้ด้วยเทคโนโลยี เพื่อทำการตรวจสอบ เก็บข้อมูล วิเคราะห์ และแก้ปัญหาการเพาะปลูกได้แบบทันเหตุการณ์พร้อมกับสามารถแสดงผลข้อมูลการเจริญเติบโตและคาดการณ์ผลผลิตได้อย่างแม่นยำ

ในปัจจุบันประเทศไทยยังอยู่ในจุดเริ่มต้นของการทำเท่านั้น ซึ่งการเริ่มนำเทคโนโลยีเข้ามาทำระบบฟาร์มอัจฉริยะนั้นยังเป็นเพียงกลุ่มเล็ก ๆ และยังคงไม่แพร่หลายมากเนื่องด้วยปัญหาต่าง ๆ ทั้งในเรื่องต้นทุนการนำเข้าเครื่องมือ อุปกรณ์ และความคุ้มค่าในการผลิตที่อาจยังไม่เห็นชัดมาก แต่หากว่าเราสามารถพัฒนาเทคโนโลยีได้เองเพื่อให้ต้นทุนถูกลง Smart Farming ก็อาจเป็นสิ่งที่แพร่หลายในอนาคตได้ หากต้นทุนของเทคโนโลยีต่ำ ลงมาและเกษตรกรไทยได้รับการสนับสนุนในการเปลี่ยนผ่านมาใช้ระบบ Smart Farming กันอย่างแพร่หลาย ประเทศไทยสามารถที่จะควบคุมคุณภาพผลผลิตได้ตามที่ต้องการ ไม่ว่าจะควบคุมความ

หวาน ขนาด สี สัน และยังสามารถที่จะปลูกพืชได้หลากหลาย โดยจะเป็นการเพิ่มมูลค่าอย่างมากให้กับผลผลิตของเกษตรกรไทย เนื่องจากการทำ Smart Farming จำเป็นต้องมีบุคลากรที่เชี่ยวชาญ และได้รับการสนับสนุนจากหลายภาคส่วน อีกทั้งตัวเกษตรกรเองก็จำเป็นต้องมีการเรียนรู้ พัฒนาตัวเอง และพร้อมที่จะเปลี่ยนแปลงจากวิถีเดิมที่เคยทำมา (สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน), 2561)

8.3 แอปพลิเคชัน Smart NPK

แอปพลิเคชัน Smart NPK เป็นนวัตกรรมบริการ ด้านการจัดการปุ๋ยแบบแม่นยำสำหรับข้าว ข้าวโพด และลำไย ผ่านแอปพลิเคชัน Smart NPK ผ่านระบบแอนดรอยด์ และ ไอโอเอส รวมถึงการเก็บตัวอย่าง บริการห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ทดสอบคุณสมบัติทางเคมี สร้างฐานข้อมูล อาศัยโมเดลทางคณิตศาสตร์ ในการประมวลผลข้อมูล คำนวณสูตรการให้ปุ๋ย และแสดงผลในรูปแบบของแผนที่ แสดงสูตรและปริมาณปุ๋ย ตามการช่วงระยะเวลาการเจริญของพืชที่เหมาะสม ในช่วงแรกจะเน้นการเก็บข้อมูลดินระดับแปลงเกษตรกรแต่ละราย เช่น อินทรีย์วัตถุที่สลายตัวได้ง่าย ธาตุอาหาร P และ K การพัฒนาระบบช่วยเก็บข้อมูลมาวิเคราะห์จนได้สภาพแวดล้อมที่เหมาะสม สร้างโมเดลคณิตศาสตร์ค่ากลาง และประเมินสถานภาพของดิน และออกแบบการแสดงผลข้อมูล โดยมีพื้นที่ต้นแบบที่มีการจัดการธาตุอาหารแบบเฉพาะที่ สำหรับโปรแกรมปุ๋ยนำมาซึ่งการบริหารให้ถูกต้องและแม่นยำตามความต้องการของพืช รวมทั้งลดปริมาณการใช้ปุ๋ยโดยการใส่ปุ๋ยลงในดินตามปริมาณที่พืชต้องการอย่างเหมาะสมและเพียงพอต่อความต้องการ ตามคำแนะนำของแอปพลิเคชัน Smart NPK



ภาพที่ 9 สัญลักษณ์ (Icon) ของแอปพลิเคชัน Smart NPK ภาพหน้าหลักของแอปพลิเคชัน Smart NPK และช่องทางการดาวน์โหลด

ประโยชน์ของ Smart NPK

1. ช่วยคำนวณปุ๋ยจากการวิเคราะห์ดิน และปริมาณที่เหมาะสมกับปุ๋ยของพืช
2. วิธีการใส่ปุ๋ยให้กับพืชแต่ละชนิด
3. ใส่ปุ๋ยในปริมาณที่เหมาะสม จะช่วยให้เกษตรกร ลดรายจ่าย เพิ่มรายรับ
4. เกษตรกรสามารถค้นหาหรือตรวจสอบข้อมูลได้ตามที่ต้องการ โดยผ่านทางแอปพลิเคชัน Smart NPK อีกทั้งมีข้อมูลแนะนำแนวทางเกษตร

ตารางที่ 5 ปัจจัยในการพัฒนาชุดวิเคราะห์แบบพกพา

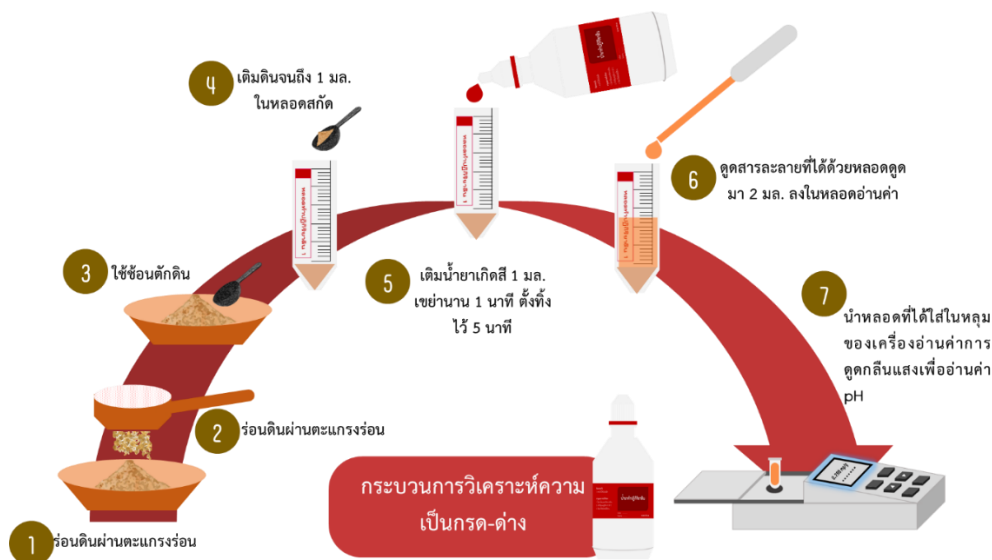
ปัจจัยในการพัฒนาชุดวิเคราะห์แบบพกพา								
การพัฒนาชุดวิเคราะห์แบบพกพา	การเก็บตัวอย่างดิน	การเตรียมตัวอย่างดิน	น้ำหนักดิน	น้ำยาสกัดดินและความเข้มข้นของน้ำยาสกัดดิน	เวลาและความถี่ในการสกัดดิน	การทำให้เกิดสี	การอ่านค่าสารละลาย	การแปลผล
ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)	- อุปกรณ์การเก็บตัวอย่างดิน เช่น พลั่ว, เสียม หรือ สว่านเจาะดิน - ระดับความลึก เช่น พื้นที่ไถพรวน ควรเก็บดินถึงชั้นไถพรวน สนามหญ้าหรือพืชใบเลี้ยงเดี่ยวรากตื้น 0-10 ซม. สวนผลไม้ ขึ้นอยู่กับชนิดของผลไม้ เป็นต้น - จำนวนตัวอย่างต่อพื้นที่ เช่น 1-3 จุดต่อไร่ หรือ 25-30 จุดต่อ 15 ไร่	- การเตรียมตัวอย่างดิน ควรผึ่งให้แห้งในที่ร่มแล้วนำมาวิเคราะห์ - การบดดิน ควรบดด้วยอุปกรณ์ที่สะอาด ปนเปื้อนต่อดินน้อยที่สุด - การร่อนตัวอย่างดิน เช่น ร่อนผ่านตะแกรงร่อนที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 หรือ 2 มม.	น้ำหนักดิน 1 g	- น้ำยาอินดิเคเตอร์ Thymol blue 0.1% Methyl Red 0.1% Bromothymol blue 0.1% Phenolphthalein 1 % ปริมาณ 1 ml	เวลาเขย่า 1 นาทีและตั้งทิ้งไว้ตกตะกอน	การวัด pH ของดินเป็นการวัดความเข้มข้นของไฮโดรเจนไอออนในสารละลายดิน (Soil solution) ซึ่งอยู่ในสภาพที่สมดุลกับส่วนที่ถูกดูดซับโดยคอลลอยด์ดิน (Soil colloid) ใช้วิธีเทียบสี colorimetric method ของอินดิเคเตอร์ (indicator) ที่เปลี่ยนไปตามความเข้มข้นของไฮโดรเจนไอออน	การอ่านค่า	คำนวณหาความเข้มข้นที่แน่นอนกับสารละลายมาตรฐานเพื่อหาค่าความเป็นกรดต่าง
Permanganate Oxidizable Carbon (POXC)	- วิธีการเก็บตัวอย่างดิน ใช้พลั่วหรือเสียมตักดินเป็นรูปตัววี (V) รวมตัวอย่างดิน		น้ำหนักดิน 1 g	- น้ำยาสกัด KMnO_4 oxidized carbon; POXC ปริมาณ 10 ml	2-18 นาที ค่า POXC จะเพิ่มขึ้นตามไปด้วย	-	นักวิจัยส่วนใหญ่ใช้อ่านค่าการดูดกลืนแสงของ KMnO_4 มี 2 ความยาวคลื่น	ค่า POXC จะบ่งบอกถึงค่าอินทรีย์วัตถุที่ไวต่อการย่อยสลาย

แล้วแบ่งเป็น 4 ส่วน เก็บ 1 ส่วนเพื่อนำมาวิเคราะห์	- ความเข้มข้นของ KMnO_4 เช่น 0.005, 0.01 และ 0.025 M เป็นต้น				แสงได้แก่ 550 และ 565 nm	
ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (P)	น้ำหนักดิน 1 g	น้ำยาสกัด Mehlich 3 คือ 0.2 M CH_3COOH 0.25 M NH_4NO_3 0.015 M NH_4F 0.013 M HNO_3 0.001 M EDTA เป็นต้น ปริมาณ 10 ml	เวลาในการเขย่าเพื่อสกัดดิน 3 นาที	การเกิดปฏิกิริยาระหว่างฟอสเฟตกับโมลิบเดต (molybdate) ในสารละลายกรด เกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อนที่มีสีเหลืองของโมลิบโดฟอสเฟต (molybdophosphate, จากนั้นรีดิวซ์สารประกอบดังกล่าวด้วยตัวรีดิวซ์ เช่น กรดแอสคอร์บิก หรือ ทิน(II)คลอไรด์ จะได้สารประกอบเชิงซ้อนที่มีสีน้ำเงิน	อ่านค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่นแสง 820 nm	คำนวณหาความเข้มข้นที่แน่นอนกับสารละลายมาตรฐานเพื่อหาปริมาณของฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน

แอมโมเนียมในดิน	น้ำหนักดิน	-น้ำยาสกัด KCl	เวลาในการ	ทำให้เกิดสีโดยวิธีชาลิไซ	อ่านค่าการ	คำนวณหาความ
	1.5 g	Potassium chloride	เขย่าเพื่อสกัด	เลตไฮโพคลอไรต์	ดูดกลืนแสงที่	เข้มข้นที่แน่นอนกับ
	ความเข้มข้น 2 M		ดิน 5 นาที	แอมโมเนียมจะทำปฏิกิริยา	ความยาวคลื่น	สารละลาย
	ปริมาณ 15 ml			กับโซเดียมชาลิไซเลตและ	แสง 650 nm	มาตรฐานเพื่อหา
				คลอรีนซึ่งได้จากโซเดียมไฮ		ปริมาณของ
				โพคลอไรต์ เกิดเป็น		แอมโมเนียมในดิน
				สารละลายสีเขียว		
ไนเตรทในดิน	น้ำหนักดิน	-น้ำยาสกัด K ₂ SO ₄	เวลาในการ	ทำให้เกิดสีโดยวิธีชาลิไซลิค	อ่านค่าการ	คำนวณหาความ
	5 g	Potassium sulfate	เขย่าเพื่อสกัด	แอซิด ในการเกิดสีไนเตรท	ดูดกลืนแสงที่	เข้มข้นที่แน่นอนกับ
	ความเข้มข้น 0.5 M		ดิน 5 นาที	จะทำปฏิกิริยากับชาลิไซลิ	ความยาวคลื่น	สารละลาย
	ปริมาณ 10 ml			กในกรดซัลฟิวริกเข้มข้น	แสง 410 nm	มาตรฐานเพื่อหา
				และเกิดเป็นสารประกอบสี		ปริมาณของไนเตรท
				เหลืองเมื่อเติมไฮดรอกไซด์		ดิน
				ลงไป		

ความเป็นกรด-ด่าง (pH)

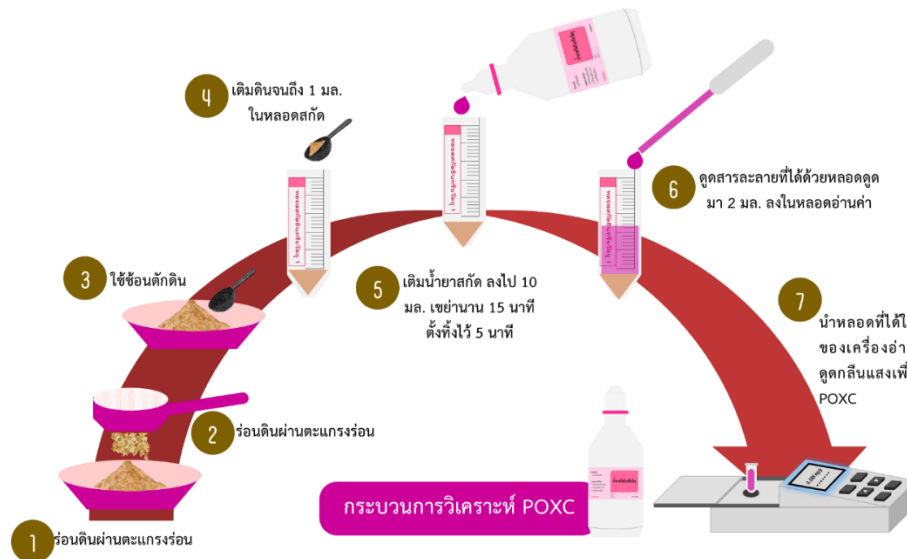
ความเป็นกรด-เบสของดินแสดงในรูปของค่า pH โดยที่ $\text{pH} = -\log[\text{H}^+]$ เนื่องจากสภาพความเป็นกรด-เบส ของดิน เป็นสิ่งที่ควบคุมปฏิกิริยาในดินดังนั้นจึงเรียกว่าปฏิกิริยาดิน (Soil reaction) การวัด pH ของดินเป็นการวัดความเข้มข้นของไฮโดรเจนไอออนในสารละลายดิน (Soil solution) ซึ่งอยู่ในสภาพที่สมดุลกับส่วนที่ถูกดูดซับโดยคอลลอยด์ดิน (Soil colloid) วิธีการวัดอาจใช้วิธีเทียบสี (colorimetric method) ของอินดิเคเตอร์ (indicator) ที่เปลี่ยนไปตามความเข้มข้นของไฮโดรเจนไอออน (จำเป็น, 2545) โดยวิธีการเทียบสีใช้สารละลายอินดิเคเตอร์ใส่ลงไปในดินโดยส่วนใหญ่จะเป็นอินทรีย์ที่มีโครงสร้างสลับซับซ้อนมีสมบัติเป็นกรดอ่อนหรือเบสอ่อนแต่ส่วนใหญ่จะเป็นกรดอ่อน จะเปลี่ยนตามช่วง pH ต่างๆ จากนั้นนำไปอ่านค่าการดูดกลืนแสงด้วยอุปกรณ์เครื่องวัดความเข้มข้นของธาตุอาหารแบบพกพา



ภาพที่ 10 กระบวนการวิเคราะห์ความเป็นกรด-ด่างในดิน (pH) ของชุดวิเคราะห์ปฏิกิริยาเคมีและธาตุอาหารดินแบบพกพา

อินทรีย์วัตถุที่ง่ายต่อการสลาย (Permanganate Oxidizable Carbon (POXC))

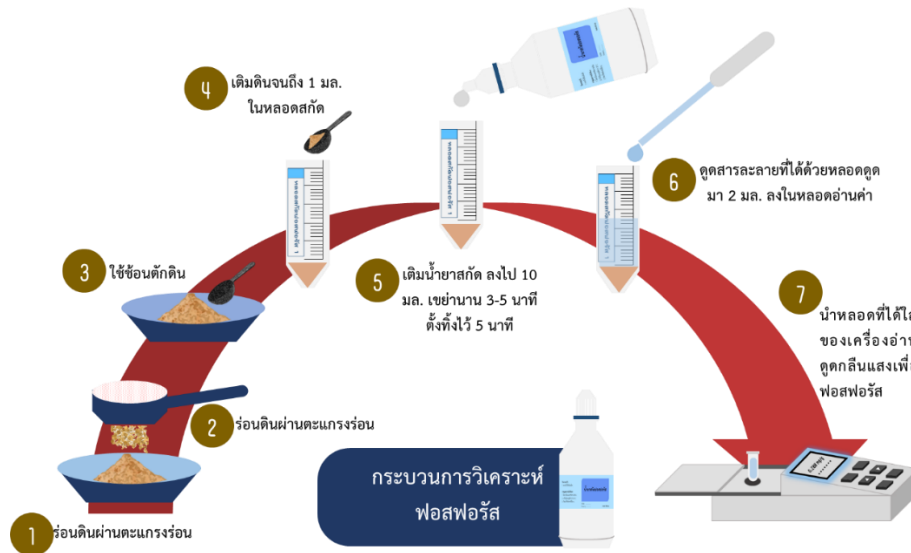
การประเมินอินทรีย์วัตถุกลุ่มที่ไวต่อการย่อยสลายด้วย KMnO_2 จะประเมินการเปลี่ยนแปลงของอินทรีย์คาร์บอนในส่วนของ labile carbon pool สามารถประเมินได้โดยวิธี POXC ซึ่งเป็นวิธีที่สามารถใช้ประเมินระดับความอุดมสมบูรณ์ของดิน การสกัดทางเคมีด้วยวิธี KMnO_2 oxidized Carbon; POXC ภายใต้สภาวะที่เป็นต่าง KMnO_2 จะทำหน้าที่เป็นตัวออกซิไดซ์คาร์บอน ในระหว่างการทำปฏิกิริยากับอินทรีย์คาร์บอน Mn^{+7} จะลดลงเหลือ Mn^{+2} ซึ่งจะทำให้สีของ KMnO_2 จางลง ซึ่ง KMnO_2 จะทำปฏิกิริยากับสารที่มี higher electric potential ที่มี H^+ มากๆ การนำมาวิเคราะห์ในชุดวิเคราะห์แบบพกพาจึงอาศัยการสกัดดินด้วย KMnO_2 ที่ความเข้มข้น 0.02 M ในสภาวะที่เป็นต่าง และอาศัยการอ่านค่าจากการเปรียบเทียบสีที่จางลงของ KMnO_2 ในดินที่สกัดได้ นำสารละลายดังกล่าวมาอ่านค่าด้วยอุปกรณ์เครื่องวัดความเข้มข้นของธาตุอาหารแบบพกพาจึงจะได้ค่า SOM ที่แปลงมาจากค่า POXC ออกมา



ภาพที่ 11 กระบวนการวิเคราะห์ Permanganate Oxidizable Carbon (POXC)
ของชุดวิเคราะห์ปฏิกิริยาเคมีและธาตุอาหารดินแบบพกพา

ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน (P)

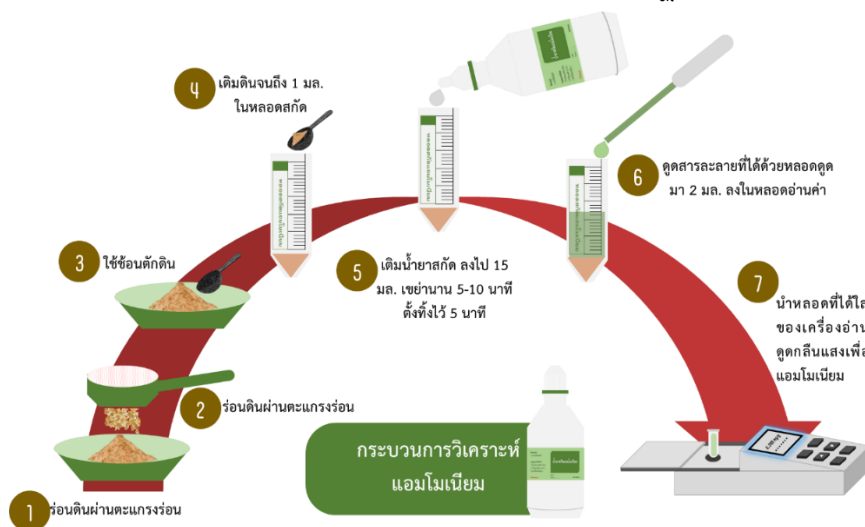
ออร์โธฟอสเฟตไอออน (orthophosphateion: H_2PO_4^- และ HPO_4^{2-}) คือฟอสฟอรัสที่อยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืชโดยตรง พบได้ในดินน้อยมาก การวิเคราะห์ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืชจึงต้องสกัดฟอสฟอรัสในส่วนที่จะละลายออกมาให้พืชใช้ได้หลังจากที่ออร์โธฟอสเฟตไอออนในสารละลายดินถูกพืชดูดไปใช้ ซึ่งวิธีสกัดด้วยน้ำยา Mehlich 3 เป็นวิธีที่หนึ่งที่สามารถสกัดได้จะนำมาทำให้เกิดสี (develop color) ได้เป็นสารประกอบเชิงซ้อนสีน้ำเงิน หลังจากปล่อยให้เกิดสีจนสมบูรณ์จึงนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสง (Absorbance) ด้วยเครื่องวิเบิลสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ จากวิธีการเหล่านี้จึงนำมาสู่การวิเคราะห์ภาคสนามแบบพกพาที่สกัดด้วยน้ำยาสกัด Mehlich 3 และสารที่ทำให้เกิดสี โดยสารที่ทำให้เกิดสีนี้จะอยู่ในรูปของผงที่เคลือบกับหลอดที่ใช้ในการอ่านค่าการดูดกลืนแสงด้วยอุปกรณ์เครื่องวัดความเข้มข้นของธาตุอาหารแบบพกพาที่จำลองและทดสอบได้แม่นยำใกล้เคียงกับเครื่องที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ โดยจะเป็นหลอดที่ใช้ในการอ่านค่าได้แค่ครั้งเดียวเนื่องจากสารที่เคลือบไว้ถูกใช้งานแล้ว



