



การวิเคราะห์กราฟชีพลักษณะข้าวเพื่อประมาณการช่วงเวลาเพาะปลูก จังหวัดสระแก้ว
RICE PHENOLOGY ANALYSIS FOR ESTIMATE GROWTHING SEASON, SAKAEO
PROVINCE.

วรรณภรณ์ ศรีชูเปี่ยม

บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

การวิเคราะห์กราฟชีพลักษณะข้าวเพื่อประมาณการช่วงเวลาเพาะปลูก จังหวัดสระแก้ว



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาภูมิสารสนเทศ
คณะสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ปีการศึกษา 2561
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

RICE PHENOLOGY ANALYSIS FOR ESTIMATE GROWTHING SEASON,
SAKAEO PROVINCE.



A

Thesis Submitted in partial Fulfillment of Requirements
for MASTER OF SCIENCE (Geoinformatics)
Faculty of Social Sciences Srinakharinwirot University

2018

Copyright of Srinakharinwirot University

ปริญญานิพนธ์
เรื่อง
การวิเคราะห์กราฟชีพลักษณะข้าวเพื่อประมาณการช่วงเวลาเพาะปลูก จังหวัดสระแก้ว
ของ
วรรณภรณ์ ศรีชูเปี่ยม

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาภูมิสารสนเทศ
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นายแพทย์ฉัตรชัย เอกปัญญาสกุล)

วันที่ เดือน พ.ศ.

คณะกรรมการสอบปากเปล่าปริญญานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พันทิพย์ ปิยะทัศนานนท์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก

(อาจารย์ ดร.สุภาทิพย์ ชวนะเวสสกุล)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

(อาจารย์ ดร.นรุตม์ สุนทรานนท์)

..... กรรมการ

(อาจารย์ ดร.สุภาทิพย์ ชวนะเวสสกุล)

..... กรรมการ

(อาจารย์ ดร.สถาพร มนต์ประภัสสร)

..... กรรมการ

(อาจารย์ ดร.นรุตม์ สุนทรานนท์)

ชื่อเรื่อง	การวิเคราะห์กราฟชีพลักษณะข้าวเพื่อประมาณการช่วงเวลา เพาะปลูก จังหวัดสระแก้ว
ผู้วิจัย	วรรณภรณ์ ศรีชูเปี่ยม
ปริญญา	วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต
ปีการศึกษา	2561
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์ ดร. สุชาติพิทย์ ชวนะเวสสกุล

ปริญญานิพนธ์นี้ ศึกษากราฟชีพลักษณะพืชพรรณเพื่อใช้ติดตามสถานะต่าง ๆ ของแปลงข้าว ในการศึกษาประกอบไปด้วยดัชนีพืชพรรณ 2 ดัชนี ดัชนีพืชพรรณเป็นที่ยอมรับและนิยมใช้ ได้แก่ Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) ถูกนำมาใช้ในการคำนวณกราฟชีพลักษณะของข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม TERRA MODIS Vegetation Indices Mod 13 A1.005 ความละเอียด 500 เมตร และ อีกหนึ่งดัชนีพืชพรรณ คือ Excessive Green Index (ExG) ถูกนำมาใช้ในการคำนวณกราฟชีพลักษณะของข้อมูลภาพจากภาคสนาม ซึ่งมีแต่ช่วงคลื่นที่มองเห็นได้ ข้อมูลจากภาคสนามนี้จะถูกใช้เป็นข้อมูลอ้างอิง ในการทดลองได้นำดัชนีทั้งสองมาสร้างกราฟชีพลักษณะพืชพรรณ เพื่อเปรียบเทียบและวิเคราะห์สถานะการเพาะปลูกจากกราฟ โดยพื้นที่ศึกษา คือ นาข้าวจำนวน 4 แปลงในจังหวัดสระแก้ว ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่ากราฟชีพลักษณะพืชพรรณที่ได้จาก NDVI (MODIS) และ ExG (ข้อมูลภาพจากภาคสนาม) มีสหสัมพันธ์กันสูง ดังนั้น MODIS จึงสามารถนำมาใช้ในการวิเคราะห์และติดตามสถานะต่าง ๆ ของนาข้าวได้ เนื่องจากภาพถ่ายดาวเทียม MODIS ครอบคลุมพื้นที่ขนาดใหญ่ จึงเป็นประโยชน์สำหรับการจัดการทางการเกษตรในภาพรวม เช่น ด้านเศรษฐกิจ: ความต้องการและการผลิต การป้องกันโรค: การแพร่กระจายของโรคพืช ด้านสิ่งแวดล้อม: รณรงค์เพื่อลดการเผาตอซังข้าว

คำสำคัญ : กราฟชีพลักษณะ, ดัชนีพืชพรรณ NDVI, ExG

Title	RICE PHENOLOGY ANALYSIS FOR ESTIMATE GROWTHING SEASON, SAKAEO PROVINCE.
Author	WANNAPHORN SRICHUPEAM
Degree	MASTER OF SCIENCE
Academic Year	2018
Thesis Advisor	Sutatip Chavanavesskul , Ph.D.

This thesis presents a study of vegetation phenology, which can be used to monitor the state of rice field. The study consisted of two vegetation indices. A well-known parameter, Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) was computed to create the phenology from satellite images using TERRA Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS) Vegetation Indices (Mod 13 A1.005, Resolution 500). Another parameter, Excessive Green Index (ExG) was also utilized to obtain the phenology from the field images (field survey) or in visible range. The field images were used as a reference data (ground truth). In the experiments, two indices were used to compute the phenological graphs that analyzed and compared for each state of rice fields. There were four rice fields in Sakaeo Province which were studied. The results showed that the phenology graphs from NDVI and ExG provided high correlation score. As a result, MODIS was effectively usable for understanding the state of rice fields. The MODIS data can also cover a wide area. It was also useful for agricultural management (e.g., economy: supply and demand, disease protection: avoiding the spread of disease and in the environment, a campaign to reduce rice stubble burning).

Keyword : Phenology; Normalized Difference Vegetation Index; Excessive Green

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี อันเนื่องมาจากผู้มีอุปการคุณที่ให้ความอนุเคราะห์ช่วยเหลือในด้านต่างๆ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณบุคคลที่สำคัญดังต่อไปนี้

ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.สุธาทิพย์ ชวนะเวสสกุล อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก และ อาจารย์ ดร.นฤตม์ สุนทรานนท์ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ที่ให้ความกรุณาในการให้คำปรึกษา ทั้งช่วยชี้แนะแนวทางในการทำปริญญานิพนธ์ ตรวจสอบความถูกต้อง แก้ไขข้อผิดพลาด คอยสอนและให้ความรู้ตั้งแต่ต้นจนจบ และกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พนทิพย์ ปิยะทัศนายนท์ อาจารย์ ดร.สถาพร มนต์ประภัสสร ที่สละเวลาอันมีค่าให้ความกรุณาเป็นคณะกรรมการสอบปากเปล่า และให้คำแนะนำที่มีค่าสำหรับปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ รวมถึงขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ และเจ้าหน้าที่ประจำภาคภูมิศาสตร์ทุกท่าน ที่ให้ความรู้ อบรมสั่งสอนให้ความช่วยเหลือในทุกๆ เรื่อง ที่เป็นประโยชน์ในการทำปริญญานิพนธ์

ขอขอบพระคุณบิดาและมารดาที่ให้ชีวิต อบรมสั่งสอน และเป็นกำลังใจตลอดระยะเวลาการทำปริญญานิพนธ์ อีกทั้งขอขอบคุณพี่ๆ น้องๆ สาขาวิชาภูมิสารสนเทศ ที่ให้ความรู้ คำแนะนำ สนับสนุนและช่วยเหลือ ด้วยดีเสมอมา

วรรณภรณ์ ศรีชูเปี่ยม

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ	ช
สารบัญตาราง.....	ญ
สารบัญรูปภาพ	ฎ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ภูมิหลัง	1
ความมุ่งหมายของงานวิจัย.....	2
ความสำคัญของงานวิจัย	2
ขอบเขตของการวิจัย	3
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	5
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	6
1.ลักษณะทั่วไปของพื้นที่ศึกษา	6
1.1 ขอบเขตการปกครอง	6
1.2 ลักษณะภูมิประเทศ.....	8
1.3 ทรัพยากร	8
1.3.1 แหล่งน้ำ.....	8
1.3.2 ข้อมูลชุดดินที่พบในพื้นที่ศึกษา.....	10
2. ชาว.....	15

2.1 ความหมายและลักษณะของข้าว	15
2.2 คุณลักษณะของข้าว	15
2.2.1 ลักษณะที่เกี่ยวกับการเจริญเติบโต	15
2.2.2 ลักษณะที่เกี่ยวกับการขยายพันธุ์	17
2.3 พันธุ์ข้าว	20
2.4 การปลูกข้าวจังหวัดสระแก้ว	21
3. แนวคิดด้านการสำรวจระยะไกลจากดาวเทียม	21
4. ชีพลักษณะ	28
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	30
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย	34
1. ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา	34
2. เครื่องมือในการศึกษา	34
3. ขั้นตอนในการศึกษา	35
4. วิเคราะห์หาพื้นที่ศึกษา	35
5. การวิเคราะห์ข้อมูล	39
6. การวิเคราะห์กราฟ	41
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	42
1. กราฟชีพลักษณะของการปลูกข้าวด้วย Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) และ Excessive Green (ExG) ในจังหวัดสระแก้ว	42
2. หาความสัมพันธ์ของช่วงเวลาการเพาะปลูกข้าวและเก็บเกี่ยว	52
3. กราฟชีพลักษณะเพื่อประมาณค่าช่วงเวลาการเก็บเกี่ยว	52
บทที่ 5 สรุป อภิปรายผลการศึกษา และข้อเสนอแนะ	55
สรุปผลการวิจัย	55

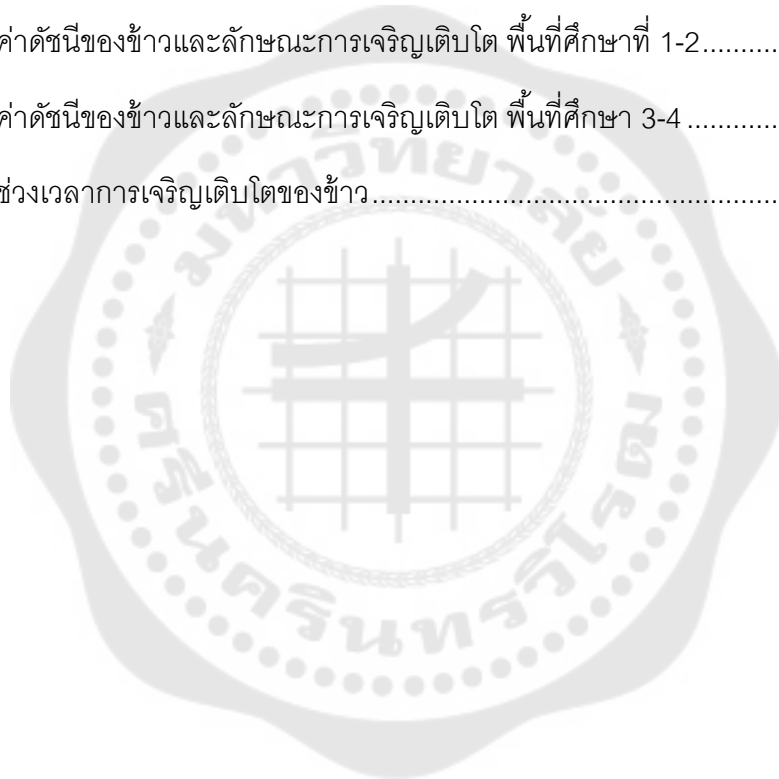
อภิปรายผล	55
ข้อเสนอแนะ	56
ปัญหาและอุปสรรค.....	56
บรรณานุกรม	57
ภาคผนวก.....	58
ประวัติผู้เขียน.....	62



สารบัญตาราง

หน้า

ตาราง 1 คุณลักษณะของข้อมูลจากเครื่องตรวจวัด MODIS.....	24
ตาราง 2 ตารางข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา	34
ตาราง 3 เนื้อที่การสุมพื้นที่ของพื้นที่ศึกษา ในอำเภอตาพระยา.....	35
ตาราง 4 ค่าดัชนีของข้าวและลักษณะการเจริญเติบโต พื้นที่ศึกษาที่ 1-2.....	44
ตาราง 5 ค่าดัชนีของข้าวและลักษณะการเจริญเติบโต พื้นที่ศึกษา 3-4	45
ตาราง 6 ช่วงเวลาการเจริญเติบโตของข้าว.....	53



สารบัญรูปภาพ

	หน้า
ภาพประกอบ 1 แผนที่นาข้าว.....	4
ภาพประกอบ 2 กรอบแนวคิดในการศึกษา.....	5
ภาพประกอบ 3 ขอบเขตการปกครองของพื้นที่ศึกษา.....	7
ภาพประกอบ 4 ลักษณะภูมิประเทศจังหวัดสระแก้ว.....	9
ภาพประกอบ 5 ลักษณะความลาดชัน.....	10
ภาพประกอบ 6 แผนที่ชุดดิน.....	14
ภาพประกอบ 7 ลักษณะข้าว.....	15
ภาพประกอบ 8 ลักษณะใบ.....	17
ภาพประกอบ 9 ส่วนประกอบของดอกข้าว.....	17
ภาพประกอบ 10 รวงข้าว.....	18
ภาพประกอบ 11 การได้มาของข้อมูล MODIS EOS-AM platform.....	23
ภาพประกอบ 12 แสดงการฉายภาพ sinusoidal แบบ Integerized.....	26
ภาพประกอบ 13 แผนที่การวิเคราะห์หาจุดตัวอย่าง.....	37
ภาพประกอบ 14 ขั้นตอนการติดตามชีพลักษณะของข้าว.....	38
ภาพประกอบ 15 การเก็บข้อมูลจากกล้องดิจิตอลในพื้นที่นาข้าว.....	40
ภาพประกอบ 16 ดัชนีพืชพรรณ NDVI และ ExG ระหว่างเดือน เมษายน - พฤศจิกายน 2560...43	
ภาพประกอบ 17 กราฟชีพลักษณะนาข้าวที่ 1.....	47
ภาพประกอบ 18 กราฟชีพลักษณะนาข้าวที่ 2.....	48
ภาพประกอบ 19 กราฟชีพลักษณะนาข้าวที่ 3.....	49
ภาพประกอบ 20 กราฟชีพลักษณะนาข้าวที่ 4.....	50

ภาพประกอบ 21 กราฟชีพลักษณ์ 4 พื้นที่.....	51
ภาพประกอบ 22 ปฏิทินการเพาะปลูกจากข้อมูลดัชนี NDVI และ ExG	53



บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

จังหวัดสระแก้วเป็นจังหวัดชายแดนไทย-กัมพูชา มีจุดผ่านแดนถาวรคลองลึก ตำบลคลองลึก อำเภออรัญประเทศ เป็นประตูการค้าที่ใหญ่ที่สุดระหว่างประเทศไทยและราชอาณาจักรกัมพูชา โดย พ.ศ. 2558 มีมูลค่าการค้าชายชายแดนถึง 94,000 ล้านบาท (สุนทรตรา จันทบุรี, 2559) อีกทั้งมีที่ตั้งใกล้ท่าเรือแหลมฉบัง จังหวัดชลบุรี และกรุงเทพมหานคร จึงทำให้มีการขนส่งสินค้าไปยังกรุงเทพมหานครและประเทศเวียดนามตอนใต้ได้สะดวก จังหวัดสระแก้วจึงเป็นจังหวัด 1 ใน 5 จังหวัดที่ได้รับการประกาศให้เป็นเขตเศรษฐกิจพิเศษเพื่อรองรับการเข้าสู่ประชาคมอาเซียน พื้นที่เขตเศรษฐกิจพิเศษของจังหวัดสระแก้วครอบคลุมพื้นที่ทั้งหมด 4 ตำบล ได้แก่ ตำบลบ้านด่าน ตำบลป่าไร่ ตำบลท่าข้าม อำเภออรัญประเทศ และตำบลผักชะ อำเภอวัฒนานคร รวมพื้นที่ทั้งหมด 207,500 ไร่ โดยมีเป้าหมายสำคัญตามมติคณะกรรมการนโยบายเขตพัฒนาเศรษฐกิจพิเศษ (กนพ.) คือ ให้มีการพัฒนาอุตสาหกรรมเกษตรและการแปรรูปสินค้าทางการเกษตร (การนิคมอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย, 2559) ประกอบกับจังหวัดสระแก้วมีต้นทุนเป็นสินค้าทางการเกษตรที่พร้อมแปรรูปและส่งออก มีการพัฒนาให้เป็นนิคมหรือเขตอุตสาหกรรม และพัฒนากิจการโลจิสติกส์ สินค้าทางการเกษตรที่สำคัญของจังหวัดสระแก้ว ได้แก่ ข้าว อ้อย มันสำปะหลัง และข้าวโพด มีโครงสร้างทางเศรษฐกิจแบ่งเป็นภาคเกษตร ภาคอุตสาหกรรม ภาคบริการ ในระยะเวลา 5 ปี (ข้อมูลปี 2554) เจริญเติบโตร้อยละ 4.87 (การนิคมอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย, 2559)

วารสารการพยากรณ์ผลผลิตทางการเกษตร กล่าวว่า ข้าวนาปีของทุกๆ ภาคในประเทศไทย พ.ศ. 2557 (ปีเพาะปลูก 2557/58) เนื้อที่เพาะปลูกลดลงจากปี 2556 เนื่องจากราคาข้าวลดลงรวมทั้งเกษตรกรบางส่วนปรับเปลี่ยนไปปลูกพืชชนิดอื่น ผลผลิตจากปี 2556-2557 มีผลต่างอยู่ที่ 16,261 ตัน (ศูนย์สารสนเทศการเกษตร, 2557) จังหวัดสระแก้วมีพื้นที่ทำการเกษตรทั้งหมด 2,340,093 ไร่ โดยแบ่งเป็นพื้นที่ปลูกข้าวนาปีซึ่งเป็นพืชเศรษฐกิจสำคัญ จำนวน 883,562 ไร่ ผลผลิตรวม 381,891 ตัน ผลผลิตเฉลี่ย 440 กิโลกรัม/ไร่ มีการลงทุนและอุตสาหกรรมตั้งแต่ พ.ศ. 2554 เช่น การสีข้าว การผลิตมันเส้น อบพืช อีกทั้งยังมีงานประเพณีบายศรีสู่ขวัญข้าว ในช่วงเดือนมกราคมของทุกปีที่วัดพวงนิมิต ตำบลเขาสามสิบ อำเภอเขาฉกรรจ์ (จังหวัดสระแก้ว, 2559b) จะเห็นได้ว่าข้าวมีความสำคัญต่อจังหวัดสระแก้วทั้งทางด้าน

อุตสาหกรรมการส่งออกและการสืบสานประเพณีท้องถิ่น หากมีผลกระทบด้านราคาข้าวจะทำให้รายได้ของจังหวัดลดน้อยลง จึงจำเป็นต้องทราบข้อมูลรอบการเพาะปลูกเพื่อนำไปวางแผนการเพาะปลูกให้เหมาะสมกับสถานการณ์ทางเศรษฐกิจ ซึ่งจะเป็นทางเลือกหนึ่งในการป้องกันการเสียหายต่อผลผลิต

ปัจจุบันมีการนำเทคโนโลยีการสำรวจระยะไกลมาประยุกต์ใช้ในการเกษตร เช่น การทำแผนที่เพาะปลูกพืช (Crop area mapping) การบ่งชี้การแพร่กระจายของโรคพืชต่างๆ การคาดการณ์ผลผลิต การติดตามการเพาะปลูก ซึ่งเทคโนโลยีนี้เป็นประโยชน์ในการสำรวจเนื่องจากสำรวจได้รวดเร็ว ครอบคลุมพื้นที่ขนาดใหญ่ มีความละเอียดของภาพสูง ประหยัดค่าใช้จ่ายในการสำรวจในภาคสนาม ดังนั้น จึงได้ประยุกต์ใช้การสำรวจระยะไกลมาติดตามชีพลักษณะของข้าวเพื่อประมาณช่วงเวลาเก็บเกี่ยว ซึ่งจะเป็นประโยชน์และเป็นทางเลือกหนึ่งในการนำไปวิเคราะห์ร่วมกับการพัฒนาทางเศรษฐกิจ นโยบายเขตพัฒนาเศรษฐกิจพิเศษจังหวัดสระแก้ว และเป็นแนวทางในการประยุกต์ใช้กับการวางแผน การผลิตหรือการเพาะปลูก ที่เพียงพอต่อการค้าระหว่างประเทศที่กำลังจะเข้าสู่ประชาคมอาเซียนต่อไป

ความมุ่งหมายของงานวิจัย

1. เพื่อสร้างกราฟชีพลักษณะของการปลูกข้าวด้วย Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) และ Excessive Green (ExG) ในจังหวัดสระแก้ว
2. เพื่อหาความสัมพันธ์ของช่วงเวลาการเพาะปลูกข้าวและเก็บเกี่ยว
3. เพื่อวิเคราะห์กราฟชีพลักษณะเพื่อประมาณค่าช่วงเวลาการเก็บเกี่ยว

