กิจกรรมย่อย การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศในการติดตามเนื้อที่เพาะปลูกและประเมินผลผลิตพืชไร่ภายใต้โครงการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการพยากรณ์ผลผลิตสินค้าเกษตร ปี พ.ศ. 2567

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร โดยศูนย์สารสนเทศการเกษตร ดำเนินงานนำร่องในการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ (Geo-Informatics) ที่เป็นเทคโนโลยีที่มีการบูรณาการความรู้และเทคโนโลยีจากศาสตร์ที่สำคัญ ๆ ในการพยากรณ์ผลผลิตต่อไร่ของสินค้าข้าวนาปี โดยในปี พ.ศ. 2566 ดำเนินงานในพื้นที่จังหวัดสุพรรณบุรี และอ่างทอง และวางแผนปรับ/ขยายพื้นที่ไปยังพื้นที่ที่เป็นแหล่งปลูกข้าวที่สำคัญในพื้นที่ปลูกข้าวภาคกลางในปีงบประมาณ พ.ศ. 2567 ลักษณะการดำเนินงาน มีการนำภาพถ่ายดาวเทียมในระบบ Optical Sensor ได้แก่ ภาพถ่ายดาวเทียม Sentinel-2 และภาพถ่ายดาวเทียมในระบบ Synthetic Aperture Radar (SAR) ได้แก่ ภาพถ่ายดาวเทียม Sentinel-1 มาใช้

ดาวเทียม Sentinel-2 มีระยะแถบความกว้างของวงโคจร (Swath Width) เป็น 290 กิโลเมตร มีรอบวงโคจรซ้ำ (Re-visit Time) ประมาณ 10 วัน ณ เส้นศูนย์สูตรด้วยดาวเทียมเซนเซอร์เดียว ในขณะที่รอบวงโคจร เป็น 5 วัน สำหรับดาวเทียมสองเซนเซอร์ภายใต้เงื่อนไขภาพปราศจากเมฆ ถือเป็นดาวเทียมในระบบ Multispectral Instrument (MSI) ที่ใช้แนวคิด Push-Broom ด้วยการทำงานโดยเก็บแถวของข้อมูลภาพข้ามไปยังวงโคจรดาวเทียมและใช้ทิศทางแบบไปข้างหน้า (Forward) กับตัวดาวเทียมขนานไปกับแนวของวงโคจร เพื่อที่จะเตรียมแถวในการถ่ายภาพแถวใหม่ ผลผลิตของภาพถ่ายดาวเทียมที่ให้บริการแก่ผู้ใช้งาน โดยทั่วไป มีการสร้างโดยใช้ข้อมูลภาคพื้นดินหรือใช้ Sentinel-2 Toolbox ที่ให้บริการมี 2 ระดับ คือ Sentinel-2 Level-1C ซึ่งเป็นภาพถ่ายดาวเทียมแบบ Top-of-Atmosphere Reflectance in Cartographic Geometry และภาพถ่ายดาวเทียม Sentinel-2 Level-2A ซึ่งเป็นภาพถ่ายดาวเทียมแบบ Bottom-of-Atmosphere Reflectance in Cartographic Geometry ที่มีการสร้างแบบเป็นระบบและขึ้นอยู่กับการใช้งานของผู้ใช้งานเป็นหลักที่สร้างเพิ่มเติมโดยใช้ Sentinel-2 Toolbox ในการทำงาน จากนั้น นำภาพถ่ายดาวเทียม Sentinel-2 มาวิเคราะห์ออกมาเป็นค่าดัชนีพืชพรรณ (Vegetation Indices: VIs) ซึ่งถือเป็นการวิเคราะห์ที่นำความยาวคลื่นช่วงต่าง ๆ มาคำนวณด้วยสมการทางคณิตศาสตร์ ในการดำเนินงานมีการจัดทำดัชนีต่างๆ หลายดัชนี เนื่องจากแต่ละดัชนีมีคุณสมบัติที่เหมาะสมกับสภาพพื้นที่ที่แตกต่างกัน เช่น ดัชนีพืชพรรณด้วยวิธี Normalized Difference Vegetation Index (NDVI), Enhanced Vegetation Index (EVI), Transformed Normalized Difference Vegetation Index (TNDVI) และ Ratio Vegetation Index (RVI) เป็นต้น ในขณะที่ ภาพถ่ายดาวเทียม Sentinel-1 เป็นภาพถ่ายในระบบ Microwave ที่มีคุณสมบัติในการถ่ายภาพทะลุเมฆ และสามารถถ่ายภาพได้ทั้งกลางวัน-กลางคืน