ภาพที่ 12 กระบวนการวิเคราะห์ฟอสฟอรัสของชุดวิเคราะห์ปฏิกิริยาเคมีและธาตุอาหารดินแบบพกพา

แอมโมเนียมในดิน (NH_4^+)

แอมโมเนียม (ammonium; NH_4^+) เป็นไนโตรเจนรูปหนึ่งซึ่งเป็นธาตุอาหารหลักและมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการเจริญเติบโตของพืช การทำการเกษตรโดยทั่วไปมักมีการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนในรูปของแอมโมเนียม เช่น ปุ๋ยยูเรีย ซึ่งเมื่อดินมีความชื้นเพียงพอธาตุไนโตรเจนในปุ๋ยดังกล่าวจะเปลี่ยนไปอยู่ในรูป NH_4^+ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในสภาพของดินนาข้าวซึ่งจะมีการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนในรูปของ NH_4^+ มากกว่าไนโตรเจนในรูปของไนเตรต (NO_3^-) (ทัศนีย์, 2550) การวิเคราะห์ปริมาณแอมโมเนียมรูปที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable NH_4^+) สกัดดินโดย Potassium chloride (KCl) จากนั้นนำทำให้เกิดสี (develop color) โดยวิธีซาลิไซเลต-ไฮโปคลอไรต์ (Salicylate-hypochlorite method) แล้วนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยอุปกรณ์เครื่องวัดความเข้มข้นของธาตุอาหารแบบพกพาที่มีความแม่นยำใกล้เคียงกับเครื่องมือที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ



ภาพที่ 13 กระบวนการวิเคราะห์แอมโมเนียมในดิน ของชุดวิเคราะห์ปฏิกิริยาเคมีและธาตุอาหารดินแบบพกพา

ไนเตรทในดิน (NO_3^-)

ไนเตรทเกิดจากกระบวนการไนตริฟิเคชัน (Nitrification) จากกลุ่มแบคทีเรียไนตริฟายอิง (Nitrifying Bacteria) เป็นกระบวนการแปรรูปจาก แอมโมเนีย (NH_3) ให้เป็นไนเตรท และมีไนโตรเจนเป็นสารระหว่าง การเกิดปฏิกิริยา ซึ่งกระบวนการวิเคราะห์ปริมาณไนเตรทประกอบด้วย การสกัดดินด้วย Potassium sulfate (K_2SO_4) เนื่องจากมีคลอไรด์ไอออนรบกวนปฏิกิริยาการเกิดสี จากนั้นเมื่อสกัดไนเตรทได้จึงนำมาทำให้เกิดสี โดย วิธีซาลิไซลิกแอซิด (Salicy acid method) แล้วนำสารละลายดังกล่าวไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วย อุปกรณ์เครื่องวัดความเข้มข้นของธาตุอาหารแบบพกพาที่มีความแม่นยำใกล้เคียงกับเครื่องมือที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ



ภาพที่ 14 กระบวนการวิเคราะห์ไนเตรทในดิน ของชุดวิเคราะห์ปฏิกิริยาเคมีและธาตุอาหารดินแบบพกพา

8.6 เทคนิค Machine Learning

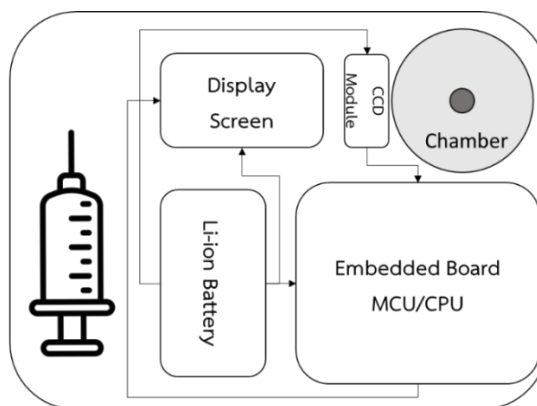
Machine Learning คือ ระบบที่สามารถเรียนรู้ได้จากตัวอย่างด้วยตนเองโดยปราศจากการป้อนคำสั่งของโปรแกรมเมอร์ เป็นรูปแบบหนึ่งของการวิเคราะห์ข้อมูล ที่ดำเนินการวิเคราะห์ด้วยแบบจำลองอย่างเป็นอัตโนมัติ ซึ่งเป็นสาขาหนึ่งของเทคโนโลยีด้าน AI (artificial intelligence) ซึ่งตั้งอยู่บนรากฐานแนวคิดที่ว่าระบบต่าง ๆ นั้น สามารถที่จะเรียนรู้และมีปฏิสัมพันธ์กับชุดข้อมูลต่างๆ รวมถึงสามารถระบุ และทราบรูปแบบต่างๆ ที่เกิดขึ้น ดังนั้นกรอบการวิจัยจึงได้นำ Machine Learning มาใช้ในการพัฒนาชุดวิเคราะห์ดินแบบพกพาและแอปพลิเคชันการจัดการปุ๋ยสำหรับพืช โดยกระบวนการในแต่ละขั้นตอนของชุดวิเคราะห์ดินแบบพกพาเริ่มต้นตั้งแต่การเตรียมดิน การสกัด และการอ่านค่าวิเคราะห์จากเครื่องการดูดกลืนแสงแบบพกพาที่ทำมาตรฐานความเข้มข้นในระดับต่างๆ นั้นได้นำเทคนิค Machine Learning การเรียนรู้ของเครื่องในการการวิเคราะห์ข้อมูลและแสดงผลลัพธ์ โดยการนำไปทดสอบในพื้นที่แปลงสาธิตทำให้เกิดการเรียนรู้และค่อยๆ พัฒนาการทำงานต่างๆ ด้วยตนเองได้ ด้วยการทำงานแบบซ้ำ (iterative process) โดยระบบจะเรียนรู้และปรับแก้ไขความคลาดเคลื่อนจากการทำงานที่ผ่านมา จนกระทั่งสามารถสร้างผลลัพธ์ที่เชื่อถือได้เช่นเดียวกัน กับแอปพลิเคชันการจัดการปุ๋ยสำหรับพืชที่มีการออกแบบและการพัฒนาที่มีการใช้ Machine

Learning เป็นโมเดลทางคณิตศาสตร์ให้เกิดการเรียนรู้ของเครื่อง จากการนำไปทดสอบในพื้นที่แปลงสาธิต พืช 3 ชนิด ข้าว ข้าวโพด และลำไย มีการคำนวณการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินแบบซ้ำๆ จะทำให้เกิดการเรียนรู้พัฒนาตนเองและวิเคราะห์ข้อมูลที่มีความแม่นยำขึ้น

8.7 การพัฒนาอุปกรณ์วิเคราะห์ดิน

การพัฒนาอุปกรณ์จะอาศัยเทคโนโลยีแบบฝังตัวหรือ Embedded Technology ที่ใช้ตัวประมวลผลขนาดเล็กสำหรับใช้ในการประมวลผล เชื่อมต่อกับอุปกรณ์ต่อส่วนอื่นๆ เช่น เซนเซอร์เชิงแสงเพื่อใช้รับข้อมูลเข้ามา จอแสดงผลสำหรับแสดงค่าพารามิเตอร์ที่สำคัญ แบตเตอรี่สำหรับจ่ายพลังงาน อุปกรณ์สื่อสารไร้สายสำหรับจัดเก็บและรายงานผล ลักษณะของอุปกรณ์ภายหลังจากการพัฒนาเสร็จแล้ว จะได้เป็นอุปกรณ์วิเคราะห์ดินดิจิทัลแบบพกพา

แนวทางในการพัฒนาอาศัยวงจรหน่วยประมวลผลแบบฝังตัวทำหน้าที่อ่านค่าจากเซนเซอร์สำหรับตรวจวัดความเข้มของสารละลายอินทรีย์วัตถุที่ติดตั้งติดกับห้องสำหรับวัดและวิเคราะห์ตัวอย่างซึ่งเป็นห้องขนาดเล็ก ลักษณะใส แสงผ่านได้ ตัวห้องตรวจวัดจะบรรจุอยู่ในภาชนะทึบแสงอีกชั้น เพื่อป้องกันแสงรบกวนจากภายนอกขณะตรวจวัด โดยตัวอย่างสารละลายอินทรีย์วัตถุจะถูกฉีดด้วยหลอดฉีด และค่าความสารละลายอินทรีย์วัตถุที่ประมวลได้จะถูกแสดงที่จอแสดงผลซึ่งติดตั้งไว้ส่วนหน้าและแหล่งจ่ายไฟทำหน้าที่เป็นแหล่งจ่ายไฟฟ้าให้กับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ติดตั้งอยู่ภายใน ลักษณะอุปกรณ์สามารถแสดงเป็นโครงสร้างได้ดังภาพ

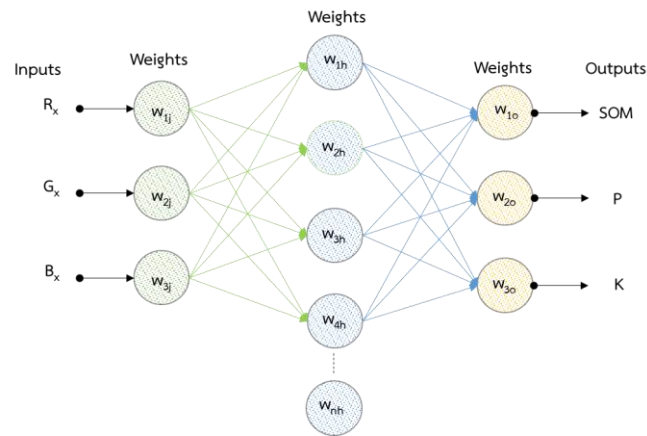


ภาพที่ 15 ชุดตรวจวัดและวิเคราะห์สารละลายอินทรีย์วัตถุแบบพกพา

1. การพัฒนาแบบจำลองการเรียนรู้

ตัวอย่างดินจาก จะถูกนำมาวัดด้วยเซนเซอร์เชิงแสง เพื่อเก็บข้อมูลที่สำคัญและมีนัยที่สามารถบ่งชี้ถึงประเภทของธาตุอาหารในดินและปริมาณได้ ซึ่งจะต้องทำซ้ำไปกับหัวข้อ 7.1 ข้อมูลที่เก็บบันทึกได้ส่วนหนึ่งจะถูกใช้เป็น Training Data และอีกส่วนหนึ่งจะถูกใช้เป็น Test Data ข้อมูลสำหรับใช้ฝึกฝนหรือ Training Data จะถูกนำมาสกัดปัจจัยที่สามารถบ่งชี้ถึงประเภทสารอาหารในดินและปริมาณได้ แล้วติดฉลากเพื่อระบุประเภทของข้อมูลนั้นๆ ข้อมูลที่ถูกติดฉลากแล้วทั้งหมดจะถูกนำไปฝึกฝนด้วยเทคนิคทาง Machine Learning เพื่อสร้างเป็น Predictive Model สำหรับใช้ในการกระบวนการแยกและประเมินประเภทและปริมาณธาตุ

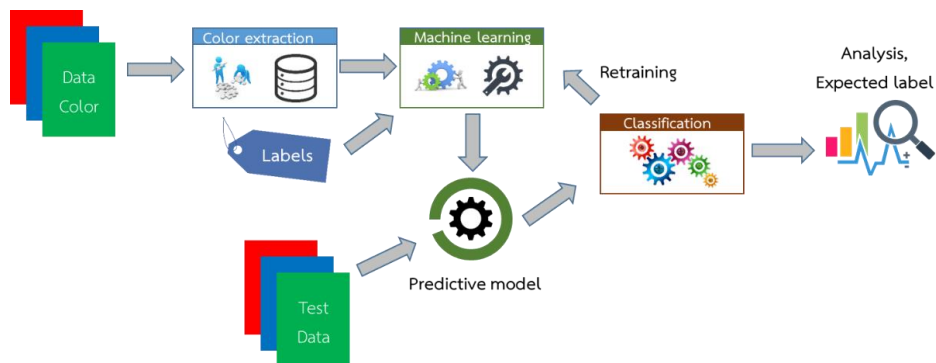
อาหาร โดยโครงสร้างพื้นฐานของแบบจำลองแสดงดังภาพที่ อินพุตของระบบคือ Training Data ซึ่งจะอยู่ในรูปของข้อมูลเชิงแสง เช่น RGB Lab YUV เป็นต้น ข้อมูลดังกล่าวจะถูกป้อนเข้าสู่ Neuron Network ผ่านชั้นของ Hidden Layer ซึ่งอาจจะมีมากกว่าหนึ่งชั้นก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความซับซ้อนของข้อมูลต้นทางและความถูกต้องที่ต้องการ ขณะที่ส่วนเอาต์พุตจะถูกกำหนดออกมาเป็น SOM P และ K



ภาพที่ 16 แบบจำลองการเรียนรู้พื้นฐาน

2. การทดสอบกระบวนการแยกประเภทปริมาณและชนิดธาตุอาหารในดิน

Predictive Model จะถูกนำมาทำสอบกับข้อมูลกลุ่ม Test Data จากตัวอย่างดินที่ได้เก็บมาก่อนหน้า เพื่อศึกษาถึงประสิทธิภาพของ Predictive Model และสมรรถนะของอุปกรณ์วิเคราะห์ดินที่ได้พัฒนาขึ้น กระบวนการทดสอบแสดงดังภาพที่



ภาพที่ 17 การทดสอบ Predictive Model ด้วย Test Data

จากการดำเนินโครงการ ได้มีผลการเปรียบเทียบและศึกษาการใช้แอปพลิเคชัน Smart NPK ในการใส่ปุ๋ยลำไย พบว่าการเปรียบเทียบต้นทุนลำไยระหว่างการใส่ปุ๋ยตามแอปพลิเคชันกับไม่ใส่ปุ๋ยตามแอปพลิเคชัน ขนาดทรงพุ่มของต้นลำไยและขนาดผลลำไยไม่มีความแตกต่างกันมาก แต่สำหรับผลการศึกษการใช้แอปพลิเคชัน Smart NPK ในการใส่ปุ๋ยลำไยเป็นต้นทุนปัจจัยการผลิตนั้น พบว่าแปลงเกษตรกรจากการทดสอบการใส่ปุ๋ยตามแอปพลิเคชัน Smart NPK ทำให้รายได้ของเกษตรกรเพิ่มขึ้น เนื่องจากช่วยลดปัจจัยการผลิตได้ จึงมีกำไรจากการขายผลผลิตที่มีเพิ่มขึ้น ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ผลการศึกษาการใช้แอปพลิเคชัน Smart NPK ในการใส่ปุ๋ยลำไย

	นายอุทิศ คำอักษร								นางจันทร์อ่อน เบียงใจ								นางอรุษา สุขสี								นายสอาด หลาวคำ											
หัวข้อ	ใช้แอปพลิเคชัน				ไม่ใช้แอปพลิเคชัน				ใช้แอปพลิเคชัน				ไม่ใช้แอปพลิเคชัน				ใช้แอปพลิเคชัน				ไม่ใช้แอปพลิเคชัน				ใช้แอปพลิเคชัน				ไม่ใช้แอปพลิเคชัน							
	ช่วงที่ 1		ช่วงที่ 2		ช่วงที่ 1		ช่วงที่ 2		ช่วงที่ 1		ช่วงที่ 2		ช่วงที่ 1		ช่วงที่ 2		ช่วงที่ 1		ช่วงที่ 2		ช่วงที่ 1		ช่วงที่ 2		ช่วงที่ 1		ช่วงที่ 2		ช่วงที่ 1		ช่วงที่ 2					
1.สายพันธุ์ของลำไย	อีดอ				อีดอ				อีดอ				อีดอ				อีดอ				อีดอ				อีดอ				อีดอ				อีดอ			
			ปุ๋ยที่ได้จากแอปพลิเคชัน								ปุ๋ยที่ได้จากแอปพลิเคชัน								ปุ๋ยที่ได้จากแอปพลิเคชัน								ปุ๋ยที่ได้จากแอปพลิเคชัน									
	46-0-0	15-15-15	46-0-0	0-46-0	0-0-60	46-0-0	15-15-15	15-15-15	46-0-0	13-13-21	46-0-0	0-46-0	0-0-60	46-0-0	13-13-21	13-13-21	0-0-60	46-0-0	15-15-15	46-0-0	0-46-0	0-0-60	46-0-0	15-15-15	13-13-21	8-24-24	46-0-0	15-15-15	46-0-0	0-46-0	0-0-60	46-0-0	15-15-15	27-7-7	15-15-15	
3. ปริมาณปุ๋ยที่ใช้ (กรัม/ต้น)	1600	2400	1885	0	955	1600	2400	2400	1500	1500	0	0	485	1500	1500	1500	1500	1500	1500	974	115	764	1500	1500	1500	1500	1800	1800	1780	204	1419	1800	1800	1800	1800	
4.วิธีการให้น้ำ	วางท่อน้ำเป็นจุดๆ ท้นแปลง และท่อน้ำนำตามแนวแปลง				วางท่อน้ำเป็นจุดๆ ท้นแปลง และท่อน้ำ				วางท่อน้ำเป็นจุด ๆ ท้นแปลง และท่อน้ำนำตามแนวแปลง				วางท่อน้ำเป็นจุด ๆ ท้นแปลง และท่อน้ำ				วางท่อน้ำเป็นจุด ๆ ท้นแปลง และท่อน้ำนำตามแนวแปลง				วางท่อน้ำเป็นจุด ๆ ท้นแปลง และท่อน้ำ				วางท่อน้ำเป็นจุดๆ ท้นแปลง และท่อน้ำนำตามแนวแปลง				วางท่อน้ำเป็นจุดๆ ท้นแปลง และท่อน้ำตาม							
5. ปริมาณสารโปแตสเซียมคลอไรด์ / ต้น	2 กิโลกรัม				2 กิโลกรัม				2 กิโลกรัม				2 กิโลกรัม				2 กิโลกรัม				2 กิโลกรัม				2 กิโลกรัม				2 กิโลกรัม				2 กิโลกรัม			
6. ชนิดของปุ๋ยอินทรีย์	ปุ๋ยคอก (ขี้วัว)				ปุ๋ยคอก (ขี้วัว)				ปุ๋ยคอก (ขี้วัว)				ปุ๋ยคอก (ขี้วัว)				ปุ๋ยคอก (ขี้วัว)				ปุ๋ยคอก (ขี้วัว)				ปุ๋ยคอก (ขี้วัว)				ปุ๋ยคอก (ขี้วัว)				ปุ๋ยคอก (ขี้วัว)			
7. ปริมาณปุ๋ยอินทรีย์ที่ใช้ (กรัม/ต้น)	1250				1250				1,250				1,250				1250				1250				1140				1140							
8. ค่าปุ๋ยอินทรีย์ที่ใช้	เกษตรกรเลี้ยงวัวเอง				เกษตรกรเลี้ยงวัวเอง				เกษตรกรเลี้ยงวัวเอง				เกษตรกรเลี้ยงวัวเอง				เกษตรกรเลี้ยงวัวเอง				เกษตรกรเลี้ยงวัวเอง				เกษตรกรเลี้ยงวัวเอง				เกษตรกรเลี้ยงวัวเอง							
9. ผลผลิต	-	160 กิโลกรัม /ต้น			-	160 กิโลกรัม /ต้น			-	100 กิโลกรัม/ต้น			-	100 กิโลกรัม/ต้น			-	100 กิโลกรัม/ต้น			-	100 กิโลกรัม/ต้น			-	150 กิโลกรัม/ต้น			-	150 กิโลกรัม/ต้น						
10.ค่าปุ๋ย	82 บาท/ต้น		44.52 บาท/ต้น		82 บาท/ต้น		56 บาท/ต้น		82.5 บาท/ต้น		8.25 บาท/ต้น		82.5 บาท/ต้น		85 บาท/ต้น		67.5 บาท/ต้น		29.91 บาท/ต้น		67.5 บาท/ต้น		110 บาท/ต้น		67.5 บาท/ต้น		54.8 บาท/ต้น		67.5 บาท/ต้น		77.5 บาท/ต้น					
	2050 บาท/ไร่		1113 บาท/ไร่		2050 บาท/ไร่		1400 บาท/ไร่		1650 บาท/ไร่		247.5 บาท/ไร่		1650 บาท/ไร่		1700 บาท/ไร่		1350 บาท/ไร่		598.2 บาท/ไร่		1350 บาท/ไร่		2200 บาท/ไร่		1350 บาท/ไร่		1096 บาท/ไร่		1350 บาท/ไร่		1550 บาท/ไร่					
11. ค่าตัดแต่งกิ่ง	1980 บาท/ไร่				1980 บาท/ไร่				2000 บาท/ไร่				2000 บาท/ไร่				1800 บาท/ไร่				1800 บาท/ไร่				1600 บาท/ไร่				1600 บาท/ไร่							
	90 บาท/ต้น				90 บาท/ต้น				100 บาท/ต้น				100 บาท/ต้น				90 บาท/ต้น				90 บาท/ต้น				72.73 บาท/ต้น				72.73 บาท/ต้น							
12.ค่าสูบน้ำเข้าแปลง	1450 บาท/ไร่				1450 บาท/ไร่				685 บาท/ไร่				685 บาท/ไร่				1450 บาท/ไร่				1450 บาท/ไร่				1280 บาท/ไร่				1280 บาท/ไร่							
	65 บาท/ต้น				65 บาท/ต้น				34.25 บาท/ต้น				34.25 บาท/ต้น				65 บาท/ต้น				65 บาท/ต้น				58.18 บาท/ต้น				58.18 บาท/ต้น							
13.ค่าสารโปแตสเซียมคลอไรด์ (เร่งการออกดอก)	2640 บาท/ไร่				2640 บาท/ไร่				1785 บาท/ไร่				1785 บาท/ไร่				1500 บาท/ไร่				1500 บาท/ไร่				3212 บาท/ไร่				3212 บาท/ไร่							
	120 บาท/ต้น				120 บาท/ต้น				89 บาท/ต้น				89 บาท/ต้น				75 บาท/ต้น				75 บาท/ต้น				146 บาท/ต้น				146 บาท/ต้น							
14. รายรับทั้งหมด / ไร่	88,000 บาท/ไร่				88,000 บาท/ไร่				50,000 บาท/ไร่				50,000 บาท/ไร่				50,000 บาท/ไร่				50,000 บาท/ไร่				82,500 บาท/ไร่				82,500 บาท/ไร่							
15. รายจ่ายทั้งหมด / ไร่	9,208 บาท/ไร่				9,495 บาท/ไร่				6567 บาท /ไร่				7825 บาท/ไร่				6,698 บาท/ไร่				8,320 บาท/ไร่				8538 บาท/ไร่				8,992 บาท/ไร่							
16.กำไร / ไร่	78,792 บาท/ไร่				78,505 บาท/ไร่				43,433 บาท/ไร่				42,180 บาท/ไร่				43,302 บาท/ไร่				41,680 บาท/ไร่				73,962 บาท/ไร่				73,508 บาท/ไร่							
17.กำไรสุทธิ	787,920 บาท				785,050 บาท				608,062 บาท				590,520 บาท				259,812 บาท				250,080 บาท				369,810 บาท				367,540 บาท							