ความสำคัญของงานวิจัย

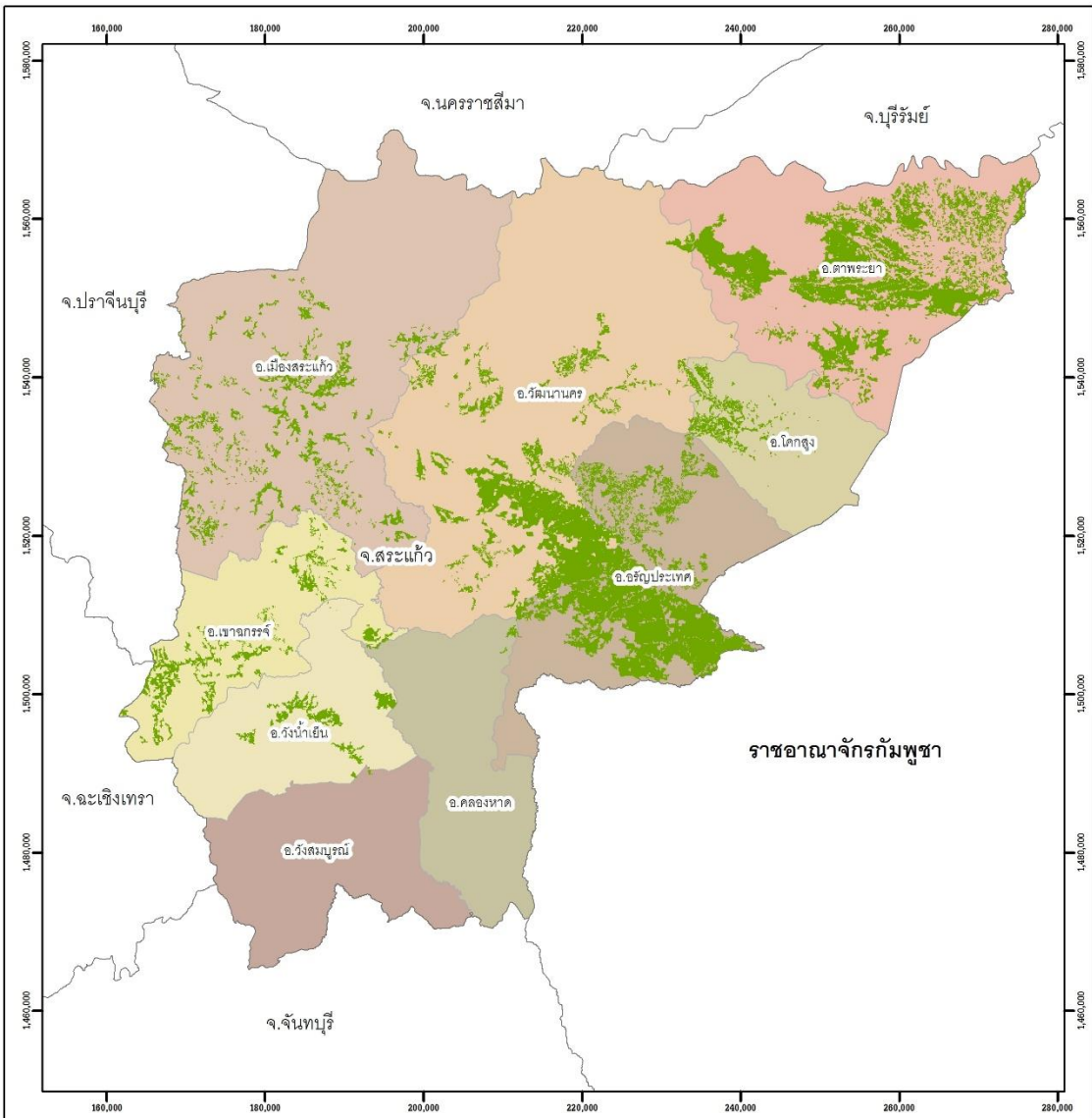
1. ได้กราฟชีพลักษณะของการปลูกข้าวจังหวัดสระแก้ว
2. ได้ทราบถึงรอบของการเพาะปลูกข้าวจังหวัดสระแก้ว
3. สามารถนำไปวางแผนให้สอดคล้องกับแผนพัฒนาเศรษฐกิจพิเศษ จังหวัดสระแก้วและราคาข้าวของตลาดในระบบอุตสาหกรรมเกษตรได้
4. สามารถนำไปใช้วางแผนรองรับการลดการเผาต่อขังข้าว

ขอบเขตของการวิจัย

1. ขอบเขตเชิงพื้นที่ พื้นที่ศึกษาทั้งหมดประกอบด้วยพื้นที่บริเวณนาข้าวจังหวัดสระแก้ว ประกอบไปด้วย 9 อำเภอ ดังนี้ อำเภอเมืองสระแก้ว อำเภอลองหาด อำเภอตาพระยา อำเภอวังน้ำเย็น อำเภอวัฒนานคร อำเภออรัญประเทศ อำเภอเขาฉกรรจ์ อำเภอโคกสูง และ อำเภอวังสมบูรณ์

2. ขอบเขตเชิงเนื้อหา ใช้เทคโนโลยีการสำรวจระยะไกลในการศึกษาและวิเคราะห์ กราฟชีพลัคน์ข้าว และระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการทำแผนที่เพาะปลูกข้าว โดยมีข้อมูลในการศึกษา ดังนี้ ศักยภาพดัชนีพืชพรรณ Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) และ ดัชนีพืชพรรณ Excessive Green (ExG)

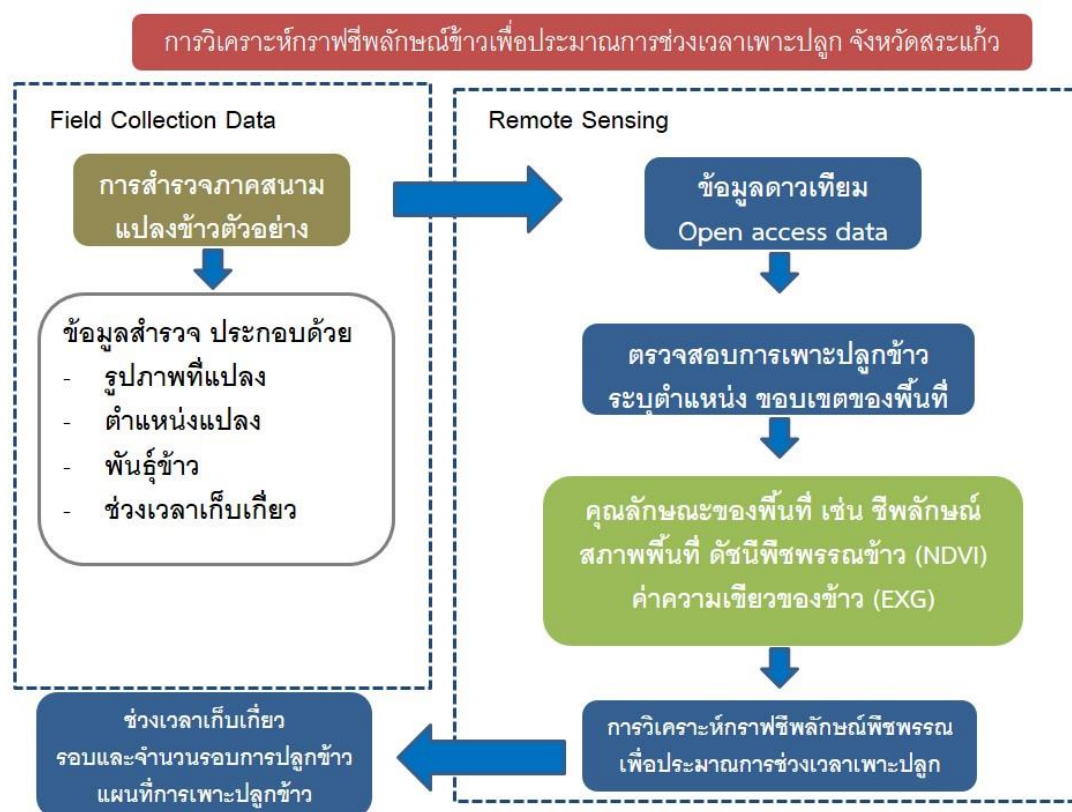
3. ขอบเขตเชิงเวลา คือ ตั้งแต่เดือนเมษายน 2560 – พฤศจิกายน 2560 สามารถแบ่งช่วงเวลาได้ ดังนี้ ช่วงการเจริญเติบโตของต้นกล้า ช่วงการสร้างช่อดอก ช่วงเวลาออกรวง และ ช่วงเวลาเก็บเกี่ยว



ภาพประกอบ 1 แผนที่น้ำข้าว

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. กราฟชีฟลักซ์ (Phenology) คือ กราฟที่แสดงการเจริญเติบโตของพืช ตั้งแต่ ต้นกล้า เจริญเติบโต ออกทรง (ดอก, ผล) และการเก็บเกี่ยว ในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่ง
2. ดัชนีพืชพรรณ (Vegetation Index) คือ การจำแนกบริเวณที่มีพืชพรรณปกคลุม มีดัชนีที่สำคัญดังนี้
 - Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) คือ ดัชนีที่แสดงถึงความเขียว ความสมบูรณ์ของพืชพรรณ โดยใช้ช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้ (Near Infrared) และการสะท้อนที่ใช้ช่วงคลื่นที่ตามองเห็นสีแดง (RED) มาทำสัดส่วนเพื่อให้ได้ดัชนี NDVI
 - Excessive Green (ExG) คือ ดัชนีที่บ่งบอกความเขียวของข้าวซึ่งจะคิดจากภาพถ่ายที่ไม่มีช่วงความยาวคลื่นอินฟราเรดใกล้ (Near Infrared)



ภาพประกอบ 2 กรอบแนวคิดในการศึกษา

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและได้นำเสนอตามหัวข้อดังต่อไปนี้

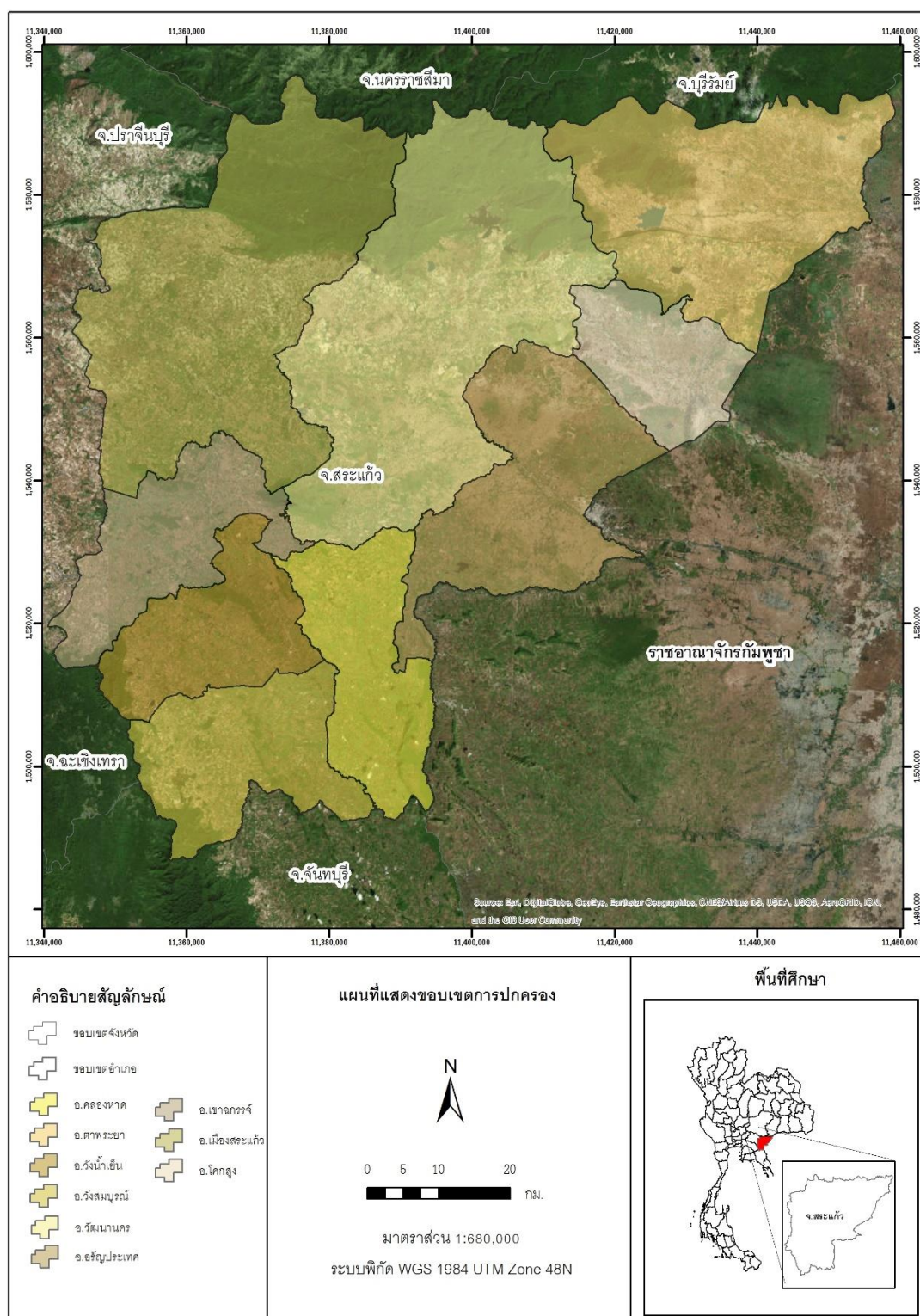
1. ลักษณะทั่วไปของพื้นที่ศึกษา
2. ขั้ว
3. เทคโนโลยีการสำรวจระยะไกล
4. กราฟชีพลักษณะ
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. ลักษณะทั่วไปของพื้นที่ศึกษา

1.1 ขอบเขตการปกครอง

จังหวัดสระแก้ว ตั้งอยู่ภาคตะวันออกของประเทศไทย มีเนื้อที่ประมาณ 7,195.436 ตารางกิโลเมตร หรือประมาณ 4,496,962 ไร่ อยู่ระหว่างละติจูดที่ $13^{\circ}14'-14^{\circ}11'$ เหนือ และเส้นลองจิจูดที่ $101^{\circ}45'-102^{\circ}56'$ ตะวันออก และมีอาณาเขตติดต่อกับจังหวัดข้างเคียง ดังนี้ (ภาพประกอบ 3)

- | | |
|---------------|--|
| - ทิศเหนือ | ติดต่อกับ อำเภอศรีนครินทร์ อำเภอเสิงสาง จังหวัดนครราชสีมา และ
อำเภอโนนดินแดง จังหวัดบุรีรัมย์ |
| - ทิศใต้ | ติดต่อกับ อำเภอสอยดาว จังหวัดจันทบุรี |
| - ทิศตะวันออก | ติดต่อกับ ราชอาณาจักรกัมพูชา |
| - ทิศตะวันตก | ติดต่อกับ อำเภอกบินทร์บุรี อำเภอนาดี จังหวัดปราจีนบุรี และ
อำเภอสนามชัยเขต จังหวัดฉะเชิงเทรา |



ภาพประกอบ 3 ขอบเขตการปกครองของพื้นที่ศึกษา

1.2 ลักษณะภูมิประเทศ

จังหวัดสระแก้ว เป็นพื้นที่ราบถึงราบสูง มีภูเขาสลับซับซ้อน มีความสูงจากระดับน้ำทะเล 74 เมตร

- ด้านเหนือ มีลักษณะเป็นเทือกเขาบรรทัดเป็นป่าเขาทึบ ได้แก่ บริเวณอุทยานแห่งชาติปางสีดาและอุทยานแห่งชาติตาพระยา บริเวณอำเภอเมือง อำเภอวัฒนานคร และอำเภอตาพระยา

- ด้านใต้ มีลักษณะเป็นที่ราบเชิงเขา บริเวณอำเภอวังสมบูรณ์ มีอาณาเขตติดต่อกับจังหวัดจันทบุรี

- ตอนกลาง มีลักษณะเป็นที่ราบ

- ด้านตะวันตก มีลักษณะเป็นที่ราบถึงราบสูง มีสภาพเป็นป่าโปร่ง ทำไร่ ทำนา บริเวณอำเภอเมือง และอำเภอเขาฉกรรจ์

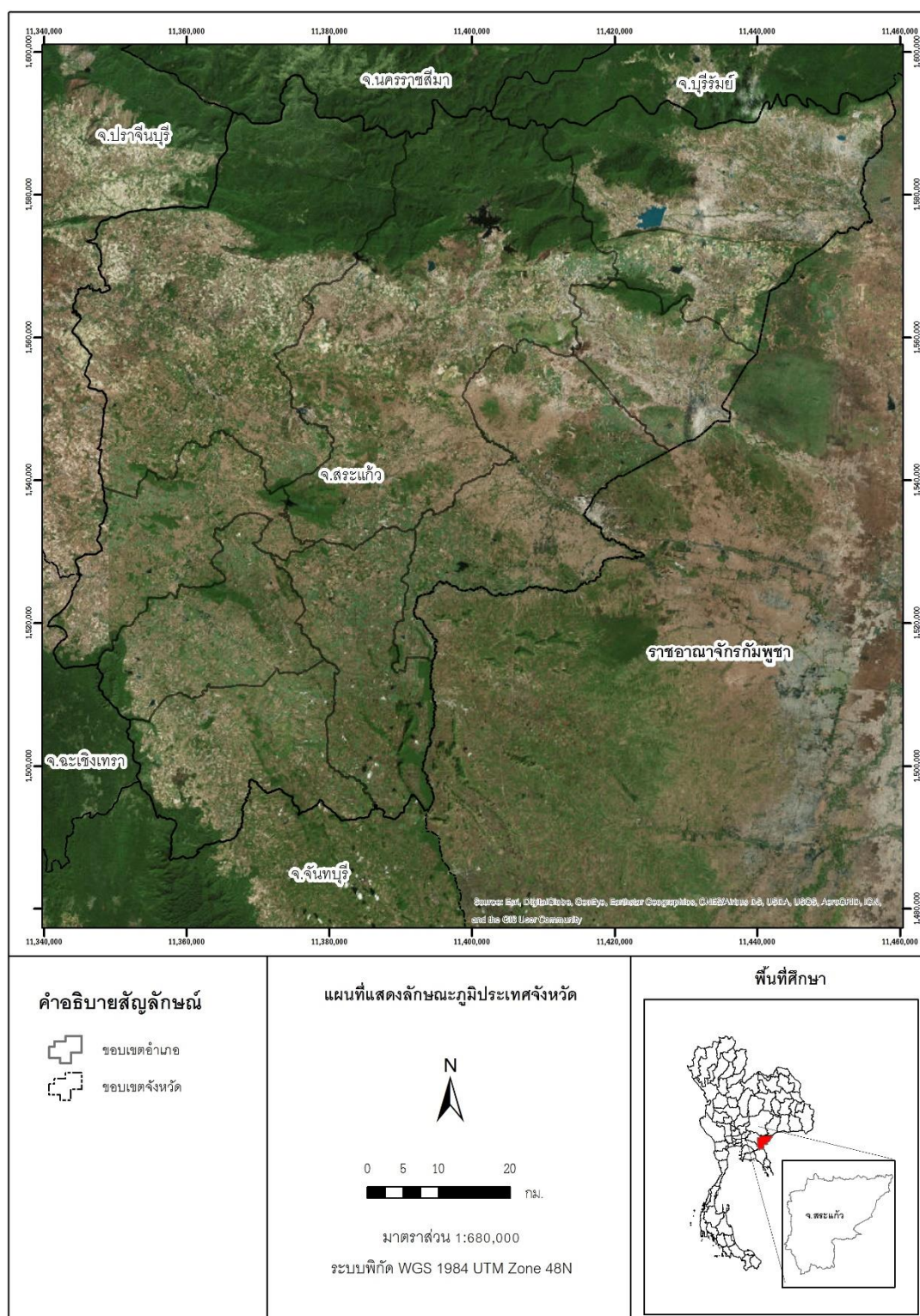
- ด้านตะวันออก มีลักษณะเป็นภูเขาซึ่งมีลักษณะเป็นสันปันน้ำ และมีอาณาเขตติดต่อกับประเทศกัมพูชา บริเวณอำเภออรัญประเทศและอำเภอคลองหาด

1.3 ทรัพยากร

1.3.1 แหล่งน้ำ

แหล่งน้ำธรรมชาติ ในจังหวัดสระแก้ว มี 12 แห่งคือ คลองพระสะทึง คลองตาหลัง คลองไก่อี้น คลองวังจิก คลองพระปรัง คลองลำสะโตน ห้วยยาง ห้วยตะเคียน ห้วยนางาม ห้วยพรมโหด ห้วยไผ่ คลองน้ำใส มีแม่น้ำ ห้วย ลำธาร คลอง ที่ใช้งานได้ในฤดูแล้ง จำนวน 96 สาย จากจำนวน 244 สาย มีหนองบึง ใช้งานได้ในฤดูแล้ง 53 แห่งจาก 106 แห่ง และ อื่นๆ 297 แห่ง ที่มีสภาพการใช้งานได้ในฤดูแล้ง 202 แห่ง (งานวิศวกรรมแหล่งน้ำ กองพัฒนาแหล่งน้ำฝ่ายทรัพยากรน้ำ, 2555)

แหล่งน้ำชลประทาน มีอ่างเก็บน้ำทั้งหมด 16 แห่ง ได้แก่ อ่างเก็บน้ำท่ากระบาก อ่างเก็บน้ำคลองสามสิบ อ่างเก็บน้ำช่องกล่ำบน อ่างเก็บน้ำช่องกล่ำล่าง อ่างเก็บน้ำคลองทราย อ่างเก็บน้ำคลองเกลือ อ่างเก็บน้ำห้วยชัน อ่างเก็บน้ำเขารัง อ่างเก็บน้ำห้วยยาง อ่างเก็บน้ำห้วยตะเคียน อ่างเก็บน้ำห้วยเขาหิน อ่างเก็บน้ำพระปรัง อ่างเก็บน้ำคลองส้มป่อย อ่างเก็บน้ำคลองพันไ้ม้ อ่างเก็บน้ำคลองตาด้วง อ่างเก็บน้ำคลองพระสะทึง (กรมชลประทาน, 2560)

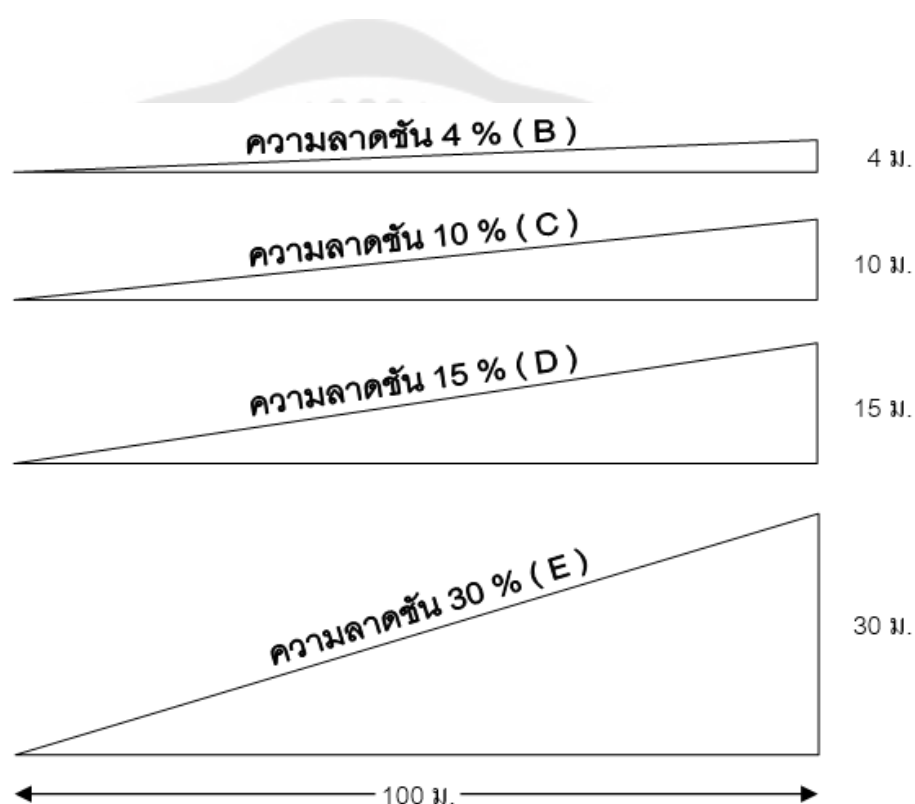


ภาพประกอบ 4 ลักษณะภูมิประเทศจังหวัดสระแก้ว

1.3.2 ข้อมูลชุดดินที่พบในพื้นที่ศึกษา

หน่วยแผนที่ดิน” หรือ“กลุ่มดิน” “แบ่งออกได้เป็น 62 หน่วย โดยอำเภอตาพระยา พบชุดดินทั้งหมด 7 หน่วย ได้แก่ ชุดดินที่ 6 ชุดดินที่ 17 ชุดดินที่ 35 ชุดดินที่ 40 ชุดดินที่ 44 ชุดดินที่ 48 ชุดดินที่ 62 (ภาพประกอบ 5)