ตาราง คุณลักษณะความยาวช่วงคลื่นของภาพถ่ายดาวเทียม Sentinel-2

Spatial Resolution (m)	Band Number	S2A		S2B	
		Central Wavelength (nm)	Bandwidth (nm)	Central Wavelength (nm)	Bandwidth (nm)
10	2	492.4	66	492.1	66
	3	559.8	36	559.0	36
	4	664.6	31	664.9	31
	8	832.8	106	832.9	106
20	5	704.1	15	703.8	16
	6	740.5	15	739.1	15
	7	782.8	20	779.7	20
	8a	864.7	21	864.0	22
	11	1613.7	91	1610.4	94
	12	2202.4	175	2185.7	185
60	1	442.7	21	442.2	21
	9	945.1	20	943.2	21
	10	1373.5	31	1376.9	30

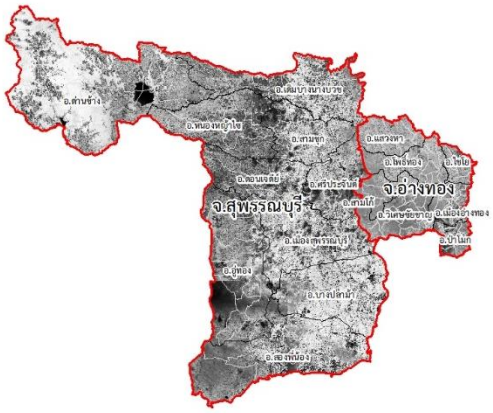
ตาราง คุณลักษณะความยาวช่วงคลื่นของภาพถ่ายดาวเทียม Sentinel-1

Characteristic	Description
Centre Frequency	5.405 GHz (corresponding to a wavelength of ~ 5.5465763 cm cm)
Bandwidth	0-100 MHz (programmable)
Polarisation	HH+HV, VV+VH, VV, HH
Incidence Angle Range	20° - 46°
Look Direction	Right
Antenna Type	Slotted Waveguide Radiators
Antenna Size	12.2 m x 0.821 m
Antenna Mass	880 kg (representing 40% of the total launch mass)
Azimuth Beam Width	0.23°
Elevation Beam Steering Range	-13.0° to +12.3°
Attitude Steering	Zero-Doppler Steering and Roll Steering

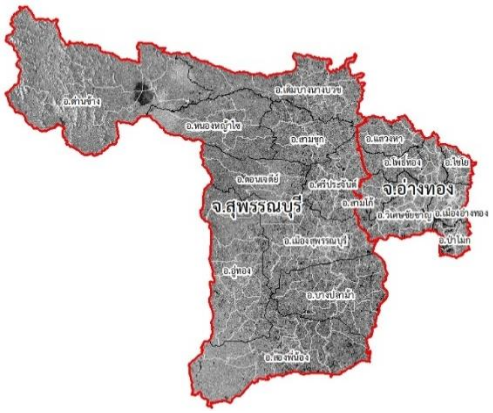
ที่มา: SAR Instrument - Sentinel-1 SAR Technical Guide - Sentinel Online - Sentinel Online (esa.int)