ตารางที่ 6 ผลการศึกษาการใช้แอฟฟลิเคชัน Smart NPK ในการใส่ปุ๋ยลำไย (ต่อ)

หัวข้อ	นางเปา ผลเพิ่มทรัพย์					นางคำ สมสุข					นายพนรัตน์ สุขลี				
	ใช้แอฟฟลิเคชัน		ไม่ใช้แอฟฟลิเคชัน			ใช้แอฟฟลิเคชัน		ไม่ใช้แอฟฟลิเคชัน			ใช้แอฟฟลิเคชัน		ไม่ใช้แอฟฟลิเคชัน		
	ช่วงที่ 1	ช่วงที่ 2	ช่วงที่ 1	ช่วงที่ 2		ช่วงที่ 1	ช่วงที่ 2	ช่วงที่ 1	ช่วงที่ 2		ช่วงที่ 1	ช่วงที่ 2	ช่วงที่ 1	ช่วงที่ 2	
1.สายพันธุ์ของลำไย	อีดอ		อีดอ			อีดอ		อีดอ			อีดอ		อีดอ		
2. ชนิดปุ๋ยที่ใช้	ปุ๋ยที่ได้จากแอฟฟลิเคชัน		ปุ๋ยที่ได้จากแอฟฟลิเคชัน			ปุ๋ยที่ได้จากแอฟฟลิเคชัน		ปุ๋ยที่ได้จากแอฟฟลิเคชัน			ปุ๋ยที่ได้จากแอฟฟลิเคชัน		ปุ๋ยที่ได้จากแอฟฟลิเคชัน		
	46-0-0	27-7-7	46-0-0	0-46-0	0-0-60	46-0-0	27-7-7	13-13-21	15-15-15		46-0-0	15-15-15	15-15-15	0-0-60	
3. ปริมาณปุ๋ยที่ใช้ (กรัม/ต้น)	1300	1300	886	0	485	1300	1300	1300	1300		1700	1700	1780	260	1491
4.วิธีการให้น้ำ	วางท่อน้ำเป็นจุด ๆ ทัวแปลง และท่อน้ำตามแนวแปลง		วางท่อน้ำเป็นจุด ๆ ทัวแปลง และท่อน้ำ			วางท่อน้ำเป็นจุด ๆ ทัวแปลง และท่อน้ำตามแนวแปลง		วางท่อน้ำเป็นจุด ๆ ทัวแปลง และท่อน้ำ			วางท่อน้ำเป็นจุด ๆ ทัวแปลง และท่อน้ำตามแนวแปลง		วางท่อน้ำเป็นจุด ๆ ทัวแปลง และท่อน้ำ		
5. ปริมาณสารโพแทสเซียมคลอไรด์ / ต้น	2 กิโลกรัม		2 กิโลกรัม			2 กิโลกรัม		2 กิโลกรัม			2 กิโลกรัม		2 กิโลกรัม		
6. ชนิดของปุ๋ยอินทรีย์	ปุ๋ยคอก (ขี้วัว)		ปุ๋ยคอก (ขี้วัว)			ปุ๋ยคอก (ขี้วัว)		ปุ๋ยคอก (ขี้วัว)			ปุ๋ยคอก (ขี้วัว)		ปุ๋ยคอก (ขี้วัว)		
7. ปริมาณปุ๋ยอินทรีย์ที่ใช้ (กรัม/ต้น)	1200		1200			750		750			1250		1250		
8. ค่าปุ๋ยอินทรีย์ที่ใช้	เกษตรกรเลี้ยงวัวเอง		เกษตรกรเลี้ยงวัวเอง			เกษตรกรเลี้ยงวัวเอง		เกษตรกรเลี้ยงวัวเอง			เกษตรกรเลี้ยงวัวเอง		เกษตรกรเลี้ยงวัวเอง		
9. ผลผลิต	-	100 กิโลกรัม/ต้น	-	100 กิโลกรัม/ต้น		-	150 กิโลกรัม/ต้น	-	150 กิโลกรัม/ต้น		-	100 กิโลกรัม/ต้น	-	100 กิโลกรัม/ต้น	
10.ค่าปุ๋ย	65.2 บาท/ต้น	21.25 บาท/ต้น	65.21 บาท/ต้น	73.9 บาท/ต้น		45 บาท/ต้น	47.7 บาท/ต้น	45 บาท/ต้น	80 บาท/ต้น		64.28 บาท/ต้น	50.46 บาท/ต้น	64.28 บาท/ต้น	85 บาท/ต้น	
	1,499.6 บาท/ไร่	488.75 บาท/ไร่	1,499.6 บาท/ไร่	1699.7 บาท/ไร่		1350 บาท/ไร่	1431 บาทต่อไร่	1350 บาท/ไร่	2400 บาท/ไร่		1350 บาท/ไร่	1059.66 บาท/ไร่	1350 บาท/ไร่	1700 บาท/ไร่	
11. ค่าตัดแต่งกิ่ง	2300 บาท/ไร่		2300 บาท/ไร่			750 บาท/ไร่		750 บาท/ไร่			2100 บาท/ไร่		2100 บาท/ไร่		
	100 บาท/ต้น		100 บาท/ต้น			37.5 บาท/ต้น		37.5 บาท/ต้น			100 บาท/ต้น		100 บาท/ต้น		
12.ค่าสูบน้ำเข้าแปลง	685 บาท/ไร่		685 บาท/ไร่			1000 บาท/ไร่		1000 บาท/ไร่			1450 บาท/ไร่		1450 บาท/ไร่		
	34.25 บาท/ต้น		34.25 บาท/ต้น			50 บาท/ต้น		50 บาท/ต้น			65 บาท/ต้น		65 บาท/ต้น		
13.ค่าสารโพแทสเซียมคลอไรด์ (เร่งการออกดอก)	1785 บาท/ไร่		1785 บาท/ไร่			1500 บาท/ไร่		1500 บาท/ไร่			1500 บาท/ไร่		1500 บาท/ไร่		
	89 บาท/ต้น		89 บาท/ต้น			75 บาท/ต้น		75 บาท/ต้น			75 บาท/ต้น		75 บาท/ต้น		
14. รายรับทั้งหมด / ไร่	57,500 บาท/ไร่		57,500 บาท/ไร่			75,000 บาท/ไร่		75,000 บาท/ไร่			52,500 บาท/ไร่		52,500 บาท/ไร่		
15. รายจ่ายทั้งหมด / ไร่	6,758 บาท/ไร่		7,968 บาท/ไร่			6031 บาท/ไร่		7000 บาท/ไร่			7,459 บาท/ไร่		8,100 บาท/ไร่		
16.กำไร / ไร่	50,742 บาท/ไร่		49,532 บาท/ไร่			68,969 บาท/ไร่		68,000 บาท/ไร่			45,041 บาท/ไร่		44,400 บาท/ไร่		
17.กำไรสุทธิ	253,710 บาท		247,660 บาท			482,783 บาท		470,000 บาท			360,320 บาท		355,200 บาท		

9. เอกสารอ้างอิง

- จำป็น อ่อนทอง. 2545. **คู่มือการวิเคราะห์ดินและพืช**. ภาควิชาธรณีศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา.
- บัณฑิต จริโมภาส. 2544. **เครื่องจักรกลหลังการเก็บเกี่ยวและการบรรจุหีบห่อผลไม้**. ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร. คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กำแพงแสน 134 หน้า.
- ทัศนีย์ อุตตะนันทน, ชัยฤกษ์ สุวรรณรัตน์, สมชาย กริฑาภิรมย์ และบุญแสน เตียนกุลธรรม. 2550. **การวิเคราะห์ NPK ในดินอย่างง่าย**. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สำนักงานกรมพัฒนาที่ดิน, 2563 **สรุปประเภทการใช้ที่ดิน 9 จังหวัดภาคเหนือตอนบน ปี 2561**. สืบค้น [ออนไลน์] http://www1.ddd.go.th/WEB_OLP/Lu_63/Lu63_N/UTT2561.htm. (18 กุมภาพันธ์ 2564)
- สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน), 2561, **เกษตรอัจฉริยะความหวังใหม่ของภาคการเกษตรไทย**. สืบค้น[ออนไลน์] https://www.arda.or.th/knowledge_detail.php?id=7. (20 ก.พ. 2564).

10. องค์ความรู้เดิมและการตรวจสอบทรัพย์สินทางปัญญาที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย

ตัวอย่างการกรอกข้อมูลทรัพย์สินทางปัญญา

ตารางที่ 7 ตารางองค์ความรู้เดิม (หัวข้อ 10.1)

รายการ ที่	ชื่อองค์ความรู้เดิม	สรุปสาระสำคัญ องค์ความรู้เดิม	ประเภทของทรัพย์สิน ทางปัญญา	เจ้าของ องค์ความรู้เดิม	การได้รับอนุญาต (ขอบเขตของการอนุญาต ตามหลักฐานที่แนบ)	ร้อยละการนำองค์ ความรู้เดิมมาใช้ในการ วิจัยโครงการนี้	หมายเหตุ
1.	แอปพลิเคชัน Smart NPK	เป็นแอปพลิเคชันคำนวณสูตร การให้ปุ๋ยและแสดงผลใน รูปแบบของแผนที่ แสดงสูตร และปริมาณปุ๋ย ตามการช่วง ระยะเวลาการเจริญของพืชที่ เหมาะสม ในช่วงแรกจะเน้น การเก็บข้อมูลดินระดับแปลง เกษตรกรแต่ละราย เช่น อินทรีย์วัตถุที่สลายตัวได้ ง่าย ธาตุอาหาร P และ K การพัฒนาระบบช่วยเก็บ ข้อมูล มาวิเคราะห์จนได้ สภาพแวดล้อมที่เหมาะสม สร้างโมเดลคณิตศาสตร์ค่า กลาง และประเมินสถานภาพ ของดิน และออกแบบการ แสดงผลข้อมูล	☐ สิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร / สิทธิบัตรออกแบบ เลขที่คำ ขอ/ ☒ ลิขสิทธิ์ เลขที่จดทะเบียนข้อมูล 385559 ☐ เครื่องหมายการค้า เลขทะเบียน.....		ได้รับอนุญาต	100%	

2.	แอปพลิเคชัน Smart NPK version 2	เป็นแอปพลิเคชันคำนวณสูตรการให้ปุ๋ยและแสดงผลในรูปแบบของแผนที่ แสดงสูตรและปริมาณปุ๋ย ตามการช่วงระยะเวลาการเจริญของพืชที่เหมาะสม ในช่วงแรกจะเน้นการเก็บข้อมูลดินระดับแปลงเกษตรกรแต่ละราย เช่น อินทรีย์วัตถุในดิน ธาตุอาหาร P และ K การพัฒนาระบบช่วยเก็บข้อมูล มาวิเคราะห์จนได้สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมสร้างโมเดลคณิตศาสตร์ค่ากลาง และประเมินสถานภาพของดิน และออกแบบการแสดงผลข้อมูล	☐ สิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร/สิทธิบัตรออกแบบ เลขที่คำขอ/ ☒ ลิขสิทธิ์ เลขที่จดทะเบียนข้อมูล 385562 ☐ เครื่องหมายการค้า เลขทะเบียน		ได้รับอนุญาต	100%	
----	---------------------------------	---	--	--	--------------	------	--

ตารางที่ 8 ตัวอย่างตารางการตรวจสอบทรัพย์สินทางปัญญาที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย (หัวข้อ 10.2)

รายการที่	หมายเลขทรัพย์สินทาง ปัญญา (เลขที่คำขอ/เลขที่ ทะเบียน/เลขที่จดแจ้งข้อมูล)	ประเภททรัพย์สิน ทางปัญญา	ปี พ.ศ. ที่ได้รับความคุ้มครอง สิทธิหรือวันที่ยื่นจดทะเบียน/ วันที่ได้รับจดแจ้ง	ชื่อที่ได้รับความคุ้มครอง ทรัพย์สินทางปัญญา	ชื่อเจ้าของสิทธิในทรัพย์สิน ทางปัญญาและชื่อ ผู้ประดิษฐ์/ผู้สร้างสรรค์	ประเทศที่ทรัพย์สิน ทางปัญญาได้รับ ความคุ้มครอง
1.	เลขที่จดแจ้งข้อมูล 385559	ลิขสิทธิ์	วันที่ยื่นคำขอ 10 สิงหาคม 2563	แอปพลิเคชัน Smart NPK	นางสาวศุภิดา อ่ำทอง	ประเทศไทย
2	เลขที่จดแจ้งข้อมูล 385562	ลิขสิทธิ์	วันที่ยื่นคำขอ 10 สิงหาคม 2563	แอปพลิเคชัน Smart NPK version 2	นางสาวศุภิดา อ่ำทอง	ประเทศไทย

10.3 ที่มาของตัวอย่าง (Sample) ที่ใช้ในการวิจัย

☐

จุลินทรีย์

☐

ได้รับอนุญาตจาก..... พร้อมแนบหนังสืออนุญาต

☐

ยังไม่ได้ขอรับอนุญาต

☐

ไม่ได้รับอนุญาต

☐

อื่นๆ.....

☐

พันธุ์พืช

☐

กรณีที่เป็นพันธุ์พืชภายในประเทศ

☐

ได้รับอนุญาตจากกองคุ้มครองพันธุ์พืชตามมาตรา 53 พร้อมแนบหนังสืออนุญาตจากสำนักคุ้มครองพันธุ์พืช (พ.ร.บ. คุ้มครองพันธุ์พืช พ.ศ. 2542 มาตรา 53 คือ การขอเข้าถึงพันธุ์พืชเพื่อการศึกษา ทดลอง หรือวิจัยพันธุ์พืชพื้นเมืองทั่วไป พันธุ์พืชป่า หรือส่วนหนึ่งส่วนใดของพันธุ์พืชดังกล่าวที่มีได้มีวัตถุประสงค์เพื่อประโยชน์ในทางการค้า)

☐

ได้รับอนุญาตจากกองคุ้มครองพันธุ์พืชตามมาตรา 52 พร้อมแนบหนังสืออนุญาตจากสำนักคุ้มครองพันธุ์พืช (พ.ร.บ. คุ้มครองพันธุ์พืช พ.ศ. 2542 มาตรา 52 คือ การขอเข้าถึงพันธุ์พืชพื้นเมืองทั่วไป พันธุ์พืชป่า หรือส่วนหนึ่งส่วนใดของพันธุ์พืชดังกล่าว เพื่อการปรับปรุงพันธุ์ ศึกษา ทดลอง หรือวิจัย เพื่อประโยชน์ในทางการค้า

☐

ได้รับอนุญาตจากหน่วยงานที่เป็นเจ้าของพันธุ์พืชใหม่ ในกรณีที่น่าพันธุ์พืชใหม่ มาใช้ในการวิจัย พร้อมแนบหลักฐานการแสดงความเป็นพันธุ์พืชใหม่

☐

ยังไม่ได้ขอรับอนุญาตจาก สำนักคุ้มครองพันธุ์พืช/หน่วยงานเจ้าของพันธุ์พืชใหม่

☐

ไม่ได้รับอนุญาต

☐

อื่นๆ.....

☐

กรณีที่น่าเข้าพันธุ์พืชจากต่างประเทศ

☐

กรณีที่เป็นพันธุ์พืชต้องห้ามตามกฎหมาย

☐

ได้รับหนังสืออนุญาตจากสถานกักพืช เพื่อการศึกษา วิจัย ทดลอง พร้อมแนบหนังสืออนุญาตดังกล่าว

☐

ได้รับหนังสืออนุญาตจากสถานกักพืช เพื่อการค้า พร้อมแนบหนังสืออนุญาตดังกล่าว

☐

ยังไม่ได้ขอรับอนุญาตจากสถานกักพืช พร้อมอธิบายเหตุผล.....

☐

กรณีที่ไม่ใช่พืชต้องห้ามตามกฎหมาย

☐

ได้นำเข้าอย่างถูกต้อง พร้อมแนบหลักฐานเอกสารการนำเข้า

☐

ไม่มีหลักฐานการนำเข้า พร้อมอธิบายเหตุผล

☐

พันธมิตร

☐

ได้รับอนุญาตจาก.....พร้อมแนบหนังสืออนุญาต

☐

ไม่ได้ขอรับอนุญาต

☐

ไม่ได้รับอนุญาต

☐

อื่นๆ.....

☐

อื่น ๆ

☐

ได้รับอนุญาตจาก.....พร้อมแนบหนังสืออนุญาต

☐

ไม่ได้ขอรับอนุญาต

☐

ไม่ได้รับอนุญาต

☐

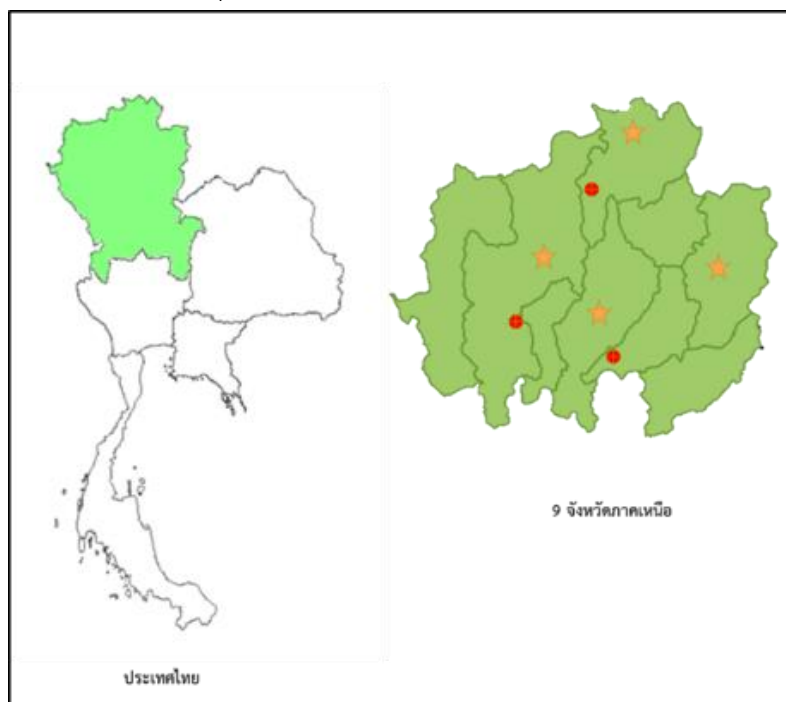
อื่นๆ.....