เปอร์เซ็นต์ความลาดชัน หมายถึง ความลาดชันของพื้นที่ตรงข้างเส้นตั้งฉาก ของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก โดยมีเส้นฐานสามเหลี่ยมยาว 100 เมตร ตัวอย่างพื้นที่ที่ความลาดชันต่างๆ กัน โดยมีลักษณะความลาดชันดังภาพประกอบ (ส่วนสำรวจจำแนกดิน กรมพัฒนาที่ดิน, 2546)



ภาพประกอบ 5 ลักษณะความลาดชัน

ที่มา : (ส่วนสำรวจจำแนกดิน กรมพัฒนาที่ดิน, 2546)

กลุ่มชุดดินที่ 6 ชุดดินกลุ่มนี้เกิดจากวัสดุต้นกำเนิดดินพวกตะกอนลำนํ้า และพบในบริเวณที่ราบ มีสภาพพื้นที่เป็นที่ราบเรียบ ช่วงฤดูฝนมีน้ำเซาะซัง ดินเป็นดินลึกที่มีการระบายน้ำเร็วหรือค่อนข้างเร็ว เนื้อดินเป็นพวกดินเหนียว เนื้อดินส่วนบนเป็นดินร่วนเหนียวหรือดินเหนียว

สีเทาแก่ ดินล่างเป็นดินเหนียว สีเทาหรือสีน้ำตาลอ่อน มีจุดประสีน้ำตาล สีเหลือง หรือสีแดงตลอดชั้นดิน บางแห่งมีศิลาแลงอ่อนหรือก้อนสารเคมีสะสมพวกเหล็กแมงกานีสปะปนอยู่ด้วย ดินมีความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติต่ำ ปฏิกริยาดินเป็นกรดจัดถึงกรดจัดมาก มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างประมาณ 4.5-5.5 ปัจจุบันบริเวณดังกล่าวส่วนใหญ่ใช้ในการทำนา ในช่วงฤดูแล้งบริเวณที่มีแหล่งน้ำใช้ปลูกพืชผัก พืชไร่ และยาสูบ ตัวอย่างชุดดินที่อยู่ในกลุ่มนี้ได้แก่ ชุดดินเชียงราย ชุดดินบางนรา ชุดดินนครพนม ชุดดินแกลง ชุดดินปากท่อ ชุดดินท่าศาลา ปัญหาสำคัญในการใช้ประโยชน์ที่ดิน คือดินมีความอุดมสมบูรณ์ค่อนข้างต่ำ(ส่วนสำรวจจำแนกดิน กรมพัฒนาที่ดิน, 2546)

ชุดดินที่ 17 เกิดจากตะกอนลำนํ้า หรือจากการสลายตัวของวัสดุเนื้อหยาบ ผุพังอยู่กับที่ หรือจากการผุพังแล้วเคลื่อนย้ายมาทับถมกันส่วนใหญ่ พบบริเวณที่ราบ มีน้ำเซาะในช่วงฤดูฝน เนื้อดินเป็นพวกดินร่วนละเอียด ดินลึก ระบายน้ำค่อนข้างเร็ว เนื้อดินส่วนบนเป็นดินร่วนปนทรายหรือดินร่วน ดินส่วนล่างเป็นดินร่วนเหนียวปนทราย หรือดินร่วนเหนียว ในบางพื้นที่ เนื้อดินอาจมีดินทรายแข็งละเอียด ดินมีสีน้ำตาลอ่อนถึงสีเทา พบจุดดินสีน้ำตาล สีเหลือง หรือสีแดงปะปน บางแห่งอาจพบก้อนสารเคมีสะสมพวกเหล็กและแมงกานีสในดินชั้นล่างหรือศิลาแลงอ่อน ดินมีความสมบูรณ์ตามธรรมชาติต่ำ ปฏิกริยาดินเป็นกรดจัดมากถึงเป็นกรดจัด มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างประมาณ 4.5-5.5 ตัวอย่างชุดดิน กลุ่มนี้ได้แก่ ชุดดินร้อยเอ็ด ชุดดินหล่มเก่า ชุดดินสายบุรี ชุดดินเรณู ชุดดินโคกเคียน หรือดินคล้ายอื่น ๆ ที่มีลักษณะและสมบัติจัดอยู่ในกลุ่มชุดดินนี้ ปัญหาสำคัญในการใช้ประโยชน์ที่ดิน ได้แก่ ความอุดมสมบูรณ์ของดินต่ำ เนื้อดินบนค่อนข้างเป็นทราย และหากใช้ปลูกข้าวมักจะขาดแคลนน้ำถ้าใช้ปลูกข้าวซึ่งปัจจุบันบริเวณดังกล่าวโดยส่วนใหญ่ใช้ทำนา บางแห่งใช้ปลูกไม้ยืนต้น หรือพืชไร่ แต่มีปัญหาเรื่องน้ำขังในช่วงฤดูฝน(ส่วนสำรวจจำแนกดิน กรมพัฒนาที่ดิน, 2546)

กลุ่มชุดดินที่ 35 เป็นกลุ่มชุดดินที่เกิดจากตะกอนลำนํ้าการสลายตัวผุพัง ทั้งแบบอยู่กับที่และเคลื่อนย้ายมาทับถมกัน หินตะกอนจะมีวัสดุเนื้อหยาบผสมอยู่ พบบริเวณ พื้นที่ดอนเนินเขา หรือภูเขา ดินลึกการระบายน้ำดีถึงปานกลาง เนื้อดินเป็นดินร่วนปนทราย ส่วนดินชั้นล่างเป็นดินร่วนเหนียวปนทราย สีของดินเป็นน้ำตาล สีเหลืองหรือแดง และอาจพบจุดประสีต่าง ๆ ในชั้นดินล่าง ความอุดมสมบูรณ์ของดินตามธรรมชาติต่ำ ปฏิกริยาดินเป็นกรดจัดถึงเป็นกรดจัดมาก มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างประมาณ 4.5-5.5 ปัจจุบันบริเวณพื้นที่ดังกล่าวใช้ปลูกพืชไร่ต่างๆ เช่น ข้าวโพด มันสำปะหลัง ข้าวฟ่าง ถั่ว อ้อย ปอ และ งา บางแห่งใช้ปลูกไม้ผล และไม้ยืนต้น ปัญหาในการใช้ประโยชน์ที่ดิน คือ ดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำและเนื้อดินค่อนข้างเป็นทราย ส่วนบริเวณ

ที่มีความลาดชันจะพบปัญหาเกี่ยวกับชะล้างและพังทลายของหน้าดิน ตัวอย่างชุดดินในกลุ่มนี้ได้แก่ ชุดชุดดินโคราช ดินมาบบอน ชุดดินวาริน ชุดดินสะตึก ชุดดินด่านซ้าย หรือดินคล้ายอื่น ๆ ที่มีลักษณะและสมบัติจัดอยู่ในกลุ่มชุดดินนี้ (ส่วนสำรวจจำแนกดิน กรมพัฒนาที่ดิน, 2546)

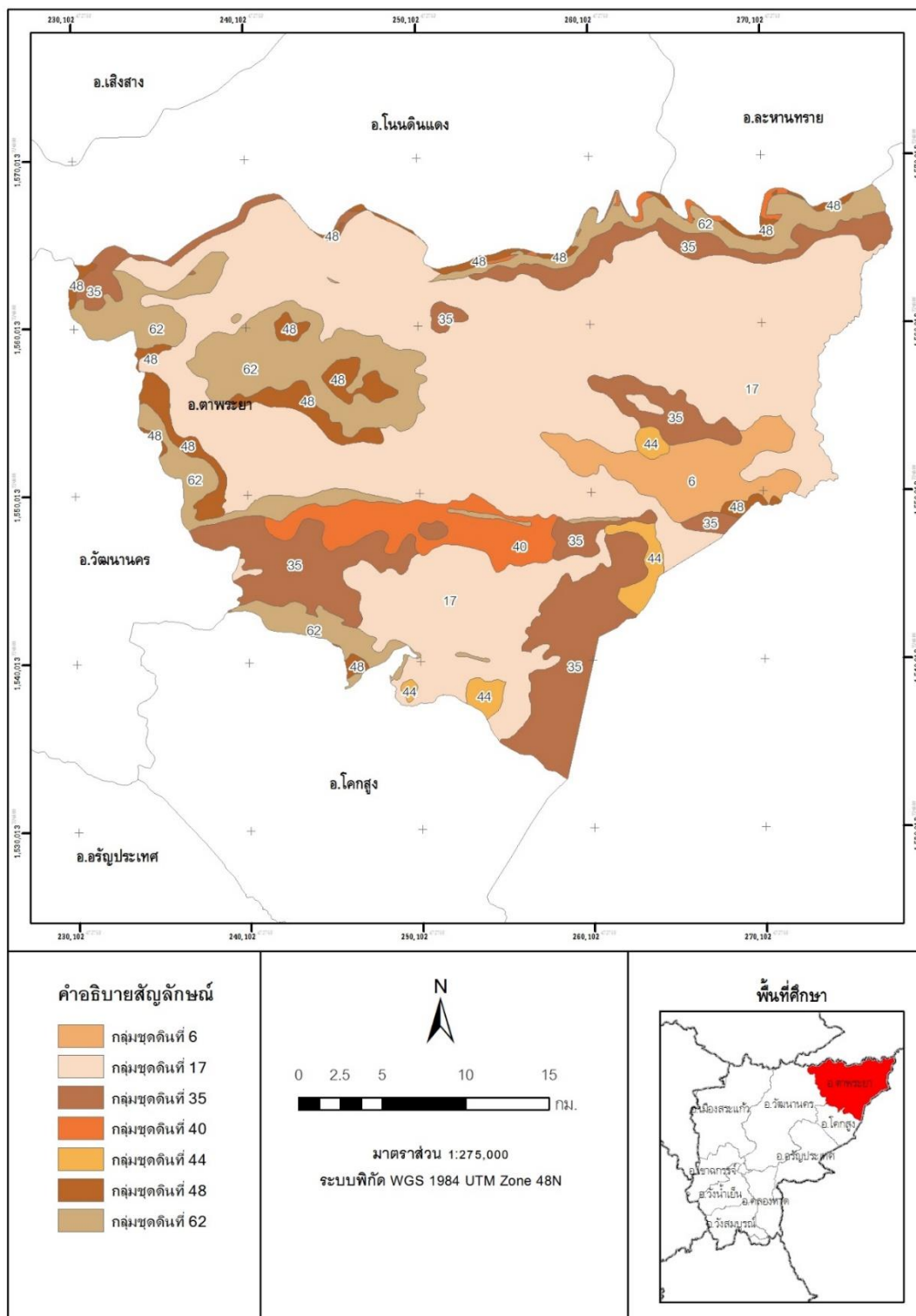
กลุ่มชุดดินที่ 40 กลุ่มชุดดินนี้เกิดจากวัตถุดิบกำเนิดดินจากพวกตะกอนลำนํ้า หรือจากการสลายตัวผุพัง ทับกับที่หรือถูกเคลื่อนย้ายมาทับถมของพวกวัสดุเนื้อหยาบ บริเวณที่พบเป็นพื้นที่ดอน เนิน หรือภูเขา เป็นดินลึก การระบายน้ำดี เนื้อดินเป็นพวกดินร่วนหยาบ ดินจะมีสีน้ำตาล แดงหรือสีเหลือง และอาจพบจุดประสีต่าง ๆ ชั้นดินล่าง ดินมีความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติต่ำ ปฏิกริยาดินเป็นกรดจัดถึงเป็นกรดจัดมาก มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างประมาณ 4.5-5.5 ปัจจุบันบริเวณดังกล่าวใช้ปลูกพืชไร่ต่างๆ เช่น อ้อย ข้าวโพด มันสำปะหลัง ปอ และถั่ว บางแห่งสภาพพื้นที่เป็นป่าละเมาะหรือทุ่งหญ้าธรรมชาติ ในการใช้ประโยชน์ที่ดินมีปัญหาที่สำคัญคือ เนื้อดินค่อนข้างเป็นทราย ทำให้พืชที่ปลูกเสี่ยงต่อการขาดแคลนน้ำได้ง่าย และมีปัญหาเกี่ยวกับการชะล้างพังทลายของหน้าดินโดยเฉพาะบริเวณที่มีความลาดชันสูง ตัวอย่างชุดดินที่อยู่ในกลุ่มนี้ได้แก่ ชุดดินชุมพวง ชุดดินสันป่าตอง ชุดดินหุบกระพง (ส่วนสำรวจจำแนกดิน กรมพัฒนาที่ดิน, 2546)

กลุ่มชุดดินที่ 44 ดินกลุ่มนี้เกิดจากวัตถุดิบกำเนิดพวกตะกอนลำนํ้า หรือจากการสลายตัวผุพังของวัสดุเนื้อหยาบ ส่วนใหญ่พบบริเวณพื้นที่ดอน สภาพพื้นที่เป็นลูกที่ลาดดอนจนถึงเป็นเนินเขา เป็นดินลึก การระบายน้ำดีมากเกินไป เนื้อดินจะเป็นพวกดินทราย สีดินเป็นสีน้ำตาลอ่อน หรือสีเทา ส่วนดินล่างมีความลึกมากกว่า 150 ซม. อาจพบเนื้อดินเป็นดินร่วนปนทรายหรือดินร่วนเหนียวปนทราย บางบริเวณอาจพบจุดประสีต่าง ๆ ในดินชั้นล่าง ดินมีความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติต่ำ ปฏิกริยาดินโดยมากจะเป็นกรดจัดถึงเป็นกลาง มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างประมาณ 5.5-7.0 ปัญหาสำคัญในการใช้ประโยชน์ที่ดิน ได้แก่ เนื้อดินเป็นทรายจัดและหนามาก พืชมีโอกาสขาดน้ำได้ง่าย ดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำและโครงสร้างไม่ดี บริเวณที่มีความลาดชันสูงจะมีปัญหาเกี่ยวกับการชะล้างพังทลายของหน้าดิน ตัวอย่างชุดดินที่อยู่ในกลุ่มนี้ได้แก่ ชุดดินจันทึก ชุดดินน้ำพอง หรือดินคล้ายอื่น ๆ ที่มีลักษณะและสมบัติจัดอยู่ในกลุ่มชุดดินนี้ ปัจจุบันบริเวณดังกล่าวใช้ปลูกพืชไร่ต่างๆ เช่น อ้อย ปอ มันสำปะหลัง สับปะรด ส่วนไม้ยืนต้น ได้แก่ มะพร้าว และมะม่วงหิมพานต์ บางแห่งเป็นป่าเต็งรังหรือทุ่งหญ้าธรรมชาติ (ส่วนสำรวจจำแนกดิน กรมพัฒนาที่ดิน, 2546)

กลุ่มชุดดินที่ 48 กลุ่มชุดดินนี้เกิดจากวัตถุดิบกำเนิดดินพวกตะกอนลำนํ้า หรือจากการสลายตัวผุพังอยู่กับที่หรือถูกเคลื่อนย้ายมาทับถมกัน ของวัสดุเนื้อค่อนข้างหยาบ หินตะกอน

มาจากพวก หินแปร พบบริเวณพื้นที่ตอน มีสภาพพื้นที่เป็นที่ลาดจนถึงเนินเขา ดินเป็นดินชั้น การระบายน้ำดี เนื้อดินบนส่วนใหญ่เป็นดินร่วนปนทราย ส่วนดินล่างเป็นดินปนเศษหินหรือปน กรวด หรือเศษหินต่าง ๆ ถ้าเป็นดินปนเศษหินมักพบชั้นหินพื้นดินกว่า 50 ซม. สีดินเป็นสีเหลืองสี แดง หรือสีน้ำตาล ดินมีความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติต่ำ มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างประมาณ 5.0-6.0 ซึ่งปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัดมากถึงกรดปานกลาง ปัจจุบันบริเวณดังกล่าว ป่าเต็งรัง เป็นป่า เบญจพรรณ ป่าละเมาะ และทุ่งหญ้าธรรมชาติ บางแห่งใช้ปลูกพืชไร่หรือไม้โตเร็ว ตัวอย่างชุดดินที่ อยู่ในกลุ่มนี้ได้แก่ ชุดดินแมริม ชุดดินท่ายาง ปัญหาในการใช้ประโยชน์ที่ดินคือ ดินบริเวณที่มี ความลาดชันสูงเกิดการชะล้างพังทลายได้ง่ายเป็น ดินตื้นมาก นอกจากนี้ดินมีความอุดมสมบูรณ์ ต่ำอีกด้วย (ส่วนสำรวจจำแนกดิน กรมพัฒนาที่ดิน, 2546)

กลุ่มชุดดินที่ 62 ดินกลุ่มนี้ประกอบด้วยพื้นที่เทือกเขาและภูเขาซึ่งมีความลาดชัน มากกว่า 35 เปอร์เซ็นต์ สมบัติของดินและลักษณะที่พบไม่แน่นอน มีทั้งดินดินตื้น และลึก ลักษณะ ของเนื้อดินและดินมีความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติ ซึ่งจะแตกต่างกันไปแล้วแต่ชนิดของหินต้น กำเนิดในบริเวณนั้น มักมีก้อนหินหรือพื้นโผล่กระจายจัดกระจายทั่วไป ส่วนใหญ่ยังเป็นพื้นที่ป่าไม้ เช่น ป่าเต็งรัง ป่าเบญจพรรณหรือป่าดงดิบชื้น บางแห่งมีการทำไร่เลื่อนลอยโดยไม่มีมาตรการในการ อนุรักษ์ดินและน้ำ ซึ่งส่งผลทำให้เกิดการชะล้างพังทลายของหน้าดิน ผลที่ตามมาคือลักษณะหน้า ดินมีหินโผล่ ดินกลุ่มนี้ไม่เหมาะในการนำมาใช้ประโยชน์ด้านการเกษตร เนื่องจากควรสงวนพื้นที่ ไว้เป็นป่าตามธรรมชาติเพื่อรักษาแหล่งต้นน้ำ กลุ่มดินนี้ในแผนที่ดินระดับจังหวัด เรียกว่า ที่ลาดชันเชิงซ้อน (ส่วนสำรวจจำแนกดิน กรมพัฒนาที่ดิน, 2546)

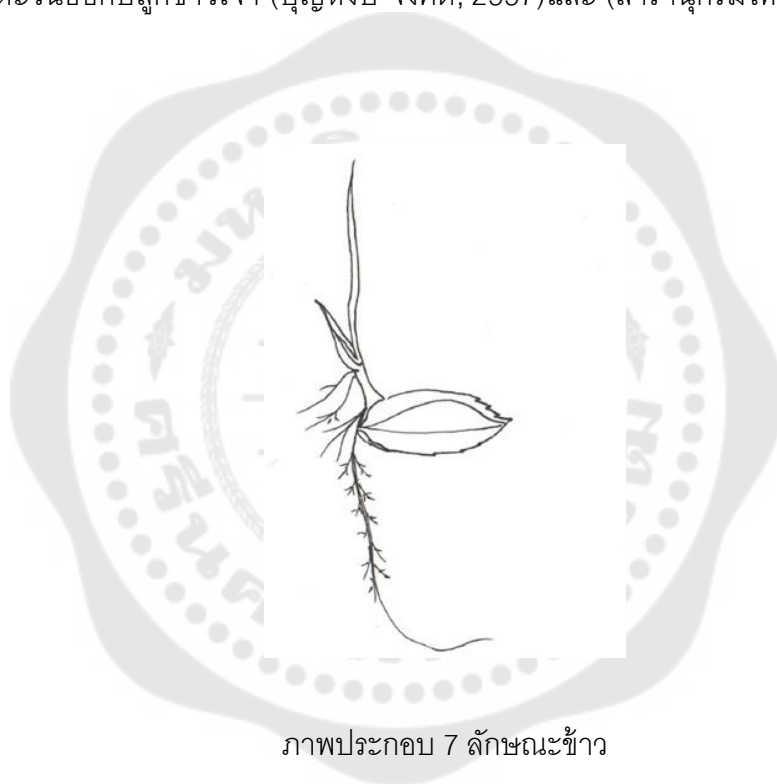


ภาพประกอบ 6 แผนที่ชุดดิน

2. ข้าว

2.1 ความหมายและลักษณะของข้าว

พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2554 ได้ให้ความหมายของข้าวว่า เป็นชื่อไม้ล้มลุกหลายชนิดหลายสกุล ในวงศ์ Gramineae โดยเฉพาะชนิด *Oryza sativa* Linn. โดยในเมล็ดเป็นอาหารหลัก มีหลายสายพันธุ์ เช่น ข้าวเจ้า ข้าวเหนียว ทั้งนี้ข้าวสามารถเจริญเติบโตได้ดีทั้งในเขตร้อนและเขตอบอุ่น การปลูกข้าวของแต่ละท้องถิ่นที่จะมีความแตกต่างกันไปตามความนิยมของการบริโภค เช่น ภาคเหนือ ปลูกข้าวเหนียวและข้าวเจ้า ภาคกลางและภาคใต้ปลูกข้าวเจ้า และภาคตะวันออกปลูกข้าวเจ้า (บุญหงษ์ จงคิด, 2557) และ (สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชนฯ, 2520)



ภาพประกอบ 7 ลักษณะข้าว

ที่มา: วาดโดยผู้วิจัย

2.2 คุณลักษณะของข้าว

2.2.1 ลักษณะที่เกี่ยวกับการเจริญเติบโต

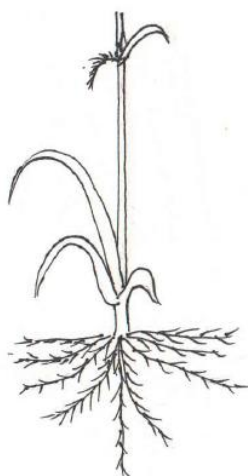
ลักษณะที่มีความสัมพันธ์กับการเจริญเติบโตของข้าว ได้แก่ ราก ลำต้น และใบ