ดาวเทียมทั้งสองระบบถูกนำมาวิเคราะห์ควบคู่กับข้อมูลการเจริญเติบโตของข้าว (Rice Biophysical Parameters) ที่ได้จากการสำรวจภาคสนาม กำหนดช่วงอายุในการวิเคราะห์เป็น 5 ช่วงอายุ ได้แก่ ช่วงต้นกล้า (Seeding) ช่วงแตกกอ (Tillering) ช่วงตั้งท้อง (Panicle) ช่วงออกรวง (Flowering) และช่วงเก็บเกี่ยว (Harvesting) และหาความสัมพันธ์ว่าปัจจัยใดที่มีความเหมาะสมสำหรับนำมาพัฒนาเป็นแบบจำลองการพยากรณ์ผลผลิตข้าว ในรูปของการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้น (Regression Model) ทว่า ในการดำเนินงาน ภาพถ่ายดาวเทียม Sentinel-2 ในช่วงอายุออกรวงและเก็บเกี่ยว ค่อนข้างมีปัญหาเรื่องเมฆปกคลุมมาก จนไม่สามารถวิเคราะห์ได้ ทำให้มีการนำภาพถ่ายดาวเทียมอีกระบบเข้ามาเพิ่มเติมในกระบวนการวิเคราะห์ ได้แก่ ภาพถ่ายดาวเทียม Sentinel-1 ที่เป็นดาวเทียมในระบบ SAR ในการรับ-ส่งสัญญาณ แบบ VV (Vertical – Vertical) และแบบ VH (Vertical – Horizontal) Polarization ภาพถ่ายดาวเทียมทั้งสองระบบจำเป็นอย่างยิ่งต้องดาวน์โหลดในช่วงใกล้เคียงกับวันที่สำรวจภาคสนาม เพื่อให้ได้ข้อมูลค่าการเจริญเติบโตของต้นข้าวที่เป็นจริงมากที่สุด ทั้งนี้ การจัดเตรียมภาพถ่ายดาวเทียมในแต่ละระบบมีขั้นตอนการเตรียมภาพ (Pre – Processing) ที่แตกต่างกัน

ก) Sentinel-2 แบบ NDVI[1]



ข) Sentinel-1 ใน VV Polarization



ภาพ ตัวอย่างภาพถ่ายดาวเทียม Sentinel-1 และ Sentinel-2 ในช่วงอายุตั้งท้อง (ระหว่างวันที่ 15 – 25 กรกฎาคม 2566) และช่วงออกรวง (เมื่อวันที่ 19 สิงหาคม 2566)

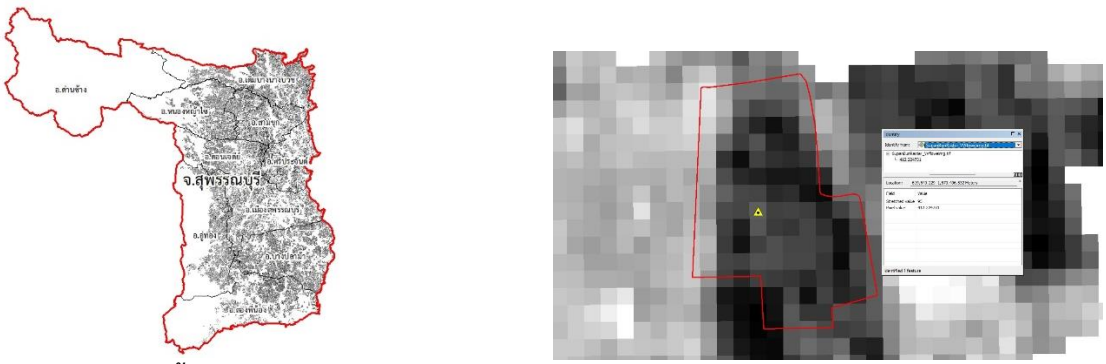
[1] NDVI คือ Normalized Difference Vegetation Index

ภาพ การสำรวจภาคสนามเพื่อจัดเก็บค่าการเจริญเติบโตของต้นข้าวและการบินถ่ายภาพโดรนในช่วงอายุต่างๆ

