หัวข้อเค้าโครงเรื่องของผลงาน
(สายงานสำรวจดิน)
(กรณีเอกสารวิชาการ)

๑. ชื่อผลงาน การประยุกต์ใช้แบบจำลองพืชร่วมกับแบบจำลองภูมิอากาศ GCMs เพื่อประเมินผลิตภาพของดินตัวแทนหลักในการผลิตมันสำปะหลังภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในระบบเกษตรภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

๒. ระยะเวลาที่ดำเนินการ กรกฎาคม ๒๕๖๖ - กุมภาพันธ์ ๒๕๖๙

๓. ความรู้ทางวิชาการหรือแนวคิดที่ใช้ในการดำเนินการ

๓.๑ ความรู้ด้านปฐพีวิทยา ด้านการสำรวจจำแนกดินในการวิเคราะห์วัตถุต้นกำเนิดดิน สัณฐานวิทยาของดิน กระบวนการทางดิน และการแจกกระจายของสมบัติดิน

๓.๒ ความรู้ด้านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System: GIS) และความรู้ด้านคอมพิวเตอร์ทั่วไป

๓.๓ ความรู้ด้านการการประเมินคุณภาพที่ดิน และการจัดการพื้นที่เกษตรกรรม

๓.๔ แนวคิดการประเมินผลิตภาพดินเชิงระบบ (Soil Productivity Assessment under Integrated Modeling Framework)

โดยพิจารณาว่าผลผลิตพืชเป็นผลลัพธ์ของปฏิสัมพันธ์ระหว่าง ดิน (soil) พืช (crop) และภูมิอากาศ (climate) ซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักของระบบเกษตร ประยุกต์ใช้แบบจำลองการเจริญเติบโตของพืช Decision Support System for Agrotechnology Transfer (DSSAT)ร่วมกับแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลก เพื่อจำลองกระบวนการทางสรีรวิทยาของพืชภายใต้เงื่อนไขของสมบัติดินและสภาพภูมิอากาศที่แตกต่างกัน และการใช้ข้อมูลชุดดินตัวแทนหลักร่วมกับข้อมูลเชิงพื้นที่ ทำให้สามารถสะท้อน ความแตกต่างเชิงพื้นที่ของผลิตภาพดิน (spatial variability of soil productivity) ได้อย่างเป็นระบบ และสามารถประเมินศักยภาพการผลิตของพื้นที่ได้อย่างมีความแม่นยำและสอดคล้องกับสภาพจริง

๓.๕ แนวคิดการวิเคราะห์ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและความไม่แน่นอน (Climate impact and uncertainty analysis)

การเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศส่งผลต่อระบบการผลิตพืชทั้งในด้านระดับและความแปรปรวนของผลผลิต จึงใช้ข้อมูลจากแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลก (GCMs) ได้แก่ HadGEM๒-ES และ MPI-ESM-MR ภายใต้สถานการณ์ RCP๔.๕ เพื่อวิเคราะห์ผลกระทบในอนาคต โดยพิจารณาทั้งค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนของผลผลิต ซึ่งการวิเคราะห์อาศัยแนวคิดสำคัญ ได้แก่ การวิเคราะห์เชิงสถานการณ์ (scenario-based analysis) การเปรียบเทียบระหว่างแบบจำลอง (inter-model comparison) และการวิเคราะห์ความไม่แน่นอน (uncertainty analysis) เพื่อสะท้อนช่วงความเป็นไปได้ของผลผลิตในอนาคตและเพิ่มความน่าเชื่อถือในการนำไปใช้เชิงนโยบาย

๓.๖ แนวคิดการจัดการทรัพยากรเชิงพื้นที่และการสนับสนุนการตัดสินใจ (Spatial planning and decision-support framework)

โดยพิจารณาความแตกต่างของศักยภาพดินและความเหมาะสมของที่ดินในแต่ละพื้นที่ เพื่อกำหนดแนวทางการใช้ประโยชน์ที่ดินอย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพโดยผลลัพธ์จากการวิเคราะห์ถูกสังเคราะห์เป็นฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ และใช้เป็นองค์ประกอบสำคัญในการสนับสนุนการตัดสินใจด้านการวางแผนการผลิตและการจัดการทรัพยากรดินและน้ำ โดยเชื่อมโยงกับแนวคิดการเกษตรที่ยืดหยุ่นต่อการ

เปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (climate-resilient agriculture) และการจัดการแบบปรับตัว (adaptive management) ทั้งนี้ แนวทางดังกล่าวสอดคล้องกับแนวคิดความเสี่ยงและความยืดหยุ่นของระบบเกษตร (risk and resilience) ซึ่งมุ่งเน้นการลดความเปราะบางและเพิ่มความสามารถในการปรับตัวของระบบการผลิตภายใต้สภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลง

๔. สรุปสาระและขั้นตอนการดำเนินการ

๔.๑ สรุปสาระ

๔.๑.๑ หลักการและเหตุผล

ภาคการเกษตรของประเทศไทย โดยเฉพาะในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีบทบาทสำคัญต่อเศรษฐกิจและความมั่นคงทางอาหารของประเทศ อย่างไรก็ตาม พื้นที่ดังกล่าวมีข้อจำกัดด้านทรัพยากรดิน โดยเฉพาะความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ความสามารถในการอุ้มน้ำจำกัด และการพึ่งพาน้ำฝนเป็นหลัก ส่งผลให้ระบบการผลิตพืชมีความเปราะบางต่อความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศอย่างมีนัยสำคัญ ภายใต้บริบทของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่ทวีความรุนแรง ทั้งในด้านอุณหภูมิ ปริมาณและการกระจายตัวของฝน รวมถึงความถี่ของเหตุการณ์สุดขั้ว เช่น ภัยแล้งและอุทกภัย ได้เพิ่มระดับความไม่แน่นอนของระบบการผลิตพืช โดยเฉพาะมันสำปะหลังซึ่งเป็นพืชเศรษฐกิจหลักของภูมิภาค แม้จะมีศักยภาพในการปรับตัวต่อสภาพแห้งแล้ง แต่ผลิตภาพยังคงขึ้นอยู่กับปฏิสัมพันธ์เชิงซ้อนระหว่าง สมบัติดิน สภาพภูมิอากาศ และการจัดการการผลิต ดังนั้น การประเมินผลิตภาพของดินและความเสี่ยงของระบบการปลูกมันสำปะหลังในเชิงพื้นที่ ภายใต้ทั้งสภาพภูมิอากาศปัจจุบันและอนาคต จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งต่อการพัฒนาฐานข้อมูลเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจเชิงนโยบาย และการวางแผนการใช้ที่ดินอย่างมีประสิทธิภาพ

การศึกษานี้จึงประยุกต์ใช้ข้อมูลชุดดินตัวแทนหลักร่วมกับข้อมูลภูมิอากาศจากแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลก (GCMs) และแบบจำลองการเจริญเติบโตของพืช (DSSAT) เพื่อวิเคราะห์ผลิตภาพ ความแปรปรวน และความเสี่ยงของระบบการปลูกมันสำปะหลังในระดับพื้นที่

๔.๑.๒ วัตถุประสงค์

๑) เพื่อประเมินผลิตภาพดินตัวแทนหลักที่ใช้ในการผลิตมันสำปะหลังในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ภายใต้สภาพภูมิอากาศปัจจุบันและภาพฉายสภาพภูมิอากาศในอนาคต โดยใช้แบบจำลองการเจริญเติบโตของพืช Decision Support System for Agrotechnology Transfer (DSSAT) ร่วมกับข้อมูลเชิงพื้นที่

๒) เพื่อประเมินแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของผลผลิตและความแปรปรวนของผลิตภาพมันสำปะหลังภายใต้สภาพภูมิอากาศในอนาคต โดยใช้ข้อมูลจากแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลก HadGEM๒-ES และMPI-ESM-MR ภายใต้สถานการณ์การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก RCP๔.๕

๓) เพื่อจัดทำข้อเสนอแนะเชิงนโยบายด้านการใช้ประโยชน์ที่ดินและการจัดการทรัพยากรดินในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและลดความเสี่ยงของระบบการปลูกมันสำปะหลังภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

๔.๑.๓ ขอบเขตการศึกษา

ดำเนินการศึกษาครอบคลุมพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภายใต้การใช้ที่ดินจริง (Actual land use) โดยใช้ข้อมูลภูมิอากาศจากแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลก (GCMs) ได้แก่ แบบจำลองHadGEM๒-ES และ MPI-ESM-MR ภายใต้สถานการณ์การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก RCP๔.๕ ซึ่งผ่านกระบวนการย่อส่วนเชิงพื้นที่ (downscaling) โดยศูนย์ RU-CORE

การวิเคราะห์ครอบคลุม ๓ ช่วงเวลา ได้แก่ ช่วงอ้างอิงหรือปีฐาน (Baseline: พ.ศ. ๒๕๓๓–๒๕๖๒) ช่วงอนาคตระยะใกล้ (Near Future: พ.ศ. ๒๕๘๓–๒๖๑๒) และช่วงอนาคตระยะไกล (Far Future: พ.ศ. ๒๖๑๓–๒๖๔๒) โดยใช้แบบจำลองการเจริญเติบโตของพืช DSSAT เพื่อจำลองผลผลิตและวิเคราะห์ความแปรปรวนเชิงพื้นที่

๔.๒ ขั้นตอนการดำเนินการ

ในการดำเนินงานวิจัยนี้มีลักษณะเป็นกระบวนการวิเคราะห์เชิงระบบที่บูรณาการข้อมูลหลายมิติ ได้แก่ ดิน ภูมิอากาศ และพืช เพื่อประเมินผลิตภาพและความเสี่ยงของระบบการผลิตมันสำปะหลังในเชิงพื้นที่ โดยสามารถสรุปเป็นขั้นตอนหลักดังนี้

๔.๒.๑ การรวบรวมและจัดเตรียมข้อมูล

๑) ข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial data) ประกอบด้วย

(๑) แผนที่ขอบเขตการปกครอง ใช้เป็นกรอบเชิงพื้นที่ในการวิเคราะห์และเชื่อมโยงข้อมูลเชิงพื้นที่ต่าง ๆ ภายในพื้นที่ศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

(๒) แผนที่ชุดดิน (soil series) มาตราส่วน ๑:๒๕,๐๐๐ และฐานข้อมูลคุณสมบัติของดิน (soil properties) ซึ่งเป็นข้อมูลชุดดินจัดตั้งของกรมพัฒนาที่ดิน ซึ่งได้รับการปรับปรุงล่าสุดเมื่อปี พ.ศ. ๒๕๖๑ ใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการแทนลักษณะดินและสมบัติดินของพื้นที่ศึกษา และเป็นข้อมูลนำเข้าสำหรับการจัดเตรียมหน้าตัดชุดดินตัวแทนเพื่อใช้ในแบบจำลองการเจริญเติบโตของพืช