ราก ของข้าวมีระบบรากเป็นระบบรากฝอย ทิศทางของรากจะเจริญเติบโตสู่ดินในแนวตั้งและแตกแขนงอย่างอิสระ ทำให้รากช่วยยึดลำต้นให้ทรงตัวและดูดซึมแร่ธาตุได้

(พิชญ์สินี อริยธนะกตวงศ์, 2558) รากของข้าวมี 2 ชนิด ได้แก่ รากปฐมภูมิ (รากแรกเกิด) และรากทุติยภูมิ (รากเสริม)

รากปฐมภูมิ (รากแรกเกิด) เป็นรากชั่วคราวที่ขึ้นในแนวดิ่ง มีความยาวไม่เกิน 15 ซม. ในขณะเดียวกันที่ต้นข้าวมีอายุการเจริญเติบโตที่มากขึ้น จะมี รากทุติยภูมิ (รากเสริม) เกิดขึ้นแบบแตกแขนงออกไปอย่างอิสระ รากข้าวไม่เพียงยึดและดูดซึมแร่ธาตุเท่านั้น รากข้าวยังทำหน้าที่เก็บสะสมอาหารในช่วงที่ขาดแคลน และทำหน้าที่นำออกซิเจนจากน้ำไปใช้ในการหายใจ โดยจะมีเนื้อเยื่อที่อยู่ถัดจากชั้นผิวรากชื่อว่า เนื้อเยื่อคอร์เท็กซ์ เมื่อได้รับออกซิเจน คอร์เท็กซ์จะสลายตัวกลายเป็นช่องอากาศขนาดใหญ่ ทำให้ข้าวอยู่ในสภาพน้ำขังได้เป็นเวลานาน (บุญหงษ์ จงคิด, 2557) ลำต้น มีลักษณะเป็นทรงกลม เป็นปล้องมีโพรงตรงกลาง แบ่งออกเป็นปล้อง มีข้อกั้นระหว่างปล้อง ความยาวของปล้องจะแตกต่างกัน มีประมาณ 20-25 ปล้อง ซึ่งจะขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมและพันธุ์ข้าว (พินิจ จันทร, 2555) ความสูงของลำต้นจะอยู่ระหว่าง 100 – 200 ซม. ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมและพันธุ์ของข้าว (พิชญ์สินี อริยธนะกตวงศ์, 2558) เช่น ข้าวขึ้นน้ำที่จะต้องยึดต้นให้สูงเมื่อมีน้ำลึก ปล้องของข้าวขึ้นน้ำยาวมาก ส่วนปล้องที่อยู่ใกล้ผิวน้ำจะมีลักษณะใหญ่กว่าลำต้นได้ น้ำ ต้นข้าวจะมีการยึดปล้องเมื่อระดับน้ำเพิ่มสูงขึ้นได้เฉลี่ยวันละ 2-10 ซม. การแตกกอของลำต้นข้าว จะแตกกอหลังจากปักดำได้ 60 วัน (บุญหงษ์ จงคิด, 2557)

ใบ มีลักษณะเรียวยาวแบน เป็นใบเดี่ยวที่เป็นใบแท้ มีความยาวประมาณ 30-50 ซม. กำหนดสลับกันจากข้อของลำต้น ใบข้าวส่วนที่หุ้มลำต้นไว้เรียกว่า กาบใบ ใบที่ต่อกจากกาบใบ และใบธงเป็นใบที่อยู่บนยอดสุดของต้นข้าว (พิชญ์สินี อริยธนะกตวงศ์, 2558) ใบธงจะมีลักษณะสั้นกว่าใบที่อยู่ส่วนอื่นๆ จะทำหน้าที่ห่อหุ้มรวงข้าวอ่อนไว้ก่อนออกรวง ใบธงจะมีความสำคัญด้านการสังเคราะห์แสงและสร้างอาหารในระยะที่ข้าวสร้างรวง ในขณะที่ใบอื่นๆ เริ่มแก่และขาดประสิทธิภาพในการสร้างอาหาร (ประภา กาหยี, 2542)

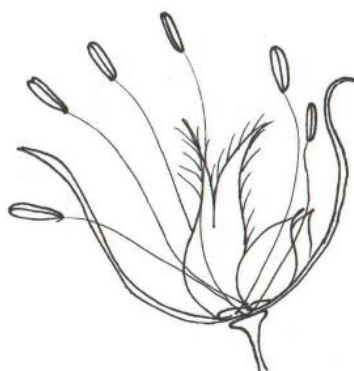


ภาพประกอบ 8 ลักษณะใบ

ที่มา: ผู้วิจัยเป็นผู้วาด

2.2.2 ลักษณะที่เกี่ยวกับการขยายพันธุ์

ดอกข้าว เป็นดอกสมบูรณ์เพศ มีลักษณะดอกที่ประกอบไปด้วยกลีบดอกใหญ่และกลีบดอกเล็กประกบกัน 2 กลีบหรือเปลือกทั้ง 2 นั้นอาจจะมีขนมากหรือน้อยจะปรากฏแบบเดียวกับลักษณะขนที่ใบ โดยจะเห็นได้ว่าหากข้าวพันธุ์ใดที่มีขนถี่ยาว เปลือกข้าวก็จะมีลักษณะที่เหมือนกันด้วย ที่ปลายสุดของกลีบดอกใหญ่จะมีปลายแหลมยื่นออกมาจากตัวกลีบเรียกว่า หางในพันธุ์ข้าวปลูกหรือข้าวที่มีการปรับปรุงพันธุ์แล้วจะมีหางสั้น ส่วนพันธุ์ข้าวป่าจะมีหางยาว หางที่ยาวของข้าวส่งผลเสียกับผู้เกี่ยวข้าวอาจทำให้เกิดบาดแผลและทำให้นวดข้าวยาก (ประภา กาหยี, 2542)



ภาพประกอบ 9 ส่วนประกอบของดอกข้าว

ที่มา : วาดโดยผู้วิจัย

รวงข้าวหรือช่อดอก จะเกิดขึ้นที่ข้อสุดท้ายของต้นข้าวหลังจากมีการผสมพันธุ์ระหว่างเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้และเพศเมีย โดยช่อดอกจะพัฒนาไปเป็นเมล็ดเรียกว่า รวงข้าว รวงข้าวประกอบด้วยก้านอันใหญ่ต่อจากคอรวงขึ้นไป จะแตกแขนงออกไปตามลำดับ ในการแตกออกไปของแขนงจะแตกต่างกันไปตามชนิดพันธุ์ของข้าว โดยแขนงที่สองจะมีดอกข้าว มีก้านดอก จะเห็นได้ว่าหากข้าวมีจำนวนดอกต่อรวงมากเท่าไรพันธุ์ข้าวนั้นจะให้ผลผลิตสูง (สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชนฯ, 2520)



ภาพประกอบ 10 รวงข้าว

ที่มา :วาดโดยผู้วิจัย

เมล็ดข้าว ประกอบด้วยส่วนที่เป็นแป้งและส่วนที่เป็นคัพภะ จะถูกห่อหุ้มไว้ด้วยเปลือกชั้นนอกใหญ่สองแผ่น (ข้าวเปลือก) โดยรังไข่ที่กลายเป็นแป้งที่ใช้ในการบริโภค และรังไข่ที่กลายเป็นคัพภะใช้ในการขยายพันธุ์ของข้าว ส่วนที่เป็นคัพภะเป็นส่วนที่สามารถงอกออกมาเป็นต้นข้าวได้ (สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชนฯ, 2520)

การสืบพันธุ์ ในระยะนี้จะมีผลสำคัญต่อเกษตรกรเพราะเป็นช่วงที่ข้าวมีการเจริญเติบโตและต้องดูแลอย่างดี ในช่วงการสืบพันธุ์จะแบ่งออกเป็น 3 ช่วงตามลักษณะทางการเกษตรได้แก่ ช่วงการเจริญเติบโตทางลำต้น ช่วงการเจริญเติบโตช่วงสืบพันธุ์และช่วงการเติบโตเมล็ดแก่(สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชนฯ, 2520)

ช่วงการเจริญเติบโตทางลำต้น ยอดอ่อนแรกเกิดใช้เวลาการงอกประมาณ 2 วัน และจะเริ่มมีการพัฒนาของต้นอ่อนจนกระทั่งใบธงปรากฏขึ้น ช่วงเวลานี้จะใช้เวลาประมาณ 5-28 วัน

ตามสภาพแวดล้อม ต่อมาต้นข้าวจะเริ่มแตกกอตั้งแต่ระยะแตกกอสูงสุดถึงการเจริญเติบโตแบบคงที่ในการเจริญเติบโตแบบคงที่ของข้าวจะมีความแตกต่างกันไปตามช่วงอายุของข้าว ข้าวอายุสั้น 105 วัน อาจจะไม่พบช่วงการเจริญเติบโตแบบคงที่ แต่ข้าวที่มีอายุ 145 วัน จะมีช่วงการเจริญเติบโตแบบคงที่นานได้ถึง 2 สัปดาห์ ซึ่งข้าวในปัจจุบันโดยส่วนมากมีช่วงการเจริญเติบโตแบบนี้้น้อยมาก จึงสามารถแบ่งช่วงการเจริญเติบโตย่อยได้เป็น 2 ช่วง (พิชญ์สิทธิ์ อริยธนะกตวงศ์, 2558) คือ 1) ข้าวความไวต่อช่วงแสงหรือระยะความยาวของกลางวันเป็นหลัก และ 2) ข้าวที่ไม่ไวต่อช่วงแสง (สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชนฯ, 2520) มีรายละเอียดดังนี้

1. ข้าวที่ไวต่อช่วงแสง กล่าวคือ จะเป็นข้าวที่ออกดอกเฉพาะเดือน โดยทั่วไปจะปลูกข้าวแบบนาปี (อาศัยน้ำฝน) ข้าวชนิดนี้จะออกดอกในเดือนกันยายน-ตุลาคม เรียกว่า ข้าวเบา ข้าวที่ออกดอกในเดือนพฤศจิกายน เรียกว่า ข้าวกลาง และข้าวที่ออกดอกในเดือนธันวาคม-มกราคม เรียกว่า ข้าวหนัก ข้าวชนิดนี้จะออกดอกในเดือนที่กล่าวมาเท่านั้นไม่ว่าจะปลูกในเดือนใดก็ตาม(สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชนฯ, 2520)

2. ข้าวที่ไม่ไวต่อแสง คือข้าวที่มีการเจริญเติบโตโดยไม่อาศัยความยาวของช่วงแสงในตอนกลางวัน เมื่อต้นข้าวมีการเจริญเติบโตเต็มที่ เช่น ข้าวพันธุ์ กข.1 เมื่อมีการเจริญเติบโตนับจากวันตกกล้าครบ 90-100 วัน ต้นข้าวจะออกดอกและออกรวงตามลำดับ โดยข้าวพันธุ์นี้มักจะปลูกในฤดูนาปรัง(สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชนฯ, 2520)

การเจริญเติบโตช่วงสืบทพันธุ์ เป็นช่วงที่มีการพัฒนาช่อดอก ตั้งท้อง และออกรวง การออกรวงคิดจากการพัฒนาช่อดอก ร้อยละ 50 ของการออกดอก ถึงจะนับเป็นวันออกรวง พัฒนาการสืบทพันธุ์สามารถแบ่งย่อยเป็น 3 ระยะ คือ 1) การเกิดช่อดอก จะมีการยืดตัวเมื่อข้าวได้รับแสงที่เพียงพอและเหมาะสม 2) ตั้งท้อง เป็นระยะที่ช่อดอกเจริญเติบโต 3) ระยะการผสมพันธุ์ เป็นระยะที่ช่อดอกออกจากกาบใบและผสมพันธุ์ ระหว่างเกสรตัวผู้และตัวเมีย (พิชญ์สิทธิ์ อริยธนะกตวงศ์, 2558)

ช่วงการเจริญเติบโตของเมล็ด เป็นช่วงพัฒนาการของเมล็ด แบ่งเป็น 3 ระยะ คือ 1) ระยะเมล็ดน้ามน เป็นระยะที่เริ่มสะสมแป้งและภายในเมล็ดสร้างน้ามนสีขาว 2) ระยะรวงก้ม เป็นระยะที่น้ามนในเมล็ดข้าวเริ่มแข็งตัว 3) ระยะเมล็ดแก่ เป็นระยะที่เมล็ด แข็งแรงและขยายขนาดเต็มที่ ระยะนี้รวงเริ่มพังกาบใบจนถึง 30 วัน สามารถเก็บเกี่ยวได้ (ชาญ มงคล, 2536)

2.3 พันธุ์ข้าว

ชาวดอกมะลิ 105

ข้าวพันธุ์นี้เป็นข้าวชนิดข้าวเจ้าหอม ได้มาจากนายสุนทร สีหะเนน เจ้าพนักงานข้าวที่ทำการรวบรวม เปรียบเทียบพันธุ์ และคัดเลือกได้พันธุ์ข้าวเจ้าที่มีความสูง 140 ซม. มีอายุเก็บเกี่ยวประมาณวันที่ 25 พฤศจิกายน มีผลผลิตเฉลี่ย 363 กิโลกรัม/ไร่ ชาวดอกมะลิ 105 มีลักษณะเด่นที่ทนแล้งได้พอสมควร เมล็ดข้าวสารใส มีกลิ่นหอม (พินิจ จันทร, 2555)

ขาวตาแห้ง

ข้าวพันธุ์นี้เป็นข้าวเจ้าพื้นเมืองที่ได้มาจากการประกวดและมีการปรับปรุงพันธุ์ใหม่เพื่อให้ข้าวมีคุณภาพที่ดีขึ้น ข้าวชนิดนี้เป็นข้าวที่มีความไวต่อช่วงแสง มีความสูงประมาณ 150 ซม. มีผลผลิตเฉลี่ยประมาณ 473 กิโลกรัม/ไร่ มีลักษณะเด่นที่เหมาะสมสำหรับการปลูกในที่ลุ่มเก็บเกี่ยวง่าย (พินิจ จันทร, 2555)

เหลืองประทิว

ข้าวเหลืองประทิวได้มาจากการรวมพันธุ์และคัดเลือกพันธุ์บริสุทธิ์ตามสถานีทดลองโดยพนักงานเกษตรจากอำเภอเมือง จังหวัดเพชรบุรี ทำให้ได้ข้าวที่มีความสูง 150 ซม. มีความไวต่อช่วงแสง อายุเก็บเกี่ยวประมาณวันที่ 19 ธันวาคม ผลผลิตประมาณ 414 กิโลกรัม/ไร่ (พินิจ จันทร, 2555)

ปทุมธานี

เป็นข้าวเจ้าที่มีการผสมระหว่างสายพันธุ์ BKNA6-18-3-2 และสายพันธุ์ PTT85061-86-3-2-1 ที่ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี ทำให้ได้พันธุ์ข้าวที่มีความสูงประมาณ 104 -133 ซม. เป็นข้าวไม่ไวต่อช่วงแสง มีอายุเก็บเกี่ยวประมาณ 104 -126 วัน มีผลผลิต ประมาณ 650 - 774 กิโลกรัม/ไร่ คุณภาพเมล็ดคล้ายพันธุ์ดอกมะลิ 105 (พินิจ จันทร, 2555)

คลองหลวง

ข้าวพันธุ์คลองหลวงได้รับการผสมพันธุ์ระหว่างพันธุ์นางมด เอส - 4 กับสายพันธุ์ไออาร์ 841-85-1-1-2 และทำการคัดเลือกจนได้สายพันธุ์ที่มีลักษณะประจำพันธุ์ สูงประมาณ 110 ซม. เป็นข้าวไม่ไวแสง อายุเก็บเกี่ยวประมาณ 118 วัน เมื่อปลูกในฤดูนาปรังและ 125 วัน เมื่อปลูกในฤดูนาปี มีปริมาณผลผลิต ในฤดูนาปีประมาณ 650 กิโลกรัม/ไร่ มีปริมาณผลผลิต ในฤดูนาปรังประมาณ 591 กิโลกรัม/ไร่ คุณภาพข้าวเมื่อหุงคล้ายชาวดอกมะลิ 105 (พินิจ จันทร, 2555)

ข้าวพันธุ์ กข 15

เป็นข้าวเจ้าที่ใช้รังสีชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์โดยใช้รังสีแกมมาปริมาณ 15 กิโลแตร ในการอาบเมล็ดพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 ได้พันธุ์ข้าวที่มีความสูงของต้นประมาณ 140 ซม. เป็นข้าวไวแสง เก็บเกี่ยวประมาณวันที่ 10 พฤศจิกายน ผลผลิตประมาณ 560 กิโลกรัม/ไร่ ข้าวพันธุ์นี้เป็นข้าวที่เก็บเกี่ยวได้เร็ว ทนแล้งได้พอสมควร (พินิจ จันทร, 2555)

ข้าวพันธุ์ กข 6

เป็นพันธุ์ข้าวเหนียวที่ทำการค้นคว้า ทดลอง และพัฒนามาจากเมล็ดข้าวขาวดอกมะลิ 105 โดยวิธีชักนำพันธุ์พืชให้เปลี่ยนกรรมพันธุ์โดยใช้รังสีแกมมาปริมาณ 20 กิโลแตร ลักษณะของข้าวชนิดนี้ จะมีความสูงของต้นที่ 154 ซม. เป็นข้าวไวแสง จะเก็บเกี่ยวประมาณวันที่ 21 พฤศจิกายน ผลผลิตเฉลี่ยประมาณ 666 กิโลกรัม/ไร่ (พินิจ จันทร, 2555)

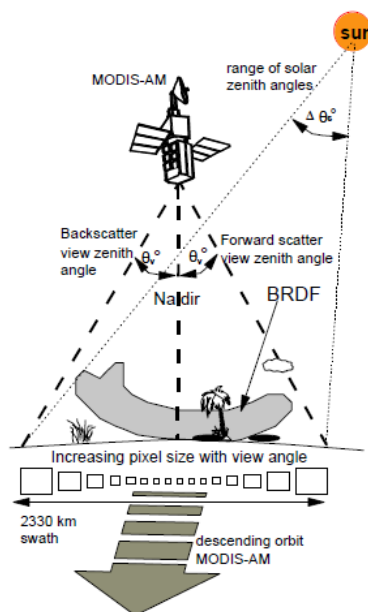
2.4 การปลูกข้าวจังหวัดสระแก้ว

จังหวัดสระแก้วมีพื้นที่นา 883,526 ไร่ เป็นพื้นที่เพื่อการเกษตร 2,340,093 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 52 ของพื้นที่จังหวัดสระแก้ว พืชเศรษฐกิจที่สำคัญของจังหวัดสระแก้ว ได้แก่ ข้าวนาปี มันสำปะหลัง อ้อยโรงงาน ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ยูคาลิปตัส ผักและผลไม้ จังหวัดสระแก้วมีพื้นที่ปลูกข้าวนาปี 883,562 ไร่ ผลผลิตรวม 381,891 ตัน ผลผลิตเฉลี่ย 440 กิโลกรัม/ไร่ (จังหวัดสระแก้ว, 2559: หน้า 6, ออนไลน์) พันธุ์ที่นิยมปลูก คือ ข้าวดอกมะลิ 105 ข้าวตาแห้ง เหลืองประทิว ปทุมธานี คลองหลวง กข 15 และ กข 6 ปลูกมากในเขตพื้นที่อำเภอวัฒนานคร อำเภออรัญประเทศ อำเภอดาพระยา อำเภอโคกสูง อำเภอเขาฉกรรจ์ ปลูกในช่วงเดือนพฤษภาคม มิถุนายน กรกฎาคม เก็บเกี่ยวเดือนพฤศจิกายน ธันวาคม ราคาที่เกษตรกรขายได้เฉลี่ย 4.90 บาท/กิโลกรัม (กระทรวงพาณิชย์จังหวัดสระแก้ว, 2559)

3. แนวคิดด้านการสำรวจระยะไกลจากดาวเทียม

เทคโนโลยีการสำรวจระยะไกลได้นำมาประยุกต์ใช้ด้านการเกษตร เช่น การทำแผนที่เพาะปลูกพืช (Crop area mapping) การบ่งชี้การแพร่กระจายของโรคพืชต่างๆ การคาดการณ์ผลผลิต มีการนำข้อมูลดาวเทียม MODIS (Moderate-Resolution Imaging Spectroradiometer) มาวางแผนทางการเกษตร ซึ่งจะเน้นการศึกษาพืชเศรษฐกิจที่สำคัญ ได้แก่ ข้าว ยางพารา ปาล์ม น้ำมัน มันสำปะหลัง เพราะภาพถ่ายดาวเทียมระบบ MODIS มีประโยชน์ด้านการติดตามสถานการณ์ต่างๆ ในระดับภูมิภาคทุกวัน มีการถ่ายภาพที่กว้างถึง 2,230 กิโลเมตร ทำให้ภาพที่ได้มีความครอบคลุมทั้งประเทศไทย (สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ องค์การ

มหาชน, 2559) ด้วยคุณลักษณะของภาพถ่ายดาวเทียม MODIS(250 เมตร และ 500 เมตร) ที่เป็นเซ็นเซอร์ whiskbroom (รวมทั้ง AVHRR และ SeaWiFS) ทำให้ขนาดพิกเซลเพิ่มขึ้นพร้อมกับมุมการสแกนสี่เท่าที่เป็นไปได้ คุณลักษณะเฉพาะของดาวเทียมที่เกี่ยวข้องกับความละเอียดเชิงพื้นที่ของแต่ละพิกเซลต้องได้รับการพิจารณาเมื่อดัชนีพืชพรรณ ได้ถูกบันทึกข้อมูลตามเวลา 16 วัน ของดาวเทียม MODIS ส่งผลให้ได้ขนาดพิกเซลที่หลากหลายขึ้น นอกเหนือจากช่วงกว้างของมุมมองและดวงอาทิตย์ ในภาพประกอบที่ 11 แสดงตำแหน่งของดวงอาทิตย์และเซ็นเซอร์ MODIS ที่แสดงรูปแบบมุมมองและขนาดของพิกเซล MODIS จะแสดงภาพพื้นผิวโลกมีความกว้าง 2,330 กม. ถ่ายภาพได้ $\pm 55^\circ$ จากมุมที่เซ็นเซอร์ถ่ายขึ้นไป cross-track ด้วยมุมมองที่มีประสิทธิภาพ ซึ่งภาพที่ได้อาจมีขนาดใหญ่กว่าเล็กน้อยเนื่องจากความโค้งของโลก มุมมองที่เป็นพลังงานแสงอาทิตย์ในภาพ MODIS อาจแตกต่างกันไปถึง 20° จากพื้นผิวโลกที่มีความกว้าง 2,330 กม. และยังแปรผันตามพื้นที่ด้วยเส้นรุ้งและตามฤดูกาล โดยในช่วงฤดูเพาะปลูก ทิศทางการย้อนกลับของเส้นโค้ง MODIS มีขนาดใหญ่ขึ้น โดยดวงอาทิตย์อยู่ในระดับสูงกว่าทำให้การกระจายแสงไปข้างหน้าเซ็นเซอร์ (A. J. Huete, C. and van Leeuwen, W., 1999) ในมุมมองทำให้พิกเซลมีขนาดที่เพิ่มขึ้น ขนาดพิกเซลกลายเป็นตัวแปรที่สำคัญในการประเมิน anisotropic และสมบัติทางชีวฟิสิกส์ของพื้นผิวดินที่มีลักษณะเป็น heterogeneous ซึ่งเป็นสาเหตุของข้อผิดพลาดในลักษณะ BRDF ของพิกเซลขนาดใหญ่ที่ไม่จำเป็นต้องเหมือนกับภาพขนาดเล็ก (A. R. Huete, Liu, Batchily, & van Leeuwen, 1997) อย่างไรก็ตามในการถ่ายภาพแล้วจะพบปัญหาของสภาพบรรยากาศ ซึ่งจะมีการแก้ไขข้อมูลเหล่านี้ โดยผู้วิจัยได้เลือกชุดข้อมูลที่มีคุณภาพมาใช้ในงานวิจัยเท่านั้น