11. วิธีดำเนินการวิจัย และแผนการดำเนินงานวิจัย

11. วิธีดำเนินการวิจัย และแผนการดำเนินงานวิจัย

11.1 สถานที่ดำเนินการวิจัย/ขนาดพื้นที่

พื้นที่ปลูกไม้ผลยืนต้นของ 9 จังหวัดภาคเหนือตอนบน ได้แก่ เชียงใหม่ เชียงราย ลำพูน ลำปาง แม่ฮ่องสอน พะเยา แพร่ น่าน และอุตรดิตถ์ (ประมาณ 2 ล้านไร่) (กรมพัฒนาที่ดิน, 2563)



11.2 วิธีดำเนินการวิจัย (ระบุขั้นตอนวิธีการดำเนินการวิจัย การเก็บข้อมูลโดยละเอียด)

กิจกรรมที่ 1 การพัฒนาชุดวิเคราะห์ดินแบบพกพา เวอร์ชัน 2

กิจกรรมที่ 1.1 การพัฒนาและออกแบบชุดวิเคราะห์ดินแบบพกพา เวอร์ชัน 2

1. ระดับความลึก เช่น พื้นที่ไถพรวน ควรเก็บดินถึงชั้นไถพรวน สวนผลไม้ ขึ้นอยู่กับชนิดของผลไม้ เป็นต้นความลึกอยู่ที่ ระดับ 30-60 เซนติเมตร จำนวนตัวอย่างต่อพื้นที่ เช่น 1-3 ตัวอย่าง

2. การเตรียมตัวอย่างดิน การร่อนตัวอย่างดิน เช่น ร่อนผ่านตะแกรงร่อนที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 หรือ 2 มิลลิเมตร น้ำหนักดิน นั้นขึ้นอยู่กับวิธีการวิเคราะห์หาต่างๆ

-ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) น้ำหนักดินที่ใช้ 1 กรัม

-Permanganate Oxidizable Carbon น้ำหนักดินที่ใช้ 1 กรัม

-ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (P) น้ำหนักดินที่ใช้ 1 กรัม

-แอมโมเนียในดิน (NH_4^+) น้ำหนักดินที่ใช้ 1.5 กรัม

-ไนเตรทในดิน (NO_3^-) น้ำหนักดินที่ใช้ 5 กรัม

3. น้ำยาสกัดดินและความเข้มข้นของน้ำยาสกัดดิน

-ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ใช้สารละลายอินดิเคเตอร์ต่อดิน อัตราส่วน 1:1

-Permanganate Oxidizable Carbon ใช้สารละลาย KMnO_4 oxidized carbon; POXC ปริมาณ 10 ml

-ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (P) ใช้สารละลาย Mehlich 3 คือ 0.2 M ปริมาณ 10 ml

-แอมโมเนียในดิน (NH_4^+) ใช้สารละลาย Potassium chloride ความเข้มข้น 2 M ปริมาณ 15 ml

-ไนเตรทในดิน (NO_3^-) ใช้สารละลาย Potassium sulfate ความเข้มข้น 0.5 M ปริมาณ 10 ml

4. เวลาในการสกัดและเขย่า

-ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ใช้เวลาเขย่า 1 นาทีและตั้งทิ้งไว้ตกตะกอน

-Permanganate Oxidizable Carbon ใช้เวลา 2-18 นาที ค่า POXC จะเพิ่มขึ้นตามไปด้วย

-ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (P) ใช้เวลาในการเขย่าเพื่อสกัดดิน 3 นาที

-แอมโมเนียในดิน (NH_4^+) ใช้เวลาในการเขย่าเพื่อสกัดดิน 5 นาที

-ไนเตรทในดิน (NO_3^-) ใช้เวลาในการเขย่าเพื่อสกัดดิน 5 นาที

5. การทำให้เกิดสี

-ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ใช้สารละลายอินดิเคเตอร์สำหรับการทำให้เกิดสีในแต่ละช่วง pH

-Permanganate Oxidizable Carbon

-ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (P) ใช้วิธี molybdenum blue method

-แอมโมเนียในดิน (NH_4^+) ใช้วิธีซาลิไซเลตไฮโปคลอไรด์

-ไนเตรทในดิน (NO_3^-) ใช้วิธีซาลิไซลิกแอซิด

6. การอ่านค่าสารละลายการดูดกลืนแสง

-ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)

-Permanganate Oxidizable Carbon ความยาวคลื่นแสงได้แก่ 550 และ 565 nm

- ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (P) ความยาวคลื่นแสง 820 nm
- แอมโมเนียในดิน (NH_4^+) ความยาวคลื่นแสง 650 nm
- ไนเตรทในดิน (NO_3^-) ความยาวคลื่นแสง 410 nm

กิจกรรมที่ 1.2 การพัฒนาอุปกรณ์เครื่องวัดความเข้มข้นของธาตุอาหารแบบพกพา

1. การเก็บข้อมูลภาคสนามและจัดทำข้อมูลอ้างอิง

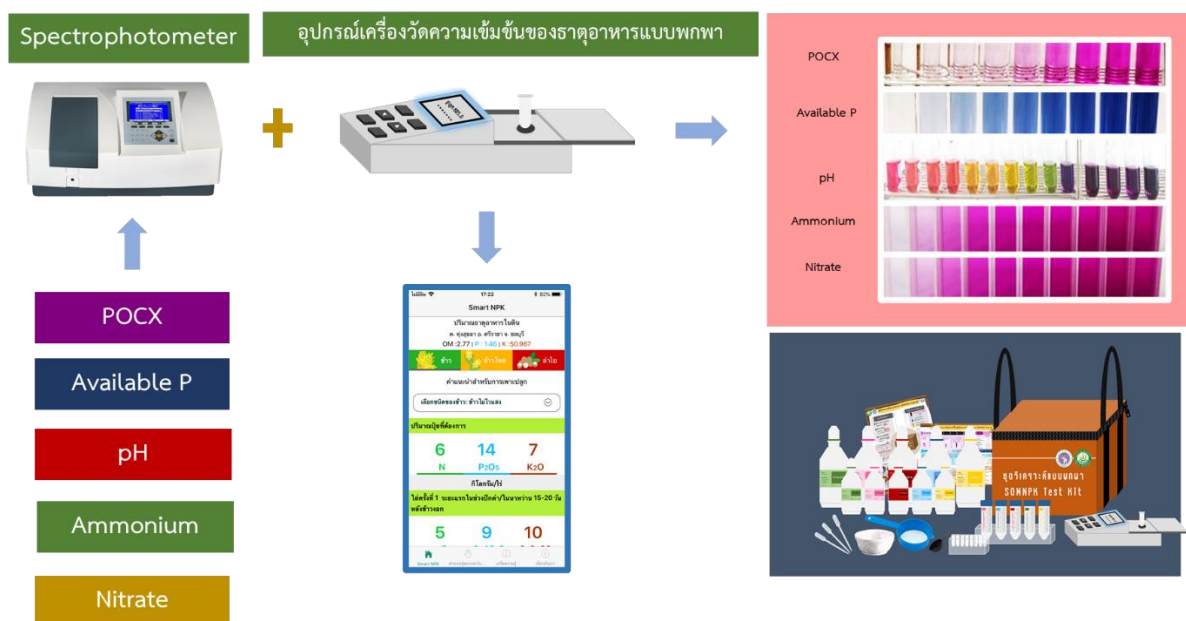
ขั้นตอนนี้แบ่งออกเป็นสองส่วนคือ

1.1 การเก็บข้อมูลภาคสนาม

ขั้นตอนนี้จะเลือกสุ่มตัวอย่างดินจากแปลงเกษตรกรอย่างน้อย แปลงละ 5 จุด แล้วนำตัวอย่างดินมาที่ได้นำมาผสมให้เข้ากัน ถือว่าเป็นตัวอย่างดินจากแปลงใดๆ โดยจะมุ่งเน้นไปที่แปลงไม้ผลยืนต้น

1.2 จัดทำข้อมูลอ้างอิง

ตัวอย่างดินของแต่ละแปลง จะถูกแบ่งออกมาเป็น 15 ตัวอย่าง โดย 3 ตัวอย่างแรกจะถูกทดสอบด้วยเครื่องมือ Spectrophotometer เพื่อใช้เป็นข้อมูลสำหรับอ้างอิง 9 ตัวอย่างถัดมาจะถูกทดสอบด้วยอุปกรณ์เครื่องวัดความเข้มข้นของธาตุอาหารแบบพกพา เพื่อใช้เป็น Training Data ขณะที่ 3 ตัวอย่างสุดท้ายจะถูกใช้เป็น Test Data ตัวอย่างการทดลองแสดงดังภาพที่ 17



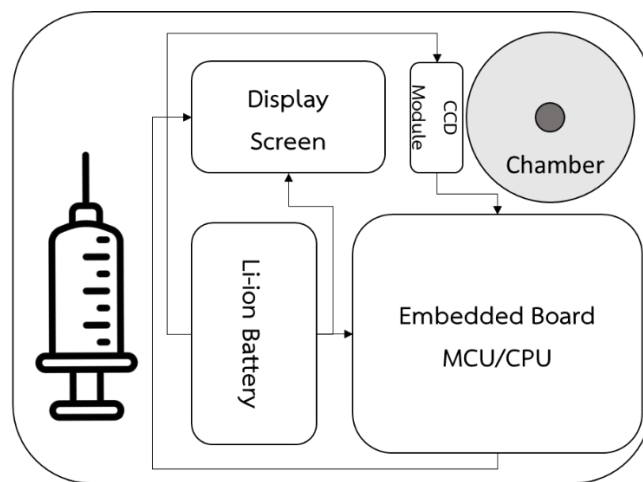
ภาพที่ 18 การเก็บข้อมูลด้วยเครื่องมือ Spectrophotometer และชุดวิเคราะห์ดินแบบพกพา

2. การพัฒนาอุปกรณ์เครื่องวัดความเข้มข้นของธาตุอาหารแบบพกพา

การพัฒนาอุปกรณ์จะอาศัยเทคโนโลยีแบบฝังตัวหรือ Embedded Technology ที่ใช้ตัวประมวลผลขนาดเล็กสำหรับการประมวลผล เชื่อมต่อกับอุปกรณ์ต่อร่วมส่วนอื่นๆ เช่น เซนเซอร์เชิงแสงเพื่อใช้รับ

ข้อมูลเข้ามา จอแสดงผลสำหรับแสดงค่าพารามิเตอร์ที่สำคัญ แบตเตอรี่สำหรับจ่ายพลังงาน อุปกรณ์สื่อสารไร้สายสำหรับจัดเก็บและรายงานผล ลักษณะของอุปกรณ์หลังจากการพัฒนาเสร็จแล้ว จะได้เป็น อุปกรณ์เครื่องวัดความเข้มข้นของธาตุอาหารแบบพกพา

แนวทางในการพัฒนาอาศัยวงจรหน่วยประมวลผลแบบฝังตัวทำหน้าที่อ่านค่าจากเซนเซอร์สำหรับตรวจวัดความเข้มข้นของสารละลายที่ติดตั้งติดกับห้องสำหรับวัดและวิเคราะห์ตัวอย่างซึ่งเป็นห้องขนาดเล็ก ลักษณะใส แสงผ่านได้ ตัวห้องตรวจวัดจะบรรจุอยู่ในภาชนะที่บดแสงอีกชั้น เพื่อป้องกันแสงรบกวนจากภายนอกขณะตรวจวัด โดยตัวอย่างสารละลายจะถูกฉีดด้วยหลอดฉีด และค่าความสารละลายที่ประมวลได้จะถูกแสดงที่จอแสดงผลซึ่งติดตั้งไว้ส่วนหน้าและแหล่งจ่ายไฟทำหน้าที่เป็นแหล่งจ่ายไฟฟ้าให้กับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ติดตั้งอยู่ภายใน ลักษณะอุปกรณ์สามารถแสดงเป็นโครงสร้างได้ดังภาพที่ 19



ภาพที่ 19 ชุดตรวจวัดและวิเคราะห์สารละลายสมบัติเคมีดินบางประการแบบพกพา

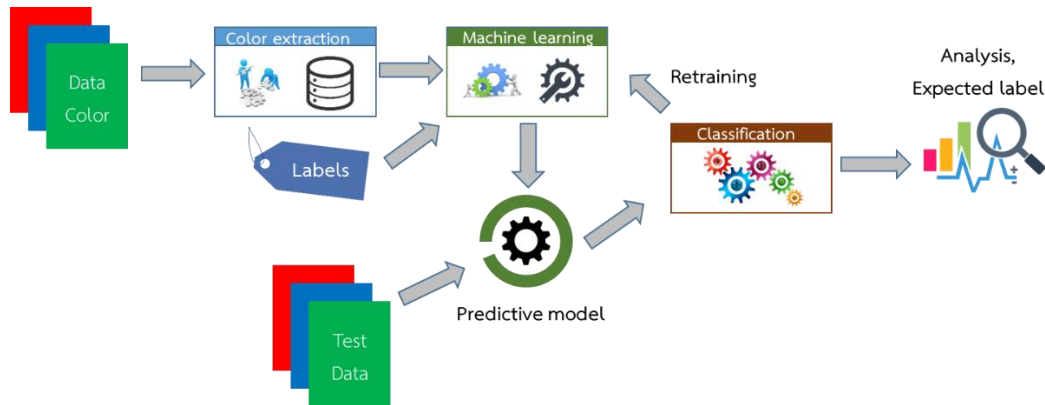
3. การพัฒนาแบบจำลองการเรียนรู้

ตัวอย่างดินจากหัวข้อ 1.2 จะถูกนำมาวัดด้วยเซนเซอร์เชิงแสง เพื่อเก็บข้อมูลที่สำคัญและมีนัยที่สามารถบ่งชี้ถึงประเภทของธาตุอาหารในดินและปริมาณได้ ซึ่งจะต้องทำซ้ำไปกับหัวข้อ 1 ข้อมูลที่เก็บบันทึกได้ส่วนหนึ่งจะถูกใช้เป็น Training Data และอีกส่วนหนึ่งจะถูกใช้เป็น Test Data ข้อมูลสำหรับใช้ฝึกฝนหรือ Training Data จะถูกนำมาสกัดปัจจัยที่สามารถบ่งชี้ถึงประเภทสารอาหารในดินและปริมาณได้แล้วติดฉลากเพื่อระบุประเภทของข้อมูลนั้นๆ ข้อมูลที่ถูกติดฉลากแล้วทั้งหมดจะถูกนำไปฝึกฝนด้วยเทคนิคทาง Machine Learning เพื่อสร้างเป็น Predictive Model สำหรับใช้ในการกระบวนการแยกแยะและประเมินประเภทและปริมาณธาตุอาหาร โดยโครงสร้างพื้นฐานของแบบจำลองแสดงดังภาพที่ 19 อินพุตของระบบคือ Training Data ซึ่งจะอยู่ในรูปของข้อมูลเชิงแสง เช่น RGB Lab YUV เป็นต้น ข้อมูลดังกล่าวจะถูกป้อนเข้าสู่ Neuron Network ผ่านชั้นของ Hidden Layer ซึ่งอาจจะมีมากกว่าหนึ่งชั้นก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความซับซ้อน

ของข้อมูลต้นทางและความถูกต้องที่ต้องการ ขณะที่ส่วนเอาต์พุตจะถูกกำหนดออกมาเป็น POCX, P, pH, NH_4^+ และ NO_3^-

4. การทดสอบกระบวนการแยกประเภทปริมาณและชนิดธาตุอาหารในดิน

Predictive Model จะถูกนำมาทำสอบกับข้อมูลกลุ่ม Test Data จากตัวอย่างดินที่ได้เก็บมาก่อนหน้า เพื่อศึกษาถึงประสิทธิภาพของ Predictive Model และสมรรถนะของอุปกรณ์วิเคราะห์ดินที่ได้พัฒนาขึ้น กระบวนการทดสอบแสดงดังภาพที่ 20



ภาพที่ 20 การทดสอบ Predictive Model ด้วย Test Data

กิจกรรมที่ 2 การปรับเทียบชุดวิเคราะห์ดินแบบพกพา เวอร์ชัน 2

กิจกรรมที่ 2.1 การปรับเทียบกับสารละลายมาตรฐาน

1. การเตรียมสารละลายมาตรฐานในความเข้มข้นต่างๆ ที่ใช้สำหรับปรับเทียบการวิเคราะห์ชุดวิเคราะห์ดินแบบพกพา

ความเป็นกรด-ด่าง ใช้สารละลายมาตรฐานที่เตรียมด้วยใช้ HCl 0.1 M และ NaOH 0.01 M ปรับค่า pH ให้อยู่ในช่วง pH 1-14 จากนั้นหยดสารละลายอินดิเคเตอร์ที่จัดทำขึ้น นำมาหยดทำให้เกิดสีและนำสารละลายที่ได้อ่านค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง Spectrophotometer และอ่านค่าด้วยอุปกรณ์เครื่องวัดความเข้มข้นของธาตุอาหารแบบพกพา บันทึกผลที่ได้นำมาเปรียบเทียบ และจัดทำสมการปรับเทียบหาความเป็นกรด-ด่าง ในช่วงต่างๆ

-Permanganate Oxidizable Carbon สารละลายมาตรฐานที่ใช้ KMnO_4 oxidized carbon; เจือจางสารละลายให้มีความเข้มข้นตั้งแต่ 0.03, 0.025, 0.023, 0.02, 0.015, 0.013, 0.01, 0.005 และ 0.001 จากนั้นได้สารละลายความเข้มข้นต่างๆ อ่านค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง Spectrophotometer โดยความยาวคลื่นแสงได้แก่ 550 และ 565 nm และนำไปอ่านค่าด้วยอุปกรณ์เครื่องวัดความเข้มข้นของธาตุอาหารแบบพกพา บันทึกผลที่ได้นำมาเปรียบเทียบและคำนวณหาปริมาณ Permanganate Oxidizable Carbon นำผลที่ได้มาปรับปรุงและพัฒนาชุดวิเคราะห์ดินแบบพกพา

ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (P) สารละลายมาตรฐานที่ใช้ Potassium dihydrogen phosphate (KH_2PO_4) เตรียมสารละลายมาตรฐานฟอสฟอรัสมีความเข้มข้นที่ 0, 0.1, 0.4, 0.6, 0.8, 1, 1.2, 1.4, 1.6, 1.8, 2, 2.2, 2.4, 2.6, 2.8, 3 ppm จากนั้นใช้น้ำยาทำให้เกิดสีที่จัดทำของชุดวิเคราะห์ดินแบบพกพาเติมลงไปในการละลายมาตรฐานฟอสฟอรัสมีความเข้มข้นช่วงต่างๆ จากนั้นนำสารละลายที่ได้อ่านค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง Spectrophotometer โดยความยาวคลื่นแสง 820 nm และนำไปอ่านค่าด้วยอุปกรณ์เครื่องวัดความเข้มข้นของธาตุอาหารแบบพกพา บันทึกผลที่ได้นำมาเปรียบเทียบและคำนวณหาปริมาณฟอสฟอรัสในสารละลาย นำผลที่ได้มาปรับปรุงและพัฒนาชุดวิเคราะห์ดินแบบพกพา

แอมโมเนียมในดิน (NH_4^+) สารละลายมาตรฐานที่ใช้ สารละลายมาตรฐานแอมโมเนียมไนโตรเจน (NH_4^+-N) เตรียมสารละลายมาตรฐานที่มีความเข้มข้น 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 14, 16, 18, 20 ppm จากนั้นใช้น้ำยาทำให้เกิดสีที่จัดทำของชุดวิเคราะห์ดินแบบพกพาเติมลงไปในการละลายมาตรฐานแอมโมเนียมไนโตรเจน จากนั้นนำสารละลายที่ได้อ่านค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง Spectrophotometer ความยาวคลื่นแสง 650 nm และนำไปอ่านค่าด้วยอุปกรณ์เครื่องวัดความเข้มข้นของธาตุอาหารแบบพกพา บันทึกผลที่ได้นำมาเปรียบเทียบและคำนวณหาปริมาณแอมโมเนียมในสารละลาย นำผลที่ได้มาปรับปรุงและพัฒนาชุดวิเคราะห์ดินแบบพกพา

ไนเตรทในดิน (NO_3^-) สารละลายมาตรฐานที่ใช้ สารละลายมาตรฐานไนเตรทไนโตรเจน (NO_3^--N) เตรียมสารละลายมาตรฐานที่มีความเข้มข้น 0.0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1, 1.2, 1.4, 1.6, 1.8, 2, 2.2, 2.4, 2.6, 2.8, 3, 3.2, 3.4, 3.6, 3.8, 4 ppm จากนั้นใช้น้ำยาทำให้เกิดสีที่จัดทำของชุดวิเคราะห์ดินแบบพกพาเติมลงไปในการละลายมาตรฐานไนเตรทไนโตรเจน จากนั้นนำสารละลายที่ได้อ่านค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง Spectrophotometer ความยาวคลื่นแสง 410 nm และนำไปอ่านค่าด้วยอุปกรณ์เครื่องวัดความเข้มข้นของธาตุอาหารแบบพกพา บันทึกผลที่ได้นำมาเปรียบเทียบและคำนวณหาปริมาณไนเตรทในสารละลาย นำผลที่ได้มาปรับปรุงและพัฒนาชุดวิเคราะห์ดินแบบพกพา

กิจกรรมที่ 2.2 การปรับเทียบกับชุดดินมาตรฐาน

นำตัวอย่างชุดดินมาตรฐานต่างๆ เช่น ชุดดินหางดง ชุดดินห้างฉัตร ชุดดินสันป่าตอง ชุดดินแม่ริม ฯลฯ ที่อยู่ในพื้นที่ภาคเหนือตอนบน มาวิเคราะห์ดินโดยการวิเคราะห์มาตรฐานและชุดวิเคราะห์ดินแบบพกพา เพื่อหาปริมาณอินทรีย์วัตถุที่สลายตัวได้ง่าย ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน ค่าความเป็นกรด-ด่างในดิน ปริมาณแอมโมเนียมในดิน และปริมาณไนเตรทในดิน โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. สรรวจพื้นที่และเก็บตัวอย่างชุดดิน มา 5 ชุดดิน

ได้แก่ ชุดดินสันทราย, ชุดดินหางดง, ชุดดินแม่ริม, ชุดดินน้ำพอง และชุดราชบุรี เก็บตัวอย่างดินแบบสุ่ม ที่ระดับความลึก ระดับ 0-15, 15-30 และ 30-60 เซนติเมตร จำนวนตัวอย่างต่อพื้นที่ เช่น 1-3 ตัวอย่าง

2. การเตรียมตัวอย่างดิน

นำดินตัวอย่างมาตากในพื้นที่ที่ไม่มีแสงแดด จากนั้นเมื่อดินแห้งจึงนำมาร่อนตัวอย่างดินผ่านตะแกรงร่อนที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 หรือ 2 มิลลิเมตร

3. วิธีการวิเคราะห์สมบัติเคมีบางประการในแต่ละชุดดิน โดยวิธีการมาตรฐานและชุดวิเคราะห์ดิน

แบบพกพา

ตารางที่ 9 การวิเคราะห์ดินมาตรฐานทั่วไปในห้องปฏิบัติการ

ดิน				
รายการวิเคราะห์	น้ำหนักดิน (กรัม)	ปริมาตรสารเคมีสกัด (มิลลิลิตร)	วิธีการวิเคราะห์	เครื่องมือ
pH	10	10	ใช้การหาอัตราส่วนของดิน ต่อน้ำ 1 : 1	pH meter
อินทรีย์วัตถุที่สลายตัวได้ ง่าย (POCX) Permanganate Oxidizable Carbon	2.5	20	วิธี KMnO_4 (POXC)	Spectrophotometer
ฟอสฟอรัส (P)	1	10	วิธี Bray II	Spectrophotometer
แอมโมเนียในดิน (NH_4^+)	2.5	25	Salicylate-hypochlorite method	Spectrophotometer
ไนเตรทในดิน (NO_3^-)	10	20	Salicylic acid method	Spectrophotometer

ตารางที่ 10 การวิเคราะห์ดินโดยชุดวิเคราะห์ดินแบบพกพา

ดิน				
รายการวิเคราะห์	น้ำหนักดิน (กรัม)	ปริมาตรสารเคมีสกัด (มิลลิลิตร)	วิธีการวิเคราะห์	เครื่องมือ
pH	1	1	ใช้การหาอัตราส่วนของดิน ต่อสารละลายอินดิเคเตอร์ 1 : 1	Spectrophotometer
อินทรีย์วัตถุ (POCX) Permanganate Oxidizable Carbon	1	10	วิธี KMnO_4 (POXC)	Spectrophotometer
ฟอสฟอรัส (P)	1	10	วิธี Mehlich 3	Spectrophotometer
แอมโมเนียในดิน (NH_4^+)	1.5	15	Salicylate-hypochlorite method	Spectrophotometer
ไนเตรทในดิน (NO_3^-)	5	10	Salicylic acid method	Spectrophotometer

4. การเปรียบเทียบและปรับเทียบค่าวิเคราะห์ดินของชุดวิเคราะห์ดินแบบพกพา

หาความแปรปรวน ความถูกต้อง ความแม่นยำและความคลาดเคลื่อนของค่าวิเคราะห์ดิน จากทั้งสองแหล่งวิธีการวิเคราะห์ดิน เพื่อเปรียบเทียบกันให้มีความเหมาะสมและถูกต้องต่อการวิเคราะห์ดิน