(๓) แผนที่พื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลัง ใช้ข้อมูลพื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลังที่เป็นการใช้ประโยชน์ที่ดินจริงในปัจจุบัน (actual land use) จากระบบ Agri-Map ของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ โดยใช้แผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินในรูปแบบ shapefile ซึ่งกรมพัฒนาที่ดินได้ทำการสำรวจและปรับปรุงล่าสุดในระดับจังหวัด นำมาต่อรวมเป็นแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินของพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือทั้งหมด จากนั้นจึงตัดแยกเฉพาะพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังเพื่อใช้ในการวิเคราะห์และจำลองผลผลิตเชิงพื้นที่

(๔) แผนที่ขอบเขตสถานีตรวจวัดอากาศเสมือน (virtual weather station) ซึ่งจัดทำจากฐานข้อมูลภูมิอากาศของศูนย์วิจัยการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศระดับภูมิภาคและพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยรามคำแหง (RU-CORE) ภายใต้ภาพฉายอนาคตแบบ RCP๔.๕ ในช่วงปี ค.ศ. ๑๙๙๐- ๒๐๙๙ ซึ่งได้สร้างขอบเขตสถานีอากาศเสมือน (virtual station) ที่มีลักษณะเป็นกรอบสี่เหลี่ยม (weather grid) มีขนาดพื้นที่ประมาณ ๒๔ x ๒๔.๒ ตารางกิโลเมตร ครอบคลุมพื้นที่ทั้งประเทศไทย ใช้เป็นตัวแทนข้อมูลภูมิอากาศเชิงพื้นที่สำหรับการจำลองในโปรแกรม DSSAT และได้คัดเลือกเฉพาะสถานีที่ครอบคลุมพื้นที่ศึกษาในภาคตะวันออกเฉียงเหนือซึ่งมีทั้งหมด ๓๔๕ สถานี แต่ละสถานีมีรหัสเฉพาะ (weather grid code) เพื่อเชื่อมโยงกับชุดข้อมูลสภาพอากาศรายวันในแต่ละปีการจำลอง

๒) ข้อมูลภูมิอากาศ (Climate data)

ข้อมูลภูมิอากาศที่ใช้ในการศึกษานี้ ประกอบด้วยข้อมูลสภาพภูมิอากาศในช่วงปีฐาน (Baseline) และข้อมูลภาพฉายสภาพภูมิอากาศในอนาคต ซึ่งได้มาจากแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลก (Global Climate Models: GCMs) ได้แก่ HadGEM๒-ES และ MPI-ESM-MR ภายใต้สถานการณ์การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก RCP๔.๕ เพื่อใช้ในการจำลองการเจริญเติบโตและผลผลิตของมันสำปะหลังในเชิงเวลาและเชิงพื้นที่

โดยข้อมูลภูมิอากาศดังกล่าวได้รับการพัฒนาและจัดเตรียมโดยศูนย์วิจัยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและพลังงานทดแทน (Regional Climate Change and Renewable Energy Center: RU-CORE) ซึ่งดำเนินการย่อส่วนข้อมูลภูมิอากาศ (downscaling) จาก GCMs ให้อยู่ในระดับความละเอียดเชิงพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับการวิเคราะห์ในระดับภูมิภาคของประเทศไทย โดยใช้แบบจำลองภูมิอากาศระดับภูมิภาค (Regional Climate Model: RCM) ร่วมกับวิธีการทางสถิติ ข้อมูลภูมิอากาศที่นำมาใช้เป็น

ข้อมูลรายวัน ประกอบด้วย อุณหภูมิต่ำสุด (Tmin) อุณหภูมิสูงสุด (Tmax) ปริมาณน้ำฝน (Rainfall) และรังสีแสงอาทิตย์ (Solar radiation) โดยครอบคลุมช่วงเวลาการศึกษา ๓ ช่วง ได้แก่

(๑) ช่วงอ้างอิงในอดีต ปี พ.ศ. ๒๕๓๓–๒๕๖๒

(๒) ช่วงอนาคตระยะใกล้ ปี พ.ศ. ๒๕๘๓–๒๖๑๒

(๓) ช่วงอนาคตระยะไกล ปี พ.ศ. ๒๖๑๓–๒๖๔๒

ทั้งนี้ ข้อมูลภูมิอากาศจากแบบจำลองทั้งสองชุดถูกนำมาใช้ภายใต้เงื่อนไขการจัดการพืชของมันสำปะหลังแบบเดียวกัน เพื่อให้สามารถเปรียบเทียบผลกระทบของความแตกต่างด้านสภาพภูมิอากาศต่อการเจริญเติบโตและผลิตภาพของมันสำปะหลังได้อย่างชัดเจนและเป็นระบบ

๓) ข้อมูลสำหรับนำเข้าในแบบจำลอง DSSAT

(๑) ข้อมูลดิน

ดำเนินการสร้างแฟ้มข้อมูลดินและเพิ่มเติมข้อมูลชุดดินจัดตั้งใหม่ผ่านโปรแกรม S_BUILD โดยโปรแกรมกำหนดให้มีการป้อนข้อมูลสำคัญ เช่น ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของดิน จำนวนชั้นดิน สีดิน เนื้อดิน สัดส่วนของอนุภาคดิน (Clay, Silt, Stones) ความหนาแน่นรวมของดิน ปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ (Organic carbon) ค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน (pH) ความสามารถในการแลกเปลี่ยนแคตไอออน (CEC) และปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (Total nitrogen) ซึ่งเป็นข้อมูลที่ได้จากการสำรวจภาคสนามและการวิเคราะห์ตัวอย่างดินในห้องปฏิบัติการ

(๒) ข้อมูลพืชและการจัดการการจัดการพืช

(๒.๑) ข้อมูลค่าสัมประสิทธิ์พันธุกรรมของพืช (Genetic Coefficient; GC)

ค่าสัมประสิทธิ์พันธุกรรมพืชเปรียบเสมือนลักษณะของพืชเฉพาะพันธุ์ เป็นคุณลักษณะที่แสดงถึงความเฉพาะเจาะจงในการที่พืชพันธุ์นั้นๆ จะตอบสนองต่อปัจจัยต่างๆ ที่เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม เช่น อุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด ความยาววัน ปริมาณไนโตรเจนและน้ำในดิน เป็นต้น สัมประสิทธิ์พันธุกรรมเป็นค่าที่ทำให้แบบจำลองสามารถคำนวณพัฒนาการของพืชพันธุ์นั้นๆ ไม่ว่าจะถูกนำไปปลูกที่ใด เมื่อใด และมีการจัดการอย่างไร ค่าสัมประสิทธิ์พันธุกรรมจะมีจำนวนแตกต่างกันไปในแต่ละแบบจำลอง ซึ่งขึ้นอยู่กับความแตกต่างของแต่ละพืชรวมทั้งระดับความแม่นยำที่ต้องการ

(๒.๒) ข้อมูลแฟ้มงานทดลองพืช (Experimental detail file; FILEX)

ในโปรแกรม DSSAT จะมีโปรแกรมย่อยที่ช่วยในการนำเข้าและสร้างข้อมูลแฟ้มงานทดลองพืช เรียกว่า Xbuild (Crop Management Data) ที่ช่วยให้ผู้ใช้สามารถสร้างงานทดลอง โดยทำการป้อนข้อมูลรายละเอียดของงานทดลอง เช่น กำหนดสิ่งทดลอง กำหนดค่าเริ่มต้นของดินที่ใช้ในงานทดลอง การชลประทาน การใส่ปุ๋ยเคมี กำหนดชนิดปุ๋ยและอัตราปุ๋ยหรือไถกลบเศษซากพืช กำหนดพันธุ์พืช การเตรียมดิน ความลึกในการไถและข้อมูลอื่นๆ เป็นต้น

- ข้อมูลการจัดการพืชมันสำปะหลัง

๑) ใช้พันธุ์เกษตรศาสตร์ ๕๐ (KU๕๐) กำหนดการปลูกมันสำปะหลัง (planting date scenarios) โดยดำเนินการปลูกวันที่ ๓๑ มีนาคม และเก็บเกี่ยววันที่ ๒๖ ธันวาคม ของปีเดียวกัน คิดเป็นระยะเวลาการปลูกประมาณ ๒๗๐ วัน (๙ เดือน) ใช้ระยะปลูก ๑ × ๑ เมตร เพื่อสะท้อนความหนาแน่นของพืชในระบบการผลิตจริง

๒) การเตรียมดินก่อนปลูกดำเนินการ ๒ ขั้นตอน ได้แก่

- ๑๐ วันก่อนปลูก ทำการไถกลบเศษวัชพืชในอัตรา ๓๒๐ กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งมีปริมาณธาตุอาหารไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) และโพแทสเซียม (K) เท่ากับ ๐.๘, ๐.๕ และ ๑.๐% ตามลำดับ และ

- ๕ วันก่อนปลูก ทำการหว่านปุ๋ยคอกในอัตรา ๔๐๐ กิโลกรัมต่อไร่ โดยมีปริมาณธาตุอาหาร N, P และ K เท่ากับ ๒.๑, ๐.๕ และ ๑.๐% ตามลำดับ

๓) การจัดการธาตุอาหารพืชกำหนดตามข้อมูลจากการสัมภาษณ์เกษตรกร และถูกนำเข้าข้อมูลในแบบจำลอง DSSAT ในรูปของกำหนดการใส่ปุ๋ย (fertilizer schedule) ตามระยะการเจริญเติบโตของพืช ดังนี้

- ครั้งที่ ๑ เมื่อพืชมีอายุ ๑ เดือนหลังปลูก ใส่ปุ๋ยเคมี สูตร ๘–๘–๑๖ ($N–P_2O_5–K_2O$) ในอัตรา ๘ กิโลกรัมต่อไร่

- ครั้งที่ ๒ เมื่อพืชมีอายุ ๒ เดือนหลังปลูก ใส่ปุ๋ยเคมี สูตร ๘–๐–๐ ($N–P_2O_5–K_2O$) ในอัตรา ๘ กิโลกรัมต่อไร่

๔) การจัดการน้ำ เป็นการอาศัยน้ำฝนเป็นหลัก (rainfed condition) ตลอดฤดูปลูก เพื่อให้แบบจำลอง DSSAT ประเมินผลกระทบของความแปรปรวนของปริมาณและการกระจายตัวของฝนภายใต้ข้อมูลภูมิอากาศจากแบบจำลองทั้งสองชุดได้อย่างเหมาะสม

