

# หัวข้อเค้าโครงเรื่องของผลงาน (รายงานสำรวจดิน)

๑. ชื่อผลงาน การประเมินและทำแผนที่สุขภาพดินแบบดิจิทัลเพื่อกำหนดแนวทางการบริหารจัดการทรัพยากรดินเชิงพื้นที่ในลุ่มน้ำสาขาแม่น้ำอิงตอนบน

๒. ระยะเวลาที่ดำเนินการ ตุลาคม ๒๕๖๗ - ธันวาคม ๒๕๖๘

๓. ความรู้ทางวิชาการหรือแนวคิดที่ใช้ในการดำเนินการ

๓.๑ ความรู้ด้านการสำรวจดิน การศึกษาลักษณะสัญญาณของดิน การจำแนกดิน และการจัดทำหน่วยแผนที่ดิน เพื่อกำหนดจุดเก็บตัวอย่างดิน และวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะดิน ภูมิลักษณะ และการใช้ประโยชน์ที่ดิน ซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญในการจัดทำข้อมูลทรัพยากรดินและการประเมินศักยภาพของดินในพื้นที่ศึกษา

๓.๒ ความรู้ด้านสมบัติดินทั้งด้านกายภาพ เคมี และชีวภาพ รวมถึงแนวคิดการประเมินสุขภาพดิน โดยใช้ดัชนีชี้วัดสุขภาพดินตามกรอบแนวคิด Cornell Soil Health Assessment (CASH) และปรับเกณฑ์การประเมินให้เหมาะสมกับสภาพดินในเขตร้อนชื้นของประเทศไทย เพื่อสะท้อนศักยภาพและข้อจำกัดของดินในพื้นที่ศึกษา

๓.๓ ความรู้ด้านภูมิสารสนเทศและการทำแผนที่ดินแบบดิจิทัล เพื่อวิเคราะห์การกระจายตัวของสุขภาพดินในเชิงพื้นที่ โดยบูรณาการข้อมูลสมบัติดิน ข้อมูลภูมิประเทศ ภาพถ่ายดาวเทียม และข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน ร่วมกับการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงสถิติและแบบจำลอง เพื่อจัดทำแผนที่สุขภาพดินสำหรับใช้ในการวางแผนจัดการทรัพยากรดินในพื้นที่

๓.๔ ความรู้ด้านการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติในการประมวลผลและตีความข้อมูลสมบัติดินและดัชนีสุขภาพดิน เพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ และประเมินความแตกต่างของสมบัติดินตามลักษณะภูมิลักษณะและการใช้ประโยชน์ที่ดิน รวมทั้งใช้เทคนิคทางสถิติและแบบจำลองในการตรวจสอบความแม่นยำของผลการพยากรณ์และสนับสนุนการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ของสุขภาพดิน

๔. สรุปสาระและขั้นตอนการดำเนินการ

๔.๑ สรุปสาระ

ปัจจุบันพื้นที่การเกษตรของประเทศไทยกำลังเผชิญกับปัญหาการเสื่อมโทรมของดินจากการใช้ประโยชน์ที่ดินอย่างไม่เหมาะสม ส่งผลกระทบต่อสมดุลของระบบนิเวศดินและความมั่นคงทางอาหารในระยะยาว แนวคิดสุขภาพดิน (soil health) จึงได้รับการยอมรับในฐานะกรอบการทำงานสำคัญสำหรับการบริหารจัดการทรัพยากรดินอย่างยั่งยืน การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ (๑) ประยุกต์ใช้ระบบการประเมินสุขภาพดิน Cornell Soil Health Assessment (CASH) ให้เหมาะสมกับสภาพดินเขตร้อนชื้น (๒) จัดทำฐานข้อมูลสุขภาพดินตามลักษณะภูมิลักษณะและการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนเชิงพื้นที่

และ (๓) เสนอแนวทางการจัดการดินที่สอดคล้องกับข้อจำกัดสุขภาพดินเฉพาะพื้นที่ในลุ่มน้ำสาขาแม่น้ำอิงตอนบน โดยมีผลการศึกษา ดังนี้

๔.๑.๑ ทรัพยากรดินในพื้นที่ศึกษา การสำรวจและจำแนกดินระดับมาตราส่วน ๑:๒๕,๐๐๐ พบหน่วยแผนที่ดินจำนวน ๔๔ หน่วย โดยดินส่วนใหญ่จัดอยู่ในอันดับอัลทิซอลส์ (Ultisols) และแอลฟิซอลส์ (Alfisols) ซึ่งเป็นลักษณะเด่นของดินในเขตร้อนชื้น โดยดินส่วนใหญ่มีความเป็นกรดสูง มีปริมาณธาตุอาหารพืชและอินทรีย์วัตถุต่ำ และมีความแน่นทึบของดินค่อนข้างสูง ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของรากพืชและการเคลื่อนที่ของน้ำในดิน นอกจากนี้ยังพบความแตกต่างเชิงพื้นที่ของสมบัติดิน โดยพื้นที่ลุ่มมีอินทรีย์วัตถุและกิจกรรมจุลินทรีย์สูงกว่าพื้นที่ดอน ทั้งนี้การวิเคราะห์ข้อมูลแสดงให้เห็นว่าอินทรีย์วัตถุในดินและปริมาณ active carbon เป็นปัจจัยสำคัญที่มีอิทธิพลต่อสุขภาพดินโดยรวม

๔.๑.๒ การประยุกต์ใช้ระบบ Cornell Soil Health Assessment (CASH) ในประเทศไทย การศึกษานี้ได้ประยุกต์ใช้ระบบ CASH และปรับเกณฑ์การประเมินให้เหมาะสมกับสภาพดินในเขตร้อนชื้นของประเทศไทย โดยใช้ข้อมูลค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากพื้นที่จริงในการคำนวณคะแนนสุขภาพดิน ผลการประเมินพบว่าคะแนนสุขภาพดินเฉลี่ยของพื้นที่ลุ่มน้ำอิงตอนบนอยู่ที่ประมาณ ๔๔ คะแนน จัดอยู่ในระดับสุขภาพดินปานกลาง อย่างไรก็ตามยังพบข้อจำกัดสำคัญ ได้แก่ ความเป็นกรดของดินและความสามารถในการกักเก็บน้ำต่ำ ซึ่งเป็นประเด็นสำคัญที่ต้องได้รับการปรับปรุงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตทางการเกษตรและความยั่งยืนของทรัพยากรดิน

๔.๑.๓ ปัจจัยที่มีผลต่อสุขภาพดิน การวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อสุขภาพดินพบว่า ภูมิลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดิน และชั้นขนาดอนุภาคดิน มีอิทธิพลต่อสมบัติดินหลายด้าน แม้ว่าคะแนนสุขภาพดินโดยรวมจะไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่สมบัติดินบางดัชนีชี้วัด เช่น ความแข็งของดิน ความคงทนของเม็ดดิน และความจุความชื้นที่เป็นประโยชน์ มีความแตกต่างอย่างชัดเจนระหว่างสภาพพื้นที่และการใช้ประโยชน์ที่ดิน