กิจกรรมที่ 2.3 การปรับเทียบกับค่าวิเคราะห์ที่ได้จากวิธีการมาตรฐาน

นำตัวอย่างในพื้นที่ศึกษา ไม่เปลี่ยนต้นในพื้นที่ภาคเหนือตอนบน มาวิเคราะห์ดินโดยการวิเคราะห์มาตรฐานและชุดวิเคราะห์ดินแบบพกพา เพื่อหาปริมาณอินทรีย์วัตถุที่สลายตัวได้ง่าย ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน ค่าความเป็นกรด-ด่างในดิน ปริมาณแอมโมเนียมในดิน และปริมาณไนโตรเจนในดิน โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. สำรวจพื้นที่และเก็บตัวอย่างชุดดิน มา 5 ชุดดิน

ในแต่ละแปลงไม้ผลจะมีการเก็บตัวอย่างดินที่ระดับความลึก ระดับ 30-60 เซนติเมตร จำนวนตัวอย่างต่อพื้นที่ เช่น 1-3 ตัวอย่าง

2. การเตรียมตัวอย่างดิน

นำดินตัวอย่างมาตากในพื้นที่ไม่มีแสงแดด จากนั้นเมื่อดินแห้งจึงนำมาร่อนตัวอย่างดินผ่านตะแกรงร่อนที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 หรือ 2 มิลลิเมตร

3. วิธีการวิเคราะห์สมบัติเคมีบางประการในดินแต่ละพื้นที่ โดยวิธีการมาตรฐานและชุดวิเคราะห์ดินแบบพกพา

4. การเปรียบเทียบและปรับเทียบค่าวิเคราะห์ดินของชุดวิเคราะห์ดินแบบพกพา

หาความแปรปรวน ความถูกต้อง ความแม่นยำและความคลาดเคลื่อนของค่าวิเคราะห์ดิน จากทั้งสองแหล่งวิธีการวิเคราะห์ดิน เพื่อเปรียบเทียบกันให้มีความเหมาะสมและถูกต้องต่อการวิเคราะห์ดิน

กิจกรรมที่ 3 การออกแบบผลิตภัณฑ์ชุดวิเคราะห์ดินแบบพกพา

กิจกรรมที่ 3.1 การออกแบบผลิตภัณฑ์และรูปลักษณ์ของชุดวิเคราะห์ดินแบบพกพา

1. ออกแบบกระเป๋าใส่เครื่องมือชุดวิเคราะห์ดินแบบพกพา

-มีขนาด 10 นิ้ว x 12 นิ้ว ความสูง 9 นิ้ว มีลักษณะเป็นทรงสี่เหลี่ยม สีน้ำตาลมีซิปด้านหน้า กระเป๋า มีสายสะพายสีดำ 2 ด้าน ภายในเป็นสีดำ เพื่อการดูแลรักษาง่าย



ภาพที่ 21 ลักษณะของกระเป๋าชุดวิเคราะห์ดินแบบพกพา

2. ออกแบบอุปกรณ์ใส่สารเคมีต่างๆในชุดวิเคราะห์ดินแบบพกพา

-ขวดเก็บสารเคมีมีลักษณะพลาสติกเป็นสีขาวทึบ มีขนาด 500 ml, 120 ml และ 40 ml เป็นหัวหยด ฝาเกลียว ติดฉลากสารเคมีต่างๆ



ภาพที่ 22 ลักษณะของขวดเก็บสารเคมีชุดวิเคราะห์ดินแบบพกพา

-หลอดเซนติพีปส์ขนาด 50 ml ลักษณะใสเป็นพลาสติกมีสเกลบอกปริมาณละเอียดและมีฝาเกลียว ใช้เป็นหลอดสกัดดิน



ภาพที่ 23 ลักษณะของหลอดสกัดดินชุดวิเคราะห์ดินแบบพกพา

-อุปกรณ์อื่นๆ ในชุดวิเคราะห์ดินแบบพกพา เช่น ช้อนตักดิน ภาชนะสำหรับใส่ดิน ตะแกรงร่อนขนาด 2 มิลลิเมตร และหลอดดูดสารละลาย

3. ออกแบบอุปกรณ์เครื่องวัดความเข้มข้นของธาตุอาหารแบบพกพาในชุดวิเคราะห์ดินแบบพกพา

-เป็นอุปกรณ์ที่อาศัยวงจรหน่วยประมวลผลแบบฝังตัวทำหน้าที่อ่านค่าจากเซนเซอร์สำหรับตรวจวัดความเข้มข้นของสารละลายที่ติดตั้งติดกับห้องสำหรับวัดและวิเคราะห์ตัวอย่างซึ่งเป็นห้องขนาดเล็ก ลักษณะใสแสงผ่านได้ ตัวห้องตรวจวัดจะบรรจุอยู่ในภาชนะที่บดแสงอีกชั้น เพื่อป้องกันแสงรบกวนจากภายนอกขณะ

ตรวจวัด โดยใช้หลักการวัดเชิงแสง Development of a portable soil analysis testkit based on the principle of spectrophotometry มีหลอดไมโครเซนติฟิวแบบพลาสติกขนาด 5 ml สำหรับใส่สารละลายดิน และนำไปในช่องสำหรับใส่สารละลายเพื่ออ่านค่าการดูดกลืนแสง



ภาพที่ 24 ลักษณะอุปกรณ์เครื่องวัดความเข้มข้นของธาตุอาหารแบบพกพา

กิจกรรมที่ 3.1 การทดสอบการใช้งานจริงของชุดวิเคราะห์ดินแบบพกพา

การทดสอบผลิตภัณฑ์ชุดวิเคราะห์ดินแบบพกพา โดยการนำไปทดสอบความถูกต้องละความเที่ยงตรงของเครื่องมือ เปรียบเทียบการใช้อุปกรณ์ในชุดวิเคราะห์ดินแบบพกพากับอุปกรณ์เครื่องมือที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ เช่นดังนี้

1. การทดสอบบรรจุภัณฑ์ขวดเก็บสารเคมี มีสามารถในการเก็บรักษาคุณภาพของสารละลายเคมีต่างๆ ด้วยเน้นใช้วัสดุที่มีความทึบเพื่อป้องกันการเสื่อมคุณภาพของสารเคมีจากแสงแดด วัสดุเป็นพลาสติกเพื่อให้สะดวกต่อการใช้งานจริง ไม่เกิดความเสียหายหรือแตกแตกง่าย
2. การทดสอบอุปกรณ์ชุดวิเคราะห์ดินแบบพกพาความละเอียดของปริมาณ และปริมาณสารเคมีที่ดูดโดยโวลูมิปเปตเมื่อนำไปเปรียบเทียบกับหลอดเซนติฟิวส์ขนาด 50 ml มีปริมาณที่เท่ากันและคลาดเคลื่อนมาน้อยเพียงใด จากนั้นนำไปปรับใช้เพื่อการตรวจปริมาณสารละลายเคมีที่เติมลงไปของชุดวิเคราะห์ดินแบบพกพา
3. การทดสอบเปรียบเทียบปริมาณการชั่งดินกับการเติมดินลงในหลอดเซนติฟิวส์ได้ปริมาณถึงระดับกี่มิลลิลิตร ทดสอบผลที่ได้และคำนวณความคลาดเคลื่อนเปรียบเทียบจาก น้ำหนักดินเป็นกรัมให้ดวงดินถึงระดับปริมาณกี่มิลลิลิตรในหลอดเซนติฟิวส์
4. ทดสอบอุปกรณ์เครื่องวัดความเข้มข้นของธาตุอาหารแบบพกพาโดยเปรียบเทียบกับเครื่อง Spectrophotometer ในห้องปฏิบัติการ
5. นำผลการทดสอบอุปกรณ์ที่ได้มาพัฒนาและปรับปรุงอุปกรณ์ต่างๆ ในชุดวิเคราะห์ดินแบบพกพาให้มีความแม่นยำมากขึ้นและมีความคลาดเคลื่อนน้อย

กิจกรรมที่ 4 การทดลองชุดวิเคราะห์แบบพกพาและแอปพลิเคชัน Smart NPK ใช้สำหรับผู้ใช้งานระดับต่างๆ

กิจกรรมที่ 4.1 การทดลองใช้ชุดวิเคราะห์แบบพกพาและแอปพลิเคชัน Smart NPK ผู้มีประสบการณ์ เจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตร และเกษตรกร

1. นำตัวอย่างชุดวิเคราะห์แบบพกพาไปทดสอบการใช้งานจริง โดยผู้มีประสบการณ์ในเรื่องห้องปฏิบัติการ เจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรและเกษตรกร โดยให้ผู้ใช้ระดับต่างๆ การประเมินศักยภาพการใช้ชุดวิเคราะห์แบบพกพานั้น ดังตารางที่ 13

2. แอปพลิเคชัน Smart NPK ไปทดสอบการใช้งานจริง โดยผู้มีประสบการณ์ในเรื่องการจัดทำแอปพลิเคชัน เจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรและเกษตรกร โดยให้ผู้ใช้ระดับต่างๆ การประเมินศักยภาพการใช้แอปพลิเคชัน Smart NPK ดังตารางที่ 14

ตารางที่ 13 ตัวอย่างสำหรับประเมินการใช้งานชุดวิเคราะห์ดินแบบพกพา

แบบสอบถาม	ระดับความคิดเห็น				
	น้อยที่สุด	น้อย	ปานกลาง	มาก	มากที่สุด
	1	2	3	4	5
1. ความรวดเร็วของชุดวิเคราะห์ดินแบบพกพา					
2. ชุดวิเคราะห์แบบพกพาสามารถช่วยให้ท่านทราบถึงปริมาณธาตุอาหารและปัญหาของดินได้มากน้อยเพียงใด					
3. ท่านคิดว่าชุดวิเคราะห์แบบพกพาสามารถนำไปปรับใช้ในพื้นที่ทำการเกษตรของท่านได้					
4. ชุดวิเคราะห์แบบพกพาแสดงผลได้อย่างถูกต้อง และตรงตามความเป็นจริง					
5. ท่านต้องการใช้งานชุดวิเคราะห์แบบพกพามากน้อยเพียงใด					
6. ท่านคิดว่าชุดวิเคราะห์แบบพกพา มีความสะดวกและเข้าใจง่ายมากน้อยเพียงใด					
7. ท่านคิดว่าชุดวิเคราะห์แบบพกพา มีประโยชน์ต่อการเกษตรของท่านมากน้อยเพียงใด					

ตารางที่ 14 แบบสอบถามการเข้าใช้แอปพลิเคชัน Smart NPK

แบบสอบถาม	ระดับความคิดเห็น				
	น้อยที่สุด	น้อย	ปานกลาง	มาก	มากที่สุด
	1	2	3	4	5
1. ท่านได้เข้าใช้งานแอปพลิเคชัน Smart NPK บ่อยแค่ไหน					
2. แอปพลิเคชัน Smart NPK มีความเร็วในการตอบสนองเร็วแค่ไหน					
3. ข้อมูลในแอปพลิเคชัน Smart NPK มีข้อมูลเพียงพอต่อการใช้งาน					
4. ข้อมูลในแอปพลิเคชัน Smart NPK สามารถช่วยให้ท่านตัดสินใจในการวางแผนทางด้านการเกษตร					
5. ท่านคิดว่าข้อมูลในแอปพลิเคชัน Smart NPK สามารถนำไปปรับใช้ในพื้นที่ทำการเกษตรของท่านได้					
6. แอปพลิเคชัน Smart NPK แสดงผลได้อย่างถูกต้อง และตรงตามความเป็นจริง					
7. ท่านคิดว่าการใช้แอปพลิเคชัน Smart NPK ช่วยในเรื่องการวางแผนการใส่ปุ๋ยของท่านได้มากน้อยเพียงใด					

กิจกรรมที่ 4.2 การปรับปรุงและแก้ไขปัญหาในการใช้งานชุดวิเคราะห์แบบพกพาและแอปพลิเคชัน Smart NPK

นำผลการทดสอบการประเมินศักยภาพการใช้ชุดวิเคราะห์แบบพกพานั้นและแอปพลิเคชัน Smart NPK มาปรับปรุงและพัฒนา ความแม่นยำ ความละเอียดของชุดวิเคราะห์ดินแบบพกพา จำนวนของตัวอย่างความเที่ยงตรงของอุปกรณ์วิเคราะห์ความเข้มข้นของธาตุอาหารแบบพกพา และการใช้งานรูปแบบต่างๆของแอปพลิเคชัน Smart NPK ให้งานต่อผู้ใช้งานและความถูกต้องแม่นยำ การพัฒนาออกแบบหน้าที่ต้องการแสดงแอปพลิเคชัน ปรับปรุงแบบเขียนชุดคำสั่งต่าง ๆ แก้ไขหากมีข้อผิดพลาดของการทำงาน

กิจกรรมที่ 5 จัดทำการถ่ายทอดความรู้โครงการและสาธิตการใช้งาน ให้แก่กลุ่มเกษตรกรในพื้นที่ภาคเหนือตอนบนและกลุ่มเกษตรกรที่สนใจ

กลุ่มเป้าหมายได้แก่ เจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรระดับต่าง ๆ และเกษตรกรผู้ปลูกไม้ผลในพื้นที่ 9 จังหวัดภาคเหนือตอนบน วัตถุประสงค์ของการถ่ายทอด คือ เพื่อเผยแพร่องค์ความรู้การใช้ชุดวิเคราะห์ดินแบบพกพา ร่วมกับแอปพลิเคชัน Smart NPK สำหรับผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง

ตารางที่ 15 กิจกรรมวิธีการถ่ายทอดและกลุ่มเป้าหมาย

กิจกรรม	กลุ่มเป้าหมาย	วิธีการถ่ายทอด
1. การจัดอบรมเชิงปฏิบัติการเพื่อถ่ายทอดองค์ความรู้ เรื่อง การใช้ประโยชน์แผนที่ความอุดมสมบูรณ์ดินสำหรับการเกษตรและการนำไปใช้ประโยชน์ในแง่ของการจัดการดิน น้ำ ปุ๋ยและระบบการเกษตร	เจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรระดับต่าง ๆ และเกษตรกรผู้ปลูกไม้ผลยืนต้น ในพื้นที่ 9 จังหวัดภาคเหนือตอนบน	การจัดอบรมเชิงปฏิบัติการ - รูปเล่มรายงานข้อมูลดินและระบบการปลูกไม้ผลยืนต้น - แผนที่ความอุดมสมบูรณ์ของดิน -แผนที่ชุดดิน
2. การจัดอบรมเชิงปฏิบัติการเพื่อถ่ายทอดองค์ความรู้ เรื่อง ชุดวิเคราะห์ดินแบบพกพา แอปพลิเคชัน Smart NPK สำหรับการจัดการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน คำแนะนำการใส่ปุ๋ยและการนำไปใช้ประโยชน์ สำหรับการเกษตร	เจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรระดับต่าง ๆ และเกษตรกรผู้ปลูกไม้ผลยืนต้น ในพื้นที่ 9 จังหวัดภาคเหนือตอนบน	-การจัดอบรมเชิงปฏิบัติการชุดวิเคราะห์ดินแบบพกพาและคู่มือการใช้ -การจัดอบรมเชิงปฏิบัติการแอปพลิเคชันและคู่มือใช้แอปพลิเคชัน
3. สานิตการใช้งานชุดวิเคราะห์ดินแบบพกพาและแอปพลิเคชัน Smart NPK โดยทีมนักวิจัยและการทดสอบการใช้ด้วยเกษตรกรในพื้นที่แปลงของตนเอง	เกษตรกรผู้ปลูกไม้ผลยืนต้น ในพื้นที่ 9 จังหวัดภาคเหนือตอนบน	-สานิตการใช้งานชุดวิเคราะห์ดินแบบพกพาและแอปพลิเคชัน โดยให้เกษตรกรมีส่วนร่วมในการทดลองใช้ และการให้คำแนะนำต่างๆจากทีมนักวิจัย

11.3 แผนการดำเนินงานวิจัย (แผนปฏิบัติงาน/กิจกรรมในแต่ละช่วงระยะเวลาของโครงการ นำเสนอในลักษณะ Gantt Chart)

ตารางแผนงานวิจัย

กิจกรรม	ปีที่ 1												ผู้รับผิดชอบ
	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	
กิจกรรมที่ 1 การพัฒนาชุดวิเคราะห์ดินแบบพกพาเวอร์ชัน 2 -การพัฒนาและออกแบบชุดวิเคราะห์แบบพกพา เวอร์ชัน 2 -การพัฒนาอุปกรณ์เครื่องวัดความเข้มข้นของธาตุอาหารแบบพกพา													รศ.ดร ศุภธิดา ผศ.ดร.ชวโรจน์
กิจกรรมที่ 2 การปรับเทียบชุดวิเคราะห์ดินแบบพกพาเวอร์ชัน 2 -การปรับเทียบกับสารละลายมาตรฐาน -การปรับเทียบกับชุดดินมาตรฐาน -การปรับเทียบกับค่าวิเคราะห์ที่ได้จากวิธีการมาตรฐาน													รศ.ดร ศุภธิดา
กิจกรรมที่ 3 การออกแบบผลิตภัณฑ์ชุดวิเคราะห์แบบพกพา -การออกแบบผลิตภัณฑ์และรูปลักษณะของชุดวิเคราะห์แบบพกพา -การทดสอบการใช้งานจริงของชุดวิเคราะห์ดินแบบพกพา													รศ.ดร ศุภธิดา
กิจกรรมที่ 4 การทดลองชุดวิเคราะห์แบบพกพาและแอปพลิเคชัน Smart NPK ใช้สำหรับผู้ใช้งานระดับต่างๆ -การทดลองใช้ชุดวิเคราะห์แบบพกพาและแอปพลิเคชัน Smart NPK ผู้มีประสบการณ์ เจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตร และเกษตรกร -การปรับปรุงและแก้ไขปัญหาในการใช้งานชุดวิเคราะห์แบบพกพา และแอปพลิเคชัน Smart NPK													รศ.ดร ศุภธิดา ผศ.ดร.ชาคริต
กิจกรรมที่ 5 จัดทำภาพถ่ายทอดความรู้โครงการและสาธิตการใช้งาน ให้แก่กลุ่มเกษตรกรพื้นที่ภาคเหนือตอนบนและกลุ่มเกษตรกรที่สนใจ													รศ.ดร ศุภธิดา
รายงานฉบับสมบูรณ์													

11.4 ตารางผลงานในแต่ละช่วงเวลา

ปีที่	เดือนที่	ผลงานที่คาดว่าจะสำเร็จ
1	1-2	วิธีการเตรียมตัวอย่าง และชุดอุปกรณ์เครื่องวัดปริมาณธาตุอาหารและ pH ของดิน
	3-6	วิธีการวิเคราะห์ดิน (pH ,POXC,P,NH ₄ ⁺ และ NO ₃ ⁻ เพื่อใช้สำหรับชุดดินวิเคราะห์แบบพกพา
	7-12	ชุดวิเคราะห์ดินแบบพกพาเวอร์ชัน 2, แอปพลิเคชัน Smart NPK เวอร์ชัน 2

12. เป้าหมายของผลผลิต (Output) ผลลัพธ์ (Outcome) และตัวชี้วัด

ปีที่1 ชุดวิเคราะห์ดินแบบพกพาเวอร์ชัน 2 และแอปพลิเคชัน Smart NPK

ลำดับ	ผลผลิต		ผลลัพธ์
	เชิงปริมาณ	เชิงคุณภาพ	
1	- ชุดตรวจและวิเคราะห์แบบพกพาร้อยละ 10 ชุด - ชุดอ่านผลจากค่าวิเคราะห์ดินจากชุดตรวจและวิเคราะห์ดินแบบพกพา 10 ชุด	- ชุดวิเคราะห์แบบพกพาเพื่อใช้วิเคราะห์ดินในการประเมิน ความเป็นกรด-ด่างในดิน อินทรีย์วัตถุที่สลายตัวได้ง่าย ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน แอมโมเนียมในดิน และไนเตรทในดิน ที่สามารถตรวจสอบได้ในระดับแปลงเกษตรกรที่มีคุณลักษณะที่สะดวกในการพกพาและใช้งานได้ง่าย ประหยัด มีความถูกต้อง แม่นยำ โดยค่าความคลาดเคลื่อนน้อยกว่า 5% และมีความเที่ยงมากกว่า 90%	เกษตรกรสามารถพึ่งพาตนเอง ด้วยการวิเคราะห์ดินด้วยตนเอง มีความสะดวก รวดเร็ว ใช้งานง่าย มีน้ำหนักได้ผลวิเคราะห์ทันที ช่วยลดต้นทุนปัจจัยการผลิตเกษตร ด้านการวิเคราะห์ดิน ช่วยให้เกษตรกรมีการวางแผนการเกษตรได้อย่างมีประสิทธิภาพ
2	แอปพลิเคชันการจัดการดินและปุ๋ยที่ถูกนำไปใช้จริงในการผลิตไม้ผลยืนต้นภาคเหนือตอนบน 1 แอปพลิเคชัน	แอปพลิเคชันที่ทำงานอยู่บนโทรศัพท์มือถือทั้งระบบ ios และแอนดรอยด์	เกษตรกรสามารถพึ่งพาตนเอง ด้วยการจัดการใส่ปุ๋ยอย่างมีประสิทธิภาพตามคำแนะนำของแอปพลิเคชัน ซึ่งมีความสะดวก รวดเร็ว ใช้งานง่าย แอปพลิเคชันจะ

			ช่วยให้เกษตรกรตัดสินใจวางแผนการปลูกพืชในฤดูกาลต่อไป เพื่อลดต้นทุนปัจจัยการผลิต ค่าปุ๋ย เพิ่มผลผลิตและคุณภาพให้แก่พืชผลทางการเกษตร
3	-คู่มือการใช้แอปพลิเคชันการจัดการดิน และปุ๋ยสำหรับไม้ผล จำนวน 1 เรื่อง -คู่มือการใช้ชุดวิเคราะห์ดินแบบพกพา จำนวน 1 เรื่อง	เป็นลักษณะโปสเตอร์พิมพ์สี มีการอธิบายขั้นตอนการใช้งานอย่างครบถ้วน	ช่วยให้เกษตรกรเข้าใจและใช้งานแอปพลิเคชันและชุดวิเคราะห์ดินแบบพกพาได้ง่ายยิ่งขึ้น เกษตรกรสามารถนำไปศึกษาได้ตลอดเวลา
4	วิธีทัศน์ที่เป็นเกร็ดความรู้ที่เกี่ยวข้องกับการใช้แอปพลิเคชันและชุดวิเคราะห์ดินแบบพกพา 3 เรื่อง -การเก็บตัวอย่างดิน -หลักการการใช้ปุ๋ย -การผสมปุ๋ยใช้เอง	เป็นองค์ความรู้ที่ส่งเสริมให้เกษตรกรมีความเข้าใจเพิ่มขึ้น	ทำให้เกษตรกรมีองค์ความรู้ที่เพิ่มมากขึ้น จากการเกษตรแบบดั้งเดิมนำไปสู่การเกษตรแบบ smart farming
5	เกษตรกรต้นแบบ 200 คน	เกษตรกรผู้ใช้ชุดวิเคราะห์ดินและแอปพลิเคชัน Smart NPK	เป็นต้นแบบให้กับเกษตรกรในพื้นที่อื่นๆ ที่มีความสนใจ และนำไปสู่การขยายพื้นที่ถ่ายทอดองค์ความรู้และการนำชุดวิเคราะห์ดินแบบพกพาและแอปพลิเคชันไปใช้ประโยชน์