(๓) ข้อมูลภูมิอากาศ

ในช่วงระหว่างการดำเนินงาน ทาง RU-CORE มหาวิทยาลัยรามคำแหง ซึ่งเป็นผู้วิเคราะห์และจัดทำข้อมูลอากาศรายวัน จากแบบจำลอง MPI-ESM-MR และ HadGEM๒-ES ใน ๓ ช่วงปี คือ ช่วงปี ๒๕๓๓-๒๕๖๒ ช่วงปี ๒๕๘๓-๒๖๑๒ และช่วงปี ๒๖๑๓-๒๖๔๒ ได้มีการปรับปรุงข้อมูลใหม่ และมีการตั้งรหัสกำกับกริด (weather station grid) และชื่อไฟล์ข้อมูลแบบใหม่ ซึ่งการปรับรหัสและชื่อไฟล์นี้มีผลให้ต้องปรับหน่วยการจำลอง (SMU) ให้มีรหัสตำแหน่งกริด ตรงกับชื่อไฟล์ที่ปรับใหม่เพื่อให้สามารถใช้ข้อมูลกับโปรแกรม DSSAT ได้ ประกอบด้วยข้อมูลรังสีแสงอาทิตย์ (solar radiation-SRAD) อุณหภูมิสูงสุด (TMAX) อุณหภูมิต่ำสุด (TMIN) และปริมาณน้ำฝน (RAIN) ของแต่ละวัน โดยเพิ่มข้อมูลอากาศ ได้แก่ อุณหภูมิที่ความสูง ๒ เมตร จากพื้นดิน (Temperature at ๒ Meters-T๒M) อุณหภูมิน้ำค้างรายวัน (Dew/Frost Point at ๒ Meters-TDEW) ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity at ๒ Meters-RH๒M) และ ความเร็วลม (Daily wind speed-WIND)

ทั้งนี้ ข้อมูลที่นำมาใช้ในการประเมินผลิตภาพระบบเกษตรใช้เพียง ๔ ข้อมูลอากาศหลักเท่านั้น ประกอบด้วยข้อมูลรังสีแสงอาทิตย์ (solar radiation - SRAD) อุณหภูมิสูงสุด (TMAX) อุณหภูมิต่ำสุด (TMIN) และปริมาณน้ำฝน (RAIN) ของแต่ละวัน ในช่วงปี ๒๕๓๓ – ๒๕๖๒ และ ๒๕๘๓ – ๒๖๑๒ ซึ่งอยู่ในรูปแบบที่ใช้กับแบบจำลอง DSSAT (*.WTH)

๔.๒.๒ การจัดทำหน่วยแผนที่การจำลองผลผลิต (Simulating Mapping Unit: SMU)

หน่วยแผนที่การจำลองผลผลิต (Simulating Mapping Unit: SMU) เป็นหน่วยพื้นฐานในการจำลองการเจริญเติบโตและผลผลิตพืชด้วยแบบจำลอง DSSAT โดย SMU ถูกกำหนดขึ้นจากการบูรณาการข้อมูลเชิงพื้นที่ที่มีอิทธิพลต่อการผลิตพืช ได้แก่ พื้นที่เพาะปลูก ชุดดิน และข้อมูลภูมิอากาศ เพื่อสะท้อนความแตกต่างของสภาพแวดล้อมการผลิตในระดับพื้นที่ย่อย โดยการนำข้อมูลแผนที่ชุดดินซ้อนทับ (overlay - identity) กับข้อมูลแผนที่การปลูกมันสำปะหลัง และข้อมูลแผนที่ขอบเขตอากาศ (virtual weather grid) ทำให้ได้แผนที่ที่สามารถระบุได้ว่าพืชที่ปลูกอยู่ในแต่ละพื้นที่ (แต่ละหน่วยแผนที่ – mapping unit) นั้นปลูกอยู่บนชุดดินอะไร และมีสภาพอากาศเป็นอย่างไร สำหรับหน่วยแผนที่ (map unit) และหน่วยการจำลอง (simulating mapping unit, SMU) และจำนวนชุดดิน ที่ครอบคลุมพื้นที่เพาะปลูกของมันสำปะหลัง (actual land use) ที่มีการสำรวจไว้ล่าสุดโดยกรมพัฒนาที่ดิน

๔.๒.๓ การจำลองการผลิตพืช (Crop simulation modeling)

ดำเนินการนำเข้าข้อมูลต่างๆ ที่เตรียมไว้ โดยใช้แบบจำลองการเจริญเติบโตของพืช DSSAT จำลองการเจริญเติบโตและผลผลิตของมันสำปะหลังในแต่ละหน่วยพื้นที่ภายใต้ข้อมูลภูมิอากาศจากแบบจำลองภูมิอากาศ MPI-ESM-MR และ HadGEM๒-ES ใน ๓ ช่วงปี คือ ช่วงปีฐาน (BY) ช่วงอนาคตระยะใกล้ (NF) และช่วงอนาคตระยะไกล (FF) เพื่อวิเคราะห์ผลกระทบและความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศต่อการเจริญเติบโตและผลิตภาพของพืช

๔.๒.๔ การวิเคราะห์เชิงสถิติและความแปรปรวน (Statistical and variability analysis)

วิเคราะห์ผลผลิตโดยใช้ตัวชี้วัดสำคัญ ได้แก่ ค่าเฉลี่ย (Average: AVG) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation: SD) และค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (Coefficient of Variation: CV) เพื่อประเมินทั้งระดับผลิตภาพ ความเสถียรของผลผลิต และความเสี่ยงของระบบการผลิตในแต่ละพื้นที่

๔.๒.๕ การวิเคราะห์เชิงพื้นที่และการจำแนกศักยภาพ (Spatial analysis and classification)

วิเคราะห์และจำแนกผลผลิตตามชุดดินตัวแทนหลัก และชั้นความเหมาะสมของที่ดิน ได้แก่ ชั้นความเหมาะสมสูง(S1) ชั้นความเหมาะสมปานกลาง(S2) และชั้นความเหมาะสมเล็กน้อย(S3) เพื่อระบุพื้นที่ที่มีศักยภาพการผลิตสูง ปานกลาง และต่ำ รวมถึงพื้นที่ที่มีความเสี่ยงต่อความแปรปรวนของผลผลิต

๔.๒.๖ การวิเคราะห์เปรียบเทียบเชิงสถานการณ์ (Scenario-based comparative analysis)

โดยเปรียบเทียบผลผลิตและความแปรปรวนระหว่างช่วงเวลา (BY, NF, FF) และระหว่างแบบจำลองภูมิอากาศ เพื่อประเมินแนวโน้มการเปลี่ยนแปลง และวิเคราะห์ความไม่แน่นอน (uncertainty) ของระบบการผลิตภายใต้สภาพภูมิอากาศในอนาคต

๔.๒.๗ การจัดทำข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย (Synthesis and policy recommendation)

ดำเนินการสังเคราะห์ผลการวิเคราะห์เชิงพื้นที่และเชิงสถานการณ์ เพื่อจัดทำข้อเสนอแนะด้านการใช้ที่ดิน การจัดการทรัพยากรดินและน้ำ และแนวทางการปรับตัวของระบบเกษตร โดยมุ่งเน้นการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต ลดความเสี่ยง และเสริมสร้างความยั่งยืนของระบบการปลูกมันสำปะหลังในระยะยาว

๕. ผู้ร่วมดำเนินการ (ถ้ามี)

๕.๑ นายสุวิชา ผลฟักแฟง ตำแหน่ง นักสำรวจดินปฏิบัติการ มีหน้าที่ ดำเนินการจัดเตรียมข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial data) ข้อมูลภูมิอากาศ ข้อมูลดินที่ใช้ในการดำเนินงาน จัดทำหน่วยแผนที่การจำลองผลผลิต (SMU) รวมถึงดำเนินการนำเข้าข้อมูลในแบบจำลองการเจริญเติบโตของพืช DSSAT ปฏิบัติงานร้อยละ ๑๐

๕.๒ นางสาวสุวภัทร สกุลอารีย์มิตร ตำแหน่ง นักสำรวจดินปฏิบัติการ มีหน้าที่ ดำเนินการจัดเตรียมข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial data) ข้อมูลภูมิอากาศ ข้อมูลต่างๆ ที่ใช้ในการดำเนินงาน และจัดทำหน่วยแผนที่การจำลองผลผลิต (SMU) รวมถึงดำเนินการนำเข้าข้อมูลในแบบจำลองการเจริญเติบโตของพืช DSSAT ปฏิบัติงานร้อยละ ๑๐

๖. ส่วนของงานที่ผู้เสนอเป็นผู้ปฏิบัติ (ระบุรายละเอียดของผลงานพร้อมทั้งสัดส่วนของผลงาน)

ชื่อ-นามสกุล นางสาววันรัก ฤทธิเกษร ตำแหน่ง นักสำรวจดินชำนาญการ มีหน้าที่ ดำเนินการจัดเตรียมข้อมูลข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial data) ข้อมูลภูมิอากาศ และข้อมูลต่างๆ ที่ใช้สำหรับนำเข้าในแบบจำลอง DSSAT การจัดทำหน่วยแผนที่การจำลองผลผลิต รวมถึงการดำเนินการนำเข้าข้อมูลในแบบจำลองการเจริญเติบโตของพืช DSSAT ทำการประเมินและวิเคราะห์ผลการศึกษาผลผลิตตามชุดดินตัวแทนหลักและจำแนกชั้นความเหมาะสมของที่ดินและจัดทำข้อเสนอแนะเชิงนโยบายด้านการใช้ประโยชน์ที่ดินและการจัดการทรัพยากรดินในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและลดความเสี่ยงของระบบการปลูกมันสำปะหลังภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ปฏิบัติงานร้อยละ ๘๐

๗. ผลสำเร็จของงาน (เชิงปริมาณ/คุณภาพ)

๗.๑ ผลสำเร็จของงานเชิงปริมาณ

๗.๑.๑ ผลผลิตมันสำปะหลังภายใต้การใช้ที่ดินปัจจุบัน (Actual land use)

ผลการจำลองผลิตภาพมันสำปะหลังภายใต้การใช้ประโยชน์ที่ดินปัจจุบัน (Actual land use) พบว่า ผลผลิตมีความแตกต่างเชิงพื้นที่อย่างชัดเจน โดยในช่วงปีฐาน (Baseline: BY) ค่าเฉลี่ยผลผลิต (AVG) ของชุดดินตัวแทนหลักมีค่าอยู่ในช่วงประมาณ ๑.๙๔–๖.๓๗ ตันต่อไร่ ซึ่งมีค่าความแตกต่างระหว่างพื้นที่สูงถึงประมาณ ๔.๔๓ ตันต่อไร่ สะท้อนถึงความแตกต่างของศักยภาพดินในแต่ละพื้นที่อย่างมีนัยสำคัญ

เมื่อพิจารณาความแปรปรวนของผลผลิต พบว่า ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) โดยรวมอยู่ในช่วงประมาณ ๐.๓๐–๑.๒๐ ตันต่อไร่ ขณะที่ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (CV) อยู่ในช่วงประมาณ ๑๐–๒๕% ซึ่งจัดอยู่ในระดับต่ำถึงปานกลาง แสดงให้เห็นว่าระบบการปลูกมันสำปะหลังในภาคตะวันออกเฉียงเหนือยังคงมีความเสถียรของผลผลิตในระดับหนึ่ง แม้จะอยู่ภายใต้ข้อจำกัดของทรัพยากรดินและการพึ่งพาน้ำฝนเป็นหลัก