๔.๑.๔ การจัดทำแผนที่สุขภาพดินดิจิทัล การศึกษานี้ได้พัฒนาแผนที่สุขภาพดินเชิงพื้นที่ด้วยแบบจำลอง XGBoost ความละเอียด ๑๐ เมตร โดยแบบจำลองมีค่าความแม่นยำอยู่ในระดับปานกลาง ( $R^2$  ประมาณ ๐.๖๐ - ๐.๗๐) และสามารถระบุปัจจัยเชิงพื้นที่ที่มีอิทธิพลต่อสุขภาพดินได้อย่างชัดเจน เช่น ความสูง ความลาดชัน และทิศทางลาดของพื้นที่ รวมถึงข้อมูลสเปกตรัมจากดาวเทียม Sentinel-๒ ผลการวิเคราะห์แสดงให้เห็นว่าพื้นที่ส่วนใหญ่ดินมีสุขภาพอยู่ในระดับปานกลางถึงดี ขณะที่พื้นที่ลาดเชิงเขาทางด้านตะวันตกและตอนเหนือมีแนวโน้มเสี่ยงต่อการเสื่อมโทรมของดิน

๔.๑.๕ แนวทางการจัดการดินเชิงพื้นที่ตามข้อจำกัด แนวทางการจัดการดินมุ่งเน้นการแก้ไขข้อจำกัดของดินที่รุนแรงที่สุด (คะแนนสุขภาพดินอยู่ระหว่าง ๐ - ๒๐ คะแนน) ได้แก่ ปัญหาดินเป็นกรดและความสามารถในการกักเก็บน้ำต่ำ สำหรับพื้นที่นาข้าวบริเวณตะพักตะกอนน้ำพา ควรปรับปรุงดินด้วยปูนโดโลไมต์ ๖๐ - ๑๒๕ กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับการปลูกปุ๋ยพืชสดและการจัดการน้ำแบบเปียกสลับแห้ง ในพื้นที่เพาะปลูกพืชไร่ ควรปรับค่าปฏิกิริยาดินด้วยโดโลไมต์อัตรา ๒๐๐ - ๔๐๐ กิโลกรัมต่อไร่ พร้อมเพิ่มอินทรีย์วัตถุด้วยปุ๋ยคอกหรือปุ๋ยหมัก ผลัดกัน พด. และการคลุมดิน ขณะที่พื้นที่ปลูกไม้ผลและไม่ยืนต้น ควรแก้ปัญหาปริมาณฟอสฟอรัสต่ำโดยใช้หินฟอสเฟตหรือปุ๋ยฟอสฟอรัสแบบเฉพาะจุด ร่วมกับการจัดการระบบระบายน้ำส่วนพื้นที่ลาดชันควรใช้มาตรการอนุรักษ์ดินร่วมด้วย เพื่อลดการชะล้างพังทลาย

จากผลการศึกษาในครั้งนี้ สามารถนำไปใช้เป็นฐานข้อมูลและแนวทางในการกำหนดมาตรการจัดการดินเชิงพื้นที่เพื่อปรับปรุงสุขภาพดินในลุ่มน้ำสาขาแม่น้ำอิงตอนบน โดยมุ่งเน้นการพัฒนาสมบัติดินทั้งด้านกายภาพ เคมี และชีวภาพ ควบคู่กับการดำเนินมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ โดยเฉพาะในพื้นที่ลาดชันที่มีความเสี่ยงต่อการชะล้างพังทลายของดิน นอกจากนี้ การบูรณาการข้อมูลสุขภาพดินร่วมกับการวางแผนพัฒนาที่ดินในระดับลุ่มน้ำ จะช่วยสนับสนุนการวางแผนเชิงนโยบายในพื้นที่เขตลุ่มน้ำพัฒนาที่ดินของจังหวัดพะเยา เพื่อกำหนดมาตรการจัดการดินที่เหมาะสมกับศักยภาพของพื้นที่ เพิ่มประสิทธิภาพการใช้ทรัพยากรดิน และเป็นพื้นฐานสำคัญสำหรับการบริหารจัดการทรัพยากรดินอย่างยั่งยืนในระยะยาว

#### ๔.๒ ขั้นตอนการดำเนินการ

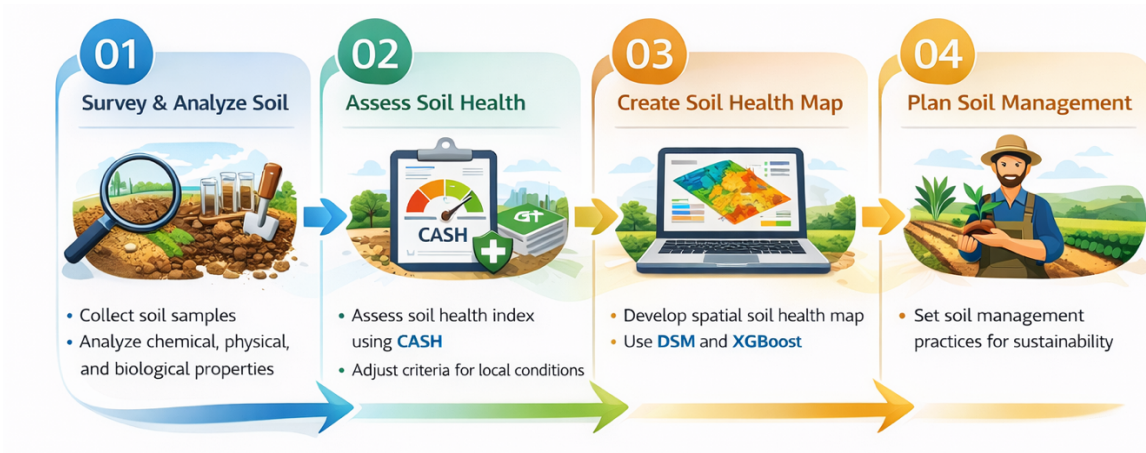
การศึกษาวิจัยในครั้งนี้สามารถสรุปขั้นตอนการดำเนินงานได้ ๔ ข้อ (ภาพที่ ๑) ดังนี้

๔.๒.๑ การรวบรวมและบูรณาการข้อมูลพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับทรัพยากรดินและสภาพแวดล้อมของพื้นที่ศึกษา จากนั้นดำเนินการสำรวจและจำแนกดินในระดับมาตราส่วน ๑:๒๕,๐๐๐ เพื่อจัดทำข้อมูลหน่วยแผนที่ดินและลักษณะภูมิลักษณะของพื้นที่ ต่อมามีการกำหนดจุดเก็บตัวอย่างดินจำนวน ๘๕ จุด เพื่อเป็นตัวแทนของสภาพดินในพื้นที่ศึกษา และนำตัวอย่างดินไปวิเคราะห์สมบัติดินทางกายภาพ เคมี และชีวภาพในห้องปฏิบัติการ