ภาพประกอบ 11 การได้มาของข้อมูล MODIS EOS-AM platform

ที่มา : (A. J. Huete, C. and van Leeuwen, W., 1999)

จากภาพประกอบที่ 11 เป็นการได้มาของข้อมูลภาพถ่าย MODIS บนแพลตฟอร์ม EOS-AM (ไม่ใช่การแสดงขนาดของภาพ) ฟังก์ชันการแจกแจงการกระจายตัวแบบสองทิศทาง (bidirectional reflectance distribution function หรือ BRDF) มีการเปลี่ยนแปลงการตกกระทบของแสงอาทิตย์ สืบเนื่องจากเงาที่เกิดจากเมฆและท้องฟ้า ขนาดของพิกเซล MODIS, มีทั้งแบบ cross-track และ along-track เปลี่ยนมุมมอง: 0° - 250 x 250 เมตร 15° - 270 x 260 เมตร 30° - 350 x 285 เมตร และ 45° - 610 x 380 เมตร โดยรายละเอียดของคุณลักษณะของข้อมูลจากเครื่องตรวจวัด MODIS ดังตารางที่ 1

ตาราง 1 คุณลักษณะของข้อมูลจากเครื่องตรวจวัด MODIS

คุณสมบัติ	รายละเอียด
ความกว้างของแนวนันทีก	2,230 × 10 กิโลเมตร
ความละเอียดเชิงพื้นที่	250 เมตร (แบนด์ 1-2) 500 เมตร (แบนด์ 3-7) 1,000 เมตร (แบนด์ 8-36)
ความละเอียดเชิงคลื่น	36 Bands (0.4-14.4 ไมโครเมตร)
โคจรบันทึกข้อมูลซ้ำบริเวณเดิม	1-2 วัน
วงโคจร	705 กม.
โคจรผ่านเส้นศูนย์สูตร	เวลา 10.30 น. และ เวลา 1.30 น.
อัตราการสแกน	20.3 รอบต่อนาที
อัตราการส่งข้อมูล	10.6 เมกะบิต/วินาที (ช่วงกลางวัน) และ 6.1 เมกะบิต/วินาที (ค่าเฉลี่ยของวงโคจร)

ที่มา: ประยุกต์จาก(NASA, 2016)

ในปัจจุบันมีการประยุกต์ใช้การสำรวจระยะไกลกับการเกษตร ซึ่ง นฤตม์ สุนทรานนท์ ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับระบบเก็บข้อมูลสภาพอากาศและสภาพรายวันจากแปลงเกษตรกรรมโดยใช้อุปกรณ์บันทึกข้อมูลแบบอัตโนมัติในการรายงานสถานะต่างๆ ของแปลงการเพาะปลูกได้ใกล้เคียงกับเวลาจริงบนพื้นที่แปลงพืชเศรษฐกิจ เช่น ข้าว อ้อย มันสำปะหลัง กระจายอยู่ทั่วประเทศจำนวน 24 สถานี โดยข้อมูลแบ่งเป็น 2 ส่วนคือ (1) ข้อมูลสภาพจากพื้นที่แปลงเกษตรรายวัน และ (2) ข้อมูลสภาพอากาศรายวัน โดยข้อมูลทั้งสองส่วนจะเป็นประโยชน์ในการติดตามสถานะแปลงข้าว การคาดการณ์ผลผลิต การลดความเสียหายจากโรคระบาดของพืช โดยการจำแนกตามสถานะของการเจริญเติบโตตามระดับการตอบสนองของพืชสีเขียว เป็น 4 ช่วง คือ (1) ต้นกล้า (2) เจริญเติบโต (3) ออกรวง (4) เก็บเกี่ยว โดยใช้ค่าดัชนีพืชพรรณ (Vegetation Index) เป็นเทคนิคในการวิเคราะห์ภาพเพื่อบ่งบอกสถานะจากแปลงข้าว โดยการนำรูปภาพในกรอบระยะเวลาหนึ่ง มาคำนวณ ค่าดัชนีพืชพรรณ (Vegetation Index) และแสดงให้เห็นใน

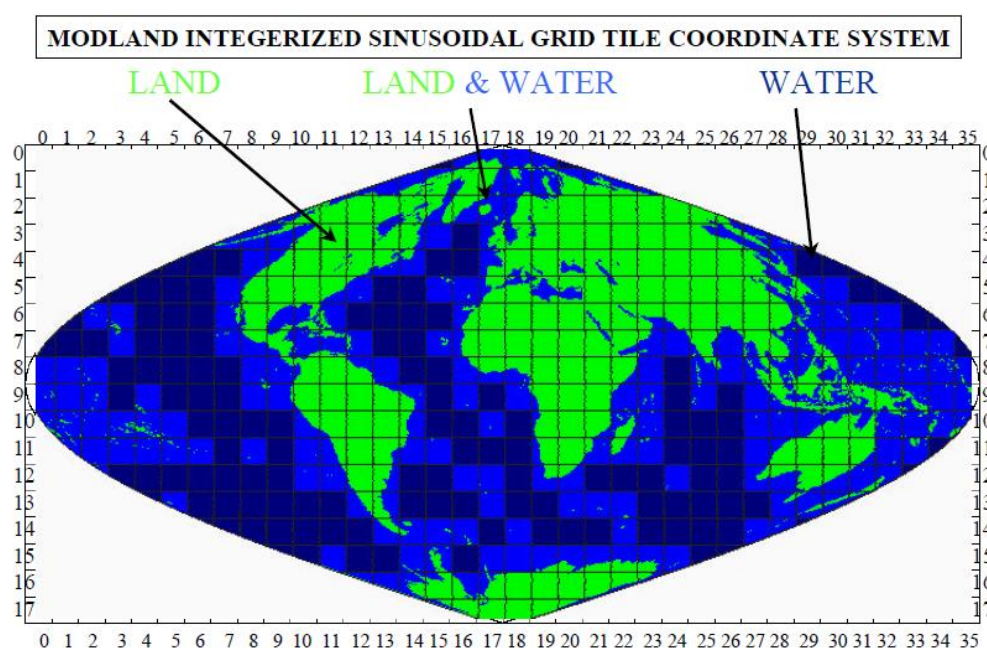
แกนเวลา เรียกว่า ซีฟลักซ์ฟีชพรรณ (Vegetation phonology) ความสัมพันธ์ระหว่างการวิเคราะห์นี้จะแสดงออกมาในรูปของอนุกรมเวลา (Time series) ทำให้ทราบถึงรอบการเพาะปลูกพืชต่อปี ในการติดตามและจำแนกสถานะของแปลงข้าว จะใช้วิธีการวิเคราะห์กราฟ เช่น การคำนวณหาพื้นที่ใต้กราฟ การวัดค่าระดับของดัชนีฟีชพรรณมาคำนวณระดับการตอบสนองของพืช (สีเขียว) สำหรับการคำนวณจากภาพถ่ายดาวเทียม โดยปกติทั่วไปนิยมใช้วิธีการคำนวณดัชนีความแตกต่างของฟีชพรรณ หรือ Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) แต่การบันทึกรูปภาพจากระบบเก็บข้อมูลสภาพอากาศและรูปภาพรายวันจะถูกบันทึกได้ในรูปแบบ RGB (แดง เขียว น้ำเงิน) จะไม่ปรากฏช่วงความยาวคลื่นอินฟราเรดใกล้ NIR จึงทำให้ต้องนำดัชนีแบบ Excessive Green (ExG) มาใช้ในการบอกระดับค่าความเขียว (นรุทม์ สุนทรานนท์, 2558) ดังสมการที่ 1 (M. Woebbecke, E. Meyer, Von Bargen, & A. Mortensen, 1995) ดังนี้

$$\text{ExG} = 2g - r - b \quad \dots\dots\dots (1)$$

เมื่อค่า ExG มีค่าสูง หมายถึง มีความอุดมสมบูรณ์หรือมีความเป็นสีเขียวสูง
 เมื่อ $r = R/(R+G+B)$ คือ Normalized ของช่วงความยาวคลื่นสีแดง
 $g = G/(R+G+B)$ คือ Normalized ของช่วงความยาวคลื่นสีเขียว
 $b = B/(R+G+B)$ คือ Normalized ของช่วงความยาวคลื่นสีน้ำเงิน

ในการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการสำรวจระยะไกล เพื่อจำแนกประเภทข้อมูลและสร้างกราฟฟีฟลักซ์ในงานวิจัยนี้ได้ ใช้ข้อมูลจากภาพถ่ายดาวเทียมระบบ Moderate Resolution Imaging spectroradiometer (MODIS) ดาวเทียมระบบนี้ พัฒนามาจากระบบ AVHRR ที่ติดตั้งบนดาวเทียม NOAA บันทึกข้อมูลครอบคลุมพื้นโลกทุกๆ 1-2 วัน มีแนวถ่ายภาพกว้าง 2,330 กิโลเมตร สามารถบันทึกข้อมูลในช่วงคลื่นต่างๆ กันถึง 36 ช่วงคลื่น (ระหว่าง 0.4 -14 ไมโครเมตร) มีความละเอียดภาพตั้งแต่ 250 เมตร 500 เมตร และ 1,000 เมตร สำหรับช่วงคลื่น 1-2 ช่วงคลื่น 3-7 และช่วงคลื่น 8-36 ตามลำดับ ระบบ MODIS สามารถประยุกต์ใช้ได้ทั้งบนบกและในทะเล จะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการศึกษาทั้งบนพื้นดิน ทะเล บรรยากาศ สิ่งแวดล้อมโลก (สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ องค์การมหาชน, 2558) และการหาความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงของการติดตามการเพาะปลูกข้าวในจังหวัดสระแก้วได้

เช่นกัน โดยการศึกษาใช้ภาพถ่ายระบบ MODIS VEGETATION INDEX (MOD13A1) เพื่อหาอนุกรมเวลา มีทั้งแพลตฟอร์มดาวเทียม Terra และ Aqua ผลิตภัณฑ์ MODIS VI (MOD13A1, MOD13A2, MOD13A3, MOD13C1, MOD13C2) .ในการผลิตจะขึ้นอยู่กับการวาง Integerized Sinusoidal แผนที่มาจากเส้นโครงแผนที่เพื่อสามารถรวบรวมข้อมูลได้ตามแกนเวลา การฉายภาพทั่วโลกแบ่งเป็น 36 (แนวนอน) 18 (แนวตั้ง) ซึ่งมีความละเอียดประมาณ $10^{\circ} \times 10^{\circ}$ จำนวน tiles ทั้งหมดคือ 648 และประมาณ 290 tiles จะจัดเป็นการใช้ประโยชน์ที่ดินและเป็นผลิต tiles ที่มีข้อมูลดัชนีพืชพรรณ สำหรับผลิตภัณฑ์ MOD13 algorithms จะไม่ผลิตผลิตภัณฑ์ข้อมูลในมหาสมุทรและในทะเลลึก โดย tiles 1,200 คือ $1,200 = 1\text{km pixels}$ หรือ 4,800 คือ $4,800 = 250\text{ m pixels}$ แต่ละพิกเซลเก็บข้อมูลโดยการระบุ Geolocation ผ่านช่วงเวลา (ภาพประกอบ 12)(A. J. Huete, C. and van Leeuwen, W., 1999)



ภาพประกอบ 12 แสดงการฉายภาพ sinusoidal แบบ Integerized

ที่มา;(A. J. Huete, C. and van Leeuwen, W., 1999)

ในการศึกษาใช้ข้อมูลตามคุณลักษณะของภาพถ่ายดาวเทียม MODIS ดังนี้ MOD13A1 Vegetation Indices ดัชนีที่นำมาใช้ คือ ดัชนีพืชพรรณ (NDVI) ผลิตภัณฑ์ดัชนี MODIS

vegetation index (VI) จะมีการเก็บข้อมูลภาพทุก 16 วัน ในข้อมูลชุดนี้สามารถเปรียบเทียบ ตรวจสอบชีพลักษณะพืชพรรณบนพื้นผิวโลกได้อย่างแม่นยำ โดยมีวิธีการจำแนกประเภทข้อมูล (Image classification) เพื่อหาจุดภาพที่เป็นตัวแทนของค่าสะท้อนแสงบนพื้นผิวโลก ที่มีคุณลักษณะของช่วงคลื่นที่ต่างกันออกไป โดย Anderson ได้กล่าวไว้ว่า การประเมินความแม่นยำของการจำแนกประเภทข้อมูลมีความสำคัญมากในการสร้างความน่าเชื่อถือของข้อมูล โดยมีแนวคิดเกี่ยวกับการจำแนกประเภทข้อมูลเชิงตัวเลข (Digital Image Classification) ประกอบด้วย การสกัดพื้นที่ตัวอย่าง (Extraction of Training Data) ออกจากข้อมูลภาพ (Original Data) เพื่อนำไปแสดงความสัมพันธ์ทางสถิติ (Feature space) ในการจัดกลุ่มพื้นที่ตามคุณลักษณะของค่าการสะท้อนแสงที่คล้ายกัน และแบ่งจุดภาพตามชนิดหรือประเภท (Class) ซึ่งระบบการจำแนกประเภทสิ่งปกคลุมดินตามหลักเกณฑ์ของ (Anderson, Hardy, Roach, & Witmer, 1976) สำหรับใช้กับระบบของยูเอสจีเอส (USGS : The United States Geological Survey) ได้ทำการจำแนกประเภทข้อมูลการสำรวจระยะไกลในการจำแนกสิ่งปกคลุมดินในอเมริกาเหนือ แบ่งเป็น 9 กลุ่ม ได้แก่ (1) เมืองและสิ่งก่อสร้าง (Urban or Built-up Land) (2) เกษตรกรรม (Agricultural Land) (3) พุ่มหญ้า (Range Land) (4) ป่าไม้ (Forest Land) (5) แหล่งน้ำ (Water) (6) พื้นที่ชุ่มน้ำ (Wetland) (7) ที่โล่ง/ที่ว่าง (Barren Land) (8) พื้นที่ปกคลุมด้วยหิมะหรือน้ำแข็งถาวร (Perennial Snowfields) (9) พื้นที่ในเขตทุนดรา (Tundra) และประเทศไทยได้ใช้เกณฑ์การจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินจากองค์การ UNDP/FAO และกรมพัฒนาที่ดินใน พ.ศ. 2518 โดยแบ่งออกเป็น 5 กลุ่ม ได้แก่ (1) พื้นที่เมือง (2) พื้นที่เกษตร (3) พื้นที่ป่าไม้ (4) พื้นที่ไม่ใช่ประโยชน์ และ (5) พื้นที่แหล่งน้ำ การจำแนกประเภทข้อมูลแบ่งเป็น 3 ประเภท คือ (1) แบบควบคุมหรือแบบกำกับดูแล (2) แบบไม่กำกับดูแล (3) การจำแนกข้อมูลแบบระบบผู้เชี่ยวชาญ โดยการศึกษาครั้งนี้ใช้ การจำแนกแบบกำกับดูแลตามขั้นตอนวิธีทางคณิตศาสตร์จำแนกเป็น 3 ประเภท ได้แก่ (1) การจำแนกแบบระยะห่างต่ำสุดจากค่าเฉลี่ย (2) การจำแนกแบบกล่องคู่ขนาน (3) การจำแนกแบบความน่าจะเป็นไปได้สูง ในการศึกษาเลือกการจำแนกแบบที่หนึ่งคือ การจำแนกแบบระยะห่างต่ำสุดจากค่าเฉลี่ย

จะเห็นได้ว่า การจำแนกและความถูกต้องของความจำแนกเป็นสิ่งสำคัญในการแปรข้อมูลก่อนนำมาใช้ทำให้ผลิตภัณฑ์ TERRA MODIS MOD13A1 มีการประกันคุณภาพของข้อมูล โดยจะมีขอบเขตของการตรวจสอบข้อมูลในชุดข้อมูลด้านดัชนีพืชพรรณมีดังนี้ 1) การสะท้อนมาตรฐานโดยใช้ BRDF และ CV_MVC (เชิงพื้นที่และเวลา) 2) การประเมินผลจากข้อมูลที่มีความผิดพลาดจากค่าในเกณฑ์มาตรฐาน ซึ่งชุดข้อมูลที่ได้ในช่วงเวลา จะมีทั้งข้อมูลที่มีคุณภาพสูง

ข้อมูลที่ต้องตรวจสอบใหม่ และผลที่มีคุณภาพน้อย อยู่ในชุดข้อมูลเดียวกัน โดยแบ่งแยกลักษณะข้อมูลให้เล็กลงได้อย่างชัดเจน (A. J. Huete, C. and van Leeuwen, W., 1999)

ดัชนีพืชพรรณ (Vegetation Index) คือ การจำแนกบริเวณที่มีพืชพรรณปกคลุมจากการคำนวณระหว่างช่วงคลื่นที่เกี่ยวข้องกับพืชพรรณมาคำนวณสัดส่วนซึ่งกันและกัน คือช่วงคลื่นตามองเห็นสีแดงและช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้ (Near Infrared : NIR) เป็นวิธีการที่นิยมใช้ในการคำนวณที่แสดงถึงความเขียวและความสมบูรณ์ของพืชพรรณ หรือวิธีการคำนวณดัชนีความแตกต่างของพืชพรรณ ค่าดัชนีพืชพรรณมีวิธีการหลายวิธีในการศึกษา สำหรับการศึกษาค้นคว้าเลือกดัชนีในการศึกษาจากภาพถ่ายดาวเทียม ได้แก่ ดัชนีแบบ Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) โดยมีสมการดังนี้

$$NDVI = \frac{NIR-Red}{NIR+Red} \dots\dots\dots (2)$$

เมื่อค่า NDVI มีค่าสูงหมายถึงมีความอุดมสมบูรณ์ของพืช หรือมีความเขียวสูง

เมื่อ NIR (Near-infrared) = ค่า digital number ในช่วงความยาวคลื่น
Near – infrared
Red = ค่า digital number ในช่วงความยาวคลื่นสีแดง

4. ชีพลักษณะ

ชีพลักษณะ (Phenology) คือ วงจรชีวิตของสิ่งมีชีวิตที่มีความสัมพันธ์ระหว่างสภาพแวดล้อม เช่น อากาศ แสง ที่ส่งผลต่อการพัฒนาการของสิ่งมีชีวิตนั้นๆ และนำมาสัมพันธ์กับช่วงเวลาที่เกิดก็จะเป็นชีพลักษณะ เช่น การย้ายถิ่นและการเจริญพันธ์ของสิ่งมีชีวิต

ชีพลักษณะพืชพรรณ (Vegetation Phenology) การสังเกตการเปลี่ยนแปลงในรูปแบบการเจริญเติบโตของพืชตามฤดูกาลและปัจจัยแวดล้อมต่างๆ ที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโต เช่น แสง ปุ๋ย การเจริญเติบโตนี้มีความสัมพันธ์กับช่วงเวลา แบ่งได้ตามลักษณะดังนี้ การเพาะปลูก การเจริญเติบโต การออกผล และจนกระทั่งการร่วงโรยของพืชชนิดนั้นๆ ผลที่ได้จากการสังเกตจะได้วงจรชีวิตของพืชในช่วงเวลาของการเจริญเติบโตของพืชชนิดนั้นๆ

การนำเทคโนโลยีการสำรวจระยะไกลมาประยุกต์ใช้กับชีพลักษณะ ในการติดตามพัฒนาการการเปลี่ยนแปลงของพืช (Remote Sensing Phenology) ตามฤดูกาล ในระดับภูมิภาค ทวีป และระดับโลก และยังมีการบันทึกชีพลักษณะ โดยนักพฤกษศาสตร์ชาวสวีเดน

(Carolus Linnaeus) และเจ้าของที่ดินชาวอังกฤษ (Robert Marsham) ทั้งสองบันทึกชีพลักษณะได้อย่างแม่นยำและเป็นระบบ ตั้งแต่ ค.ศ. 1700 ในปัจจุบันมีระบบอินเตอร์เน็ตเข้ามาช่วยในการเก็บรวบรวมข้อมูล เช่น สหราชอาณาจักรมีปฏิทินของธรรมชาติรวมกว่าสองล้านปรากฏการณ์การเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลทำโดยผู้ใหญ่และเด็กนักเรียนในแต่ละปี สามารถบันทึกและดูเหตุการณ์ตามฤดูกาลที่แสดงให้เห็นผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อสัตว์ป่าและพืช ซึ่งสามารถบันทึกได้ใน เว็บไซต์ <http://www.naturescalendar.org.uk> และยังสามารถตรวจสอบผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในพืชและสัตว์ทั่วในสหรัฐอเมริกา (South & 2016) จะมีประโยชน์อย่างยิ่งในการศึกษาเนื่องจากการสำรวจจากระยะไกล ต้องมีการสำรวจภาคสนามเพื่อเช็คความถูกต้อง หากมีการบันทึกชีพลักษณะโดยประชาชนที่คอยสังเกตการเปลี่ยนแปลงและนำมาประกอบกับการสำรวจระยะไกลจะได้ผลที่มีความน่าเชื่อถือและละเอียดมากขึ้น

กราฟชีพลักษณะ สามารถนำมาประมาณค่าช่วงอย่างง่าย พบว่าข้อมูลที่ได้มาจะเป็นจุดแบบไม่ต่อเนื่อง โดยใช้วิธี Interpolation จำแนกแบบระยะห่างต่ำสุดจากค่าเฉลี่ย กราฟชีพลักษณะ จะได้จากความสัมพันธ์ของค่าดัชนีพืช (แกน y) กับช่วงเวลาของการเพาะปลูก (แกน x) ทำให้ทราบช่วงเวลาการเจริญเติบโตในรอบการเพาะปลูกแต่ละรอบที่มีความเปลี่ยนแปลงไปตามฤดูกาล หรือสภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลงไปแล้วส่งผลกระทบต่อพืชในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่ง สามารถดูได้จากกราฟชีพลักษณะ