๗.๑.๒ ผลผลิตของมันสำปะหลังจำแนกตามแบบจำลองภูมิอากาศ

เมื่อเปรียบเทียบผลผลิตจากแบบจำลองภูมิอากาศทั้งสองแบบ พบว่า แบบจำลอง MPI-ESM-MR ให้ค่าเฉลี่ยผลผลิต (AVG) สูงกว่าแบบจำลอง HadGEM๒-ES ในหลายพื้นที่ โดยค่าเฉลี่ยผลผลิตในช่วงปีฐานมีแนวโน้มสูงกว่าประมาณ ๕–๑๐% ขณะที่ค่า SD อยู่ในช่วงประมาณ ๐.๓๐-๑ ตันต่อไร่ และค่า CV อยู่ในช่วงประมาณ ๑๐–๒๐% สะท้อนถึงความเสถียรของระบบการผลิตภายใต้เงื่อนไขของแบบจำลองดังกล่าว

ในทางตรงกันข้าม แบบจำลอง HadGEM๒-ES ให้ค่าเฉลี่ยผลผลิตใกล้เคียงหรือต่ำกว่าเล็กน้อย โดยมีค่า SD อยู่ในช่วงประมาณ ๐.๕๐–๑.๕๐ ตันต่อไร่ และค่า CV อยู่ในช่วงประมาณ ๑๕–๓๐% ซึ่งสูงกว่าแบบจำลอง MPI-ESM-MR อย่างชัดเจน แสดงให้เห็นถึงความผันผวนของผลผลิตที่มากขึ้นและสะท้อนถึงความไม่แน่นอนของระบบการผลิตภายใต้สภาพภูมิอากาศที่มีความแปรปรวนสูง

๗.๑.๓ ผลผลิตของมันสำปะหลังจำแนกตามชุดดินตัวแทนหลัก

๑) ช่วงปีฐาน (Baseline: BY) ปี พ.ศ. ๒๕๓๓–๒๕๖๒

ผลการวิเคราะห์ผลิตภาพมันสำปะหลังจำแนกตามชุดดินตัวแทนหลักภายใต้ช่วงปีฐาน (BY) จากแบบจำลองภูมิอากาศ พบว่า ชุดดินที่มีศักยภาพสูงให้ผลผลิตในระดับสูงและมีความเสถียรของผลผลิตค่อนข้างดี โดยเฉพาะจากแบบจำลองภูมิอากาศ MPI-ESM-MR เช่น ชุดดินปากช่อง (Pc) ให้ค่าเฉลี่ยผลผลิต (AVG) เท่ากับ ๖.๓๗ ตันต่อไร่ (SD = ๐.๘๓, CV = ๑๒.๙๘%) ขณะที่ชุดดินโพนงาม (Png) ให้ค่าเฉลี่ย ๕.๖๗ ตันต่อไร่ (SD = ๐.๗๔, CV = ๑๓.๑๓%) และชุดดินภูผาม่าน (Ppm) ให้ค่าเฉลี่ย ๕.๔๕ ตันต่อไร่ (SD = ๐.๕๑, CV = ๙.๔๔%) ซึ่งสะท้อนถึงทั้งศักยภาพการผลิตที่สูงและความแปรปรวนของผลผลิตในระดับต่ำถึงปานกลาง

ในขณะที่ผลจากแบบจำลอง HadGEM๒-ES สำหรับชุดดินเดียวกัน พบว่าให้ค่าเฉลี่ยผลผลิตต่ำกว่าอย่างชัดเจน โดยชุดดินปากช่อง (Pc) มีค่าเฉลี่ย ๓.๙๖ ตันต่อไร่ (SD = ๑.๕๐, CV = ๓๗.๘๙%) ชุดดินโพนงาม (Png) มีค่าเฉลี่ย ๓.๔๘ ตันต่อไร่ (SD = ๑.๒๓, CV = ๓๕.๔๓%) และชุดดินภูผาม่าน (Ppm) มีค่าเฉลี่ย ๓.๒๐ ตันต่อไร่ (SD = ๐.๘๘, CV = ๒๗.๕๒%) ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความผันผวนของผลผลิตที่สูงกว่า และสะท้อนถึงความไม่แน่นอนของระบบการผลิตภายใต้สภาพภูมิอากาศที่มีความแปรปรวนสูง

สำหรับชุดดินที่มีข้อจำกัด พบว่า มีค่าเฉลี่ยผลผลิตต่ำและมีความแปรปรวนสูงอย่างชัดเจน เช่น จากแบบจำลองภูมิอากาศ HadGEM๒-ES ชุดดินจักราช(Ckr) ให้ค่าเฉลี่ยผลผลิตเพียง ๑.๖๓ ตันต่อไร่ (SD = ๐.๗๕, CV = ๔๖.๐๒%) และชุดดินปลาปาก (Ppk) ให้ค่าเฉลี่ย ๑.๕๓ ตันต่อไร่ (SD = ๐.๖๕, CV = ๔๒.๖๒%) ซึ่งสะท้อนถึงความเสี่ยงของระบบการผลิตในพื้นที่ดังกล่าว ในขณะที่แบบจำลอง MPI-ESM-MR แม้ให้ค่าเฉลี่ยสูงขึ้น เช่น ชุดดินขามทะเลสอ (Kts) มีค่าเฉลี่ย ๒.๒๒ ตันต่อไร่ (SD = ๐.๒๓, CV = ๑๐.๓๖%) แต่ยังคงอยู่ในระดับผลิตภาพต่ำเมื่อเทียบกับชุดดินที่มีศักยภาพสูง

๒) ช่วงอนาคตระยะใกล้ (Near Future: NF) ปี พ.ศ. ๒๕๘๓–๒๖๑๒

ผลการวิเคราะห์ในช่วงอนาคตระยะใกล้ (NF) พบว่า จากแบบจำลอง MPI-ESM-MR ชุดดินศักยภาพสูงยังคงให้ผลผลิตในระดับสูงอย่างต่อเนื่อง โดยชุดดินปากช่อง (Pc) ให้ค่าเฉลี่ยผลผลิต (AVG) เท่ากับ ๖.๗๘ ตันต่อไร่ (SD = ๐.๘๙, CV = ๑๓.๑๖%) ขณะที่ชุดดินโพนงาม (Png) ให้ค่าเฉลี่ย ๕.๙๘ ตันต่อไร่ (SD = ๐.๙๐, CV = ๑๕.๐๐%) และชุดดินภูผาม่าน (Ppm) ให้ค่าเฉลี่ย ๕.๕๐ ตันต่อไร่ (SD = ๐.๕๓, CV = ๙.๗๑%) ซึ่งสะท้อนถึงศักยภาพการผลิตที่ยังคงอยู่ในระดับสูง และมีความแปรปรวนในระดับต่ำถึงปานกลาง

ในขณะที่แบบจำลอง HadGEM๒-ES ให้ค่าเฉลี่ยผลผลิตต่ำกว่า โดยชุดดินปากช่อง (Pc) มีค่าเฉลี่ย ๓.๘๙ ตันต่อไร่ (SD = ๑.๖๑, CV = ๔๑.๔๓%) ชุดดินโพนงาม (Png) มีค่าเฉลี่ย ๓.๒๒ ตันต่อไร่ (SD = ๑.๓๖, CV = ๔๒.๓๔%) และชุดดินภูผาม่าน (Ppm) มีค่าเฉลี่ย ๒.๗๕ ตันต่อไร่ (SD = ๐.๖๘, CV = ๒๔.๖๖%) แสดงให้เห็นถึงความผันผวนของผลผลิตที่เพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนเมื่อเทียบกับช่วงปีฐาน

สำหรับชุดดินที่มีข้อจำกัด พบว่าค่าเฉลี่ยผลผลิตลดลงและมีความแปรปรวนสูงขึ้น เช่น ชุดดินจักราช(Ckr) จากแบบจำลอง HadGEM๒-ES ให้ค่าเฉลี่ยเพียง ๑.๓๙ ตันต่อไร่ (CV = ๕๐.๙๙%) ซึ่งสะท้อนถึงความเสี่ยงที่เพิ่มขึ้นของระบบการผลิตในพื้นที่ดังกล่าว

๓) ช่วงอนาคตระยะไกล (Far Future: FF) ปี พ.ศ. ๒๖๑๓–๒๖๔๒

ในช่วงอนาคตระยะไกล (FF) แนวโน้มของผลผลิตมีความแตกต่างชัดเจนระหว่างแบบจำลอง โดยแบบจำลอง MPI-ESM-MR ยังคงให้ค่าเฉลี่ยผลผลิตในระดับสูง เช่น ชุดดินปากช่อง (Pc) ให้ค่าเฉลี่ย ๖.๖๙ ตันต่อไร่ (SD = ๑.๒๗, CV = ๑๘.๙๓%) ชุดดินโพนงาม (Png) ให้ค่าเฉลี่ย ๖.๐๔ ตันต่อไร่ (SD = ๐.๙๑, CV = ๑๕.๑๐%) และชุดดินภูผาม่าน (Ppm) ให้ค่าเฉลี่ย ๕.๕๖ ตันต่อไร่ (SD = ๐.๖๒, CV = ๑๑.๑๒%) ซึ่งแม้ผลผลิตยังอยู่ในระดับสูง แต่มีแนวโน้มความแปรปรวนเพิ่มขึ้น

ในทางตรงกันข้าม แบบจำลอง HadGEM๒-ES ให้ค่าเฉลี่ยผลผลิตลดลงอย่างต่อเนื่อง โดยชุดดินปากช่อง (Pc) ให้ค่าเฉลี่ย ๓.๕๗ ตันต่อไร่ (SD = ๑.๘๓, CV = ๕๑.๑๗%) ชุดดินโพนงาม (Png) ให้ค่าเฉลี่ย ๒.๙๔ ตันต่อไร่ (SD = ๑.๔๗, CV = ๔๙.๙๑%) และชุดดินภูผาม่าน (Ppm) ให้ค่าเฉลี่ย ๒.๓๗ ตันต่อไร่ (SD = ๐.๘๐, CV = ๓๓.๗๗%) ซึ่งสะท้อนถึงความไม่เสถียรของผลผลิตที่เพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนในอนาคตระยะไกล

นอกจากนี้ ชุดดินที่มีข้อจำกัดยังคงแสดงความเปราะบางสูง เช่น ชุดดินจักราช(Ckr) มีค่าเฉลี่ยเพียง ๑.๒๐ ตันต่อไร่ และมีค่า CV สูงถึง ๕๙.๖๒% ซึ่งบ่งชี้ถึงความเสี่ยงของระบบการผลิตที่เพิ่มขึ้นอย่างมากภายใต้สภาพภูมิอากาศในอนาคต

ดังนั้น จากผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่า ในช่วงอนาคตระยะใกล้ (NF) ผลผลิตมันสำปะหลังมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในบางพื้นที่ โดยเฉพาะจากแบบจำลอง MPI-ESM-MR อย่างไรก็ตาม ในช่วงอนาคตระยะไกล (FF) แม้ค่าเฉลี่ยผลผลิตในบางพื้นที่ยังคงอยู่ในระดับสูง แต่ค่าความแปรปรวน (SD และ CV) เพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน

ในขณะที่แบบจำลอง HadGEM๒-ES แสดงแนวโน้มของผลผลิตที่ลดลงและมีความผันผวนสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะในพื้นที่ที่มีข้อจำกัดด้านทรัพยากรดิน ซึ่งสะท้อนถึงความเสี่ยงและความไม่แน่นอนของระบบการผลิตที่เพิ่มขึ้นภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในอนาคต

๗.๑.๔ ผลผลิตมันสำปะหลังจำแนกตามชั้นความเหมาะสมของที่ดิน

เมื่อพิจารณาตามชั้นความเหมาะสมของที่ดิน พบว่า ผลผลิตของมันสำปะหลังในชั้นความเหมาะสมสูง (S๑) ให้ค่าเฉลี่ยผลผลิต (AVG) อยู่ในช่วงประมาณ ๕.๕๐–๖.๓๐ ตันต่อไร่ ในช่วงปีฐาน (BY) และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในช่วงอนาคตระยะใกล้ (NF) ก่อนจะคงที่หรือเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยในช่วงอนาคตระยะไกล (FF) โดยมีค่า SD อยู่ในช่วง ๐.๕๐–๐.๙๐ และค่า CV อยู่ในช่วงประมาณ ๙–๑๕% ซึ่งแสดงถึงความเสถียรของระบบการผลิตและศักยภาพของดินในระดับสูง

ผลผลิตของมันสำปะหลังในชั้นความเหมาะสมปานกลาง (S๒) ให้ค่าเฉลี่ยผลผลิตอยู่ในช่วงประมาณ ๓.๕๐–๕.๐๐ ตันต่อไร่ในช่วง BY และมีแนวโน้มเปลี่ยนแปลงไม่สม่ำเสมอในช่วง NF และ FF โดยบางพื้นที่มีผลผลิตเพิ่มขึ้น ขณะที่บางพื้นที่มีแนวโน้มลดลง ทั้งนี้ ค่า SD อยู่ในช่วง ๐.๖๐–๑.๐๐ และค่า CV อยู่ในช่วงประมาณ ๑๕–๒๕% ซึ่งสะท้อนถึงระบบการผลิตที่ยังคงมีศักยภาพในระดับปานกลาง แต่มีความแปรปรวนของผลผลิตเพิ่มขึ้นภายใต้สภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลง

ขณะที่ผลผลิตของมันสำปะหลังในชั้นความเหมาะสมน้อย (S๓) ให้ค่าเฉลี่ยผลผลิตต่ำสุด โดยอยู่ในช่วงประมาณ ๑.๕๐–๓.๐๐ ตันต่อไร่ในช่วง BY และมีแนวโน้มลดลงหรือมีความผันผวนสูงขึ้นในช่วง NF และ FF โดยมีค่า CV สูงถึงประมาณ ๒๕–๕๐% ซึ่งสะท้อนถึงความเสี่ยงและความไม่เสถียรของผลผลิตในพื้นที่ดังกล่าวอย่างชัดเจน

จากผลการศึกษานี้แสดงให้เห็นอย่างชัดเจนว่า ผลิตภาพมันสำปะหลังในภาตตะวันออกเฉียงเหนือถูกกำหนดโดยปฏิสัมพันธ์ระหว่างสมบัติดินและสภาพภูมิอากาศ โดยเฉพาะในระดับเชิงพื้นที่ที่มีความแตกต่างของชุดดินอย่างเด่นชัด ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดระบบการผลิตพืช (crop–soil–climate interaction) ที่ระบุว่าผลผลิตพืชไม่ได้ขึ้นอยู่กับปัจจัยใดปัจจัยหนึ่งเพียงลำพัง แต่เป็นผลรวมของปัจจัยหลายมิติที่ทำงานร่วมกัน ซึ่งจากผลการศึกษาในช่วงปีฐาน (BY) พบว่า ชุดดินที่มีศักยภาพสูง เช่น Pc, Png และ Ppm ให้ผลผลิตในระดับสูงและมีค่าความแปรปรวนต่ำ สะท้อนถึงความสามารถของดินในการสนับสนุนการเจริญเติบโตของพืชได้อย่างมีประสิทธิภาพ ขณะที่ชุดดินที่มีข้อจำกัด เช่น Ckr และ Ppk ให้ผลผลิตต่ำและมีค่า CV สูง ซึ่งบ่งชี้ถึงความเปราะบางของระบบการผลิตในพื้นที่ดังกล่าว ทั้งนี้แสดงให้เห็นว่าดินยังคงเป็นปัจจัยกำหนดศักยภาพการผลิตหลักในเชิงพื้นที่

เมื่อพิจารณาภายใต้สภาพภูมิอากาศในอนาคต (NF และ FF) พบว่า แม้ในบางพื้นที่โดยเฉพาะภายใต้แบบจำลอง MPI-ESM-MR จะมีแนวโน้มของค่าเฉลี่ยผลผลิตเพิ่มขึ้นเล็กน้อย แต่ค่าความแปรปรวนของผลผลิต (SD และ CV) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะในช่วงอนาคตระยะไกล (FF) ซึ่งสะท้อนถึงความไม่เสถียรของระบบการผลิตที่เพิ่มขึ้นภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ในทางตรงกันข้ามแบบจำลอง HadGEM๒-ES แสดงให้เห็นแนวโน้มของผลผลิตที่ลดลงและมีความผันผวนสูงขึ้นอย่างชัดเจน โดยเฉพาะในพื้นที่ที่มีข้อจำกัดด้านดิน ซึ่งสะท้อนถึงผลกระทบของความแปรปรวนของปริมาณและการกระจายตัวของฝน รวมถึงอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นต่อกระบวนการเจริญเติบโตของพืช ผลลัพธ์ดังกล่าวชี้ให้เห็นว่า ระบบการผลิตมันสำปะหลังในพื้นที่ที่มีศักยภาพต่ำมีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศสูงกว่าพื้นที่ศักยภาพสูง

นอกจากนี้ ความแตกต่างของผลลัพธ์ระหว่างแบบจำลอง MPI-ESM-MR และ HadGEM๒-ES ยังสะท้อนถึงความไม่แน่นอนของแบบจำลองภูมิอากาศ (climate model uncertainty)ซึ่งเป็นประเด็นสำคัญในการประเมินผลกระทบในอนาคต โดยการใช้หลายแบบจำลองช่วยให้สามารถประเมินช่วงของความเป็นไปได้ของผลผลิตได้ครอบคลุมมากขึ้น และลดความเสี่ยงจากการพึ่งพาผลลัพธ์จากแบบจำลองเพียงแหล่งเดียว

ในเชิงการจัดการพื้นที่ ผลการศึกษาพบว่า แม้พื้นที่ที่อยู่ในชั้นความเหมาะสมของที่ดินระดับเดียวกัน (เช่น S๒ หรือ S๓) จะมีระดับความเหมาะสมใกล้เคียงกัน แต่ยังคงมีความแตกต่างของผลผลิตตามชุดดิน ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการจำแนกความเหมาะสมของที่ดินเพียงอย่างเดียวอาจไม่เพียงพอ จำเป็นต้องพิจารณาสมบัติดินเชิงลึกควบคู่กัน เพื่อให้สามารถกำหนดแนวทางการจัดการที่เหมาะสมในระดับพื้นที่ได้อย่างแม่นยำ

โดยสรุป ผลการศึกษานี้ชี้ให้เห็นว่า แม้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศอาจส่งผลให้ค่าเฉลี่ยผลผลิตเพิ่มขึ้นในบางพื้นที่ แต่ความเสี่ยงและความไม่แน่นอนของระบบการผลิตมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ โดยเฉพาะในพื้นที่ที่มีข้อจำกัดด้านทรัพยากรดิน ดังนั้น การพัฒนามาตรการจัดการเชิงพื้นที่ เช่น การปรับปรุงดิน การจัดการน้ำ และการเลือกพื้นที่ปลูกที่เหมาะสม จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งในการเพิ่มความยืดหยุ่น และลดความเปราะบางของระบบการผลิตมันสำปะหลังในระยะยาว

๗.๒ ผลสำเร็จของงานเชิงคุณภาพ

๗.๒.๑ การสร้างองค์ความรู้เชิงบูรณาการ

จากผลการศึกษาก่อให้เกิดองค์ความรู้ด้านความสัมพันธ์ระหว่างทรัพยากรดิน สภาพภูมิอากาศ และผลิตภาพพืชในระดับพื้นที่ ทำให้สามารถเข้าใจกลไกการเปลี่ยนแปลงของระบบการผลิตมันสำปะหลังได้อย่างเป็นระบบ โดยชี้ให้เห็นบทบาทของดินในการกำหนดศักยภาพการผลิต และบทบาทของภูมิอากาศในการกำหนดความแปรปรวนและความเสี่ยงของผลผลิต

๗.๒.๒ การยกระดับแนวทางการวิเคราะห์เชิงวิชาการ

จากผลการศึกษาช่วยพัฒนาแนวทางการประเมินศักยภาพการผลิตจากการวิเคราะห์ปัจจัยเดี่ยว ไปสู่การวิเคราะห์เชิงบูรณาการ (integrated analysis) ที่สามารถสะท้อนความแตกต่างเชิงพื้นที่และความไม่แน่นอนของสภาพภูมิอากาศในอนาคตได้อย่างมีประสิทธิภาพ

๗.๒.๓ การสนับสนุนการตัดสินใจเชิงพื้นที่

จากการศึกษา ผลลัพธ์สามารถนำไปใช้เป็นฐานข้อมูลเพื่อสนับสนุนการวางแผนการใช้ที่ดิน การจัดการทรัพยากรดินและน้ำ และการกำหนดแนวทางการปรับตัวของระบบการเกษตร โดยเฉพาะในพื้นที่ที่มีความเปราะบางสูง ช่วยลดความเสี่ยงและเพิ่มความยั่งยืนของระบบการผลิต

๗.๒.๔ เป็นประโยชน์ต่อเกษตรกรในระดับพื้นที่

จากการศึกษา สามารถระบุพื้นที่ศักยภาพและพื้นที่เสี่ยงได้อย่างชัดเจน ทำให้เกษตรกรสามารถวางแผนการผลิตและเลือกแนวทางการจัดการที่เหมาะสม เช่น การเลือกพืช การปรับปรุงดิน และการบริหารจัดการน้ำ ซึ่งช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและลดความผันผวนของผลผลิต

๗.๒.๕ การสนับสนุนเชิงนโยบายและการบริหารจัดการทรัพยากร

จากผลการศึกษาสอดคล้องกับแนวนโยบายด้านการบริหารจัดการทรัพยากรที่ดินและการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ โดยสามารถใช้ในการกำหนดเขตการใช้ที่ดิน การวางแผนพัฒนาการเกษตรเชิงพื้นที่ การกำหนดมาตรการช่วยเหลือเกษตรกรในพื้นที่เสี่ยงได้อย่างมีประสิทธิภาพ และการพัฒนาระบบการผลิตที่มีความยืดหยุ่นต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ โดยมุ่งเน้นการลดความเปราะบาง เพิ่มความสามารถในการปรับตัว และส่งเสริมความยั่งยืนของระบบการเกษตรในระยะยาว