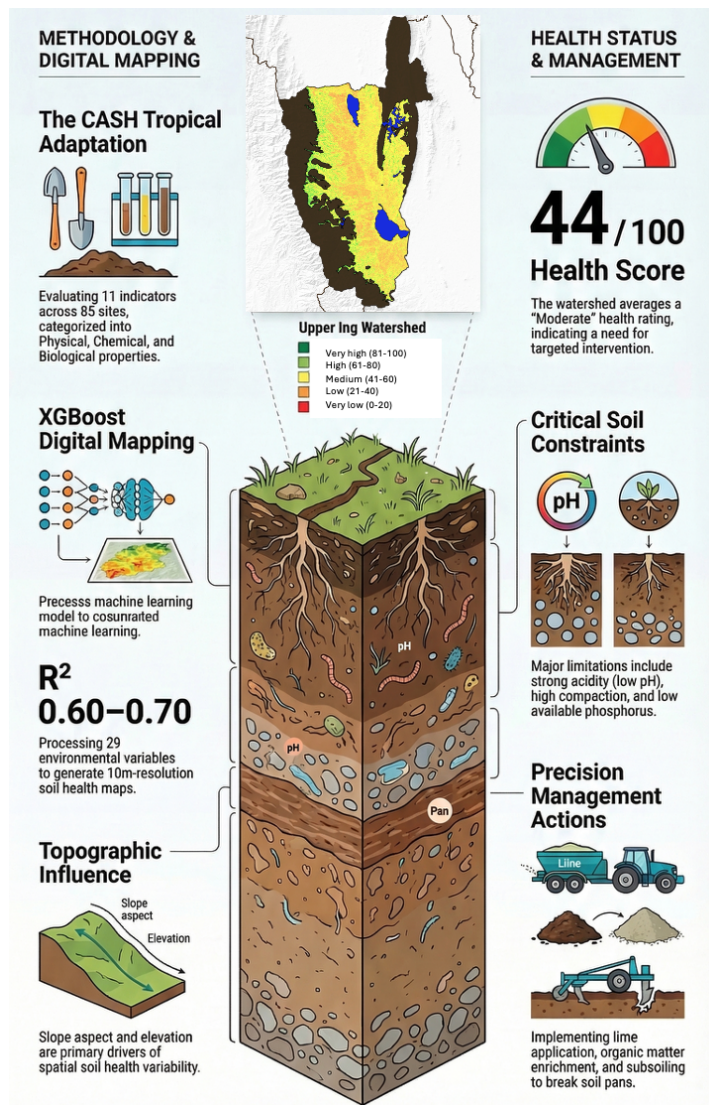
๔.๒.๒ ข้อมูลสมบัติดินที่ได้ถูกนำมาประเมินค่าดัชนีสุขภาพดินโดยประยุกต์ใช้ระบบ Cornell Soil Health Assessment (CASH) พร้อมปรับเกณฑ์การประเมินให้เหมาะสมกับสภาพดินในเขตร้อนชื้นของประเทศไทย เพื่อให้สามารถแสดงสภาพสุขภาพดินของพื้นที่ศึกษาได้อย่างเหมาะสม จากนั้นจึงนำข้อมูลสุขภาพดินที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวนของสุขภาพดินตามลักษณะภูมิลักษณะและการใช้ประโยชน์ที่ดิน

๔.๒.๓ พัฒนาแผนที่สุขภาพดินเชิงพื้นที่โดยใช้แนวคิด Digital Soil Mapping (DSM) ร่วมกับแบบจำลอง XGBoost ซึ่งใช้ข้อมูลตัวแปรสิ่งแวดล้อม เช่น ข้อมูลภูมิประเทศ ภาพถ่ายดาวเทียม และข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน เป็นตัวแปรสิ่งแวดล้อม เพื่อคาดการณ์การกระจายตัวของคะแนนสุขภาพดินในพื้นที่ นอกจากนี้มีการวิเคราะห์ความสำคัญของตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อสุขภาพดินด้วยเทคนิค SHAP (SHapley Additive Explanations) เพื่ออธิบายบทบาทของปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่ส่งผลต่อความแปรปรวนของสุขภาพดิน

๔.๒.๔ ผลการประเมินสุขภาพดินและแผนที่สุขภาพดินเชิงพื้นที่ที่ถูกนำมาวิเคราะห์ร่วมกับสภาพการใช้ประโยชน์ที่ดินและลักษณะภูมิลักษณะ เพื่อกำหนดแนวทางการจัดการดินที่เหมาะสมในระดับพื้นที่ เช่น การปรับปรุงความเป็นกรดของดิน การเพิ่มอินทรีย์วัตถุ การลดความแน่นทึบของดิน และการดำเนินมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ ทั้งนี้เพื่อสนับสนุนการบริหารจัดการทรัพยากรดินอย่างยั่งยืนในพื้นที่ลุ่มน้ำสาขาแม่น้ำอิงตอนบนต่อไป



ภาพที่ ๑ ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย



ภาพที่ ๒ สรุปผลการศึกษาการประเมินและทำแผนที่สุขภาพดินแบบดิจิทัลเพื่อกำหนดแนวทางการบริหารจัดการทรัพยากรดินเชิงพื้นที่ในลุ่มน้ำสาขาแม่น้ำอิงตอนบน

## ๕. ผู้ร่วมดำเนินการ (ถ้ามี) -

### ๖. ส่วนของงานที่ผู้เสนอเป็นผู้ปฏิบัติ (ระบุรายละเอียดของผลงานพร้อมทั้งสัดส่วนของผลงาน)

นางสาวพิชามญชุ์ อินทะโม ตำแหน่ง นักสำรวจดินชำนาญการ

มีหน้าที่ วางแผนและออกแบบการศึกษา กำหนดพื้นที่ศึกษาและจุดเก็บตัวอย่างดิน สำรวจภาคสนามและเก็บตัวอย่างดิน รวมถึงรวบรวมและจัดการฐานข้อมูลสมบัติดินทั้งด้านกายภาพ เคมี และชีวภาพ รวมทั้งวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ ประเมินสุขภาพดินตามกรอบแนวคิด Cornell Soil Health Assessment (CASH) และวิเคราะห์เชิงพื้นที่ เพื่อจัดทำแผนที่สุขภาพดินเชิงดิจิทัลของพื้นที่ศึกษา และเขียนรายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ ปฏิบัติงานร้อยละ ๑๐๐