13. ผู้ที่จะได้ประโยชน์จากโครงการ

กลุ่มเกษตรกรรุ่นใหม่ (Smart Farmer) และกลุ่มเกษตรกรปราดเปรื่อง ได้เข้าใจถึงหลักการการใช้ประโยชน์ฐานข้อมูลระบบพื้นที่เกษตรทั่วไป

14. แผนการถ่ายทอดเทคโนโลยีหรือผลการวิจัยสู่การใช้ประโยชน์

☐ เชิงนโยบาย

การนำองค์ความรู้จากโครงการวิจัย ในการสนับสนุน เผยแพร่ ผลักดัน หรือส่งเสริมให้เกิดการนำไปประกอบเป็นข้อมูลเพื่อการประเมินความอุดมสมบูรณ์ของพื้นที่ปลูกพืช เพื่อเป็นข้อมูลสนับสนุนการวางแผนการจัดการธาตุอาหารให้แก่พืชนั้นๆ

☐ เชิงสาธารณะ

การนำองค์ความรู้หรือเทคโนโลยีจากโครงการวิจัย ในการสนับสนุน เผยแพร่ ผลักดัน ถ่ายทอดองค์ความรู้ หรือส่งเสริมให้เกิดการใช้งานจริงในทางการเกษตร การจัดการธาตุอาหารและการประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดินในพื้นที่ โดยไม่มีการคิดค่าใช้จ่ายในการนำองค์ความรู้หรือเทคโนโลยีนั้นไปใช้ และสะดวกใช้ง่าย ประหยัดเวลาเหมาะสมต่อการใช้อย่างที่เห็นผลทันที

☐ **เชิงพาณิชย์**

การนำองค์ความรู้หรือเทคโนโลยีจากโครงการวิจัย ในการสนับสนุนไปส่งเสริมหรือพัฒนาให้เกิดการใช้งานเพื่อวัตถุประสงค์ในเชิงพาณิชย์ด้วยการทดสอบเทคโนโลยี ทดสอบต้นแบบผลิตภัณฑ์ ทดสอบความต้องการของตลาด ต่อยอดเทคโนโลยี พัฒนามาตรฐาน ปรับปรุงการออกแบบ หรือเจรจาเพื่อการถ่ายทอดเทคโนโลยี โดยมีการคิดค่าใช้จ่ายในการนำองค์ความรู้หรือเทคโนโลยีนั้นไปใช้

15. ความร่วมมือกับสถาบัน หน่วยงาน บริษัท หรือภาคอุตสาหกรรมอื่น (ถ้ามีโปรดระบุ)

(1) เกษตรจังหวัดเชียงใหม่ หน่วยงานกรมส่งเสริมการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ สถานที่ติดต่อ สำนักงานเกษตรจังหวัดเชียงใหม่ บริเวณศูนย์ราชการจังหวัดเชียงใหม่ ถนนโชตนา ตำบลช้างเผือก อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ 50300 หมายเลขโทรศัพท์ 0-5311-2478-9 โทรสาร 0-5311-2481 E-mail: chiangmai@doae.go.th

(2) เกษตรจังหวัดลำพูน หน่วยงานกรมส่งเสริมการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ สถานที่ติดต่อ สำนักงานเกษตรจังหวัดลำพูน 94 หมู่ที่ 3 ถนน ลำพูน-ป่าซาง ตำบล ต้นธง อำเภอเมืองลำพูน 51000

(3) เกษตรจังหวัดลำปาง หน่วยงานกรมส่งเสริมการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ สถานที่ติดต่อ สำนักงานเกษตรจังหวัดลำปาง ถนนลำปาง-เชียงใหม่ ตำบลปงแสนทอง อำเภอเมือง จังหวัดลำปาง 52100 Email : lampan@doae.go.th , lampan_agri@hotmail.com

(4) เกษตรจังหวัดแพร่ หน่วยงานกรมส่งเสริมการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ สถานที่ติดต่อ สำนักงานเกษตรจังหวัดแพร่ 31 ถนน ยันตรกิจโกศล ตำบล ในเวียง อำเภอเมืองแพร่ แพร่ 54000

(5) เกษตรจังหวัดน่าน หน่วยงานกรมส่งเสริมการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ สถานที่ติดต่อ สำนักงานเกษตรจังหวัดน่าน ที่อยู่ 4/16 รอบเมืองทิศตะวันตก ตำบล ผาสิงห์ อำเภอเมืองน่าน น่าน 55000

(6) เกษตรจังหวัดพะเยา หน่วยงานกรมส่งเสริมการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ สถานที่ติดต่อ สำนักงานเกษตรจังหวัดพะเยา ตำบล บ้านต๋อม อำเภอเมืองพะเยา พะเยา 56000

(7) เกษตรจังหวัดเชียงราย หน่วยงานกรมส่งเสริมการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ สถานที่ติดต่อ สำนักงานเกษตรจังหวัดเชียงราย เลขที่ 454 หมู่ 9 ถนนพหลโยธิน ตำบลสันทราย อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย 57000 โทรศัพท์. 053 152 684

(8) เกษตรจังหวัดแม่ฮ่องสอน หน่วยงานกรมส่งเสริมการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ สถานที่ติดต่อ สำนักงานเกษตรจังหวัดแม่ฮ่องสอน เลขที่ 108 ตำบล ผาบ่อง อำเภอเมืองแม่ฮ่องสอน แม่ฮ่องสอน 58000

(9) เกษตรจังหวัดอุดรดิตถ์ หน่วยงานกรมส่งเสริมการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ สถานที่ติดต่อ สำนักงานเกษตรจังหวัดอุดรดิตถ์ ที่อยู่: 7/51, ถนนประชานิมิตร, ตำบลท่าอิฐ อำเภอเมือง จังหวัดอุดรดิตถ์, 53000

16. ความชำนาญของคณะผู้วิจัยที่มีอยู่แล้วและที่ยังต้องพัฒนา

คณะผู้วิจัย	ความชำนาญ	ที่ต้องพัฒนา
รองศาสตราจารย์ ดร.ศุภิตา อ่ำทอง	1. ความอุดมสมบูรณ์และธาตุอาหารพืช 2. กายภาพและจุลชีววิทยาของดิน 3. การประเมินความอุดมสมบูรณ์และคุณภาพของดิน 4. อินทรีย์วัตถุในสภาพการใช้ที่ดินแบบต่าง ๆ	1. วิทยาศาสตร์กายภาพ 2. เทคโนโลยีภูมิศาสตร์ แบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม 3. การพยากรณ์น้ำท่วม 4.แบบจำลองพยากรณ์อากาศ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชาคริต โชติอมรศักดิ์	1. แบบจำลองภูมิอากาศระดับภูมิภาค (Regional Climate Model, WRF) 2. แบบจำลองคุณภาพอากาศ (Air Quality Model, WRF-Chem, AERMOD, HYSPLIT) 3. แบบจำลองพยากรณ์ภูมิอากาศรายฤดู (Seasonal Climate Model, using WRF) 4. แบบจำลองพยากรณ์อากาศ (Weather Forecast Model, using WRF)	1. ความอุดมสมบูรณ์และธาตุอาหารพืช 2. จุลชีววิทยาของดิน 3. เทคโนโลยีภูมิศาสตร์ แบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม 4. อินทรีย์วัตถุในสภาพการใช้ที่ดินแบบต่าง ๆ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชวโรจน์ ใจสิน	1. Image processing 2. Signal processing 3. embedded technology 4. Wireless sensor 5. Wireless communication 6. Postharvest technology	1. ความอุดมสมบูรณ์และธาตุอาหารพืช 2. จุลชีววิทยาของดิน 3.เทคโนโลยีภูมิศาสตร์ แบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม 4. อินทรีย์วัตถุในสภาพการใช้ที่ดินแบบต่าง ๆ

17. อุปกรณ์ที่มีอยู่และสถานที่ที่ใช้ดำเนินการ

ปัจจัยที่เอื้อต่อการวิจัยที่มีอยู่	ที่ต้องการพัฒนา/(ที่ยังเป็นขีดจำกัด) เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์จากโครงการ
1. ชุดวิเคราะห์ดินแบบพกพาต้นแบบ	พัฒนาและออกแบบชุดวิเคราะห์ดินแบบพกพาตามวิธีการมาตรฐานถูกต้องและแม่นยำโดยใช้เทคนิค Machine Learning
2. วิธีการและอุปกรณ์ชุดวิเคราะห์ดินแบบพกพา	การพัฒนาวิธีการและอุปกรณ์วิเคราะห์ของชุดวิเคราะห์ดินแบบพกพาที่ได้จากการวิเคราะห์ดินมาตรฐานในห้องปฏิบัติการ การปรับเทียบให้มีอัตราส่วนที่เหมาะสมต่อการวิเคราะห์และมีความถูกต้องแม่นยำ และให้มีลักษณะที่ใช้งานง่าย ปลอดภัยต่อผู้ใช้งาน มีความคงทน สามารถเก็บสารละลายได้อย่างดี ไม่ทำให้คุณภาพเสื่อมลง และอุปกรณ์วิเคราะห์จะมีการพัฒนาให้มีมาตรฐานเช่นเดียวกับ อุปกรณ์ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ
3. แอปพลิเคชัน Smart NPK สำหรับการจัดการปุ๋ยสำหรับพืช	แอปพลิเคชัน Smart NPK เป็นนวัตกรรมบริการ ด้านการจัดการปุ๋ยแบบแม่นยำสำหรับพืชผ่านแอปพลิเคชัน Smart NPK ผ่านระบบแอนดรอยด์ และ ไอโอเอส

18. งบประมาณ

รายการ		หน่วยละ	จำนวนหน่วย	งบประมาณ (บาท)	
				แต่ละรายการ	แต่ละหมวด
1. หมวดค่าตอบแทนคณะผู้วิจัย					120,000
1.1	รองศาสตราจารย์ ดร.ศุภธิดา อำทอง			50,000	
1.2	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชาคริต โชติอมรศักดิ์			40,000	
1.3	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชวโรจน์ ใจสิน			30,000	
2. หมวดค่าจ้างผู้ช่วยวิจัยและเจ้าหน้าที่อื่น ๆ					
3. หมวดค่าใช้สอย					930,000
3.1	ค่าจ้างเหมารวบรวม วิเคราะห์สมบัติของดิน จัดทำข้อมูลดิน (2 คน * 19,500 บาท * 10 เดือน)	39,000 บาท	10 เดือน	390,000	
3.2	ค่าจ้างพัฒนาและปรับปรุงแอปพลิเคชัน Smart NPK ระบบ iOS และ Android เพื่อแนะนำการใส่ปุ๋ยอย่างแม่นยำ	40,000 บาท	5 เดือน	200,000	
3.3	ค่าจ้างเหมาลงพื้นที่เก็บตัวอย่างดินในพื้นที่	10,000 บาท	9 จังหวัด	90,000	
3.4	ค่าจ้างพัฒนาโปรแกรม Machine Learning สำหรับสร้างโมเดลวิเคราะห์การคัดแยก	100,000 บาท	1 โปรแกรม	100,000	
3.5	ค่าจ้างเหมาจัดทำแผนที่แสดงความอุดมสมบูรณ์ ลักษณะทางกายภาพในพื้นที่	10,000 บาท	6 เดือน	60,000	
3.6	ค่าจ้างเหมารถในการออกพื้นที่ (ค่ายานพาหนะ+น้ำมันเชื้อเพลิง)	10,000 บาท	9 จังหวัด	90,000	
4. หมวดค่าวัสดุ					620,000
4.1	วัสดุเกษตร			80,000	
4.2	วัสดุสำนักงาน			50,000	
4.3	วัสดุคอมพิวเตอร์			90,000	
4.4	วัสดุวิทยาศาสตร์			400,000	
5. หมวดค่าครุภัณฑ์					
6. หมวดค่าบริการวิชาการ (10% ไม่รวมครุภัณฑ์และเดินทางต่างประเทศ)					150,000
6.1	ค่าบริการวิชาการ			150,000	
7. ค่าใช้จ่ายอื่นๆ					6,000
7.1	ค่าจัดทำรูปเล่มรายงานฉบับสมบูรณ์	1,200 บาท	5 เล่ม	6,000	
รวมงบประมาณทั้งสิ้น				1,826,000	1,826,000

รายละเอียดชี้แจงเหตุผลความจำเป็นในการจัดซื้อครุภัณฑ์

ครุภัณฑ์

.....

ลักษณะการใช้และความจำเป็นต่อโครงการวิจัยที่ขอรับการสนับสนุน

.....

ประโยชน์ของครุภัณฑ์นี้จะมีต่อไปหลังจากโครงการวิจัยเสร็จสิ้นลง

.....

สถานภาพของครุภัณฑ์นี้ในหน่วยงานของท่าน (กรุณาทำเครื่องหมายที่หน้าหัวข้อ)

☐ ไม่มีครุภัณฑ์

☐ ปัจจุบันมีอยู่แล้ว โดยมีสถานภาพและการใช้งานดังนี้

ครุภัณฑ์

สถานภาพและการใช้งานปัจจุบัน

.....

19. คำอนุมัติของผู้บังคับบัญชาระดับอธิบดี หรือเทียบเท่าของภาครัฐ (หรือผู้ได้รับมอบอำนาจ) หรือ
 กรรมการผู้จัดการใหญ่ หรือเทียบเท่าของภาคเอกชน (หรือผู้ได้รับมอบอำนาจ) ในการยินยอม/อนุญาต
 ให้ดำเนินการวิจัย รวมทั้งให้ใช้สถานที่ อุปกรณ์ และสาธารณูปโภคในการดำเนินการวิจัย

ลงชื่อ.....

(.....)

ตำแหน่ง

วันที่

ส่วนที่ 2 ประวัตินักวิจัย

ประวัติ

1. ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย) นางสาวศุภธิดา อ่ำทอง
ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Miss.Suphathida.Aumtong
2. หมายเลขบัตรประจำตัวประชาชน 3640400044527
3. ตำแหน่งปัจจุบัน รองศาสตราจารย์
4. หน่วยงานและสถานที่อยู่ติดต่อได้สะดวก สาขาวิชาปฐพีศาสตร์ คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ หมายเลขโทรศัพท์ 053-873720 ต่อ 106 โทรสาร 053-873720 ต่อ 102 โทรศัพท์เคลื่อนที่ 084-4847112 E-mail : suphathidaaumtong@yahoo.com
5. ประวัติการศึกษา ระบุสถาบันการศึกษา สาขาวิชาและปีที่จบการศึกษา

ปีที่จบ	ระดับปริญญา	อักษรย่อ	สาขาวิชา	วิชาเอก	ชื่อสถาบัน	ประเทศ
2534	ตรี	วท.บ.	เกษตรศาสตร์	ปฐพีศาสตร์	มหาวิทยาลัย ขอนแก่น	ไทย
2540	โท	วท.ม.	เกษตรศาสตร์	ปฐพีศาสตร์	มหาวิทยาลัย ขอนแก่น	ไทย
2554	เอก	Ph.D.	Soil Science	Soil Fertility and Agricultural Development	University of Copenhagen	เดนมาร์ก

6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาปฐพีศาสตร์ (เกษตรศาสตร์)

1. ความอุดมสมบูรณ์และธาตุอาหารพืช
2. จุลชีววิทยาของดิน
3. การประเมินความอุดมสมบูรณ์และคุณภาพของดิน
4. อินทรีย์วัตถุในสภาพการใช้ที่ดินแบบต่าง ๆ

7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งในและต่างประเทศ ระบุสถานภาพในการทำ
วิจัยว่าเป็นผู้อำนวยการแผนงานวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย หรือผู้ร่วมวิจัยในแต่ละข้อเสนอการวิจัย

7.1 หัวหน้าโครงการวิจัย : ชื่อโครงการวิจัย

การจัดการทางการเกษตรเพื่อลดผลกระทบและตั้งรับการเปลี่ยนแปลงของภูมิอากาศ พืชอุดหนุน
แผนบูรณาการเสริมสร้างความเข้มแข็งและยั่งยืนให้กับเศรษฐกิจภายในประเทศ (บูร 29 กลุ่มจังหวัด)

การจัดการทางการเกษตรเพื่อลดผลกระทบและตั้งรับการเปลี่ยนแปลงของภูมิอากาศ (2 อำเภอ)

การประเมินประ

สิทธิภาพของเซนเซอร์ตรวจสอบความชื้นดินเพื่อจัดการน้ำสำหรับการปลูกพืช

การประเมินประสิทธิภาพของเซนเซอร์ตรวจสอบความชื้นดินเพื่อจัดการน้ำสำหรับการปลูกพืช
ทุนอุดหนุนการวิจัยของสำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการการเกษตร ปีงบประมาณ 2562.

การถ่ายทอดเทคโนโลยีแอปพลิเคชัน Smart NPK สำหรับการจัดการดินและปุ๋ยเพื่อการปลูกพืช
แปลงใหญ่ของจังหวัดเชียงใหม่ ทุนอุดหนุนสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ ปีงบประมาณ 2562 .

แอปพลิเคชันการจัดการดิน น้ำ และปุ๋ยเพื่อการปลูกข้าวแปลงใหญ่ ทุนอุดหนุนสำนักงาน
พัฒนาการวิจัยการเกษตร ปีงบประมาณ 2562 .

โครงการการผลิตปุ๋ยออร์แกนิกไมโครไรซาร่วมกับเชื้อไตรโคเดอร์มาสำหรับระบบเกษตรอินทรีย์
ทุนอุดหนุนการวิจัยของสำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการการเกษตร ปีงบประมาณ 2563.

โครงการการถ่ายทอดเทคโนโลยีแอปพลิเคชัน Smart NPK ร่วมกับชุดวิเคราะห์ดินแบบพกพา
สำหรับการจัดการดินและปุ๋ยเพื่อการปลูกพืชแปลงใหญ่ ปีงบประมาณ 2564.

7.2 ผลงานวิจัย (5 ปีย้อนหลัง)

ศุภจิตา อ่ำทอง. (2558). การจัดการปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับเชื้อราอราบัสคูลารไมคอร์ไรซาปรับปรุงดินใน
ระยะปรับเปลี่ยนเพื่อเข้าสู่ระบบเกษตรอินทรีย์. รายงานฉบับสมบูรณ์ ประจำปีงบประมาณ 2558. (81 หน้า).
ได้รับการสนับสนุนจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.).

ศุภจิตา อ่ำทอง. (2558). การผลิตหัวเชื้อไมคอร์ไรซาเพื่อเพิ่มผลผลิตข้าวไร่. รายงานฉบับสมบูรณ์
ประจำปีงบประมาณ 2557. (44 หน้า). ได้รับการสนับสนุนจากสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา
(สกอ.).

ศุภจิตา อ่ำทอง. (2558). การใช้ฟางข้าวเพื่อผลิตปุ๋ยชีวภาพเชื้อราไมคอร์ไรซาสำหรับการปลูกพืชชนิด
ต่าง ๆ. รายงานฉบับสมบูรณ์ ประจำปีงบประมาณ 2558. (66 หน้า). ได้รับการสนับสนุนจากสำนักงานพัฒนา
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช. ภาคเหนือ).

ศุภจิตา อ่ำทอง. (2559). ความต้องการใช้น้ำของข้าวและงบดุลน้ำภายใต้การจัดการน้ำแบบเปียกสลับ
แห้ง. รายงานฉบับสมบูรณ์ ประจำปีงบประมาณ 2559. ได้รับการสนับสนุนจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัย
แห่งชาติ (วช.).

ศุภจิตา อ่ำทอง. (2559). การถ่ายทอดองค์ความรู้การผลิตหัวเชื้อราอราบัสคูลารไมคอร์ไรซา
ในพื้นที่เกษตรอินทรีย์ อำเภอมะแมง จังหวัดเชียงใหม่. รายงานฉบับสมบูรณ์ ประจำปีงบประมาณ 2559. (32
หน้า). ได้รับการสนับสนุนจากโครงการบริการวิชาการ มหาวิทยาลัยแม่โจ้.

ศุภจิตา อ่ำทอง. (2559). การพัฒนาโปรแกรมการจัดการน้ำและปุ๋ยแบบแม่นยำสำหรับการปลูก
ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ เชิงอนุรักษ์แบบบูรณาการในระบบเกษตรน้ำฝนที่ยั่งยืนบนพื้นที่สูง. รายงานฉบับสมบูรณ์
ประจำปีงบประมาณ 2559. (84 หน้า). ได้รับการสนับสนุนจากสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา
(สกอ.).

ศุภจิตา อำทอง. (2560). การพัฒนาชุดตรวจสอบ Permanganate Oxidizable Carbon เพื่อใช้ในการวัดปริมาณอินทรีย์วัตถุเพื่อประเมินความอุดมสมบูรณ์ในดินระดับภาคสนาม. รายงานฉบับสมบูรณ์ ประจำปีงบประมาณ 2559. ได้รับการสนับสนุนจากสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช. ภาคเหนือ).

ศุภจิตา อำทอง. (2560). การพัฒนาโปรแกรมการจัดการน้ำและปุ๋ยแบบแม่นยำสำหรับการเกษตรอินทรีย์จังหวัดเชียงใหม่. รายงานฉบับสมบูรณ์ ประจำปีงบประมาณ 2560. ได้รับการสนับสนุนจากโครงการพัฒนาอุตสาหกรรมอาหารอินทรีย์จังหวัดเชียงใหม่.

ศุภจิตา อำทอง. (2560). การผลิตปุ๋ยออบัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาร่วมกับเชื้อไตรโคเดอร์มาสำหรับระบบเกษตรอินทรีย์. รายงานฉบับสมบูรณ์ ประจำปีงบประมาณ 2560. ได้รับการสนับสนุนจากโครงการพัฒนาอุตสาหกรรมอาหารอินทรีย์จังหวัดเชียงใหม่.