๘. ประโยชน์ที่ได้รับ

๘.๑ ด้านการวางแผนการใช้ที่ดิน

สามารถใช้เป็นข้อมูลสนับสนุนการวางแผนการใช้ประโยชน์ที่ดินให้เหมาะสมกับศักยภาพของพื้นที่ โดยพิจารณาร่วมกันทั้งสมบัติดินและความเสี่ยงจากสภาพภูมิอากาศ ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการใช้

ทรัพยากรและลดการใช้ที่ดินอย่างไม่เหมาะสม สามารถระบุพื้นที่ที่มีความเสี่ยงและความเปราะบางของระบบการปลูกมันสำปะหลังได้อย่างชัดเจน

๘.๒ ด้านการจัดการทรัพยากรดินและน้ำ

จากผลการศึกษา ช่วยกำหนดแนวทางการจัดการดินและน้ำที่เหมาะสมในแต่ละพื้นที่ เช่น การปรับปรุงดิน การเพิ่มอินทรียวัตถุ และการบริหารจัดการน้ำ เพื่อเพิ่มศักยภาพการผลิตและลดความเสี่ยงจากความแปรปรวนของภูมิอากาศ

๘.๓ ด้านการสนับสนุนการตัดสินใจเชิงนโยบาย

จากผลการศึกษาสามารถใช้เป็นข้อมูลประกอบในการกำหนดนโยบายด้านการเกษตร การจัดการทรัพยากรที่ดิน และการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในระดับหน่วยงานและระดับประเทศ

๘.๔ ด้านการพัฒนาเกษตรกรและภาคการผลิต

จากผลการศึกษาช่วยให้เกษตรกรสามารถวางแผนการผลิตได้เหมาะสมกับศักยภาพของพื้นที่ ลดความเสี่ยงจากความผันผวนของผลผลิต ส่งเสริมการพัฒนาระบบการเกษตรที่มีความยืดหยุ่น (resilience) ต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ โดยมุ่งเน้นการใช้ทรัพยากรอย่างเหมาะสม ลดความเสื่อมโทรมของดิน และเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตในระยะยาว

๙. ความยุ่งยากในการดำเนินการ/ปัญหา/อุปสรรค

๙.๑ ความซับซ้อนเชิงเทคนิคและการบูรณาการข้อมูลหลายมิติ

ในการดำเนินงานมีความซับซ้อนในการบูรณาการข้อมูลดิน ภูมิอากาศ และพืช ซึ่งมีความแตกต่างทั้งด้านโครงสร้าง ความละเอียดเชิงพื้นที่ และช่วงเวลา โดยเฉพาะการจัดเตรียมข้อมูลภูมิอากาศจาก GCMs ที่ต้องผ่านกระบวนการ downscaling และแปลงเป็นข้อมูลรายวัน รวมถึงการตั้งค่า สอบเทียบ และตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง DSSAT และการวิเคราะห์ในระดับหน่วยแผนที่ดิน (SMUs) ซึ่งต้องอาศัยความเชี่ยวชาญและการควบคุมคุณภาพข้อมูลอย่างละเอียด

๙.๒ ข้อจำกัดของข้อมูลและความไม่แน่นอนของแบบจำลอง

ข้อจำกัดด้านความครบถ้วนของข้อมูล โดยเฉพาะข้อมูลดินในบางพื้นที่ ส่งผลให้ต้องใช้ข้อมูลตัวแทน ซึ่งก่อให้เกิดความไม่แน่นอนในผลลัพธ์ นอกจากนี้ ข้อมูลจากแบบจำลอง GCMs ยังมีความไม่แน่นอนเชิงโครงสร้างและความแตกต่างระหว่างแบบจำลอง ทำให้เกิดการส่งผ่านความไม่แน่นอน (uncertainty propagation) ไปยังผลการจำลอง จึงจำเป็นต้องประเมินผลในรูปแบบช่วงค่าและใช้การวิเคราะห์หลายสถานการณ์เพื่อเพิ่มความน่าเชื่อถือ

๙.๓ ข้อจำกัดในการนำไปใช้เชิงปฏิบัติและการตัดสินใจ

การนำผลการศึกษาไปใช้ในทางปฏิบัติยังมีข้อจำกัด เนื่องจากระบบการผลิตจริงเกี่ยวข้องกับปัจจัยด้านเศรษฐกิจและสังคมที่ไม่ได้รวมอยู่ในแบบจำลองโดยตรง จึงจำเป็นต้องพัฒนาเป็นระบบสนับสนุนการตัดสินใจที่เหมาะสมกับบริบทพื้นที่ และใช้แนวคิดต่างๆในการวางแผน เพื่อรองรับความไม่แน่นอนของสภาพภูมิอากาศในอนาคต

๑๐. ข้อเสนอแนะ

๑๐.๑ การเพิ่มความละเอียดของข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial resolution) ควรมีการพัฒนาและใช้ข้อมูลดินและข้อมูลภูมิอากาศที่มีความละเอียดเชิงพื้นที่สูงขึ้น เช่น ระดับแปลงหรือระดับตำบล เพื่อเพิ่มความแม่นยำในการประเมินผลิตภาพและความเสี่ยงในระดับพื้นที่ย่อย และสามารถสะท้อนความแปรปรวนเชิงพื้นที่ของทรัพยากรดินและสภาพภูมิอากาศได้อย่างเหมาะสมยิ่งขึ้น

๑๐.๒ การปรับเทียบและตรวจสอบแบบจำลอง (Model calibration and validation) ควรมีการใช้ข้อมูลผลผลิตจริงจากภาคสนาม หรือข้อมูลจากเกษตรกรในพื้นที่ มาใช้ในการปรับเทียบ (calibration) และตรวจสอบความถูกต้องของผลการจำลอง (validation) เพื่อเพิ่มความน่าเชื่อถือและความแม่นยำของแบบจำลองในระดับพื้นที่

๑๐.๓ การศึกษานี้มุ่งเน้นการวิเคราะห์ภายใต้เงื่อนไขการใช้ที่ดินปัจจุบัน (Actual land use) ดังนั้น ในอนาคตควรมีการขยายการวิเคราะห์ไปสู่สถานการณ์การจัดการที่หลากหลาย เช่น การปรับเปลี่ยนวันปลูก การจัดการธาตุอาหาร การใช้น้ำหรือระบบชลประทาน เพื่อประเมินศักยภาพในการเพิ่มผลผลิตและลดความเสี่ยงของระบบการผลิตภายใต้เงื่อนไขที่แตกต่างกัน

๑๐.๔ การใช้แบบจำลองภูมิอากาศหลายชุด (Multi-model ensemble) เพื่อเพิ่มความครอบคลุมของความไม่แน่นอนของสภาพภูมิอากาศ ควรใช้แบบจำลองภูมิอากาศหลายแบบ (multi-GCM ensemble) แทนการใช้เพียงไม่กี่แบบจำลอง เพื่อให้สามารถประเมินช่วงความเป็นไปได้ของผลผลิตในอนาคตได้อย่างครอบคลุมและมีความน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น

๑๐.๕ ควรมีการขยายการศึกษาไปสู่สถานการณ์การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกระดับสูง(RCP๘.๕) ซึ่งการศึกษาภายใต้สถานการณ์ดังกล่าวจะช่วยสะท้อนผลกระทบในกรณีที่สภาพภูมิอากาศมีการเปลี่ยนแปลงรุนแรงมากขึ้น ทั้งในด้านอุณหภูมิที่เพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง และความแปรปรวนของปริมาณน้ำฝนที่เพิ่มขึ้น ซึ่งอาจส่งผลให้ ความแปรปรวนของผลผลิต (SD และ CV) เพิ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ความถี่ของปีที่ให้ผลผลิตต่ำ (low-yield years) เพิ่มขึ้น ความแตกต่างของผลิตภาพระหว่างชุดดินมีความชัดเจนมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้ การเปรียบเทียบผลลัพธ์ระหว่างสถานการณ์ RCP๔.๕ และ RCP๘.๕ จะช่วยให้สามารถประเมินช่วงของความเป็นไปได้ (range of outcomes) ของผลผลิตมันสำปะหลังในอนาคต และสนับสนุนการวางแผนเชิงนโยบายในลักษณะการบริหารความเสี่ยง (risk-based planning) ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ขอรับรองว่าผลงานดังกล่าวข้างต้นเป็นความจริงทุกประการ

ลงชื่อ.....

(นางสาววันรัก ฤทธิเกษร)

ผู้เสนอผลงาน

วันที่.....๗...../....เม.ย...../....๒๕๖๙.....

ขอรับรองว่าสัดส่วนหรือลักษณะงานในการดำเนินการของผู้เสนอข้างต้นถูกต้องตรงกับความจริงทุกประการ

ลงชื่อ.....
(นายสุวิชา ผลฟักแฟง)
ผู้ร่วมดำเนินการ
วันที่ ๗ / เม.ย. / ๒๕๖๙

ลงชื่อ.....
(นางสาวสุวภัทร สกุลอารีย์มิตร)
ผู้ร่วมดำเนินการ
วันที่ ๗ / เม.ย. / ๒๕๖๙

ลงชื่อ.....
(.....)
ผู้ร่วมดำเนินการ
วันที่...../...../.....

ลงชื่อ.....
(.....)
ผู้ร่วมดำเนินการ
วันที่...../...../.....

ได้ตรวจสอบแล้วขอรับรองว่าผลงานดังกล่าวข้างต้นถูกต้องตรงกับความเป็นจริงทุกประการ

ลงชื่อ.....
(นายกฤดิโสภณ ดวงกมล)
ตำแหน่ง ผู้อำนวยการกลุ่มมาตรฐานการสำรวจจำแนกดิน
วันที่ ๗ / เม.ย. / ๒๕๖๙

ลงชื่อ.....
(นายสถิระ อุดมศรี)
ผู้อำนวยการกองสำรวจดินและวิจัยทรัพยากรดิน
วันที่ ๗ / เม.ย. / ๒๕๖๙

(ผู้บังคับบัญชาที่ควบคุมดูแลการดำเนินการ)

ข้อเสนอแนวคิดการพัฒนาหรือปรับปรุงงาน

ของนางสาววันรัก ฤทธิเกษร
เพื่อประกอบการแต่งตั้งให้ดำรงตำแหน่ง นักสำรวจดินชำนาญการพิเศษ ตำแหน่งเลขที่ ๓๐๖
กลุ่มมาตรฐานการสำรวจจำแนกดิน กองสำรวจดินและวิจัยทรัพยากรดิน

๑. เรื่อง การพัฒนาระบบติดตามและปรับปรุงแผนที่ดินดำของประเทศไทย โดยบูรณาการเทคโนโลยี Remote Sensing และ Digital Soil Mapping ร่วมกับดัชนีพืชพรรณ (NDVI) เพื่อสนับสนุนการจัดการดินเชิงพื้นที่