จากการวิเคราะห์ด้วยค่าสหสัมพันธ์แบบ Pearson's Correlation ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 แยกเป็นรายจังหวัดและช่วงอายุ พบว่า ค่าตัวแปรที่มีนัยสำคัญที่เหมาะสมสำหรับพัฒนาแบบจำลองข้าว คือ ในพื้นที่จังหวัดอ่างทอง ในช่วงออกรวง มีค่าความยาวของรวง ค่าชีวมวลทั้งหมดและต้นข้าวทั้งแบบเปียกและแบบแห้ง (Wet and Dry for Total and Stem Biomass) และข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์ผลผลิตข้าว ได้แก่ ภาพถ่ายดาวเทียม Sentinel-1 ในแกน VV Polarization ในช่วงออกรวงเช่นเดียวกัน และในพื้นที่จังหวัดสุพรรณบุรี ที่พบว่ามีนัยสำคัญคือค่าชีวมวลแบบแห้งในช่วงตั้งท้อง และค่าชีวมวลแบบเปียกทั้งหมด แบบแห้งทั้งทั้งหมด/ลำต้น/รวงข้าวในช่วงเก็บเกี่ยว และข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่วิเคราะห์ค่าดัชนีพืชพรรณด้วยวิธี NDVI ในช่วงแตกกอ จากนั้น ภาพถ่ายดาวเทียมจะถูกนำมาตัดพื้นที่ข้าวออก เรียกกระบวนการนี้ว่า "Masking Rice Area" เพื่อที่จะคำนวณค่าให้กับแต่ละจุดภาพ (Pixel) ด้วยแบบจำลองที่พัฒนา เมื่อได้ค่าผลผลิตต่อไร่ของจุดภาพที่เป็นพื้นที่ปลูกข้าวแล้ว จากนั้น จะซ้อนทับกับขอบเขตการปกครองในแต่ละจังหวัด เพื่อคำนวณหาค่าเฉลี่ยของผลผลิตที่เป็นพื้นที่ปลูกข้าวของแต่ละจังหวัด และคูณด้วยค่าเนื้อที่เพาะปลูกข้าวนาปี ปี 2566 ในพื้นที่สองจังหวัดที่เป็นผลการแปลวิเคราะห์ที่ศูนย์สารสนเทศการเกษตรดำเนินงานเป็นปัจจุบัน เพื่อให้ได้ค่าผลผลิต (Production) ของพื้นที่ และทำการคำนวณค่า Root Mean Square Error (RMSE) ในระดับจังหวัด