ศุภจิตา อำทอง. (2561). การประเมินประสิทธิภาพของเซนเซอร์ตรวจสอบความชื้นดินเพื่อจัดการน้ำสำหรับการปลูกพืช. รายงานฉบับสมบูรณ์ ประจำปีงบประมาณ 2561. ได้รับการสนับสนุนจากโครงการพัฒนาอุตสาหกรรมอาหารอินทรีย์จังหวัดเชียงใหม่. ได้รับการสนับสนุนจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.).

ศุภจิตา อำทอง. (2562). แอปพลิเคชันการจัดการดิน น้ำ และปุ๋ยเพื่อการปลูกข้าวแปลงใหญ่ รายงานฉบับสมบูรณ์ ประจำปีงบประมาณ 2562. ได้รับทุนอุดหนุนการสนับสนุนจากการวิจัยจากสำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน)

7.3 ผลงานวิจัยที่พิมพ์เผยแพร่ในวารสารวิชาการระดับนานาชาติ

Thide Bech Bruun, Andreas de Neergaard, Maria Libach Burup, Catherine Maria Hepp, Marianne Nylandsted Larsen, Christin Abel. Suphathida Aumtong, Jakob Magid and Oke Mertz. (2016). Intensification of upland agriculture in Thailand: development or degradation?. Land degradation and development. Accepted 1 August 2016. Published online in Wiley Online Library (wileyonlinelibrary.com) DOI: 10.1002/ldr.2596.

Bumroongsaka, P., Yooyongwecha, S., Cha-umb, S., Aumtong, S., Kingkeawa, J., Phisalaphong, M. (2018). Alternative approach of fertilizer and mycorrhizal encapsulation for a practical use on maize response under water deficit. New Zealand Journal of Agricultural Research.

7.4 ผลงานวิจัยที่พิมพ์เผยแพร่ในวารสารวิชาการระดับชาติ (5 ปีย้อนหลัง)

กมล ยศธิ, ศุภจิตา อำทอง. (2557). ผลของการจัดการน้ำและชนิดดินต่อปริมาณคาร์บอนที่ถูกออกซิไดซ์ด้วยเปอร์แมงกาเนตและอินทรีย์คาร์บอนทั้งหมดในดินปลูกข้าว. วารสารแก่นเกษตร, 42(2). 49.

ณัฐมณ กัญธิยะ, ศุภจิตา อำทอง. (2557). ผลของชนิดดิน ระดับความชื้นและค่า pH ของดินต่อความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสในส่วนต่าง ๆ. วารสารแก่นเกษตร, 42(2). 48.

ศุภจิตา อำทอง และปวีณนุช ปวงวงศ์คำ. (2560). ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนส่วนต่างๆ และการเก็บสะสมภายใต้ดินปลูกข้าว. วารสารวิจัยและส่งเสริมวิชาการเกษตร, 34(2). 1-13.

จตุพร บุณณดากุล, ศิราภรณ์ ชื่นบาล, ฐปน ชื่นบาล, ศรีกาญจนา คล้ายเรือง และศุภจิตา อำทอง. (2562). การคัดเลือกแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนอิสระเพื่อส่งเสริมการเจริญเติบโตของข้าว. วารสารนเรศวรพะเยา. 12(2). 32-40.

จตุพร บุณณดากุล, ศิราภรณ์ ชื่นบาล, ฐปน ชื่นบาล, ศรีกาญจนา คล้ายเรือง, ศุภจิตา อำทอง และพันธ์พล สันธยา. (2562). การศึกษาประสิทธิภาพของแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนอิสระที่แยกจากดินรอบรากข้าวในการผลิตออกซินและจิบเบอเรลลิน. วารสารวิทยาศาสตร์ประยุกต์. 18(1). 62-74.

ชฎาภา ใจหมั่น, ศุภจิตา อำทอง, ทวี ชัยพิมลผลิน และชาคริต โชติอมรศักดิ์. (2561). ผลกระทบของการใช้ถ่านชีวภาพร่วมกับการจัดการน้ำแบบเปียกสลับแห้งในดินปลูกข้าวต่อการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกและสมบัติบางประการของดินเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการจัดการน้ำแบบขังน้ำ. การประชุมวิชาการระดับชาติ. วันที่ 11 ธันวาคม 2561. อาคารเฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดา มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่. (หน้า 88 – 98).

ชฎาภา ใจหมั่น, ศุภจิตา อำทอง, ทวี ชัยพิมลผลิน และชาคริต โชติอมรศักดิ์. (2563). ปัจจัยที่มีผลต่อการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกภายใต้การปลูกข้าวที่มีการจัดการน้ำแบบเปียกสลับแห้ง. วารสารวิจัยและส่งเสริมวิชาการเกษตร. 37(2).47-59.

7.5 ผลงานวิจัยที่พิมพ์เผยแพร่ในที่ประชุมวิชาการระดับชาติและนานาชาติ (5 ปีย้อนหลัง)

ปวีณนุช ปวงวงศ์คำ และ ศุภจิตา อำทอง. (2558). การเปรียบเทียบอินทรีย์คาร์บอนส่วนต่างๆ และสมบัติบางประการของดินต่อการใช้ประโยชน์ที่ดินในดินนาภายใต้ระบบการจัดการแบบเกษตรอินทรีย์และเกษตรเคมี. ใน การประชุมวิชาการบัณฑิตศึกษาระดับชาติและนานาชาติ ครั้งที่ 5 “การศึกษาเชิงสร้างสรรค์ทุนปัญญาสู่อาเซียน” (หน้า 3430-3446). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศิลปากร.

ศุภจิตา อำทอง, ธเนศ แสงวาลี, สุพัทธา บุตรพลวง, กมล ยศอิ และนัฐรุช ชันทองคำ. (2558). อิทธิพลของชนิดดินต่อการดูดใช้ธาตุอาหารและประสิทธิภาพการใช้น้ำของข้าวสายพันธุ์ต่างๆ. ใน การประชุมวิชาการดินและปุ๋ยแห่งชาติ ครั้งที่ 4 “ธรรมชาติของดินและความจริงของปุ๋ย เพื่อการเกษตรอย่างยั่งยืน” (หน้า 12-13). สงขลา: มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ศุภจิตา อำทอง, ณฐมล กันธิยะ และปวีณนุช ปวงวงศ์คำ. (2559). ปัญหาของความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสในดินปลูกข้าวอินทรีย์. ใน การประชุมทางวิชาการเกษตรนเรศวร ครั้งที่ 14 “เกษตรและสุขภาพ” (Agriculture and Health) (หน้า 57-58). พิษณุโลก: คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร.

ศุภจิตา อำทอง, แทนไท กล่อมจินดา และปวีณนุช ปวงวงศ์คำ. (2559). อินทรีย์วัตถุที่สกัดด้วยน้ำภายใต้ความแตกต่างของการใช้ที่ดินและความสัมพันธ์ต่อการเก็บสะสมคาร์บอนอินทรีย์ในดิน. ใน การประชุมทางวิชาการเกษตรนเรศวร ครั้งที่ 14 “เกษตรและสุขภาพ” (Agriculture and Health) (หน้า 59-60). พิษณุโลก: คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร.

แทนไท กล่อมจินดา และศุภธิดา อำทอง. (2559). อิทธิพลของการใช้ที่ดินต่อคาร์บอนอินทรีย์ที่แทรกตัวในอนุภาคดินขนาดต่างๆ กรณีศึกษา: อำเภอสนทราย จังหวัดเชียงใหม่. ใน การประชุมทางวิชาการเกษตรนเรศวร ครั้งที่ 14 “เกษตรและสุขภาพ” (Agriculture and Health) (หน้า 9). พิษณุโลก: คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร.

ศุภธิดา อำทอง, แทนไท กล่อมจินดา และปวีณนุช ปวงวงศ์คำ. (2560). ข้อมูลสารสนเทศผลผลิตภาพของดินในพื้นที่อำเภอแม่แตงและอำเภอสนทราย จังหวัดเชียงใหม่. ในการประชุมทางวิชาการดินและปุ๋ยแห่งชาติ ครั้งที่ 5 ขับเคลื่อนนวัตกรรมด้านดินและปุ๋ย ก้าวสู่...เกษตร 4.0. วันที่ 1-2 สิงหาคม 2560. กรุงเทพฯ: กรมพัฒนาที่ดิน. (หน้า 53).

ศุภธิดา อำทอง, แทนไท กล่อมจินดา และปวีณนุช ปวงวงศ์คำ. (2560). รูปแบบการปลูกข้าวหมุนเวียนที่มีผลต่อปริมาณและการกักเก็บคาร์บอนอินทรีย์ส่วนต่างๆ ในดิน. ในการประชุมทางวิชาการดินและปุ๋ยแห่งชาติ ครั้งที่ 5 ขับเคลื่อนนวัตกรรมด้านดินและปุ๋ย ก้าวสู่...เกษตร 4.0. วันที่ 1-2 สิงหาคม 2560. กรุงเทพฯ: กรมพัฒนาที่ดิน. (หน้า 51).

ศุภธิดา อำทอง, ทวี ชัยพิมลผลิน และชาคริต โชติอมรศักดิ์. (2562). ศักยภาพการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และมีเทนจากดินทำการเกษตรของภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย. ในการประชุมวิชาการดินและปุ๋ยแห่งชาติครั้งที่ 6. วันที่ 3-5 กรกฎาคม 2562. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม. (หน้า 76-77).

Suphathida Aumtong, Tawee Chaipimonplin and Paweenoot Pongwongkam. (2016). Artificial neural network development for forecasting soil carbon sequestration of paddy soils in Thailand. In “Workshop SOMmic – Microbial Contribution and Impact on Soil Organic Matter, Structure and Genesis”. 9–11 November 2016. Leipzig, Germany. (p.43-44).

Suphathida Aumtong, Chakrit Chotamonsak and Tawee Chaipimonplin. (2019). Effect of some modulators under various land uses for soil C storage in Northern Thailand. The 6th National Soil and Fertilizer Conference (NSFC 2019). 3-7 July 2019. Kasetsart University Kamphaeng Saen Campus. (p.51).

Suphathida Aumtong, Tawee Chaipimonplin and Chakrit Chotamonsak. (2019). Deep Soil Carbon Storage from Agricultural Soils of Northern Thailand. Wageningen Soil Conference 2019, 27-30 August 2019. Wageningen Campus. Netherland. (p.3).

Suphathida Aumtong, and Paweenoot Pongwongkam. (2018). A 10-year comparative study of organic carbon fractions and carbon storage in soils using organic and traditional soil management practices in rice farming, Naresuan University Journal: Science and Technology, 26(4). 38-49.

7.6 งานวิจัยที่กำลังทำ: ชื่อโครงการวิจัย แหล่งทุน และสถานภาพในการทำวิจัย (ผู้บริหารโครงการ หัวหน้าโครงการ และ/หรือผู้ร่วมวิจัย) ระบุเดือน และปีที่เริ่มต้นและสิ้นสุด)

การประเมินประสิทธิภาพของเซนเซอร์ตรวจสอบความชื้นดินเพื่อจัดการน้ำสำหรับการปลูกพืช
ทุนอุดหนุนการวิจัยของสำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการการเกษตร ปีงบประมาณ 2562.

การถ่ายทอดเทคโนโลยีแอปพลิเคชัน Smart NPK สำหรับการจัดการดินและปุ๋ยเพื่อการปลูกพืช
แปลงใหญ่ของจังหวัดเชียงใหม่ ทุนอุดหนุนสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ ปีงบประมาณ
2562 .

แอปพลิเคชันการจัดการดิน น้ำ และปุ๋ยเพื่อการปลูกข้าวแปลงใหญ่ ทุนอุดหนุนสำนักงาน
พัฒนาการวิจัยการเกษตร ปีงบประมาณ 2562 .

โครงการการผลิตปุ๋ยอินทรีย์จากมูลสัตว์ร่วมกับเชื้อไตรโคเดอร์มาสำหรับระบบเกษตรอินทรีย์
ทุนอุดหนุนการวิจัยของสำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการการเกษตร ปีงบประมาณ 2563.

โครงการการถ่ายทอดเทคโนโลยีแอปพลิเคชัน Smart NPK ร่วมกับชุดวิเคราะห์ดินแบบพกพา
สำหรับการจัดการดินและปุ๋ยเพื่อการปลูกพืชแปลงใหญ่ ปีงบประมาณ 2564.

8. ผลงานอื่นๆ เช่น ตำรา บทความ สิทธิบัตร ฯลฯ (5 ปีย้อนหลัง)

ศุภธิดา อ่ำทอง. (2558). เทคโนโลยีการใช้ปุ๋ย. เชียงใหม่: คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัย
แม่โจ้. 540 หน้า.

ศุภธิดา อ่ำทอง. (2558). ดินปลูกข้าวและการจัดการ. เชียงใหม่: คณะผลิตกรรมการเกษตร
มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 750 หน้า.

ศุภธิดา อ่ำทอง. (2563). แอปพลิเคชัน Smart NPK

ศุภธิดา อ่ำทอง. (2563). แอปพลิเคชัน Smart NPK VERSION 2

9. รางวัลงานวิจัยที่ได้เคยได้รับ

- ได้รับรางวัลที่ 2 ภาคบรรยาย สาขาพืชศาสตร์ ในการนำเสนอเรื่อง “ความสัมพันธ์ระหว่าง
กลูมาลินและอินทรีย์คาร์บอนกับเสถียรภาพเม็ดดิน ภายใต้การใช้ที่ดินแบบต่าง ๆ” ในงานประชุมวิชาการ
ประจำปี 2553 ระหว่างวันที่ 26-27 พฤษภาคม พ.ศ. 2553 จัดโดยสำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการการเกษตร
มหาวิทยาลัยแม่โจ้

- ได้รับรางวัลที่ 1 ภาคบรรยาย สาขาพืชศาสตร์ ในการนำเสนอเรื่อง “รูปแบบการย่อยสลาย
ของปุ๋ยหมักมูลสัตว์ร่วมกับสปอร์ของเชื้อราไมคอร์ไรซาและการเปลี่ยนแปลงของอินทรีย์คาร์บอนที่สลายตัวได้
ง่าย(Patterns of Composting Manures with Spores of Mycorrhizal Fungi and Changing of Labile
Organic Carbon) ประจำปี 2554 ระหว่างวันที่ 1-2 ธันวาคม พ.ศ. 2554 จัดโดยสำนักวิจัยและส่งเสริม
วิชาการการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้

- ได้รับรางวัลภาคบรรยายดีเด่น สาขาเกษตร ในการนำเสนอเรื่อง “การผลิตหัวเชื้อไมคอร์ไร
ซาเพื่อเพิ่มผลผลิตข้าวไร่” ประจำปี 2558 ระหว่างวันที่ 9-11 มีนาคม พ.ศ. 2558 จัดโดยสำนักงาน
คณะกรรมการการอุดมศึกษา

ผู้ร่วมโครงการวิจัย:

1. ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย) นายชاکริต โชติอมรศักดิ์
ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Mr. Chakrit Chotamonsak
2. เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน 3570700083367.
3. ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์ ดร.
4. หน่วยงานและสถานที่อยู่ที่ติดต่อได้ ศูนย์ภูมิภาคเพื่อการศึกษาด้านสภาพภูมิอากาศและสิ่งแวดล้อม (RCCES) คณะสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ 239 ถนนห้วยแก้ว ตำบลสุเทพ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ 50200 หมายเลขโทรศัพท์ 053-943543 (RCCES), 053-943523 (ภาควิชาภูมิศาสตร์) โทรศัพท์มือถือ 088-2601602 โทรสาร 053-892210 E-mail : chotamonsak@gmail.com
5. ประวัติการศึกษา ระบุสถาบันการศึกษา สาขาวิชาและปีที่จบการศึกษา
 - o 2012: Ph.D. in Environmental Science, Faculty of Science, Chiang Mai University, Chiang Mai, Thailand.
 - o Oct 2010- Sep 2011: UW VISIT Program (Student Intern) , University Of Washington, Seattle, Washington, USA.
 - o Sep 2009-Aug 2010: Pre-doctoral International visiting scholar, University of Washington, Seattle, Washington, USA.
 - o 2005: M.Sc. in Physics, Faculty of Science, Chiang Mai University, Chiang Mai, Thailand.
 - o 2002: Graduate certificate in teaching, Faculty of Education, Chiang Mai University, Thailand.
 - o 2001: B.Sc. in Physics, Faculty of Science, Chiang Mai University, Chiang Mai, Thailand.
6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ
 - 1.แบบจำลองภูมิอากาศระดับภูมิภาค (Regional Climate Model, WRF)
 - 2.แบบจำลองคุณภาพอากาศ (Air Quality Model, WRF-Chem, AERMOD, HYSPLIT)
 - 3.แบบจำลองพยากรณ์ภูมิอากาศรายฤดู (Seasonal Climate Model, using WRF)
 - 4.แบบจำลองพยากรณ์อากาศ (Weather Forecast Model, using WRF)
7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ
 - 7.1 หัวหน้าโครงการวิจัย:
Seasonal Climate Forecasting Model for Rice Yield Modeling over Thailand. Thai Research Foundation. March 2016- Feb 2018 (PI)

The Development of a High-Resolution Air Quality Forecast Model for Upper Northern Thailand. National Research Council of Thailand. June 2016- May 2018 (PI) (Under Haze Free Thailand Research Plan)

Climate Change Impact on Air Pollution Problem in Upper Northern Thailand. Chiang Mai University. 2013-2015 (PI)

The Effects of Atmospheric Aerosol on Solar Radiation and Climate over Northern Thailand. Phase I: A Case Study of Forest Fire Season 2013. National Astronomical Research Institute of Thailand. 2015 (PI)

Changes in Temperature and Precipitation Extremes in Northern Thailand. Faculty of Social Science. Chiang Mai University. 2014 (PI)

7.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องและทำเสร็จแล้ว : (ชื่อผลงานวิจัย ปีที่พิมพ์ การเผยแพร่ และแหล่งทุน ย้อนหลังไม่เกิน 5 ปี)

Monitoring of Open Burning in Northern Thailand for Assessment of Air Pollutant Emission and Transport for Smoke Haze Management Planning. Thai Research Foundation, 2015-2017 (Co-Research) แหล่งทุน: สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (The Thailand Research Fund)

Seasonal Climate Forecasting Model for Rice Yield Modeling over Thailand. Thai Research Foundation. March 2016- March 2018. (PI). แหล่งทุน: สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (The Thailand Research Fund)

Climate Change Impact on Air Pollution Problem in Upper Northern Thailand. Chiang Mai University. 2013-2015 (PI) แหล่งทุน: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

The effects of atmospheric aerosol on solar radiation and climate over Northern Thailand. Phase I: A case study of forest fire season 2013. National Astronomical Research Institute of Thailand. 2015 (PI) แหล่งทุน: สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (NARIT)

Changes in Temperature and Precipitation Extremes in Northern Thailand. Faculty of Social Science. Chiang Mai University. 2014 (PI) แหล่งทุน: คณะสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Design and development of risk assessment model for cities in Thailand and decision support system for climate change adaptation: Phase I – Prototype development and proof of concept. Thai Research Foundation. 2014. (Co-Researcher) แหล่งทุน: สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (The Thailand Research Fund)

Fuel Reduction by Participatory Action-based Management to Decrease Forest Fires: A Case Study of Soptia Sub-district, Chom Thong District, Chiang Mai Province. Thai Universities

for Healthy Public Policies, 2013. (Co-Research) แหล่งทุน: สำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ (สสส.)

Chotamonsak C. and Lapyai, D. (2018). "Climate Change Impacts on Regional Air Quality in Upper Northern Thailand" Songklanakarin Journal of Science and Technology. (In Review)

Chotamonsak, C., Thanadolmethaphorn, P. and Lapyai, P. (2018). "Ev Evaluation and Projection of Temperature Over Northern Thailand Based on Downscaled CMIP5 Models". Environment Asia. (In Review)

Chotamonsak, C., Wiranwetchayan, O., Lapyai, D., Thanadolmethaphorn, P. 2017. Evaluation of WRF-CFSv2 seasonal climate forecasting model over Thailand: the 2016 real-time seasonal forecasts. EGU General Assembly Conference Abstracts, 19, 17478

Chotamonsak C., Salathe E.P., Kreasuwun J. 2016. The Potential Impacts of Climate Change on Air Quality in the Upper Northern Thailand. EGU General Assembly Conference Abstracts, 18, 9083.

Chotamonsak, C., E. P. Salathe, J. Kreasuwan, and S. Chantara. 2012. "Evaluation of Precipitation Simulations over Thailand using a WRF Regional Climate Model." Chiang Mai Journal of Science 39 (4):623-638.

Chotamonsak, C., E. P. Salathe, J. Kreasuwan, S. Chantara, and K. Siriwitayakorn. 2011. "Projected climate change over Southeast Asia simulated using a WRF regional climate model." Atmospheric Science Letters 12 (2):213-219. doi: 10.1002/asl.313.

Chotamonsak C. and Kreasuwan J. 2008. "Numerical weather simulation of the depression 23W in the Gulf of Thailand by MM5". Songklanakarin Journal of Science and Technology. 30(2). 257-267.

Lapyai, D., Chotamonsak, C., and Charoenpanyanet, A. (2018). "Relation of Climate Factors and Risk of the Malaria's Exposure Behaviors: A case study of Pha Bong Sub-district, Mueang District, Mae Hong Son Province". Veridian E- Journal, Silpakorn University 11(1). (In Press)

Lapyai, D., Chotamonsak, C., and Charoenpanyanet, A. (2018). "Impact of ENSO Events on potential change of Anopheles breeding sites". Thai Journal of Science and Technology.

Lapyai, D., Chotamonsak, C., and Charoenpanyanet, A. (2015). "Impact of Climate Change on Anopheles Life Cycle". Proceeding of the Academy of The 36th National Graduate Research Conference (pp. 209 – 219). Chiangmai: Maejo University. (In press)

Thanadolmethaphorn, P., Chotamonsak, C., and Dontree, S. (2015). “Relation between Climatic Factors and Potential of Forest Fire in Chiang Mai Province”. Proceeding of the Academy of The 36th National Graduate Research Conference (pp. 304 – 312). Chiangmai: Maejo University.