### ๗. ผลสำเร็จของงาน (เชิงปริมาณ/คุณภาพ)

#### ๗.๑ เชิงปริมาณ

๗.๑.๑ ฐานข้อมูลจุดสำรวจดินได้จัดทำฐานข้อมูลสมบัติดินครอบคลุมด้านกายภาพ เคมี และชีวภาพ จากจุดตัวอย่างดินจำนวน ๘๕ จุด ครอบคลุมพื้นที่เกษตรกรรม พื้นที่ลุ่มน้ำสาขาแม่น้ำอิงตอนบน

๗.๑.๒ แผนที่สุขภาพดินดิจิทัลที่มีความละเอียดเชิงพื้นที่ระดับ ๑๐ เมตร ครอบคลุมพื้นที่ลุ่มน้ำสาขาแม่น้ำอิงตอนบน ๑ ฉบับ

#### ๗.๒ เชิงคุณภาพ

๗.๒.๑ ทำให้เกิดองค์ความรู้ด้าน การประเมินสุขภาพดินที่เหมาะสมกับสภาพดินในเขตร้อนชื้นของประเทศไทย โดยประยุกต์ใช้กรอบแนวคิด Cornell Soil Health Assessment (CASH)

๗.๒.๒ สามารถระบุข้อจำกัดของดินและปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อสุขภาพดินในพื้นที่ศึกษา ซึ่งเป็นข้อมูลสำคัญในการกำหนดแนวทางการจัดการดินอย่างเหมาะสม

๗.๒.๓ ผลการศึกษาสามารถนำไปใช้เป็น ข้อมูลประกอบการวางแผนการจัดการทรัพยากรดิน และการใช้ที่ดินเชิงพื้นที่ รวมทั้งสนับสนุนการพัฒนาฐานข้อมูลดินและงานวิจัยด้านสุขภาพดินในอนาคต

### ๘. ประโยชน์ที่ได้รับ

๘.๑ ได้ฐานข้อมูลและแผนที่สุขภาพดินเชิงพื้นที่ ของลุ่มน้ำสาขาแม่น้ำอิงตอนบน ซึ่งสามารถใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการวางแผนและบริหารจัดการทรัพยากรดินในระดับพื้นที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

๘.๒ สามารถระบุข้อจำกัดของดินและกำหนดแนวทางการจัดการดินเฉพาะพื้นที่ เช่น การปรับปรุงความเป็นกรดของดิน การเพิ่มอินทรีย์วัตถุ และการอนุรักษ์ดินและน้ำ เพื่อเพิ่มศักยภาพการผลิตทางการเกษตรอย่างยั่งยืน

๘.๓ สนับสนุนการพัฒนาระบบข้อมูลดินและการตัดสินใจเชิงนโยบาย โดยผลการศึกษาและแผนที่สุขภาพดินสามารถนำไปใช้ประกอบการวางแผนพัฒนาที่ดิน การกำหนดมาตรการฟื้นฟูดิน และการบริหารจัดการทรัพยากรดินในเขตนุ่มน้ำพัฒนาที่ดิน และระดับประเทศต่อไปได้

## ๙. ความยุ่งยากในการดำเนินการ/ปัญหา/อุปสรรค

๙.๑ ข้อจำกัดด้านงบประมาณในการดำเนินงาน การดำเนินการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับการสำรวจภาคสนาม การเก็บตัวอย่างดิน การวิเคราะห์สมบัติดินทั้งด้านกายภาพ เคมี และชีวภาพ ตลอดจนการประมวลผลข้อมูลเชิงพื้นที่ จำเป็นต้องใช้งบประมาณค่อนข้างสูง ทำให้ขอบเขตของการเก็บตัวอย่างและการวิเคราะห์ข้อมูลมีข้อจำกัดในบางส่วน

๙.๒ จำนวนตัวอย่างดินยังมีข้อจำกัดต่อการพัฒนาดัชนีชี้วัดสุขภาพดินระดับประเทศ แม้ว่าการศึกษานี้ได้เก็บตัวอย่างดินในพื้นที่ศึกษาอย่างครอบคลุม แต่จำนวนตัวอย่างยังคงมีข้อจำกัดเมื่อพิจารณาในระดับประเทศ ซึ่งอาจยังไม่เพียงพอต่อการกำหนดดัชนีชี้วัดสุขภาพดินที่เหมาะสมสำหรับประเทศไทย ในภาพรวม จำเป็นต้องมีการเพิ่มจำนวนตัวอย่างและขยายพื้นที่ศึกษาเพิ่มเติมในอนาคต

## ๑๐. ข้อเสนอแนะ

๑๐.๑ ควรมีการขยายการประเมินสุขภาพดินไปยังพื้นที่อื่นเพิ่มเติม เพื่อให้ได้ฐานข้อมูลสุขภาพดินที่ครอบคลุมในระดับประเทศ และสามารถคัดเลือกดัชนีชี้วัดสุขภาพดินที่เหมาะสมกับสภาพพื้นที่และดินในแต่ละภูมิภาค ซึ่งจะช่วยสนับสนุนการวางแผนการจัดการทรัพยากรดินและการกำหนดนโยบายด้านการใช้ที่ดินได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

๑๐.๒ ควรมีการติดตามและประเมินสุขภาพดินอย่างต่อเนื่อง การติดตามการเปลี่ยนแปลงของสุขภาพดินในระยะยาวจะช่วยให้สามารถประเมินผลของการจัดการดินและมาตรการปรับปรุงดินได้อย่างชัดเจน รวมทั้งสามารถปรับปรุงแนวทางการจัดการดินให้เหมาะสมกับสภาพพื้นที่และสภาพการใช้ประโยชน์ที่ดินที่เปลี่ยนแปลงไป

๑๐.๓ ควรพัฒนาและบูรณาการเทคโนโลยีดิจิทัลในการจัดการข้อมูลสุขภาพดิน การพัฒนาระบบฐานข้อมูลและแผนที่สุขภาพดินในรูปแบบดิจิทัล รวมถึงการเชื่อมโยงกับระบบภูมิสารสนเทศและแพลตฟอร์มข้อมูลดินระดับประเทศ จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดเก็บ วิเคราะห์ และเผยแพร่ข้อมูลเพื่อสนับสนุนการบริหารจัดการทรัพยากรดินและการตัดสินใจเชิงนโยบายได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

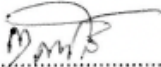
ขอรับรองว่าผลงานดังกล่าวข้างต้นเป็นความจริงทุกประการ

ลงชื่อ..... พิชามณู อินตะโม

(นางสาวพิชามณู อินตะโม)

ผู้ขอประเมิน  
วันที่..... ๖ / มี.ค. / ๖๕

ได้ตรวจสอบแล้วขอรับรองว่าผลงานดังกล่าวข้างต้นถูกต้องตรงกับความเป็นจริงทุกประการ

ลงชื่อ.....