๒. หลักการและเหตุผล

ดินดำ (Black Soil) เป็นทรัพยากรดินที่มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อภาคการเกษตรของโลก ด้วยคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช โดยเฉพาะลักษณะเด่นของชั้นหน้าดินที่มีสีเข้ม แสดงถึงการมีปริมาณอินทรียวัตถุในดินสูง หรือที่เรียกว่า Soil Organic Carbon (SOC) ซึ่งมีบทบาทสำคัญต่อการปรับปรุงโครงสร้างดิน ความสามารถในการอุ้มน้ำ การกักเก็บความชื้น และความอุดมสมบูรณ์ของธาตุอาหารในดิน รวมถึงช่วยเสริมเสถียรภาพของโครงสร้างดิน ด้วยคุณสมบัติดังกล่าว ดินดำจึงเป็นหนึ่งในกลุ่มดินที่มีความอุดมสมบูรณ์สูงและให้ผลผลิตทางการเกษตรในระดับสูงที่สุดของโลก โดยเฉพาะในพื้นที่ที่มีสภาพภูมิอากาศเหมาะสม ส่งผลให้สามารถรองรับการผลิตพืชได้อย่างต่อเนื่องและมีประสิทธิภาพ ปัจจุบัน ดินดำถูกนำมาใช้ในระบบการผลิตพืชเศรษฐกิจหลายประเภท เช่น ธัญพืช พืชผัก พืชอาหาร และระบบหญ้าเลี้ยงสัตว์แบบเข้มข้นอย่างแพร่หลาย จึงได้รับการขนานนามว่าเป็น “แหล่งผลิตอาหารสำคัญของโลก” (food basket of the world)

นอกจากนี้ ดินดำยังมีบทบาทสำคัญในเชิงสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะการเป็นแหล่งกักเก็บคาร์บอนอินทรีย์ (carbon sequestration) ที่มีประสิทธิภาพสูง ซึ่งมีส่วนช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและบรรเทาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในระดับโลก โดยในบางภูมิภาค เช่น ทวีปยุโรป ดินดำมีศักยภาพในการกักเก็บคาร์บอนในดินในสัดส่วนที่สูงเมื่อเทียบกับดินประเภทอื่น

สำหรับประเทศไทย ดินดำถือเป็นทรัพยากรดินที่มีศักยภาพสูงด้านความอุดมสมบูรณ์และความสามารถในการอุ้มน้ำ ซึ่งมีบทบาทสำคัญต่อการผลิตทางการเกษตร อย่างไรก็ตาม การใช้ประโยชน์ดินในปัจจุบันยังขาดการจัดการที่สอดคล้องกับศักยภาพของดิน ส่งผลให้ประสิทธิภาพการผลิตไม่เต็มศักยภาพ และอาจนำไปสู่ความเสื่อมโทรมของดินในระยะยาว (กรมพัฒนาที่ดิน, ๒๕๖๓)

ในเชิงกระบวนการ ดินดำมีปริมาณอินทรียวัตถุสูงและมีโครงสร้างดินที่เสถียร ซึ่งส่งผลต่อความสามารถในการอุ้มน้ำและธาตุอาหาร อย่างไรก็ตาม ศักยภาพดังกล่าวสามารถลดลงได้หากมีการจัดการดินที่ไม่เหมาะสม เช่น การปลูกพืชต่อเนื่องโดยขาดการปรับปรุงบำรุงดิน ซึ่งจะส่งผลให้ปริมาณ SOC ลดลง และทำให้ความสามารถในการกักเก็บคาร์บอนในดินลดลงตามไปด้วย (Lal, ๒๐๐๔)

ในบริบทของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ดินดำมีบทบาทสำคัญในฐานะแหล่งกักเก็บคาร์บอน ซึ่งสามารถช่วยลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกและเพิ่มความยั่งยืนของระบบการผลิตทางการเกษตร (Lal, ๒๐๐๔; IPCC, ๒๐๒๑) ในระดับประเทศ นโยบายด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของประเทศไทยให้ความสำคัญกับการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและการเพิ่มศักยภาพในการปรับตัวต่อสภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลง ซึ่งเกี่ยวข้องโดยตรงกับการจัดการทรัพยากรดิน (สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, ๒๕๖๕) นอกจากนี้ แนวคิดการประเมินคุณภาพดินและการประเมินความเหมาะสมของการใช้ที่ดิน เป็นเครื่องมือสำคัญในการจัดการทรัพยากรดินอย่างมีประสิทธิภาพ โดยอาศัยข้อมูลสมบัติดินและปัจจัยสิ่งแวดล้อมในการกำหนดรูปแบบการใช้ที่ดินให้เหมาะสมกับศักยภาพของพื้นที่ (Doran & Parkin, ๑๙๙๔; FAO, ๑๙๗๖)

ในปัจจุบัน เทคโนโลยีการสำรวจระยะไกล (Remote Sensing) และการพัฒนาแผนที่ดินดิจิทัล (Digital Soil Mapping: DSM) ได้เข้ามามีบทบาทสำคัญในการวิเคราะห์และติดตามการเปลี่ยนแปลงของทรัพยากรดินในระดับพื้นที่อย่างต่อเนื่อง โดยสามารถใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมร่วมกับแบบจำลองเชิงพื้นที่เพื่อเพิ่มความแม่นยำและความทันสมัยของข้อมูลดิน

นอกจากนี้ ดัชนีพืชพรรณ (Normalized Difference Vegetation Index: NDVI) สามารถใช้เป็นตัวชี้วัดสภาพการเจริญเติบโตของพืช ซึ่งมีความสัมพันธ์กับคุณภาพดินและความอุดมสมบูรณ์ของพื้นที่ การนำ NDVI มาวิเคราะห์ร่วมกับข้อมูลดินจึงช่วยเพิ่มศักยภาพในการประเมินและติดตามสภาพดินได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ดังนั้น การพัฒนาระบบติดตามและปรับปรุงแผนที่ดินดำโดยบูรณาการเทคโนโลยี Remote Sensing, Digital Soil Mapping และ NDVI จึงเป็นแนวทางที่เหมาะสมในการยกระดับการจัดการข้อมูลดินดำให้มีความทันสมัย แม่นยำ และสอดคล้องกับสภาพพื้นที่ที่เปลี่ยนแปลงไป และสามารถนำไปใช้สนับสนุนการวางแผนการใช้ที่ดินเชิงพื้นที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ อย่างไรก็ตาม การนำเทคโนโลยีดังกล่าวมาประยุกต์ใช้จำเป็นต้องมีการวิเคราะห์ถึงข้อจำกัด ศักยภาพ และแนวทางการพัฒนาอย่างเหมาะสมในบริบทของประเทศไทย

๓.บทวิเคราะห์/แนวความคิด/ข้อเสนอ และข้อจำกัดที่อาจเกิดขึ้นและแนวทางแก้ไข

ปัจจุบันการจัดทำแผนที่ดินของประเทศไทยยังคงอาศัยข้อมูลการสำรวจภาคสนามเป็นหลัก ซึ่งแม้ว่าจะให้ข้อมูลที่มีความถูกต้องในเชิงพื้นที่สูง แต่มีข้อจำกัดด้านเวลา งบประมาณ และกำลังคน ทำให้การปรับปรุงข้อมูลไม่สามารถดำเนินการได้อย่างต่อเนื่องและครอบคลุมพื้นที่ขนาดใหญ่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะในบริบทที่สภาพการใช้ที่ดินและสภาพแวดล้อมมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว

ในช่วงที่ผ่านมา การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน เช่น การขยายพื้นที่เกษตรกรรม การเปลี่ยนแปลงชนิดพืช และการจัดการพื้นที่ที่ไม่เหมาะสม ส่งผลต่อสมบัติดินโดยตรง โดยเฉพาะในพื้นที่ดินดำซึ่งมีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงของปริมาณอินทรียวัตถุในดิน (Soil Organic Carbon: SOC) การลดลงของ SOC อาจนำไปสู่การเสื่อมโทรมของโครงสร้างดิน ความสามารถในการอุ้มน้ำลดลง และประสิทธิภาพการผลิตทางการเกษตรที่ลดลงในระยะยาว ในขณะเดียวกัน การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศยังเป็นอีกปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อพลวัตของดิน (soil dynamics) โดยเฉพาะความแปรปรวนของปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิ และเหตุการณ์สุดขั้ว เช่น ภัยแล้งหรือฝนตกหนัก ซึ่งมีผลต่อกระบวนการสะสมและการสลายตัวของอินทรียวัตถุในดิน รวมถึงการเปลี่ยนแปลงของสมบัติทางกายภาพและเคมีของดิน

อย่างไรก็ตาม ข้อมูลแผนที่ดินในปัจจุบันยังไม่สามารถสะท้อนการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวได้อย่างทันเวลา เนื่องจากขาดระบบติดตามและปรับปรุงข้อมูลอย่างต่อเนื่องในเชิงพื้นที่ ส่งผลให้การนำข้อมูลไปใช้ในการวางแผนการใช้ที่ดินและการจัดการดินเชิงพื้นที่อาจมีความคลาดเคลื่อน และไม่สอดคล้องกับสภาพจริงของพื้นที่

การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการสำรวจระยะไกล (Remote Sensing) และการพัฒนาแผนที่ดินดิจิทัล (Digital Soil Mapping: DSM) จึงเป็นเครื่องมือสำคัญที่สามารถช่วยยกระดับการจัดการข้อมูลดิน โดยสามารถใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่มีความต่อเนื่องเชิงเวลา (temporal resolution) และครอบคลุมพื้นที่ขนาดใหญ่มาวิเคราะห์ร่วมกับแบบจำลองเชิงพื้นที่เพื่อปรับปรุงความแม่นยำของข้อมูลดิน นอกจากนี้ การใช้ดัชนีพืชพรรณ (Normalized Difference Vegetation Index: NDVI) ยังสามารถสะท้อนถึงความสมบูรณ์ของพืช ซึ่งมีความสัมพันธ์กับคุณภาพดินในพื้นที่ โดยสามารถใช้เป็นตัวชี้วัดทางอ้อมในการประเมินสภาพดิน และติดตามการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ดินดำในเชิงพลวัติ

ดังนั้น การบูรณาการข้อมูลจาก Remote Sensing, Digital Soil Mapping และ NDVI จึงเป็นแนวทางที่มีศักยภาพในการพัฒนาระบบติดตามและปรับปรุงแผนที่ดินดำของประเทศไทยให้มีความทันสมัย สอดคล้องกับสภาพพื้นที่จริง และสามารถรองรับการวางแผนการใช้ที่ดินและการจัดการดินเชิงพื้นที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

แนวความคิด

จากข้อจำกัดของการจัดทำแผนที่ดินแบบดั้งเดิมและการเปลี่ยนแปลงของทรัพยากรดินในปัจจุบัน แนวคิดหลักของการพัฒนางานนี้มุ่งเน้นการยกระดับการจัดการข้อมูลดินจากระบบที่อาศัยการสำรวจภาคสนามเป็นหลัก ไปสู่ระบบการติดตามและปรับปรุงข้อมูลดินเชิงพื้นที่อย่างต่อเนื่อง (dynamic soil information system) โดยอาศัยการบูรณาการเทคโนโลยีสมัยใหม่ร่วมกับองค์ความรู้ด้านดิน โดยแนวคิดดังกล่าวตั้งอยู่บนพื้นฐานของการใช้เทคโนโลยีการสำรวจระยะไกล (Remote Sensing) เพื่อจัดหาข้อมูลเชิงพื้นที่ที่มีความต่อเนื่องทั้งในเชิงเวลาและพื้นที่ ร่วมกับการพัฒนาแผนที่ดินดิจิทัล (Digital Soil Mapping: DSM) ซึ่งใช้แบบจำลองเชิงพื้นที่ในการคาดประมาณสมบัติดิน โดยอาศัยข้อมูลตัวแปรสิ่งแวดล้อม เช่น ภูมิประเทศ ภูมิอากาศ และการใช้ประโยชน์ที่ดิน