ในการสำรวจระยะไกลจากดาวเทียมเพื่อศึกษาชีพลักษณะ ใช้ข้อมูลจากการรวบรวมโดยเซ็นเซอร์ดาวเทียมที่วัดความยาวคลื่นของแสงและดูดซับสะท้อนจากพืชสีเขียว ดูดซับความยาวคลื่นแสงสีแดงที่ตามองเห็นออกจากตัวพืชสะท้อนให้เห็นถึงความยาวคลื่นของแสงอินฟราเรดใกล้ จะไม่สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่า พืชจะเปลี่ยนแปลงไปหลังจากช่วงปลายฤดูกาลจนถึงร่วงโรย ทำให้คุณสมบัติการสะท้อนเหล่านี้มีการเปลี่ยนแปลง ดาวเทียมสามารถวัดคลื่นแสงสีแดงและอินฟราเรดใกล้ที่สะท้อนจากพื้นผิวที่ดิน โดยใช้สูตรทางคณิตศาสตร์ โดยแปลงข้อมูลเหล่านี้เป็นดัชนีพืชพรรณ ดัชนีพืชพรรณเป็นตัวบ่งชี้ ความหนาแน่นและความแข็งแรงของต้นพืช สำหรับแต่ละองค์ประกอบภาพหรือพิกเซลในภาพดาวเทียม และดัชนีพืชพรรณที่นิยมใช้ คือ Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) ค่าดัชนีจะมีตั้งแต่ 1 ถึง -1 (Deering, 1984) หากพบค่า NDVI น้อย (ประมาณ 0.1) จะเห็นได้ว่าบริเวณนั้นเป็นหินหรือมีความแห้งแล้ง ในบริเวณที่มีพืชเป็นทรงพุ่มกระจายตัวอาจส่งผลให้ค่า NDVI ปานกลาง (ประมาณ 0.2-0.5) และ ค่า NDVI สูง (โดยประมาณ 0.6-0.9) แสดงว่ามีพืชพรรณหนาแน่น ค่า NDVI สามารถสร้างช่วงเวลาการ

เจริญเติบโตแบบปกติ การวิเคราะห์สามารถอธิบายลักษณะสุขภาพของพืชในพื้นที่เมื่อเทียบกับบรรทัดฐาน อาจมีบางช่วงเวลาที่ค่า NDVI และชีพลัษณพืชเปลี่ยนแปลงไปอันเนื่องมาจากกิจกรรมของมนุษย์ เช่น การตัดไม้ทำลายป่า และไฟป่า

5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

(Sakamoto et al., 2010) ได้วิเคราะห์ดัชนีพืชพรรณ (NDVI) สำหรับนาข้าวในเขตชลประทานและนอกเขตชลประทานโดยใช้ข้อมูลอนุกรมเวลาและระยะเวลาของการปลูก โดยใช้ Terre (SPOT) VEGETATION S10 Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) data (10 day composites) โดยการเจริญเติบโตมีความสัมพันธ์กับข้อมูลปริมาณน้ำฝน มีความสัมพันธ์ในระดับสูงที่ 40-50 วัน ความสัมพันธ์ในระดับต่ำที่ 90 วัน หลังจากปริมาณน้ำฝนสูงสุด โดยในปัจจุบันมีวิธีการวิเคราะห์เลือกเฉพาะนาข้าว โดยตัดส่วนที่ไม่ใช่ข้าวออก ด้วยวิธีการทางระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) วิธีนี้มีความแม่นยำในการจำแนกประเภท 89% ขึ้นไปเมื่อเทียบกับข้อมูลภาคสนาม

(Losiri C, 2012) ศึกษาข้อมูลการดูดซึ่มของแบบจำลองเชิงพื้นที่กับการสำรวจระยะไกล ประเมินผลผลิตในพื้นที่ข้าวนาปี แบบจำลองการปลูกพืช Model (CSM) เป็นเครื่องมือในการประมาณผลผลิตในอนาคตที่จะได้รับ ซึ่งเป็นการเพิ่มความสามารถไปยังผู้มีส่วนตัดสินใจในการทำกิจกรรมการเกษตร อีกทั้งเป็นการคาดการณ์ของผลผลิตพืชภายใต้ข้อมูลด้านสิ่งแวดล้อม สภาพภูมิอากาศ ปุ๋ย ชนิดพันธุ์ และการจัดการแปลงเกษตรและวิธีการแก้ปัญหา ทำการใส่พารามิเตอร์เกี่ยวกับผลกระทบการประมาณผลผลิต โดยการศึกษาเป็นการพัฒนาวิธีของแบบจำลอง (CSM) ผ่านข้อมูลจากการสำรวจระยะไกล โดยมีการเปรียบเทียบระหว่างผลการประเมินจากการสังเกตข้อมูลน้ำฝนที่นาข้าวในพื้นที่ศึกษาจังหวัดอุบลราชธานี และวิเคราะห์ในแบบจำลอง ผลการศึกษาพบว่า อัตราผลตอบแทนโดยประมาณมีความถูกต้องที่ยอมรับได้ในระดับปานกลางจากการใช้แบบจำลอง

(Gadde, Bonnet, Menke, & Garivait, 2009) ศึกษาผลพืชทางอากาศจากการเผาฟางข้าวในทุ่งโล่ง ที่ประเทศอินเดีย ไทย และฟิลิปปินส์ เพื่อ 1) การกำหนดปริมาณของฟางข้าวเพื่อทราบการเผาไหม้ของเขตข้อมูลในแต่ละประเทศ 2) ปัจจัยการปล่อยก๊าซมลพิษที่เฉพาะเจาะจงสำหรับการเผาไหม้ฟางข้าว และ 3) ปริมาณการปล่อยมลพิษทางอากาศ ฟางข้าวเป็นสิ่งที่ตกค้างตามพื้นที่การทำนา ถึงแม้การผลิตที่แตกต่างกระบวนการกัน แต่การเผาต่อซึ่งเป็นหลักปฏิบัติทั่วไปในประเทศเหล่านี้

(USGS, 2014)ทำการสำรวจระยะไกลสำหรับพืชลักษณะบนพื้นผิวดิน และให้ความหมายของพืชลักษณะบนพื้นผิวดิน หมายถึงการศึกษาของวงจรชีวิต เช่น การออกดอก วัฏฏนาการของแมลง ในการศึกษาครั้งนี้ได้นำเทคโนโลยีการสำรวจระยะไกลมาสำรวจเพื่อหาพืชลักษณะของพืชที่ได้รับผลกระทบมาจากสภาพอากาศที่เปลี่ยนแปลงไป การศึกษาพืชลักษณะสามารถอธิบายถึงลักษณะของพืชการเปลี่ยนแปลงในช่วงฤดูการเพาะปลูก โดยจะเห็นตั้งแต่ช่วงเริ่มต้นถึงช่วงสิ้นสุดของการเจริญเติบโตของพืช

(Smith et al., 2007)ศึกษาการประเมินพื้นที่การเผาต่อชั่งจากจำนวนการเกิดเพลิงไหม้โดยใช้ดาวเทียมในการศึกษาใช้ภาพถ่ายดาวเทียมในการประมาณการพื้นที่รับผลกระทบจากการเผาไหม้ต่อชั่งทางตอนใต้ของประเทศออสเตรเลีย (ความละเอียดในระดับปานกลาง การถ่ายภาพแบบ Spectro Radiometer) ด้วยดาวเทียม Terra และ Aqua พื้นที่ที่ถูกเผาไหม้ คำนวณได้จากจำนวนของการเกิดเพลิงไหม้หรือจุดความร้อน โดยใช้พารามิเตอร์ประมาณจากการสำรวจของฟาร์มในพื้นที่การเกษตรทางตะวันตกเฉียงใต้ของประเทศออสเตรเลีย การศึกษายังทำหน้าที่ตรวจสอบความสามารถและข้อจำกัดของเซ็นเซอร์ MODIS และกระบวนการแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องในการตรวจหาไฟในพื้นที่เกษตรขนาดเล็ก ศึกษาทั้งหมด 273 ฟาร์ม ขนาดแปลงที่ถูกเผาเฉลี่ย 75 เฮกตาร์ (± 6 เฮกตาร์) และพบว่า หลายครั้งตรวจไม่พบการเผาไหม้ต่อชั่ง เพราะอยู่ในช่วงเวลาของ MODIS OVERPASS จึงต้องใช้เซ็นเซอร์ในการตรวจจับเพิ่มเติม พื้นที่ของการเผาต่อชั่งสามารถประมาณในระดับภูมิภาคได้โดยใช้การตรวจจับจุดความร้อนจากดาวเทียม และในอนาคตคำถามการสำรวจอาจจะให้ข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับวิธีการของการเผาไหม้และสัดส่วนของการเผาต่อชั่ง

(Wijesingha, Deshapriy, & Samarakoon, 2015) ศึกษาการติดตามข้าวและผลผลิตจากภาพถ่าย MODIS ความละเอียดภาพ 250 เมตร ในการศึกษาครั้งนี้มุ่งเน้นความสำคัญของข้าวและฐานข้อมูลข้าวที่เกี่ยวกับความปลอดภัยของอาหาร เช่นเดียวกับการพัฒนาเศรษฐกิจโดยใช้ภาพถ่ายดาวเทียม MODIS ความละเอียดภาพ 250 เมตรเพื่อการติดตามการเจริญเติบโตของข้าว การทำแผนที่พื้นที่เพาะปลูกข้าวและการวิเคราะห์ผลผลิตพืชในระดับจังหวัด และการเก็บข้อมูลผลผลิตพืชที่เป็นปัจจุบันไว้ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

(Meyer & Neto, 2008)ศึกษาดัชนีพืชที่ถูกต้องโดยการระบุชีวมวลพืชเมื่อเทียบกับดินและสารตกค้างเป็นภูมิหลัง สำหรับการสำรวจระยะไกลแบบอัตโนมัติ การประยุกต์ใช้สำหรับการประเมินผลระบบนิเวศของพืช การจัดการที่ถูกต้อง การควบคุมวัชพืช และการปรับปรุงดัชนีพืชโดยการนำค่าดัชนีที่บ่งบอกความเขียว (ExG) ลบค่าสีแดงส่วนเกิน (ExR) โดยทั่วไปใช้ค่าความเขียว

(ExG) และดัชนีความแตกต่างมาตรฐาน (NDI) ค่าเกณฑ์ Otsu (การลดการแปรปรวนในชั้นข้อมูลที่มี) โดยการแปลงภาพให้มีเฉพาะรูปของพืชโดยตัดรูปวัชพืชโดยรอบ ดัชนีมีการทดสอบด้วยสีจากชุดภาพดิจิทัลของพืชที่ปลูกเพียงหนึ่งรอบการเพาะปลูกภายในโรงเรือนกระจกควบคุมสภาพอุณหภูมิและข้อมูลภาพต้นอ่อนของถั่วเหลือง ความถูกต้องดัชนีพืช ถูกนำมาใช้ในการแยกและเปรียบเทียบปัจจัยจาก computer extracted plant target compared ไปยัง hand-extracted ดัชนี EXG-EXR มีคุณภาพสูงสุด 0.88 ± 0.12 (ค่าจากแปลงทดลองในโรงเรือน 3 สัปดาห์) ดัชนีของ EXG + Otsu และ NDI-Otsu มีปัจจัยคล้ายคลึงกัน แต่ต่ำกว่าคุณภาพของ 0.53 ± 0.39 และ 0.54 ± 0.33 สำหรับชุดเดียวกัน มีปัจจัยที่มีคุณภาพเหมือนกัน แต่การลดลงของ 0.53 ± 0.39 และ 0.54 ± 0.33 สำหรับชุดเดียวกัน ตามลำดับ ข้อมูลภาพต้นอ่อนของถั่วเหลืองกับการปล่อยวางหน้าดินทำให้ปัจจัยที่มีคุณภาพทั้ง ExG-ExR และ EXG + Otsu ประมาณ 0.88 ± 0.07 ปัจจัยคุณภาพของ NDI + Otsu โดยใช้ภาพในพื้นที่เดียวกัน 0.25 ± 0.08 ค่ากำหนดตายตัวของดัชนี ExG - ExR โดยมีเกณฑ์ค่าเริ่มต้นคือ 0 ดังนั้นจึงไม่จำเป็นต้องใช้ Otsu หรือเลือกค่าเกณฑ์ใดๆ ดัชนี EXG - EXR ทำงานโดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับฟางข้าวและข้าวสาลีสด 55% จะมีความแม่นยำมากกว่า ดัชนี ExG+Otsu และ NDI+Otsu ระบบเลขฐานสองเป็นที่นิยมในการดำเนินงาน โดยอาจนำมาใช้ในการระบุชนิดพืช วัชพืช สำหรับกลยุทธ์การควบคุมวัชพืช

(ปฐมาวดี พรหมทา, 2551) ได้ศึกษาการประมาณปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการเผาตอซังข้าวในพื้นที่จังหวัดอุบลราชธานี โดยใช้ข้อมูลสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ มีวัตถุประสงค์เพื่อประมาณอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ถูกปล่อยจากการเผาตอซังข้าวในพื้นที่จังหวัดอุบลราชธานี โดยการเผาตอซังข้าวในระบบเปิดและคำนวณหาปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ด้วยวิธีสมดุลมวลสาร (Mass Balance) ทดลองการเผาตอซังข้าวจำนวน 3 สายพันธุ์ จาก 5 อำเภอ ผลการศึกษาพบว่าอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์อยู่ในช่วง 0.7300 ± 0.0410 ถึง 1.2518 ± 0.0598 (กรัม CO₂ /กรัมตอซังข้าว) และเมื่อนำผลการทดลองดังกล่าวมาประมาณปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากข้อมูลสารสนเทศพื้นที่การทำการของจังหวัดอุบลราชธานี จำนวน 25 อำเภอ พบว่ามีปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากพื้นที่การทำการประมาณ 190.86 ± 21.95 ตัน CO₂/ตร.กม. โดยพื้นที่ๆ มีการทำการข้าวมากที่สุดจะปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการเผาตอซังในปริมาณที่มากที่สุดพบในอำเภออุดมเดช มีพื้นที่ 809.62 ตารางกิโลเมตร และปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 154,525.05 ตัน CO₂ และปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการเผาตอซังข้าวในพื้นที่จังหวัดอุบลราชธานีทั้งหมดใน

รอบ 1 ปี ประมาณ 1,051,659.28 ตัน CO₂ โดยคิดเป็น 0.39% ของปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ประเทศไทยปลดปล่อยออกมาทั้งหมด 268 ล้านตัน ใน พ.ศ. 2547

(ชนิษฐา สุทธิบริบาล, 2554) ได้ทำการประเมินค่าความชื้นในดินโดยใช้ดัชนีพืชพรรณบริเวณไร่มันสำปะหลัง อำเภอศรีนครินทร์ จังหวัดนครราชสีมา โดยใช้การสำรวจและเก็บข้อมูลภาคสนามและใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 5 TM ในการตรวจวัดและวิเคราะห์ค่าดัชนีพืชพรรณที่มีความเกี่ยวเนื่องกับความชื้นในดิน โดยเลือกดัชนีพืชพรรณ 8 ดัชนี คือ RVI-Ratio Vegetation Index, NDVI-Normalized difference vegetation Index , TNDVI-Transformed Normalized Difference Vegetation Index , IPVI-Infrared Percentage Vegetation Index , GNDVI-Green Normalized Difference Vegetation Index , DVI -Difference vegetation Index, VI-Vegetation Index, NDWI -Normalized Difference Water Index เพื่อประเมินหาค่าความแปรปรวน ซึ่งค่าสถิติของสมการพบว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญ

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา
2. เครื่องมือในการศึกษา
3. ขั้นตอนการศึกษา
4. วิเคราะห์หาพื้นที่ศึกษา
5. การวิเคราะห์ข้อมูล
6. การวิเคราะห์กราฟ

1.ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา

ตาราง 2 ตารางข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา

ข้อมูล	ที่มาของข้อมูล	ปี
ภาพถ่ายดาวเทียมพื้นที่ศึกษา TERRA MODIS specific WRS-2 paths and rows	USGS	เมษายน 2560- พฤศจิกายน 2560
ขอบเขตการปกครองของ จังหวัดสระแก้ว	กรมการปกครอง	2556
พื้นที่นาข้าวภาคตะวันออก	กรมพัฒนาที่ดิน	2558-2559

2. เครื่องมือในการศึกษา

- 2.1 เครื่องคอมพิวเตอร์ที่รองรับโปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ArcGIS Version 10.1
- 2.2 กล้องถ่ายภาพดิจิทัล
- 2.3 ภาพถ่ายจากดาวเทียม TERRA MODIS
- 2.4 โปรแกรมสำเร็จรูป Microsoft Office
- 2.5 โปรแกรม paint

3. ขั้นตอนในการศึกษา

การรวบรวมข้อมูล การรวบรวมข้อมูลเพื่อใช้วิเคราะห์ มีดังนี้

3.1 ตำแหน่งและขนาดของแปลง มีดังนี้

ในการศึกษาครั้งนี้ได้ทำการวิเคราะห์หาพื้นที่ตัวอย่างในการศึกษา ด้วยการวิเคราะห์แบบหลายขั้นตอนซึ่งคัดเลือกพื้นที่ ศึกษาทั้งหมด 4 พื้นที่ ดังตาราง 3 และภาพประกอบ 13

ตาราง 3 เนื้อที่การสุ่มพื้นที่ของพื้นที่ศึกษา ในอำเภอดาพระยา

ลำดับ	ตำบล	ค่าพิกัด	ขนาดพื้นที่นาข้าว (ไร่)
1	ดาพระยา	264426, 1548699	5,476
2	ทัพราช	264456, 1548726	5,311
3	ทัพราช	264472, 1548746	1,158
4	ทัพราช	264344, 1548663	3,358

3.2 พันธุ์ข้าว ในพื้นที่ศึกษาทั้ง 4 พื้นที่ ปลูกข้าวหอมดอกมะลิ 105 อีกทั้งข้าวหอมดอกมะลิ 105 ยังเป็นพันธุ์ข้าวที่ชาวนาในจังหวัดสระแก้วนิยมปลูก เนื่องจากข้าวชนิดนี้เป็นที่ต้องการของตลาด หอม เมล็ดสวย

3.3 ข้อมูลค่าดัชนี NDVI จากภาพถ่ายดาวเทียมพื้นที่ศึกษา โดยนำเข้าข้อมูลจากภาพถ่ายดาวเทียม TERRA MODIS Vegetation Indices Mod13A1.005 ความละเอียดภาพ 500 เมตร

4. วิเคราะห์หาพื้นที่ศึกษา

4.1 วิธีการเลือกจุดตัวอย่าง

เลือกกลุ่มตัวอย่างที่เป็นไปตามโอกาสทางสถิติ (Probability Sampling) โดยเลือกการสุ่มแบบหลายขั้นตอน (Multi-stage Sampling) ดังนี้

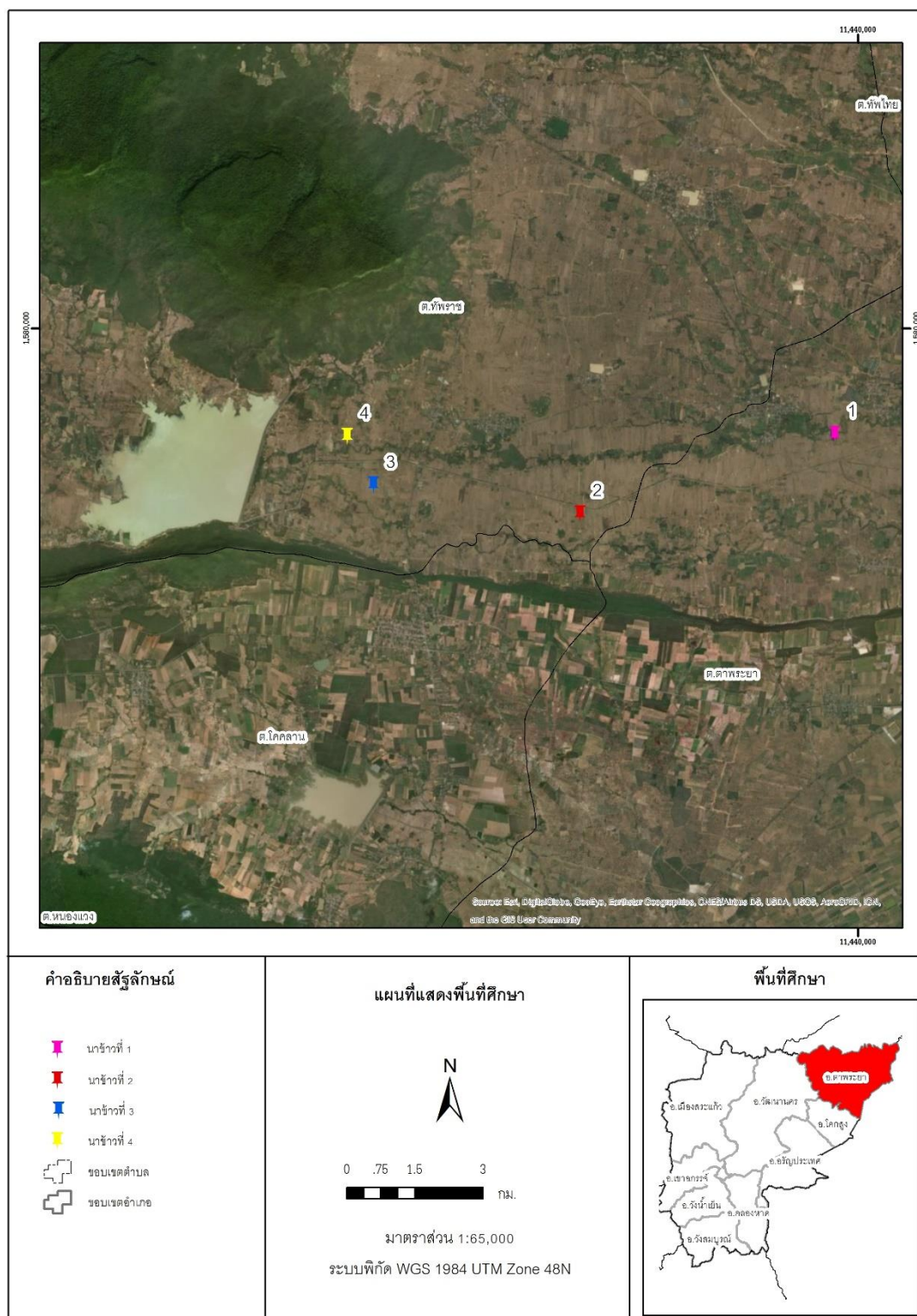
4.1.1 เลือกพื้นที่ที่มีความเหมาะสมในการปลูกข้าวมากที่สุด จากแผนที่แสดงพื้นที่ความเหมาะสมสำหรับการเพาะปลูกข้าวในเขตพื้นที่ชลประทาน (ส่วนสำรวจจำแนกดิน กรมพัฒนาที่ดิน, 2546) ในปี 2557/2558 มีเนื้อที่ปลูกในเขตชลประทาน 41,226 ไร่ เนื้อที่ปลูกนอกเขตชลประทานในปี 2557/2558 จำนวน 753,672 ไร่ (สำนักงานสถิติจังหวัดสระแก้ว, 2558)