(นายกฤติไสภณ ดวงกลม)

ผู้อำนวยการกลุ่มมาตรฐานการสำรวจจำแนกดิน

วันที่ ๒๖ / ๕.๓. / ๒๕๖๓

(ผู้บังคับบัญชาที่ควบคุมดูแลการดำเนินการ)

ลงชื่อ.....

(นายสิทธิระ อุดมศรี)

ผู้อำนวยการกองสำรวจดินและวิจัยทรัพยากรดิน

วันที่ ๒๖ / ๕.๓. / ๒๕๖๓

# ข้อเสนอแนวทางการพัฒนาหรือปรับปรุงงาน

ของ นางสาวพิชามญชุ์ อินตะโม

เพื่อประกอบการแต่งตั้งให้ดำรงตำแหน่ง นักสำรวจดินชำนาญการพิเศษ ตำแหน่งเลขที่ ๓๐๑

กลุ่มมาตรฐานการสำรวจจำแนกดิน กองสำรวจดินและวิจัยทรัพยากรดิน

๑. เรื่อง การพัฒนาแผนที่สุขภาพดินเชิงสถานการณ์เพื่อสนับสนุนการจัดการดินและการใช้ที่ดินเชิงพื้นที่อย่างยั่งยืน

## ๒. หลักการและเหตุผล

ดินเป็นระบบเชิงพลวัตที่ประกอบด้วยกระบวนการทางกายภาพ เคมี และชีวภาพซึ่งมีปฏิสัมพันธ์กันอย่างซับซ้อน ภายใต้กรอบแนวคิด สุขภาพดิน (soil health) ดินถูกพิจารณาเป็นระบบนิเวศที่มีความสามารถในการทำหน้าที่ (soil functions) เพื่อรองรับการผลิตอาหาร การควบคุมวัฏจักรธาตุอาหาร การกักเก็บคาร์บอน และการรักษาสมดุลสิ่งแวดล้อม อย่างไรก็ตาม การประเมินสุขภาพของทรัพยากรดินในประเทศไทยยังพบช่องว่างทางองค์ความรู้ที่สำคัญ คือ แม้ข้อมูลที่มีอยู่สามารถอธิบายสถานะของสุขภาพดินได้อย่างดีเยี่ยมแต่ยังไม่สามารถอธิบายสาเหตุที่เกิดจากรูปแบบการจัดการของเกษตรกรได้อย่างเป็นรูปธรรมและเชิงปริมาณ ข้อมูล เช่น ประเภทและปริมาณปุ๋ยที่ใช้ (เคมี/อินทรีย์) วิธีการและความถี่ในการไถพรวน ระบบการให้น้ำ หรือการจัดการเศษซากพืช ล้วนเป็นปัจจัยสำคัญที่ควบคุมพลวัตของสมบัติดินโดยตรง การขาดข้อมูลในส่วนนี้ทำให้ข้อเสนอแนะเชิงจัดการยังคงมีลักษณะเป็นภาพกว้างและไม่จำเพาะเจาะจงกับแนวปฏิบัติจริงของเกษตรกร รูปแบบการจัดการดิน เช่น ความเข้มข้นของการไถพรวน ความหลากหลายของพืชปลูก การจัดการเศษซากพืช และการใช้วัสดุอินทรีย์ ส่งผลต่อโครงสร้างดิน กิจกรรมของจุลินทรีย์ และความสามารถในการทำหน้าที่ของดินอย่างมีนัยสำคัญ การพัฒนาระบบประเมินสุขภาพดินที่ไม่บูรณาการปัจจัยการจัดการจึงมีข้อจำกัดในการอธิบายความแปรปรวนของคุณภาพดินภายใต้ระบบการใช้ที่ดินที่แตกต่างกัน

แม้ว่าประเทศไทยจะมีฐานข้อมูลทรัพยากรดินและข้อมูลสมบัติดินจำนวนมากจากการสำรวจดินในอดีต (legacy data) ซึ่งยังไม่สามารถสะท้อนพลวัตของสุขภาพดินที่เปลี่ยนแปลงตามระบบการจัดการทางการเกษตรได้อย่างครบถ้วน อีกทั้งยังขาดการเชื่อมโยงข้อมูลสมบัติดินเข้ากับข้อมูลเชิงการจัดการของเกษตรกรในระดับพื้นที่ เช่น ระบบพืชปลูก การจัดการเศษซากพืช หรือการใช้วัสดุอินทรีย์ ส่งผลให้การประเมินสุขภาพดินยังไม่สามารถอธิบายกลไกการเปลี่ยนแปลงของคุณภาพดินภายใต้ระบบการผลิตที่แตกต่างกันได้อย่างเป็นระบบ

ดังนั้นการพัฒนาระบบประเมินสุขภาพดินของประเทศไทยที่บูรณาการข้อมูลสมบัติดินพื้นฐาน ดัชนีชี้วัดสุขภาพดิน และข้อมูลการจัดการดินและการเกษตร เพื่อสร้างแผนที่สุขภาพดินเชิงสถานการณ์ (scenario-based soil health mapping) จึงเป็นแนวทางสำคัญในการยกระดับการใช้ข้อมูลดิน ไปสู่การสร้างองค์ความรู้เชิงระบบที่สามารถสนับสนุนการวางแผนและการตัดสินใจด้านการบริหารจัดการทรัพยากรดินในระดับพื้นที่ และระดับประเทศได้อย่างมีประสิทธิภาพ