นอกจากนี้ การประยุกต์ใช้ดัชนีพืชพรรณ (Normalized Difference Vegetation Index: NDVI) เป็นอีกองค์ประกอบสำคัญในแนวคิดนี้ เนื่องจาก NDVI สามารถสะท้อนสภาพการเจริญเติบโตของพืช ซึ่งมีความสัมพันธ์กับความอุดมสมบูรณ์ของดินและปริมาณอินทรียวัตถุในดิน (SOC) การวิเคราะห์ NDVI ร่วมกับข้อมูลดินจึงช่วยให้สามารถประเมินและติดตามการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ดินดำได้ในเชิงพลวัติ

ภายใต้กรอบแนวคิดนี้ การบูรณาการข้อมูลจาก Remote Sensing, DSM และ NDVI จะถูกพัฒนาเป็นระบบติดตามและปรับปรุงแผนที่ดินดำของประเทศไทย ซึ่งสามารถแสดงผลในรูปแบบข้อมูลเชิงพื้นที่ที่ทันสมัยและสามารถอัปเดตข้อมูลได้อย่างต่อเนื่องตามการเปลี่ยนแปลงของสภาพพื้นที่

ทั้งนี้ ระบบดังกล่าวยังสามารถทำหน้าที่เป็นเครื่องมือสนับสนุนการตัดสินใจ (Decision Support System) ในการวางแผนการใช้ที่ดินและการจัดการดินเชิงพื้นที่ โดยช่วยให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องสามารถกำหนดแนวทางการใช้ประโยชน์ที่ดินให้สอดคล้องกับศักยภาพของดิน ลดความเสี่ยงจากการใช้ที่ดินไม่เหมาะสม และเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ทรัพยากรดินในระยะยาว

ข้อเสนอ/แนวทางการพัฒนา

๑) การรวบรวมและจัดเตรียมข้อมูลพื้นฐาน

ดำเนินการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ข้อมูลดินจากการสำรวจภาคสนาม ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม ข้อมูลภูมิประเทศ และข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน เพื่อใช้เป็นฐานข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์และพัฒนาแบบจำลอง

๒) การวิเคราะห์ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมและคำนวณค่า NDVI

ประมวลผลข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมเพื่อคำนวณค่าดัชนีพืชพรรณ (NDVI) ซึ่งใช้เป็นตัวแทนในการประเมินความสมบูรณ์ของพืช และวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างสภาพพืชกับคุณภาพดินในพื้นที่

๓) การพัฒนาแบบจำลอง Digital Soil Mapping (DSM)

พัฒนาแบบจำลองเชิงพื้นที่เพื่อคาดประมาณสมบัติดิน โดยบูรณาการข้อมูลจากดิน ภูมิประเทศ และข้อมูลจาก Remote Sensing เพื่อเพิ่มความแม่นยำของแผนที่ดิน

๔) การปรับปรุงและจัดทำแผนที่ดินดำของประเทศไทยเชิงดิจิทัล

นำผลจากแบบจำลอง DSM มาปรับปรุงและจัดทำแผนที่ดินดำในรูปแบบดิจิทัลที่มีความทันสมัย และสามารถแสดงผลเชิงพื้นที่ได้อย่างชัดเจน

๕) การพัฒนาระบบติดตามการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ดินดำ

พัฒนาระบบติดตาม (monitoring system) โดยใช้ข้อมูล Remote Sensing และ NDVI ในการติดตามการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ดินดำในช่วงเวลาต่าง ๆ เพื่อให้สามารถอัปเดตข้อมูลได้อย่างต่อเนื่อง

๖) การตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล (Validation)

ดำเนินการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลแผนที่ดิน โดยใช้ข้อมูลภาคสนามและข้อมูลอ้างอิง เพื่อเพิ่มความน่าเชื่อถือของผลการวิเคราะห์

๗) การนำข้อมูลไปใช้ในการวางแผนเชิงพื้นที่

นำแผนที่ดินดำที่พัฒนาแล้วไปใช้เป็นเครื่องมือสนับสนุนการวางแผนการใช้ที่ดิน การจัดการดิน และการกำหนดแนวทางการใช้ประโยชน์ที่ดินให้สอดคล้องกับศักยภาพของพื้นที่

๘) การถ่ายทอดองค์ความรู้และการใช้งานในพื้นที่

ส่งเสริมการถ่ายทอดองค์ความรู้ให้กับหน่วยงานและผู้ใช้งานในพื้นที่ เพื่อให้สามารถนำข้อมูลและระบบที่พัฒนาไปใช้ประโยชน์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ข้อจำกัดที่อาจเกิดขึ้น

๑. ข้อจำกัดด้านความละเอียดและคุณภาพของข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม โดยข้อมูล Remote Sensing บางประเภทอาจมีความละเอียดเชิงพื้นที่ไม่เพียงพอสำหรับการวิเคราะห์ในระดับแปลง หรือได้รับผลกระทบจากเมฆและสภาพบรรยากาศ

๒. ความแปรปรวนของค่า NDVI ตามฤดูกาลและชนิดพืช โดยค่า NDVI อาจเปลี่ยนแปลงตามช่วงเวลา ชนิดพืช และการจัดการพื้นที่ ซึ่งอาจส่งผลต่อความแม่นยำในการตีความความสัมพันธ์กับคุณภาพดิน

๓. ข้อมูลดินจากภาคสนามอาจมีจำนวนจำกัดหรือไม่ครอบคลุมทุกพื้นที่ ส่งผลต่อความแม่นยำของแบบจำลอง Digital Soil Mapping

๔. ความซับซ้อนของการพัฒนาแบบจำลอง DSM เนื่องจาก การพัฒนาแบบจำลองต้องอาศัยความรู้เฉพาะทางและการเลือกตัวแปรที่เหมาะสม ซึ่งอาจส่งผลต่อความถูกต้องของผลลัพธ์

แนวทางแก้ไข

๑. ใช้ข้อมูลจากหลายแหล่งร่วมกัน (Data integration) โดยบูรณาการข้อมูลจากดาวเทียมหลายแหล่ง และหลายช่วงเวลา (multi-source, multi-temporal data) เพื่อลดข้อจำกัดด้านความละเอียดและปัญหาสภาพอากาศ

๒. ในการวิเคราะห์ NDVI ใช้ข้อมูลแบบหลายช่วงเวลา (Multi-temporal NDVI analysis) เพื่อลดผลกระทบจากฤดูกาล และเพิ่มความแม่นยำในการประเมินความสัมพันธ์กับคุณภาพดิน

๓. ดำเนินการเก็บข้อมูลภาคสนามเพิ่มเติมในพื้นที่ตัวแทน และใช้ข้อมูลดังกล่าวในการตรวจสอบและปรับเทียบแบบจำลอง (model calibration and validation)

๔. ในการพัฒนาแบบจำลองที่เหมาะสมกับพื้นที่ (Site-specific modeling) โดยเลือกใช้ตัวแปรและแบบจำลองที่เหมาะสมกับลักษณะพื้นที่ดินดำของประเทศไทย เพื่อลดความคลาดเคลื่อนของผลลัพธ์

๔. ผลที่คาดว่าจะได้รับ

การพัฒนาระบบติดตามและปรับปรุงแผนที่ดินดำของประเทศไทยโดยบูรณาการเทคโนโลยี Remote Sensing, Digital Soil Mapping และดัชนีพืชพรรณ (NDVI) คาดว่าจะก่อให้เกิดผลลัพธ์ทั้งในเชิงวิชาการและเชิงปฏิบัติ ดังนี้

๑. ได้แผนที่ดินดำในรูปแบบดิจิทัลที่มีความทันสมัยและมีความละเอียดเชิงพื้นที่สูง สามารถสะท้อนสภาพพื้นที่จริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ

๒. สามารถติดตามการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ดินดำได้อย่างต่อเนื่อง โดยอาศัยข้อมูลจาก Remote Sensing และ NDVI

๓. เพิ่มความแม่นยำในการประเมินสมบัติดินและการวิเคราะห์ศักยภาพของพื้นที่ ผ่านการประยุกต์ใช้ Digital Soil Mapping

๔. สนับสนุนการวางแผนการใช้ที่ดินเชิงพื้นที่ (Spatial Planning) และการจัดการดินอย่างเหมาะสม

๕. เพิ่มประสิทธิภาพการจัดการทรัพยากรดิน ลดความเสี่ยงจากการใช้ที่ดินไม่เหมาะสม และสนับสนุนการเกษตรอย่างยั่งยืน

๖. เป็นฐานข้อมูลสำคัญสำหรับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในการตัดสินใจเชิงนโยบายด้านการจัดการดินและการใช้ที่ดิน

๕.ตัวชี้วัดความสำเร็จ

๕.๑ ตัวชี้วัดเชิงผลลัพธ์และการนำไปใช้

๑) มีการนำแผนที่ดินดำเชิงดิจิทัลไปใช้ในการวางแผนการใช้ที่ดินหรือการจัดการดินในระดับพื้นที่

๒) มีการประมวลผลและวิเคราะห์ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมและค่า NDVI ครอบคลุมพื้นที่ศึกษา

๓) สามารถใช้ข้อมูลเชิงพื้นที่จากระบบเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจได้อย่างมีประสิทธิภาพ

๔) มีพื้นที่ตัวอย่างหรือพื้นที่นำร่องที่ใช้ในการตรวจสอบและประยุกต์ใช้ผลลัพธ์ หรือมีหน่วยงาน/เกษตรกรนำไปประยุกต์ใช้เป็นแนวปฏิบัติที่ดี (Best practice) ในพื้นที่

๕.๒ ตัวชี้วัดเชิงคุณภาพของดินและสิ่งแวดล้อม

๑) แผนที่ดินดำที่พัฒนาขึ้นมีความทันสมัยและสามารถสะท้อนสภาพพื้นที่จริงได้ดีขึ้น

๒) ศักยภาพในการกักเก็บคาร์บอนในดินมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น และสามารถใช้เป็นกลไกในการลดความเสี่ยงจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

๓) การใช้ข้อมูลเชิงพื้นที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการวางแผนการใช้ที่ดินและการจัดการดิน

๔) แนวทางที่พัฒนาสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้จริงในพื้นที่ และสนับสนุนการจัดการดินอย่างยั่งยืน

ลงชื่อ.....

(นางสาววันรัก ฤทธิเกษร)

ผู้ขอประเมิน

วันที่ ๗ / เม.ย. / ๒๕๖๙