4.1.2 เลือกพื้นที่นาข้าวในเขตชลประทาน เนื่องจากเป็นพื้นที่ๆ มีปัจจัยเรื่องน้ำที่สามารถควบคุมได้ ซึ่งจะทำข้อมูลการเจริญเติบโตของนาข้าวเป็นข้อมูลจากพารามิเตอร์เดียวกัน

4.1.3 เลือกพื้นที่ๆ มีการปลูกข้าวบนชุดดินเดียวกันเพื่อให้ปัจจัยการเจริญเติบโตของข้าวมีความใกล้เคียงกัน ชุดดินที่พบ คือชุดดิน ที่ 17 ได้แก่ พื้นที่ตำบลทัพราช และตำบลตาพระยา

4.1.4 ทำการหาพื้นที่ศึกษาด้วย XY coordinate of centroid เพื่อหาตำแหน่งพื้นที่ศึกษา การทำวิธีนี้เนื่องจากข้อมูลพื้นที่นาข้าวเป็นข้อมูลการแปลภาพถ่ายดาวเทียมของกรมพัฒนาที่ดิน โดยข้อมูลที่ได้เป็นข้อมูลผืนเดียวกันไม่มีการแบ่งขอบเขตของแปลง วิธีนี้ทำให้ได้ข้อมูลพื้นที่ศึกษา

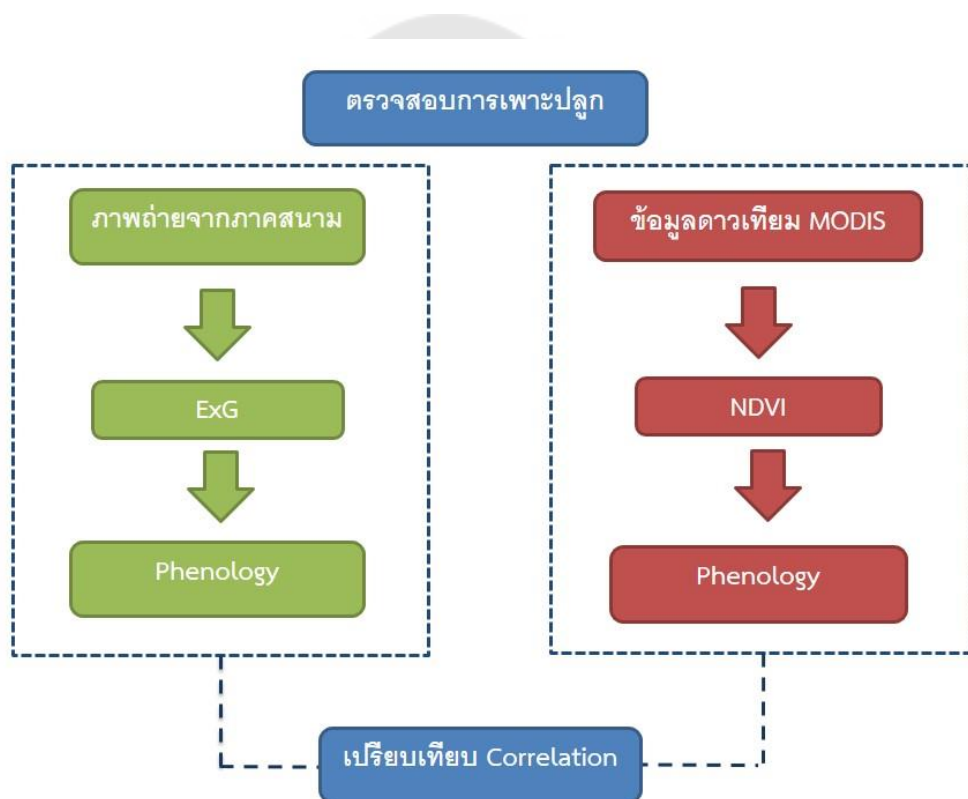
4.1.5 เลือกพื้นที่ตัวอย่างที่มีระยะห่างจากคลองส่งน้ำชลประทานสายหลัก 500 เมตร โดยพื้นที่ศึกษาที่ได้ทั้งหมดจำนวน 4 จุด (ภาพประกอบ 13) เมื่อได้พื้นที่ตัวอย่างตรวจสอบการเพาะปลูกข้าวในพื้นที่จังหวัดสระแก้ว ดำเนินการสำรวจภาคสนามเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของตำแหน่งพื้นที่ศึกษา จากนั้นนำค่าพิกัดที่ได้จากภาคสนามมาทำการตรวจสอบอีกครั้งเพื่อหาความแม่นยำของตำแหน่ง (0.0001)



ภาพประกอบ 13 แผนี่การวิเคราะห์หาจุดตัวอย่าง

4.2 วิธีการติดตามและตรวจสอบการเพาะปลูก

การติดตามชีพลักษณ์ข้าวจากภาพถ่ายดาวเทียมเพื่อสร้างกราฟชีพลักษณ์ เพื่อประมาณค่าช่วงเวลาเก็บเกี่ยวโดยกราฟที่ได้จากการศึกษาชีพลักษณ์จากดัชนีแบบ NDVI และ ExG มาวิเคราะห์เพื่อประมาณการช่วงเวลาเก็บเกี่ยว จะได้กราฟชีพลักษณ์ของข้าวในพื้นที่ศึกษา โดยนำมาหาค่าสหสัมพันธ์กันเพื่อติดตามและตรวจสอบดัชนีจากภาพถ่ายดาวเทียมและภาพถ่ายจากภาคสนาม จะได้ปฏิทินการเพาะปลูกข้าวและค่าสหสัมพันธ์ของ ดัชนี NDVI และ ExG (ภาพประกอบ 14)



ภาพประกอบ 14 ขั้นตอนการติดตามชีพลักษณ์ของข้าว

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

5.1 ทำการตรวจสอบการเพาะปลูกข้าวหรือดูพิกัดของพื้นที่จากเว็บไซต์การติดตามข้าวของสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ(องค์การมหาชน) กระทรวงวิทยาศาสตร์ที่เว็บไซต์ <http://rice.gistda.or.th/ricefield/>

5.2 วิธีการนำข้อมูลจากภาพถ่ายดาวเทียม

5.2.1 จำแนกข้อมูลจากภาพถ่ายดาวเทียมและนำค่าพิกัดพื้นที่ศึกษาที่ได้จากการสำรวจภาคสนามเข้าไปทำการนำข้อมูลดัชนีพืชพรรณ NDVI ชุดข้อมูล Vegetation Indices Mod13A1.005 จากเว็บไซต์ <https://lpdaacsvc.cr.usgs.gov/appears/task/sample>

5.2.2 เลือกช่วงเวลาที่วิเคราะห์และทำการเลือกภาพถ่ายสำหรับการวิเคราะห์โดยเลือก TERRA MODIS Vegetation Indices Mod13A1.005 ความละเอียดภาพ 500 เมตร

5.2.3 เลือกการวิเคราะห์ NDVI และทำการประมวลผลออกมาจะได้กราฟชีพวัณพืชพรรณของภาพถ่ายจากดาวเทียม TERRA MODIS ตามตำแหน่งที่ระบุไว้ตอนต้น

5.3 วิธีการเก็บข้อมูลจากกล้องดิจิตอล

5.3.1 ตั้งค่ากล้องถ่ายภาพดังนี้

5.3.1.1 รูรับแสง : f/7.1

5.3.1.2 เวลาในการถ่ายภาพ : 1/320 sec

5.3.1.3 ความไวแสง ISO : ISO-100

5.3.1.4 ค่าที่ใช้ในการวัดความสว่างของแสงในการถ่ายภาพ : +0.7 step

5.3.1.5 ระยะห่างระหว่างเลนส์และเซ็นเซอร์ : 24 mm

5.3.1.6 เก็บข้อมูลภาพถ่ายจากภาคสนามทุกๆ อาทิตย์ที่ 3 ของเดือน โดยเริ่มเก็บข้อมูลตั้งแต่เดือนเมษายน ถึงเดือนพฤศจิกายน 2560 ดังภาพประกอบ 15

	Rice field 1	Rice field 2	Rice field 3	Rice field 4
April				
May				
June				
July				
August				
September				
October				
November				

ภาพประกอบ 15 การเก็บข้อมูลจากกล้องดิจิตอลในพื้นที่นาข้าว

ที่มา: ผู้วิจัย

6. การวิเคราะห์กราฟ

จากการวิเคราะห์ค่า NDVI พบว่า NDVI มีช่วงค่าระหว่าง -1 ถึง 1 โดยค่า -1 คือ มีพืชพรรณปกคลุมอยู่น้อยค่า 1 คือ มีพืชพรรณสีเขียวอยู่มาก และ 0 ไม่มีพืชพรรณ การวิเคราะห์ค่า ExG พบว่า ExG มีช่วงค่าอยู่ระหว่าง -2 ถึง 2 (Soontranon, Srestasathiern, & Rakwatin, 2014) ค่า -2 คือมีพืชพรรณที่มีความเขียวอยู่น้อย และค่า 2 คือ มีพืชพรรณที่มีความเขียวมาก ดัชนี ExG นิยมประยุกต์ใช้สำหรับการประเมินผลระบบนิเวศของพืช (Meyer & Neto, 2008) การนำกราฟสีพลักษณ์ของดัชนี NDVI และ ExG มาทำการวิเคราะห์และเปรียบเทียบกัน จำเป็นต้องทำ Normalization ค่าดัชนีทั้งสองให้อยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 เพื่อให้ค่าดัชนีอยู่ในช่วงเดียวกัน



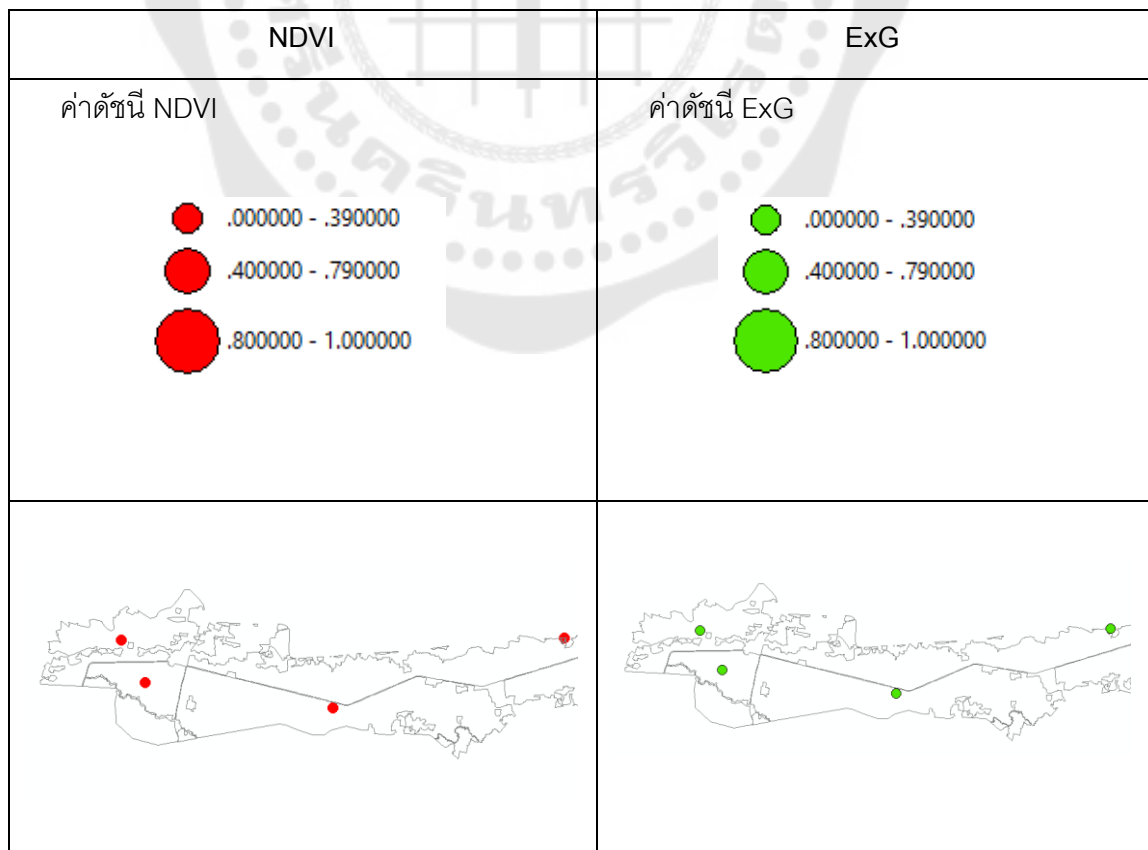
บทที่ 4

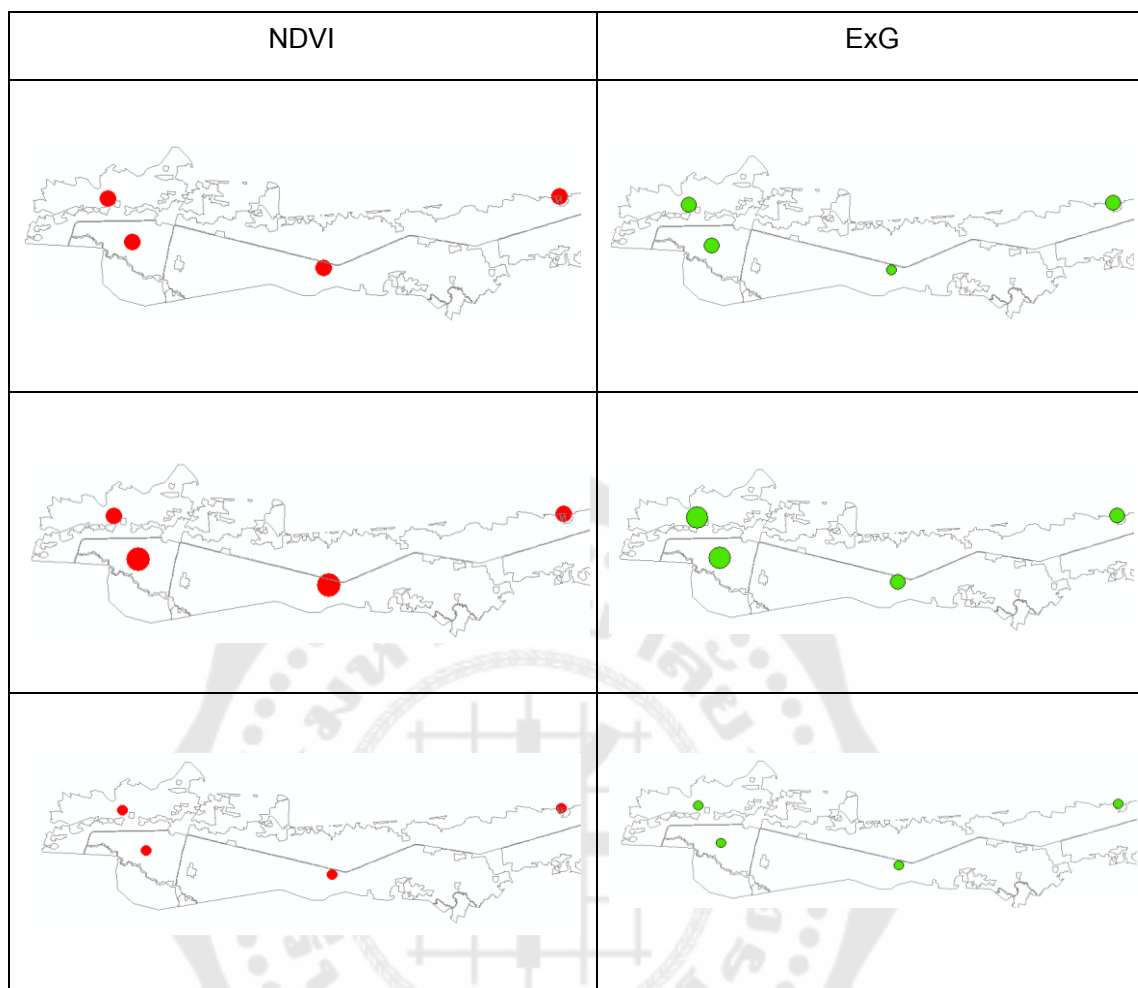
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำผลิตภัณฑ์จากแอปพลิเคชัน APPEARS ในการโหลดข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม TERRA MODIS และข้อมูลภาพถ่ายจากภาคสนาม มาประยุกต์ใช้ในการประมาณการช่วงเวลาเพาะปลูกข้าว สามารถแสดงผลการศึกษาได้ดังนี้

1. กราฟสีพลักษณ์ของการปลูกข้าวด้วย Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) และ Excessive Green (ExG) ในจังหวัดสระแก้ว

ข้อมูลของค่าดัชนี NDVI ได้มาจากชุดข้อมูลของดาวเทียม TERRA MODIS Vegetation Indices Mod13A1.005 ความละเอียด 500 เมตร เป็นข้อมูลราย 16 วัน และข้อมูลของค่าดัชนี ExG ได้มาจากภาพถ่ายจากพื้นที่ศึกษา ทั้งสองชุดข้อมูลทำการศึกษาดังแต่เดือนเมษายนถึงเดือนพฤศจิกายน 2560 โดยคัดเลือกข้อมูลที่มีคุณภาพมาใช้ในการสร้างกราฟสีพลักษณ์ NDVI และ ExG ให้มีค่าช่วงอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 จะเห็นได้ว่า NDVI มีค่าต่ำสุดคือ 0.01 และค่าสูงสุดคือ 1.00





ภาพประกอบ 16 ดัชนีพืชพรรณ NDVI และ ExG ระหว่างเดือน เมษายน - พฤศจิกายน 2560

จากภาพประกอบ 16 พบว่าค่าของ NDVI และ ExG แสดงผลค่า NDVI และ ExG มีค่าตั้งแต่ 0.01- 0.39 หมายถึงระยะต้นกล้า ค่าของ NDVI และ ExG มีค่าตั้งแต่ 0.04-0.79 หมายถึงระยะสร้างช่อดอกค่าของ NDVI และ ExG มีค่าตั้งแต่ 0.80-1.00 หมายถึงระยะออกรวงค่าของ NDVI และ ExG มีค่าสูงสุด หลังจากนั้น ค่า NDVI และ ExG ลดต่ำลงถึง 0.01 หมายถึง ช่วงระยะการเก็บเกี่ยว จะแสดงได้ดังตารางที่ 4 และ 5

ตาราง 4 ค่าดัชนีของข้าวและลักษณะการเจริญเติบโต พื้นที่ศึกษาที่ 1-2

Day of year	Rice field 1				Rice field 2			
	NDVI		ExG		NDVI		ExG	
	Index	stage	Index	stage	Index	stage	Index	stage
97	0.27	วัชพืช	0.00	เตรียมการ เพาะปลูก	0.00	ไม่มีพืชพรรณ	0.00	ไม่มีพืชพรรณ
107	0.27	วัชพืช	0.00	เตรียมการ เพาะปลูก	0.04	วัชพืช	0.00	ไม่มีพืชพรรณ
113	0.28	วัชพืช	0.00	เตรียมการ เพาะปลูก	0.09	วัชพืช	0.05	วัชพืช
129	0.29	วัชพืช	0.00	เตรียมการ เพาะปลูก	0.33	วัชพืช	0.11	วัชพืช
141	0.43	วัชพืช	0.00	เตรียมการ เพาะปลูก	0.37	วัชพืช	0.19	วัชพืช
145	0.00	เตรียมการ เพาะปลูก	0.02	ต้นกล้า	0.25	วัชพืช	0.27	วัชพืช
161	0.1	ต้นกล้า	0.04	ต้นกล้า	0.33	ต้นกล้า	0.35	วัชพืช
169	0.15	ต้นกล้า	0.04	ต้นกล้า	0.37	ต้นกล้า	0.47	วัชพืช
177	0.21	ต้นกล้า	0.04	ต้นกล้า	0.42	ใบเริ่มเป็นสี เขียวและแตกกอ	0.59	วัชพืช
193	0.33	ต้นกล้า	0.05	ต้นกล้า	0.50	ใบเริ่มเป็นสี เขียวและแตกกอ	0.22	วัชพืช
197	0.38	ต้นกล้า	0.25	ต้นกล้า	0.54	ใบเริ่มเป็นสี เขียวและแตกกอ	0.06	ต้นกล้า
209	0.44	ใบเริ่มเป็นสี เขียวและแตกกอ	0.45	ใบเริ่มเป็นสี เขียวและแตกกอ	0.58	ใบเริ่มเป็นสี เขียวและแตกกอ	0.28	ต้นกล้า
225	0.55	ใบเริ่มเป็นสี เขียวและแตกกอ	0.66	ใบเริ่มเป็นสี เขียวและแตกกอ	0.67	ใบเริ่มเป็นสี เขียวและแตกกอ	0.50	ใบเริ่มเป็นสี เขียวและแตกกอ
241	0.66	ใบเริ่มเป็นสี เขียวและแตกกอ	0.87	เริ่มสร้างช่อดอก และตั้งท้อง	0.75	ใบเริ่มเป็นสี เขียวและแตกกอ	0.72	ใบเริ่มเป็นสี เขียวและแตกกอ
257	0.77	ใบเริ่มเป็นสี เขียวและแตกกอ	0.93	เริ่มสร้างช่อดอก และตั้งท้อง	0.83	เริ่มสร้างช่อดอก และตั้งท้อง	0.61	ใบเริ่มเป็นสี เขียวและแตกกอ

ตาราง 4 (ต่อ)