### ๓. บทวิเคราะห์/แนวความคิด/ข้อเสนอ และข้อจำกัดที่อาจเกิดขึ้นและแนวทางแก้ไข

#### ๓.๑ บทวิเคราะห์/แนวความคิด

สุขภาพดิน (soil health) เป็นแนวคิดเชิงระบบที่สะท้อนปฏิสัมพันธ์ระหว่างสมบัติดินพื้นฐาน การใช้ประโยชน์ที่ดิน และแนวปฏิบัติด้านการจัดการดินและการเกษตร ดินจึงไม่ได้ถูกพิจารณาเพียงในฐานะตัวกลางสำหรับการเจริญเติบโตของพืชเท่านั้น แต่ยังเป็นระบบนิเวศที่มีบทบาทสำคัญต่อการผลิตอาหาร การหมุนเวียนธาตุอาหาร การกักเก็บคาร์บอน และการรักษาสมดุลของสิ่งแวดล้อม สมบัติดินพื้นฐานส่วนใหญ่มีลักษณะค่อนข้างคงที่ในเชิงเวลา เนื่องจากถูกกำหนดโดยกระบวนการเกิดดินในระยะยาว เช่น ภูมิอากาศ วัสดุต้นกำเนิด ลักษณะภูมิประเทศ เวลา และปัจจัยชีวภาพ ในขณะที่สมบัติดินเชิงพลวัตซึ่งสะท้อนผ่านดัชนีชี้วัดสุขภาพดินสามารถเปลี่ยนแปลงได้ และได้รับอิทธิพลโดยตรงจากรูปแบบการใช้ที่ดินและการจัดการดินในระยะสั้นถึงระยะกลาง แม้ว่าสมบัติดินทั้งสองประเภทจะยังคงมีปฏิสัมพันธ์ต่อกันอย่างต่อเนื่องก็ตาม (Doran and Zeiss, ๒๐๐๐; Moebius-Clune *et al.*, ๒๐๑๖) อย่างไรก็ตามการประเมินสุขภาพดินในทางปฏิบัติยังคงมีข้อจำกัดสำคัญ เนื่องจากมักพิจารณาสมบัติดินในลักษณะแยกส่วน โดยไม่ได้เชื่อมโยงเข้ากับบริบทของการใช้ที่ดินและการจัดการดินอย่างเป็นระบบ ส่งผลให้ไม่สามารถอธิบายกลไกการเปลี่ยนแปลงของคุณภาพดินภายใต้ระบบการผลิตที่แตกต่างกันอย่างครบถ้วน ทั้งนี้มีหลักฐานเชิงประจักษ์จำนวนมากแสดงให้เห็นว่ารูปแบบการจัดการดิน เช่น ความเข้มข้นของการไถพรวน ความหลากหลายของพืชปลูก และการจัดการอินทรีย์วัตถุในดิน เป็นตัวขับเคลื่อนสำคัญของดัชนีชี้วัดสุขภาพดิน และสามารถอธิบายความแปรปรวนของสุขภาพดินได้ในสัดส่วนที่สูงกว่าสมบัติดินพื้นฐานเพียงอย่างเดียว (Lal, ๒๐๑๖; Bünemann *et al.*, ๒๐๑๘; Giuliani *et al.*, ๒๐๒๔) การตระหนักถึงบทบาทของสมบัติดินพื้นฐานต่อระดับสุขภาพดินได้นำไปสู่การพัฒนาเกณฑ์อ้างอิงของดัชนีชี้วัดสุขภาพดินที่จำแนกตามลักษณะเนื้อดินและสภาพภูมิอากาศ เพื่อช่วยลดอคติในการเปรียบเทียบค่าดัชนีชี้วัดระหว่างพื้นที่ที่มีสมบัติดินแตกต่างกัน (Nunes *et al.*, ๒๐๒๑) อย่างไรก็ตามความสัมพันธ์เชิงปฏิสัมพันธ์ระหว่างภูมิอากาศ สมบัติดินพื้นฐาน และรูปแบบการใช้ที่ดินหรือการจัดการดินที่มีผลต่อระดับสุขภาพดินในเชิงพื้นที่และเชิงเวลา ยังมีการศึกษาอย่างจำกัด โดยเฉพาะในบริบทของประเทศเขตร้อนที่มีความหลากหลายของระบบการใช้ที่ดินและรูปแบบการจัดการสูง เช่น ประเทศไทย

จากช่องว่างขององค์ความรู้ดังกล่าว งานวิจัยนี้จึงมุ่งพัฒนารอบการประเมินสุขภาพดินเชิงกระบวนการ โดยบูรณาการดัชนีชี้วัดสุขภาพดินด้านกายภาพ เคมี และชีวภาพ เข้ากับข้อมูลการใช้ที่ดิน ระบบการเพาะปลูกพืช และตัวแปรเชิงการจัดการที่สะท้อนการผลิตชีวมวลและการหมุนเวียนอินทรีย์วัตถุในดิน แนวทางดังกล่าวอาศัยความก้าวหน้าของการทำแผนที่ดินแบบดิจิทัล (digital soil mapping) ซึ่งบูรณาการข้อมูลจุดสำรวจดินเข้ากับตัวแปรสิ่งแวดล้อมเชิงพื้นที่ เช่น ข้อมูลภูมิประเทศ ภูมิอากาศ การใช้ประโยชน์ที่ดิน และดัชนีจากภาพถ่ายดาวเทียม เพื่อสร้างแบบจำลองเชิงพยากรณ์ของดัชนีชี้วัดสุขภาพดิน โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้ของเครื่อง (machine learning) ในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงซับซ้อนระหว่างตัวแปรต่าง ๆ (Rubio *et al.*, ๒๐๒๕)

นอกจากการประเมินสถานะสุขภาพดิน การศึกษานี้ขยายไปสู่การพัฒนาแผนที่สุขภาพดินเชิงสถานการณ์ (scenario-based soil health mapping) เพื่อจำลองผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการใช้ที่ดินและแนวปฏิบัติด้านการจัดการดินต่อสุขภาพดินในเชิงพื้นที่และเชิงเวลา โดยแบบจำลองที่พัฒนาขึ้นจะถูกใช้ในการจำลองการตอบสนองของดัชนีชี้วัดสุขภาพดินภายใต้สถานการณ์การจัดการดินที่แตกต่างกัน เช่น การลดความเข้มข้นของการไถพรวน การเพิ่มการใช้วัสดุอินทรีย์ การเปลี่ยนระบบพืชปลูก หรือการปรับ

รูปแบบการจัดการเศษซากพืช การเปรียบเทียบผลลัพธ์ของสุขภาพดินภายใต้สถานการณ์ต่าง ๆ กับสถานะปัจจุบัน จะช่วยให้สามารถประเมินแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงสุขภาพดินและประสิทธิผลของแนวทางการจัดการดินในเชิงพื้นที่ได้อย่างเป็นรูปธรรม (ภาพที่ ๑)

แนวทางการทำแผนที่สุขภาพดินเชิงสถานการณ์ดังกล่าวสอดคล้องกับทิศทางการพัฒนาการทำแผนที่สุขภาพดินเชิงดิจิทัลในระดับนานาชาติ ซึ่งมุ่งเปลี่ยนบทบาทของแผนที่สุขภาพดินจากเครื่องมือเชิงพรรณนาไปสู่เครื่องมือสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับการวางแผนจัดการทรัพยากรดินในระยะกลางถึงระยะยาว ทั้งนี้ ผลลัพธ์ของการศึกษาจะช่วยสนับสนุนการกำหนดเขตการจัดการดิน การจัดลำดับความสำคัญของพื้นที่ฟื้นฟูดิน และการกำหนดทางเลือกเชิงนโยบายด้านการใช้ที่ดินอย่างมีประสิทธิภาพ และมีความสอดคล้องกับนโยบายและภารกิจหลักของกรมพัฒนาที่ดินในด้านการพัฒนาระบบข้อมูลทรัพยากรดินของประเทศ ที่มุ่งเน้นการจัดทำและบูรณาการข้อมูลดินเชิงพื้นที่อย่างเป็นระบบ เพื่อใช้เป็นฐานข้อมูลสำคัญในการวิเคราะห์ วางแผน และสนับสนุนการตัดสินใจเชิงนโยบายด้านการบริหารจัดการทรัพยากรดินและที่ดินอย่างยั่งยืน รวมทั้งสอดคล้องกับแนวทางการพัฒนาเกษตรอัจฉริยะ และการบริหารจัดการทรัพยากรดินด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล ซึ่งเป็นทิศทางสำคัญของการพัฒนากรมพัฒนาที่ดินในอนาคต งานวิจัยและองค์ความรู้ที่พัฒนาขึ้นจึงไม่เพียงเป็นการยกระดับองค์ความรู้ด้านวิชาการเกี่ยวกับสุขภาพดิน แต่เป็นกลไกสำคัญในการสนับสนุนการดำเนินงานตามภารกิจของกรมพัฒนาที่ดิน ทั้งในด้านการพัฒนาระบบข้อมูลดินของประเทศ การวางแผนการใช้ที่ดินอย่างเหมาะสม และการขับเคลื่อนการเกษตรเชิงพื้นที่สู่ความยั่งยืนในระยะยาว