Thanadolmethaphorn, P., Chotamonsak, C., and Dontree, S. (2018). “Analysis of Impact of Climate Change on Forest Fire Potential in Chiang Mai by using of Regression Model”. The Journal of King Mongkut’s University of Technology North Bangkok. (Submitted Revised Version)

Chotamonsak, C. and Lapyai, D. (2018). “Meteorological Factors Related to Air Pollution in Chiang Mai Province”. Journal of Research on Science, Technology and Environment for Learning. (In Review)

Chotamonsak, C. and Lapyai, D. (2018). “The effects of biomass burning aerosols on solar radiation and climate over Northern Thailand: A case study of the 2013 smoke haze season”. Burapha Science Journal. (In Review)

7.3 งานวิจัยที่กำลังทำ : ชื่อโครงการวิจัย แหล่งทุน และสถานภาพในการทำวิจัย (ผู้บริหารโครงการ หัวหน้าโครงการ และ/หรือผู้ร่วมวิจัย) ระบุเดือน และปีที่เริ่มต้นและสิ้นสุด)

Seasonal Ensemble Seasonal Climate Forecasts Using Different Initial Conditions for Rice Yield Prediction Model Over Thailand. December 2017- December 2019. (PI). หัวหน้าโครงการ: อ.ดร.ชาคริต โชติอมรศักดิ์ แหล่งทุน: สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (The Thailand Research Fund)

The Impacts of Climate Change on Hydrology and Water Resources of the Upper Ping River Basin. 2014-2016 (PI) หัวหน้าโครงการ: อ.ดร.ชาคริต โชติอมรศักดิ์ แหล่งทุน: สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (The Thailand Research Fund)

The Development of a High- Resolution Air Quality Forecast Model for Upper Northern Thailand, June 2016- May 2018 (PI) หัวหน้าโครงการย่อย: อ.ดร.ชาคริต โชติอมรศักดิ์ แหล่งทุน: สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) (ภายใต้แผนงานประเทศไทยไร้หมอกควัน)

โครงการพัฒนาศักยภาพการผลิตภาคเกษตร: การจัดการทางการเกษตรเพื่อลดผลกระทบและตั้งรับการเปลี่ยนแปลงของภูมิอากาศ (อำเภอสันทรายและอำเภอสารภี จังหวัดเชียงใหม่) หัวหน้าโครงการ: รศ.ดร.ศุภจิตา อำทอง (มหาวิทยาลัยแม่โจ้) แหล่งทุน: งบประมาณแผ่นดิน 2561

โครงการจัดการทางการเกษตรเพื่อลดผลกระทบและตั้งรับการเปลี่ยนแปลงของภูมิอากาศ (9 จังหวัดภาคเหนือ) หัวหน้าโครงการ: รศ.ดร.ศุภจิตา อำทอง (มหาวิทยาลัยแม่โจ้) แหล่งทุน: งบประมาณแผ่นดิน 2561

ผู้ร่วมโครงการวิจัย:

1. ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย) นายชวโรจน์ ใจสิน
ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Mr.Chawaroj Jaisin
2. หมายเลขบัตรประจำตัวประชาชน 3500500091480
3. ตำแหน่งปัจจุบัน ผู้ช่วยศาสตราจารย์
4. หน่วยงานและสถานที่อยู่ติดต่อได้สะดวก พร้อมหมายเลขโทรศัพท์ โทรศัพท์มือถือ โทรสาร และ E-mail วิทยาลัยพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ต.หนองหาร อ.สันทราย จ.เชียงใหม่ 50290
โทรศัพท์ (053) 333194 โทรสาร (053) 333194 อีเมล chawaroj@mju.ac.th, njaisin@hotmail.com
5. ประวัติการศึกษา ระบุสถาบันการศึกษา สาขาวิชาและปีที่จบการศึกษา

ปี ที่ สำ เร็จ การศึกษา	วุฒิการศึกษา	สถาบันการศึกษา	ประเทศ
2547	วศ.บ. (ระบบควบคุมและเครื่องมือวัด)	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี	ไทย
2549	วศ.ม. (วิศวกรรมเกษตร)	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	ไทย
2557	วศ.ด (วิศวกรรมเกษตร)	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	ไทย

6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ Image processing, Signal processing, embedded technology, Wireless sensor, Wireless communication และ Postharvest technology
7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งในและต่างประเทศ ระบุสถานภาพในการทำการวิจัยว่าเป็นผู้อำนวยการแผนงานวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย หรือผู้ร่วมวิจัยในแต่ละข้อเสนอการวิจัย

7.1 หัวหน้าโครงการวิจัย : ชื่อโครงการวิจัย

(1) โครงการวิจัยเรื่อง การออกแบบและพัฒนาเครื่องเพาะข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่งอกโดย ใช้ ระบบ น้ำร้อนจากพลังงานแสงอาทิตย์ ได้รับทุนสนับสนุนจาก โครงการนักวิจัยรุ่นใหม่ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ งบประมาณ 50,000 บาท ปี 2557 (วิจัยเสร็จสิ้น)

(2) โครงการวิจัยเรื่อง การพัฒนาระบบการให้แสงแบบ LED สำหรับการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชด้วยระบบไฮโดรแอคเตอร์จุ่มชั่วคราว ได้รับทุนสนับสนุนจาก โครงการนักวิจัยรุ่นใหม่ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ งบประมาณ 114,000 บาท ปี 2559 (วิจัยเสร็จสิ้น)

(3) โครงการวิจัยเรื่อง การพัฒนาระบบให้แสงเลี้ยงสาหร่ายแบบ LED หลายย่านโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์เป็นแหล่งพลังงานไฟฟ้าร่วมได้รับทุนสนับสนุนจาก สำนักวิจัยมหาวิทยาลัยแม่โจ้ งบประมาณ 327,000 บาท ปี 2560 (วิจัยเสร็จสิ้น)

(4) โครงการการพัฒนาบอร์ตควบคุมในงานเกษตรอัจฉริยะด้วยโอเพ่นซอร์สแพลตฟอร์ม ได้รับทุนสนับสนุนจากอุทยานวิทยาศาสตร์ภาคเหนือปีงบประมาณ 2561 งบประมาณ 305,000 บาท (วิจัยเสร็จสิ้น)

(5) โครงการวิจัยเรื่อง การลดการปล่อยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์จากกระบวนการผลิตแก๊สชีวภาพ ด้วยวิธีการเพาะเลี้ยงสาหร่ายในระบบถังปฏิกรณ์ชีวภาพแสง ได้รับทุนสนับสนุนจาก สำนักวิจัยฯ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ งบประมาณ 287,000 บาท ปี 2561 (กำลังดำเนินการวิจัย)

(6) โครงการการพัฒนาบอร์ตเรียนรู้การเขียนโปรแกรมแบบโมดูลอินเทอร์เฟสเร็ว ได้รับทุนสนับสนุนจากอุทยานวิทยาศาสตร์ภาคเหนือปีงบประมาณ 2562 งบประมาณ 300,000 บาท (กำลังดำเนินการวิจัย)

(7) โครงการการพัฒนาบอร์ตควบคุมแบบสองชิปประมวลผลในงานเกษตรอัจฉริยะด้วยโอเพ่นซอร์สแพลตฟอร์ม ได้รับทุนสนับสนุนจากอุทยานวิทยาศาสตร์ภาคเหนือปีงบประมาณ 2562 งบประมาณ 300,000 บาท (กำลังดำเนินการวิจัย)

7.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องและทำเสร็จแล้ว : (ข้อมูลงานวิจัย ปีที่พิมพ์ การเผยแพร่ และแหล่งทุน ย้อนหลังไม่เกิน 5 ปี)

ผู้ร่วมโครงการ (5 ปีย้อนหลัง)

(1) โครงการชุมชนต้นแบบเลี้ยงปลาอัจฉริยะสีเขียวเพื่อลดปริมาณการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล กรณีศึกษาชุมชนบ้านทุ่งยาว อ.สันทราย จ.เชียงใหม่. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.). 2561. (วิจัยเสร็จสิ้นแล้ว)

(2) โครงการชุมชนต้นแบบเลี้ยงปลาอัจฉริยะสีเขียวเพื่อลดปริมาณการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล กรณีศึกษาชุมชนบ้านทุ่งยาว อ.สันทราย จ.เชียงใหม่. ปีที่ 2 สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.). 2562. (กำลังวิจัย)

ผลงานวิจัยที่ได้รับการตีพิมพ์ในวารสารหรือนำเสนอในงานประชุมวิชาการ (5 ปีย้อนหลัง)

Chawaroj Jaisin, Siwalak Pathaveerat and Anupun Terdwongworakul. (2013). Determining the size and location of longans in bunches by image processing technique. Maejo International Journal of Science and Technology. 2013, 7(03), pp.456-466.

Chawaroj Jaisin, Akarin Intaniwet, Tanawat Nilkhwa, Thongchai Maneechukate, Sulaksana Mongkon, Parin Kongkraphan, and Sarawut Polvongsri. A prototype of a low-cost solar-grid utility hybrid load sharing system for agricultural DC loads. International Journal of Energy and Environmental Engineering (2019). <https://doi.org/10.1007/s40095-018-0294-4>.

Wittawat Thaidech, **Chawaroj Jaisin**, Siriwan Tamnu, Thanawat ninkhoa and Poonyasiri Boonpeng. The 2nd Maejo Engineo International Conference on Renewable Energy. International Education and Training Center, Maejo University. Chiang Mai, Thailand. 14-15 December 2018.

ศุภกิตต์ สายสุนทร, **ขอโรจน์ ใจสิน**, สุดสายสิน แก้วเรือง และ รติยา จูพาณิชนันท์. (2557). การพัฒนาแอปพลิเคชันตรวจสอบความสุกแก่ผลไม้สำหรับโทรศัพท์มือถือระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์. การประชุมวิชาการครั้งที่ 15 สมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย โรงแรมกรุงศรีริเวอร์ จ.อยุธยา 2-4 เมษายน 2557.

ขอโรจน์ ใจสิน และนักรบ กลัดกลีบ.(2559). การเพาะข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่งอกด้วยระบบเพาะข้าวกล้องอัตโนมัติร่วมกับระบบน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์. วารสาร มทร.อีสาน ฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ปีที่ 9 ฉบับที่ 1 มกราคม - เมษายน 2559, หน้า 161-176.

ขอโรจน์ ใจสิน และณัฐวุฒิ ดุษฎี. (2558). การออกแบบระบบเพาะข้าวกล้องงอกอัตโนมัติโดยใช้น้ำร้อนจากพลังงานแสงอาทิตย์. ในการประชุมทางวิชาการ การถ่ายทอดพลังงานความร้อนและมวลในอุปกรณ์ด้านความร้อน ระหว่างวันที่ 19-20 มีนาคม 2558 ณ หอไรซ์วิลล์เจแอนด์รีสอร์ทและสวนพฤกษศาสตร์ทิวชล อำเภอต๋อยสะแกเค็ด จังหวัดเชียงใหม่.

วันวิสา วงษา และ**ขอโรจน์ ใจสิน**. (2559). การออกแบบและพัฒนาระบบแสง แอล อี ดี แบบปรับความยาวคลื่นได้สำหรับเลี้ยงสาหร่าย. ในการประชุมทางวิชาการเสนอมผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษาแห่งชาติ ครั้งที่ 38 ระหว่างวันที่ 19-20 กุมภาพันธ์ 2559 ณ มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก.

วันวิสา วงษา **ขอโรจน์ ใจสิน** กุลภรณ์ ทองอ่อน และณิชยา จัยสีแก้ว. (2559). การออกแบบและสร้างระบบจ่ายไฟฟ้าพลังงานร่วม สำหรับเพาะเลี้ยงสาหร่ายในห้องปฏิบัติการขนาดเล็ก. ในการประชุมวิชาการเครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 12 ระหว่างวันที่ 8-10 มิถุนายน 2559 ณ. โรงแรมโรงแรมวังจันทร์ ริเวอร์วิว จังหวัดพิษณุโลก.

วันวิสา วงษา **ขอโรจน์ ใจสิน** และนรินทร์ ปิ่นแก้ว. (2559). การพัฒนาแอนดรอยด์แอปพลิเคชันสำหรับวัดสเปกตรัมย่านที่มองเห็นของ LED. ในการประชุมวิชาการเครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 12 ระหว่างวันที่ 8-10 มิถุนายน 2559 ณ. โรงแรมโรงแรมวังจันทร์ ริเวอร์วิว จังหวัดพิษณุโลก.

ขอโรจน์ ใจสิน และนรินทร์ ปิ่นแก้ว. (2560). เทคนิคการวัดความยาวคลื่นแสงของ LED plugged ด้วยแอนดรอยด์แอปพลิเคชัน. วารสารวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ฉบับที่ 24(3) ประจำเดือน ก.ย.-ธ.ค. 2560, หน้า 62-68.

ศิริวรรณ ทานู, **ขอโรจน์ ใจสิน**, ธงชัย มณีชูเกตุ และนรินทร์ ปิ่นแก้ว. ระบบเฝ้าตรวจวัดออกซิเจนในบ่อเลี้ยงปลา. การประชุมสัมมนาวิชาการรูปแบบพลังงานทดแทนสู่ชุมชนแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 10 (TREC-10). ณ.หอประชุมเฉลิมพระเกียรติ มหาวิทยาลัยทักษิณ วิทยาเขตพัทลุง, วันที่ 29-31 พฤศจิกายน-1 ธันวาคม 2560.

ญานิน เอิบอาบ และ**ขอโรจน์ ใจสิน**. การพัฒนาระบบเพาะเลี้ยงสาหร่ายในห้องปฏิบัติการแสงโดยใช้แหล่งกำเนิดแสงแบบ LED. การประชุมสัมมนาวิชาการรูปแบบพลังงานทดแทนสู่ชุมชนแห่งประเทศไทย ครั้งที่

ที่ 10 (TREC-10). ณ.หอประชุมเฉลิมพระเกียรติ มหาวิทยาลัยทักษิณ วิทยาเขตพัทลุง, วันที่ 29-31 พฤศจิกายน-1 ธันวาคม 2560.

ชาวโรจน์ ใจสิน, ปวีณา ภูมิสุทธาผล นรินทร์ ปิ่นแก้ว และธงชัย มณีชูเกตุ. การพัฒนาระบบให้แสง LED สำหรับการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชในระบบไบโอรีแอคเตอร์จมชั่วคราว. การประชุมวิชาการประจำปี 2560 สำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้. ณ. อาคารเฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดา มหาวิทยาลัยแม่โจ้, วันที่ 7-8 ธันวาคม 2560.

สุธรรม ขาวจิว นัฐพร ไชยญาติ **ชาวโรจน์ ใจสิน** และจักรพันธ์ ถาวรงามยิ่งสกุล. การผลิตไฟฟ้าร่วมกับการทำความเย็นและความร้อนจากเทคโนโลยีพลังงานความร้อนใต้พิภพแบบชั้นบันไดของน้ำพุร้อนสันกำแพง. การประชุมวิชาการการถ่ายเทพลังงานความร้อนและมวลในอุปกรณ์ด้านความร้อนและกระบวนการครั้งที่ 17. ณ. โรงแรมลำปางรีสอร์ท จังหวัดลำปาง, วันที่ 15-16 กุมภาพันธ์ 2561.

Bounkhamxiong Navongxay, Nattaporn Chaiyat, จักรพันธ์ ถาวรงามยิ่งสกุล และ**ชาวโรจน์ ใจสิน**. การวิเคราะห์ประสิทธิภาพด้านพลังงานและเอ็กเซอร์จีของวัฏจักรแรงดันอินทรีย์ร่วมกับ ระบบทำความเย็นแบบดูดกลืน. การประชุมวิชาการการถ่ายเทพลังงานความร้อนและมวลในอุปกรณ์ด้านความร้อนและกระบวนการครั้งที่ 17. ณ. โรงแรมลำปางรีสอร์ท จังหวัดลำปาง, วันที่ 15-16 กุมภาพันธ์ 2561.

Sonesack Sengnavong, Nattaporn Chaiyat, **Chawaroj Jaisin** and Wassamol Lerdjaturanon. Carbon footprint and economic cost evaluation of medical waste treatment case study: Lampang hospital. การประชุมวิชาการการถ่ายเทพลังงานความร้อนและมวลในอุปกรณ์ด้านความร้อนและกระบวนการครั้งที่ 17. ณ. โรงแรมลำปางรีสอร์ท จังหวัดลำปาง, วันที่ 15-16 กุมภาพันธ์ 2561.

ศิริวรรณ ทานู, **ชาวโรจน์ ใจสิน**, ธงชัย มณีชูเกตุ และนรินทร์ ปิ่นแก้ว. การพัฒนาระบบควบคุมเครื่องเติมอากาศแบบอัตโนมัติในบ่อเลี้ยงปลานิล. การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ระดับชาติ ครั้งที่ 19. ณ. Wora Wana Hua Hin Hotel & Convention, วันที่ 26-27 เมษายน 2561.

ปรานต์ เมฆอากาศ **ชาวโรจน์ ใจสิน** นัฐพร ไชยญาติ และจักรพันธ์ ถาวรงามยิ่งสกุล. ระบบควบคุมอัจฉริยะของห้องอบแห้งแบบรวมศูนย์. การประชุมวิชาการระดับชาติ IAMBEST ครั้งที่ 3. ณ. โรงแรม Loft Mania Boutique Hotel อำเภอเมือง จังหวัดชุมพร, วันที่ 24-25 พฤษภาคม 2561.

ปรานต์ เมฆอากาศ **ชาวโรจน์ ใจสิน** นัฐพร ไชยญาติ จักรพันธ์ ถาวรงามยิ่งสกุล และพรพรรณ ชนาภิวัฒน์. ระบบควบคุมและแสดงผลด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์จากส่วนควบคุมหลัก PLC ผ่านอินเทอร์เน็ตของระบบผลิตไฟฟ้าด้วยวัฏจักรแรงดันอินทรีย์. การประชุมวิชาการงานวิจัยและนวัตกรรมสร้างสรรค์ ครั้งที่ 5. ณ. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ตาก อำเภอเมือง จังหวัดตาก, วันที่ 6-8 ธันวาคม 2561.

สุลักษณ์ มงคล ธัญลักษณ์ สันเดช ชลิตา โหราชิต ภาณุวิชญ์ พุทธิรักษา อัครินทร์ อินทนิเวศน์ **ชาวโรจน์ ใจสิน** ธงชัย มณีชูเกตุ และสรารุช พลวงษ์ศรี. การศึกษาการใช้ระบบพลังงานผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ในระบบประปาหมู่บ้านทุ่งยาวอำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่. ในการประชุมวิชาการเรื่องการถ่ายเทพลังงานความร้อนและมวลในอุปกรณ์ด้านความร้อนและกระบวนการ ครั้งที่ 18. ณ. โรงแรม กระบี่พร็อนท์เบย์ รีสอร์ท อ.เมือง จ.กระบี่, วันที่ 20-21 มีนาคม 2562.

ณัฐธม เป็งเรือนชุม ธงชัย มณีชูเกตุ **ชวโรจน์ ใจสิน** อัครินทร์ อินทนิเวศน์ และสรารุธ พลวงศรี.เว็บไซต์แอปพลิเคชันสำหรับเฝ้าตรวจวัดพลังงานแบบเวลาจริงบนพื้นฐาน NodeJs และ AngularJs. ในการประชุมวิชาการเรื่องการถ่ายเทพลังงานความร้อนและมวลในอุปกรณ์ด้านความร้อนและกระบวนการ ครั้งที่ 18. ณ. โรงแรม กระบี่ ฟรอนท์เบย์ รีสอร์ท อ.เมือง จ.กระบี่, วันที่ 20-21 มีนาคม 2562.

ณัฐธม เป็งเรือนชุม ธงชัย มณีชูเกตุ **ชวโรจน์ ใจสิน** อัครินทร์ อินทนิเวศน์ และสรารุธ พลวงศรี.การพัฒนาเว็บไซต์แอปพลิเคชันสำหรับระบบเฝ้าติดตามสมรรถนะของระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์. ในการประชุมวิชาการเรื่องการถ่ายเทพลังงานความร้อนและมวลในอุปกรณ์ด้านความร้อนและกระบวนการ ครั้งที่ 18. ณ. โรงแรม กระบี่ ฟรอนท์เบย์ รีสอร์ท อ.เมือง จ.กระบี่, วันที่ 20-21 มีนาคม 2562

7.3 งานวิจัยที่กำลังทำ : ชื่อโครงการวิจัย แหล่งทุน และสถานภาพในการทำวิจัย (ผู้บริหารโครงการ หัวหน้าโครงการ และ/หรือผู้ร่วมวิจัย) ระบุเดือน และปีที่เริ่มต้นและสิ้นสุด)



ทะเบียนรังรองเลขที่ 1.008721

คำขอแจ้งข้อมูลเลขที่ 385559

หนังสือแสดงการแจ้งข้อมูลลิขสิทธิ์

ออกให้เพื่อแสดงว่า

มหาวิทยาลัยแม่โจ้

ได้แจ้งข้อมูลลิขสิทธิ์ไว้ต่อกรมทรัพย์สินทางปัญญา

เมื่อวันที่ 10 เดือน สิงหาคม พ.ศ. 2563

ประเภทงาน วรรณกรรม ลักษณะงาน โปรแกรมคอมพิวเตอร์

ชื่อผลงาน แอปพลิเคชัน Smart NPK

ออกให้ ณ วันที่ 14 เดือน สิงหาคม พ.ศ. 2563

ลงชื่อ.....

(นางธนิตฐา โชติดิตร)

นักวิชาการพาณิชย์ชำนาญการ

ปฏิบัติราชการแทนผู้อำนวยการกองลิขสิทธิ์

หมายเหตุ เอกสารนี้มิได้รับรองความเป็นเจ้าของลิขสิทธิ์



ทะเบียนข้อมูลเลขที่ 1.D08720

คำขอแจ้งข้อมูลเลขที่ 385562

หนังสือแสดงการแจ้งข้อมูลลิขสิทธิ์

ออกให้เพื่อแสดงว่า

มหาวิทยาลัยแม่โจ้

ได้แจ้งข้อมูลลิขสิทธิ์ไว้ต่อกรมทรัพย์สินทางปัญญา

เมื่อวันที่ 10 เดือน สิงหาคม พ.ศ. 2563

ประเภทงานวรรณกรรม ลักษณะงาน โปรแกรมคอมพิวเตอร์

ชื่อผลงาน แอปพลิเคชัน Smart NPK VERSION 2

ออกให้ ณ วันที่ 14 เดือน สิงหาคม พ.ศ. 2563

ลงชื่อ.....

(นางธนัญญา ใจดีดิลก)

นักวิชาการพาณิชย์ชำนาญการ

ปฏิบัติราชการแทนผู้อำนวยการกองลิขสิทธิ์

หมายเหตุ เอกสารนี้มีไว้รับรองความเป็นเจ้าของลิขสิทธิ์