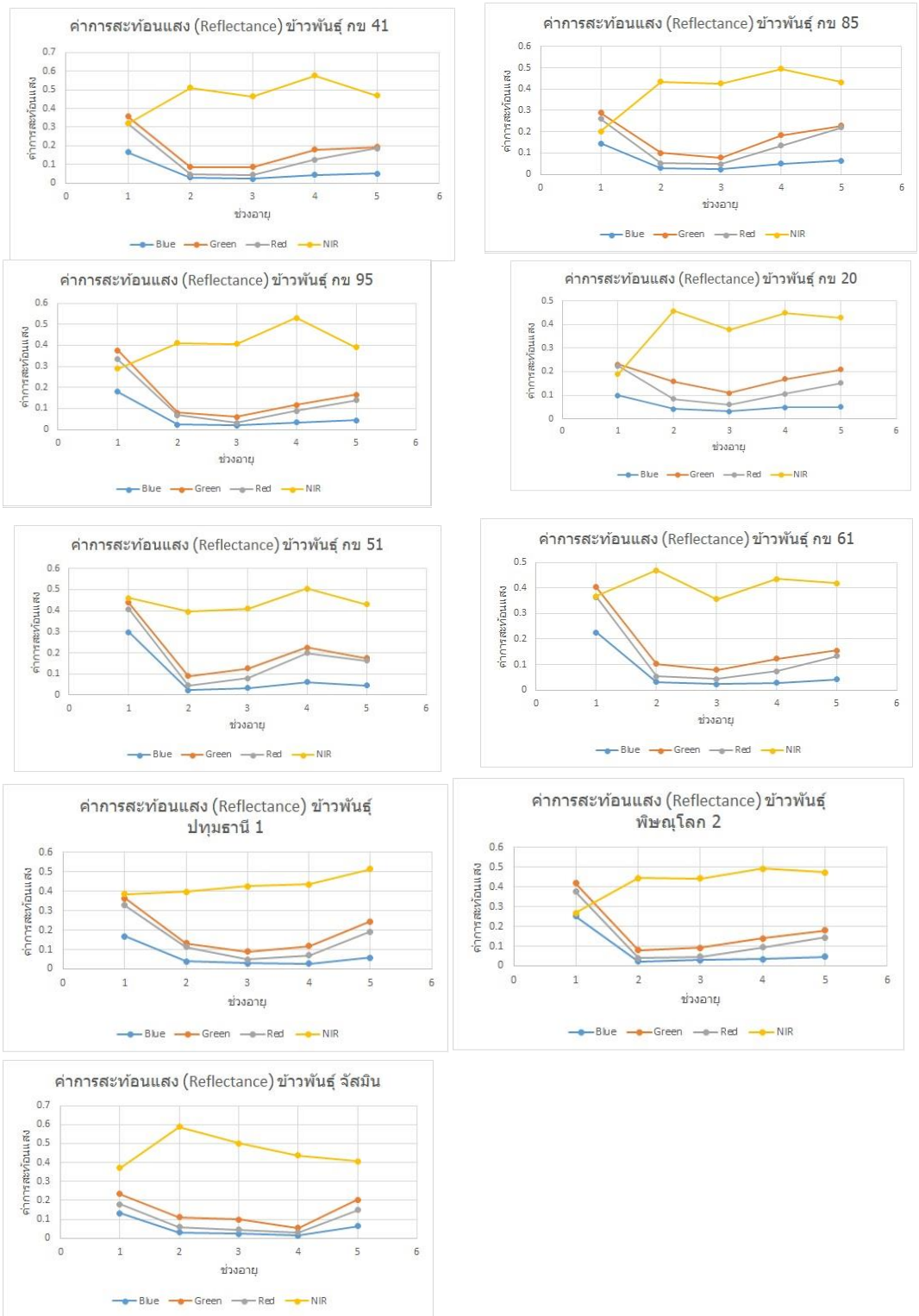
ก) กระบวนการ Masking Rice Area ภาพถ่ายดาวเทียม Sentinel-1 ของ VV Polarization และคำนวณสมการ

ข) ผลการคำนวณค่าผลผลิตต่อไร่ของข้าวในระดับแปลง และแสดงค่าผลผลิตต่อไร่ได้ในระดับจุดภาพ (Pixel)



ภาพ ผลลัพธ์ของการตัดพื้นที่ปลูกข้าวและผลการคำนวณผลผลิตต่อไร่ด้วยแบบจำลองที่เหมาะสม กรณีตัวอย่าง ภาพถ่ายดาวเทียม Sentinel-1 ของ VV Polarization ในช่วงออกรวง พื้นที่จังหวัดสุพรรณบุรี

อีกผลลัพธ์หนึ่งที่ได้จากการดำเนินงาน คือ ค่าการสะท้อนแสง (Reflectance) ที่ได้จากการเก็บค่าการสะท้อนแสงในแต่ละช่วงความยาวคลื่น ซึ่งมีการตัดค่าความยาวช่วงคลื่นที่ได้รับจากเครื่อง Spectroradiometer for Remote Sensing ให้สัมพันธ์กับข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม ในช่วงความยาวคลื่นสีน้ำเงิน (Blue: B) สีเขียว (Green: G) สีแดง (Red: R) และช่วงอินฟราเรดใกล้ (Near Infrared: NIR) และจัดทำ Spectrum Library ของแต่ละพันธุ์ในพื้นที่ดำเนินงาน เพื่ออ้างอิงสำหรับการใช้ประโยชน์ ต่อไป



ภาพ Spectrum Library ของค่าการสะท้อนแสงของพันธุ์ข้าวต่างๆ ในพื้นที่ดำเนินงาน

ผลลัพธ์ของการพยากรณ์ผลผลิตต่อไร่เป็นประโยชน์ในเชิงการได้มาซึ่งข้อมูลก่อนการเก็บเกี่ยวผลผลิตจริงในรูปของข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Data)