### ๓.๒ กรอบแนวคิด

กรอบแนวคิดของการศึกษานี้ตั้งอยู่บนสมมติฐาน คือ สุขภาพดินเป็นผลลัพธ์ของปฏิสัมพันธ์เชิงพลวัตระหว่างสมบัติดินพื้นฐาน ปัจจัยสิ่งแวดล้อม ระบบการใช้ที่ดิน และแนวปฏิบัติด้านการจัดการดิน ซึ่งสามารถอธิบายและคาดการณ์ได้ผ่านการบูรณาการข้อมูลเชิงพื้นที่ภายใต้กรอบการทำแผนที่ดินแบบดิจิทัล โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้ของเครื่องในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ และพัฒนาแบบจำลองสุขภาพดินเชิงพื้นที่ที่สามารถจำลองผลกระทบของสถานการณ์การจัดการดินต่อการเปลี่ยนแปลงสุขภาพดินในระยะยาว

### ๓.๓ วัตถุประสงค์

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนารอบการประเมินสุขภาพดินเชิงพื้นที่ที่บูรณาการสมบัติดินพื้นฐาน การใช้ประโยชน์ที่ดิน และรูปแบบการจัดการดิน เพื่อสนับสนุนการวางแผนการจัดการดินอย่างยั่งยืน ดังนี้

๑) เพื่อพัฒนาฐานข้อมูลสุขภาพดินเชิงบูรณาการ โดยเชื่อมโยงข้อมูลสมบัติดินด้านกายภาพ เคมี และชีวภาพ เข้ากับข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินและแนวปฏิบัติด้านการจัดการดินในระดับพื้นที่

๒) เพื่อพัฒนาแผนที่สุขภาพดินเชิงสถานการณ์ (scenario-based soil health mapping) สำหรับจำลองผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและการจัดการดินต่อสุขภาพดินในอนาคต

๓) เพื่อพัฒนาแนวทางการจัดการดินเชิงพื้นที่ เพื่อสนับสนุนการวางแผนการใช้ที่ดินและการฟื้นฟูดินอย่างยั่งยืน

### ๓.๔ ขั้นตอนการดำเนินงาน

การศึกษานี้ใช้แนวทางการวิเคราะห์เชิงบูรณาการ โดยใช้ข้อมูลดิน การใช้ที่ดิน และข้อมูลการจัดการดินเข้ากับเทคนิคการวิเคราะห์เชิงพื้นที่และการเรียนรู้ของเครื่อง เพื่อพัฒนาแบบจำลองสุขภาพดินเชิงพื้นที่ โดยแบ่งขั้นตอนการดำเนินงานออกเป็น ๕ ขั้นตอนหลัก ดังนี้

๑) การรวบรวมและบูรณาการข้อมูล รวบรวมข้อมูลสมบัติดินด้านกายภาพ เคมี และชีวภาพ จากฐานข้อมูลการสำรวจดินและผลการวิเคราะห์ตัวอย่างดิน รวมทั้งข้อมูลปัจจัยสิ่งแวดล้อม เช่น ภูมิประเทศ ภูมิอากาศ ภาพถ่ายดาวเทียม และแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน ตลอดจนข้อมูลแนวปฏิบัติด้านการจัดการดินของเกษตรกร เช่น การใช้ปุ๋ย ระบบพืชปลูก และการจัดการเศษซากพืช เพื่อนำมาบูรณาการเป็นฐานข้อมูลเชิงพื้นที่สำหรับการวิเคราะห์สุขภาพดิน

๒) การพัฒนาดัชนีสุขภาพดิน พัฒนาดัชนีสุขภาพดินโดยใช้ตัวชี้วัดที่ครอบคลุมสมบัติดินด้านกายภาพ เคมี และชีวภาพ ตามกรอบแนวคิดการประเมินสุขภาพดิน เช่น Cornell Soil Health Assessment (CASH) โดยแปลงค่าตัวชี้วัดแต่ละตัวเป็นคะแนนมาตรฐาน และรวมเป็นดัชนีสุขภาพดินแบบบูรณาการ เพื่อแสดงสถานะสุขภาพดินของพื้นที่ศึกษา

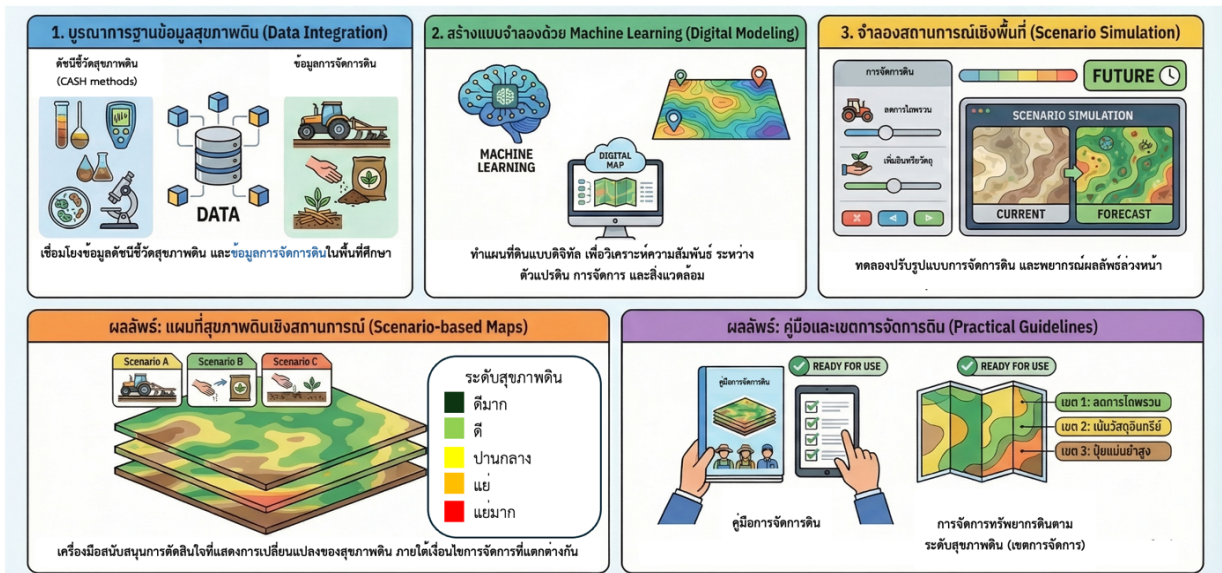
๓) การสร้างแบบจำลองสุขภาพดินเชิงพื้นที่ ใช้แนวทางการทำแผนที่ดินแบบดิจิทัล โดยนำข้อมูลดัชนีสุขภาพดินจากจุดตัวอย่างมาวิเคราะห์ร่วมกับตัวแปรสิ่งแวดล้อมและข้อมูลการจัดการดิน เพื่อพัฒนาแบบจำลองเชิงพยากรณ์ด้วยเทคนิคการเรียนรู้ของเครื่อง เช่น Random Forest หรือ Gradient Boosting สำหรับสร้างแผนที่สุขภาพดินเชิงพื้นที่

๔) การจำลองสถานการณ์การจัดการดิน นำแบบจำลองสุขภาพดินที่พัฒนาขึ้นมาใช้จำลองผลกระทบของแนวปฏิบัติด้านการจัดการดินภายใต้สถานการณ์ต่าง ๆ เช่น การเพิ่มการใช้วัสดุอินทรีย์ การลดการไถพรวน หรือการเปลี่ยนระบบพืชปลูก เพื่อประเมินแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของสุขภาพดินในเชิงพื้นที่

๕) การกำหนดเขตการจัดการดิน ใช้ผลการประเมินสุขภาพดินและผลการจำลองสถานการณ์ในการจำแนกพื้นที่ออกเป็นเขตการจัดการดิน โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ เพื่อกำหนดแนวทางการจัดการดินเฉพาะพื้นที่ที่เหมาะสม และสนับสนุนการวางแผนการใช้ที่ดินอย่างยั่งยืน

### ๓.๕ ข้อจำกัดที่อาจเกิดขึ้นและแนวทางแก้ไข

แนวทางการศึกษาอาจมีข้อจำกัดบางประการ เช่น ความไม่ครบถ้วนของข้อมูลการจัดการดินในระดับพื้นที่ หรือความไม่แน่นอนของแบบจำลองเชิงพยากรณ์ อย่างไรก็ตาม สามารถลดข้อจำกัดดังกล่าวได้โดยการบูรณาการข้อมูลจากหลายแหล่ง การใช้เทคนิคการวิเคราะห์เชิงพื้นที่และการเรียนรู้ของเครื่องเพื่อเพิ่มความแม่นยำของแบบจำลอง รวมทั้งการทดสอบและตรวจสอบผลลัพธ์ด้วยข้อมูลภาคสนาม



ภาพที่ ๑ ขั้นตอนการศึกษา เรื่อง การพัฒนาแผนที่สุขภาพดินเชิงสถานการณ์เพื่อสนับสนุนการจัดการดินและการใช้ที่ดินเชิงพื้นที่อย่างยั่งยืน

#### ๔. ผลที่คาดว่าจะได้รับ

๔.๑ ฐานข้อมูลสุขภาพดินเชิงบูรณาการ ที่เชื่อมโยงข้อมูลสมบัติดิน (กายภาพ เคมี ชีวภาพ) เข้ากับแนวปฏิบัติทางการจัดการของเกษตรกร ซึ่งจะเป็นทรัพยากรข้อมูลที่สำคัญสำหรับการวิจัยและการวางแผนในอนาคต

๔.๒ แบบจำลองสุขภาพดินเชิงพยากรณ์ที่ได้รับการปรับปรุง แบบจำลองการรับรู้ของเครื่อง (machine learning) ที่มีความแม่นยำสูงขึ้น สามารถทำนายสถานะสุขภาพดินและจำลองผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการจัดการได้

๔.๓ แผนที่เขตการจัดการดินเชิงพื้นที่ของพื้นที่ของพื้นที่ศึกษา ที่แบ่งพื้นที่ออกเป็นเขตย่อยตามความเหมาะสมในการจัดการดิน เพื่อสนับสนุนการวางแผนเชิงพื้นที่ที่แม่นยำ

๔.๔ เอกสารคู่มือสำหรับเกษตรกรและเจ้าหน้าที่ของกรมพัฒนาที่ดินหรือผู้ที่สนใจ โดยรวบรวมชุดคำแนะนำการจัดการดินที่เหมาะสมและปฏิบัติได้จริง โดยมีเนื้อหาที่ปรับให้สอดคล้องกับแต่ละเขตการจัดการดิน

๔.๕ แผนที่สุขภาพดินเชิงสถานการณ์ แผนที่เชิงพื้นที่ที่แสดงการเปลี่ยนแปลงของสุขภาพดินภายใต้สถานการณ์การจัดการดินที่แตกต่างกัน เพื่อใช้เป็นเครื่องมือสนับสนุนการตัดสินใจเชิงนโยบายและการวางแผนการจัดการดินในระดับพื้นที่และระดับประเทศ

๔.๖ องค์ความรู้ใหม่ด้านปัจจัยกำหนดสุขภาพดินในระบบเกษตรของประเทศไทย ซึ่งสามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติดินพื้นฐาน รูปแบบการใช้ที่ดิน และแนวปฏิบัติด้านการจัดการดินต่อการเปลี่ยนแปลงของสุขภาพดินในเชิงพื้นที่ และสามารถใช้เป็นฐานความรู้สำหรับการพัฒนานโยบายด้านการจัดการทรัพยากรดินในระยะยาว

๕. ตัวชี้วัดความสำเร็จ

๕.๑ มีพื้นที่นำร่องสำหรับการประยุกต์ใช้ระบบประเมินสุขภาพดิน อย่างน้อย ๑-๒ พื้นที่

๕.๒ มีผลงานเผยแพร่ทางวิชาการ อย่างน้อย ๑ เรื่อง ในวารสารวิชาการ หรือรายงานวิชาการ/  
เอกสารเชิงนโยบาย อย่างน้อย ๑ ฉบับ

๕.๓ พัฒนาแผนที่สุขภาพดินเชิงสถานการณ์ อย่างน้อย ๑-๒ สถานการณ์ เพื่อประเมินผลกระทบ  
ของการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการจัดการดิน

๕.๔ มีข้อเสนอแนะแนวทางการจัดการดินเฉพาะพื้นที่ อย่างน้อย ๒-๓ แนวทาง

ลงชื่อ..... *พิกุล อินตะโม* .....

(นางสาวพิกุลอินตะโม)

ผู้เสนอผลงาน

วันที่..... *๖* / *ส.ค.* / *๖๕* .....