Day of year	Rice field 1				Rice field 2			
	NDVI		ExG		NDVI		ExG	
	Index	stage	Index	stage	Index	stage	Index	stage
259	0.82	เริ่มสร้างช่อดอก และตั้งท้อง	1.00	เริ่มสร้างช่อดอก และตั้งท้อง	0.87	เริ่มสร้างช่อดอก และตั้งท้อง	0.83	เริ่มสร้างช่อดอก และตั้งท้อง
273	0.88	เริ่มสร้างช่อดอก และตั้งท้อง	0.95	เริ่มสร้างช่อดอก และตั้งท้อง	0.92	เริ่มสร้างช่อดอก และตั้งท้อง	0.91	เริ่มสร้างช่อดอก และตั้งท้อง
287	0.94	เริ่มสร้างช่อดอก และตั้งท้อง	0.9	เริ่มสร้างช่อดอก และตั้งท้อง	0.96	เริ่มสร้างช่อดอก และตั้งท้อง	1.00	เริ่มสร้างช่อดอก และตั้งท้อง
289	1.00	เริ่มสร้างช่อดอก และตั้งท้อง	0.85	ออกรวง	1.00	เริ่มสร้างช่อดอก และตั้งท้อง	1.00	เริ่มสร้างช่อดอก และตั้งท้อง
305	0.68	ออกรวงและเก็บ เกี่ยว	0.80	ออกรวงและเก็บ เกี่ยว	0.54	ตอซัง	1.00	เริ่มสร้างช่อดอก และตั้งท้อง
321	0.19	ตอซัง	0.50	ตอซัง	0.18	ตอซัง	0.52	ตอซัง
322	0.30	ตอซัง	0.02	ตอซัง	0.00	ตอซัง	0.05	ตอซัง

ตาราง 5 ค่าดัชนีของข้าวและลักษณะการเจริญเติบโต พื้นที่ศึกษา 3-4

Day of year	Rice field 3				Rice field 4			
	NDVI		ExG		NDVI		ExG	
	Index	stage	Index	stage	Index	stage	Index	stage
97	0.10	วัชพืช	0.60	วัชพืช	0.00	เตรียมการ เพาะปลูก	0.00	วัชพืช
107	0.18	วัชพืช	0.18	วัชพืช	0.00	เตรียมการ เพาะปลูก	0.05	วัชพืช
113	0.13	วัชพืช	0.78	วัชพืช	0.00	เตรียมการ เพาะปลูก	0.05	วัชพืช
129	0.38	วัชพืช	0.51	วัชพืช	0.02	เตรียมการ เพาะปลูก	0.33	วัชพืช
141	0.20	วัชพืช	0.42	วัชพืช	0.02	เตรียมการ เพาะปลูก	0.61	วัชพืช

ตาราง 5 (ต่อ)

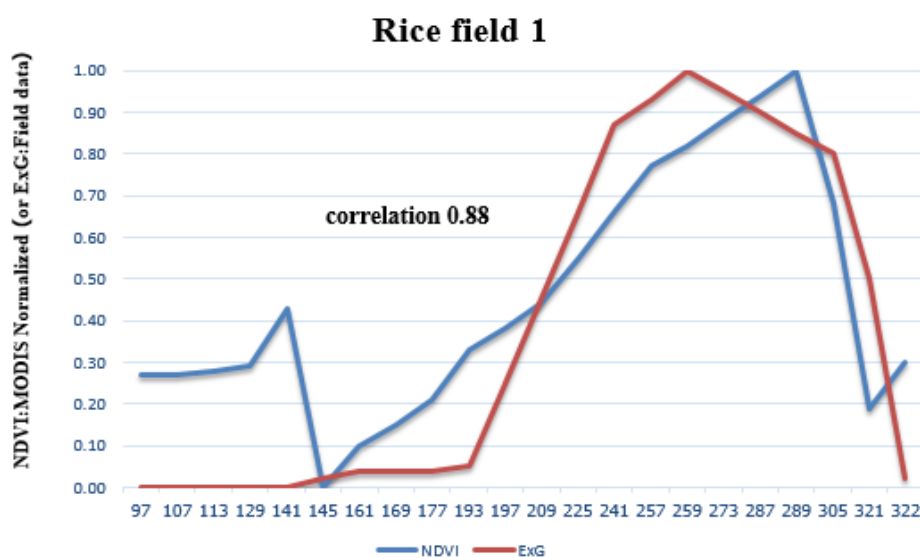
Day of year	Rice field 3				Rice field 4			
	NDVI		ExG		NDVI		ExG	
	Index	stage	Index	stage	Index	stage	Index	stage
145	0.02	วัชพืช	0.33	วัชพืช	0.02	เตรียมการ เพาะปลูก	0.32	วัชพืช
161	0.16	วัชพืช	0.25	วัชพืช	0.13	ต้นกล้า	0.04	วัชพืช
169	0.23	ต้นกล้า	0.00	เตรียมดิน	0.10	ต้นกล้า	0.05	วัชพืช
177	0.30	ต้นกล้า	0.25	ต้นกล้า	0.25	ต้นกล้า	0.09	วัชพืช
193	0.44	ใบเริ่มเป็นสีเขียวและแตกกอ	0.05	ต้นกล้า	0.33	ต้นกล้า	0.13	ต้นกล้า
197	0.51	ใบเริ่มเป็นสีเขียวและแตกกอ	0.30	ต้นกล้า	0.44	ใบเริ่มเป็นสีเขียวและแตกกอ	0.39	ต้นกล้า
209	0.58	ใบเริ่มเป็นสีเขียวและแตกกอ	0.65	ใบเริ่มเป็นสีเขียวและแตกกอ	0.44	ใบเริ่มเป็นสีเขียวและแตกกอ	0.65	ใบเริ่มเป็นสีเขียวและแตกกอ
225	0.73	ใบเริ่มเป็นสีเขียวและแตกกอ	1.00	เริ่มสร้างช่อดอกและตั้งท้อง	0.55	ใบเริ่มเป็นสีเขียวและแตกกอ	0.91	ใบเริ่มเป็นสีเขียวและแตกกอ
241	0.87	เริ่มสร้างช่อดอกและตั้งท้อง	1.00	เริ่มสร้างช่อดอกและตั้งท้อง	0.66	ใบเริ่มเป็นสีเขียวและแตกกอ	0.43	ใบเริ่มเป็นสีเขียวและแตกกอ
257	1.00	เริ่มสร้างช่อดอกและตั้งท้อง	1.00	เริ่มสร้างช่อดอกและตั้งท้อง	0.77	ใบเริ่มเป็นสีเขียวและแตกกอ	0.71	ใบเริ่มเป็นสีเขียวและแตกกอ
259	0.97	ออกรวง	1.00	เริ่มสร้างช่อดอกและตั้งท้อง	0.73	ใบเริ่มเป็นสีเขียวและแตกกอ	1.00	เริ่มสร้างช่อดอกและตั้งท้อง
273	0.95	ออกรวง	0.90	ออกรวง	0.88	เริ่มสร้างช่อดอกและตั้งท้อง	0.75	ออกรวงและเก็บเกี่ยว
287	0.91	ออกรวง	0.81	ออกรวง	0.82	เริ่มสร้างช่อดอกและตั้งท้อง	0.5	ตอซัง
289	0.88	ออกรวง	0.72	ออกรวง	1.00	เริ่มสร้างช่อดอกและตั้งท้อง	0.25	ตอซัง
305	0.65	ออกรวงและเก็บเกี่ยว	0.63	ออกรวงและเก็บเกี่ยว	0.75	ออกรวงและเก็บเกี่ยว	0.00	ตอซัง

ตาราง 5 (ต่อ)

Day of year	Rice field 3				Rice field 4			
	NDVI		ExG		NDVI		ExG	
	Index	stage	Index	stage	Index	stage	Index	stage
321	0.11	ตอซัง	0.39	ตอซัง	0.00	ตอซัง	0.00	ตอซัง
322	0.00	ตอซัง	0.16	ตอซัง	0.00	ตอซัง	0.00	ตอซัง

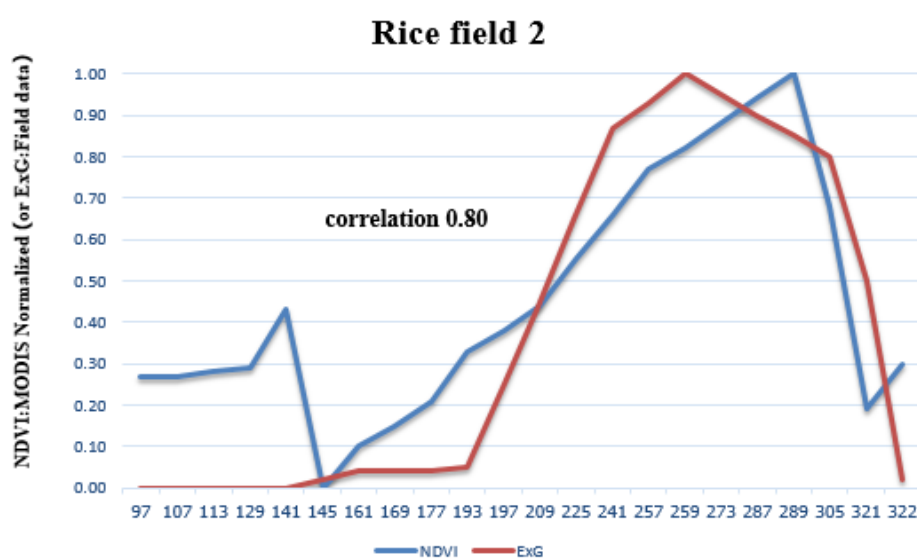
ที่มา : ผู้วิจัยและ TERRA MODIS Vegetation Indices Mod13A1.005 : ออนไลน์

จากตารางที่ 4-5 สามารถสร้างกราฟชี้พลักษณ์ของการปลูกข้าวด้วย Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) และ Excessive Green (ExG) ได้ดังภาพประกอบที่ 17-20



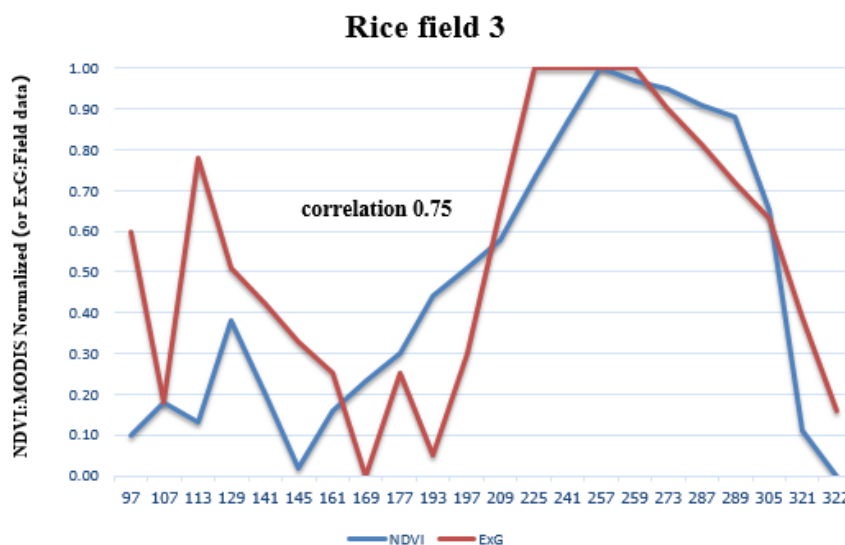
ภาพประกอบ 17 กราฟชี้พลักษณ์นาข้าวที่ 1

จากภาพประกอบ 17 กราฟชีพลักษณ์นาข้าวที่ 1 พบว่า DoY ที่ 97 ถึง 141 ของดัชนี NDVI พบว่ามีค่าดัชนีพืชพรรณในลักษณะของวัชพืช มีลักษณะกราฟและค่าดัชนีในระยะสั้นแสดงให้เห็นว่าในช่วงนี้อาจเป็นช่วงที่มีหญ้าปกคลุมพื้นที่ศึกษา และจะเห็นได้ว่าค่าดัชนี ExG มีค่าอยู่ที่ 0 เนื่องจากการเก็บข้อมูลในพื้นที่จริงพื้นที่ศึกษาโดยส่วนมากเป็นดินสำหรับเตรียมเพาะปลูก ส่วนในช่วง DoY ที่ 305 ถึงแม้ค่าดัชนีจะมีความแตกต่างกันแต่ความหมายของดัชนียังคงเหมือนกันคือ เป็นช่วงออกทรงและการเก็บเกี่ยว



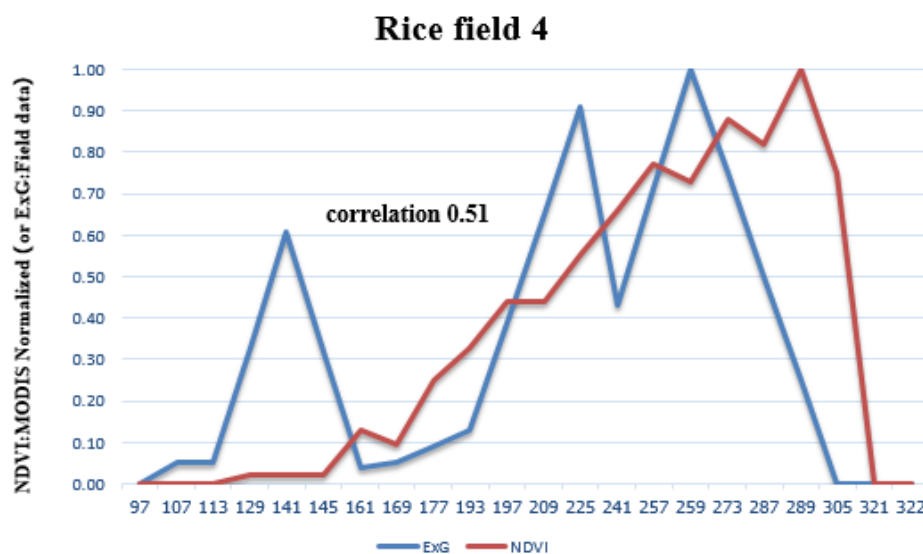
ภาพประกอบ 18 กราฟชีพลักษณ์นาข้าวที่ 2

ภาพประกอบ 18 กราฟชีพลักษณ์นาข้าวที่ 2 พบว่า DoY ที่ 107 ของ NDVI มีค่าเป็น 0.04 ในขณะเดียวกัน ค่าดัชนี ExG เป็น 0 เนื่องจากภาพถ่ายจากพื้นที่ภาคสนามถูกการบกรบด้วยเมฆทำให้พื้นที่โดยส่วนใหญ่ที่เป็นแปลงเพาะปลูกเข้มกว่าปกติ และเกิดค่า ExG เป็น 0 และในช่วง DoY ที่ 197 NDVI มีค่าดัชนี 0.54 และ ExG 0.06 โดย DoY ที่ 197 แตกต่างเพราะ NDVI นำค่าโดยรอบของแปลงมาคำนวณ ทำให้ค่าแตกต่างกันและ DoY ที่ 209 NDVI มีค่าดัชนี 0.58 และ ExG มีค่าดัชนี 0.28 แสดงให้เห็นว่า เป็นช่วงที่มีการเริ่มการเพาะปลูกสามารถส่วนของ ExG แสดงให้เห็นว่า ตั้งแต่ DoY ที่ 97 ถึง 193 เป็นช่วงของวัชพืชและการเริ่มการเพาะปลูกใน DoY ที่ 197



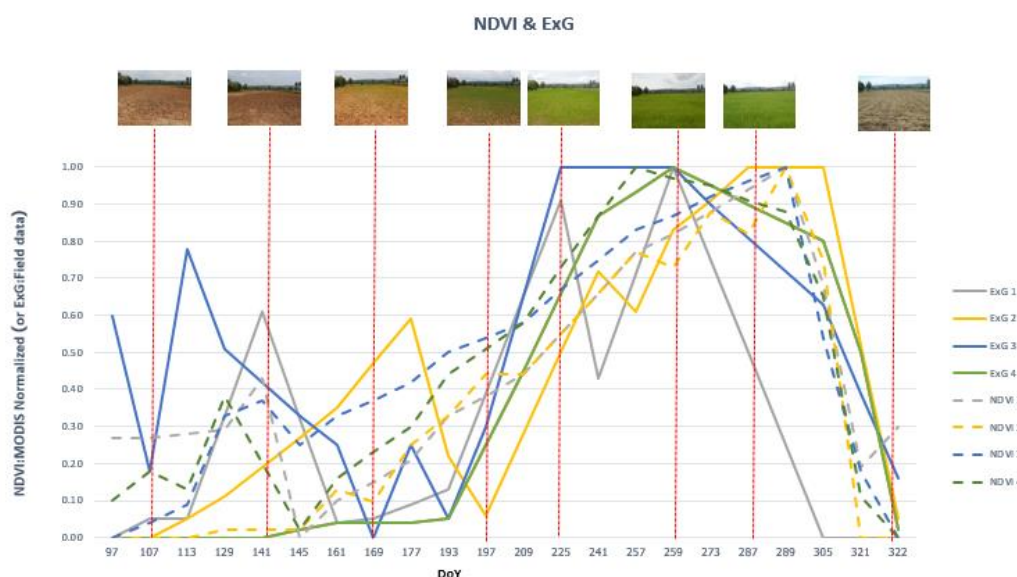
ภาพประกอบ 19 กราฟชี้พลักษณะนาข้าวที่ 3

ภาพประกอบ 19 กราฟชี้พลักษณะนาข้าวที่ 3 จะเห็นได้ว่า DoY ที่ 113 ของ NDVI มีค่าดัชนี 0.13 และพบว่า ดัชนี ExG มีค่า 0.78 เป็นช่วงที่มีวัชพืชปกคลุมพื้นที่ศึกษา ที่พบว่าค่าดัชนี ExG มีค่าที่ต่างกับ NDVI เนื่องจากสภาพอากาศของการเก็บข้อมูลในขณะนั้นมีเมฆมากและฝนตก ทำให้ภาพถ่ายที่ได้สีเข้มขึ้น ส่งผลให้ค่าดัชนีสูงขึ้นกว่าความเป็นจริง ส่งผลให้วันที่ 145 เป็นข้อมูลที่ได้จากการค่าเฉลี่ยของช่วงการเพาะปลูกระหว่าง DoY ที่ 97 ถึง 161 ในส่วน DoY ที่ 169 สภาพอากาศของการเก็บข้อมูลในขณะนั้นมีเมฆมาก ทำให้ไม่สามารถพบค่าดัชนีในพื้นที่แปลงที่มีต้นอ่อนของข้าวกระจายตัวอยู่ทั้งนี้ในช่วง DoY ที่ 322 ถึงแม้ค่าดัชนีแตกต่างกันแต่ดัชนีทั้งสองยังอยู่ในช่วงหลังการเก็บเกี่ยวเหมือนกัน



ภาพประกอบ 20 กราฟชีพลักษณ์นาข้าวที่ 4

จากภาพประกอบ 20 กราฟชีพลักษณ์นาข้าวที่ 4 พบว่า DoY ที่ 97 ถึง 161 เป็นช่วงมีวัชพืชปกคลุมพื้นที่ศึกษา อีกทั้งค่าดัชนี ExG มีความไม่คงที่อันเนื่องมาจากสภาพอากาศในช่วง DoY ที่ 241 สภาพอากาศในขณะนั้นมีฝนตกและมีเมฆมากในขณะเดียวกัน NDVI มีคุณสมบัติที่สามารถทะลุทะลวงเมฆได้เป็นอย่างดีทำให้ค่าดัชนีมีความแตกต่างกันมาก เป็นผลให้ชีพลักษณ์มีความแตกต่างกัน



ภาพประกอบ 21 กราฟชีพลักษณ์ 4 พื้นที่

จากภาพประกอบ 21 กราฟถูกสร้างด้วย Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) ได้จากข้อมูลดาวเทียม TERRA MODIS โดยข้อมูลดาวเทียมใช้ ชุดข้อมูล Vegetation Indices Mod 13 A1.005 ความละเอียด 500 เมตร และการสร้างกราฟด้วย Excessive Green (ExG) จากข้อมูลภาพถ่ายจากภาคสนาม โดยค่าดัชนีทั้งสองแบบได้ทำการ Normalization ให้ค่าดัชนี อยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 พบว่าสามารถแสดงค่าสหสัมพันธ์ในระดับสูง 3 พื้นที่ โดยมีค่าสหสัมพันธ์ อยู่ระหว่าง 0.75 ถึง 0.88 ระดับสหสัมพันธ์สูง และพื้นที่ๆ มีค่าสหสัมพันธ์ในระดับปานกลางมีค่าสหสัมพันธ์ที่ 0.51 เนื่องจากในช่วงเก็บข้อมูลภาคสนามมีฝนตกและมีเมฆมากทำให้ภาพและค่าดัชนีที่ได้ไม่สอดคล้องกับข้อมูลของภาพถ่ายดาวเทียม ซึ่งสอดคล้องกับ (นรุทธิ์ สุนทรานนท์, 2558) โดยค่าดัชนีตั้งแต่ ในช่วงของต้นกล้า มีค่า ExG และ NDVI อยู่ที่ 0.01 ถึง 0.39 (มิถุนายน – กรกฎาคม) สร้างช่อดอก มีค่า ExG และ NDVI อยู่ที่ 0.40-0.79 (กรกฎาคม – กันยายน) ช่วงระยะออกทรง มีค่า ExG และ NDVI อยู่ที่ 0.80-1.00 (เดือนกันยายน - เดือนพฤศจิกายน) ช่วงเก็บเกี่ยว มีค่า ExG และ NDVI ลดลงจาก 1.00 - 0.01 (เดือนพฤศจิกายน) ทั้งนี้ช่วงเวลาของการเพาะปลูก จะมีการคาบเกี่ยวกันระหว่างเดือนเนื่องจากการเริ่มการเพาะปลูกไม่พร้อมกัน โดยพื้นที่ศึกษาทั้ง 4 พื้นที่ปลูกข้าวดอกมะลิ 105 เป็นพันธุ์ข้าวที่นิยมปลูกมากในพื้นที่อำเภอวัฒนานคร อำเภออรัญประเทศ อำเภอตาพระยา อำเภอโคกสูง อำเภอเขาฉกรรจ์ สอดคล้องกับ (กระทรวงพาณิชย์จังหวัดสระแก้ว, 2559)

2. หาความสัมพันธ์ของช่วงเวลาการเพาะปลูกข้าวและเก็บเกี่ยว

การศึกษาปฏิทินการเพาะปลูกข้าวจากผลิตภัณฑ์ข้อมูลดาวเทียม TERRA MODIS และข้อมูล ExG ได้ดังภาพประกอบ 20 พบว่าเริ่มการเพาะปลูกตั้งแต่ DoY ที่ 145 ถึง 197 ข้าวเจริญเติบโตและสร้างช่อดอกตั้งแต่ DoY 259 ถึง 305 ออกรวง ตั้งแต่ DoY 305 ถึง 310 และเก็บเกี่ยวตั้งแต่ DoY ที่ 310 ถึง 322 จากการวิเคราะห์กราฟสีพลักษณ์ของการปลูกข้าวพบว่าการเพาะปลูกตามช่วงเวลาการเพาะปลูกข้าวนาปี การทำนาในเขตชลประทานจะทำนาทั้งแบบนาปรังและนาปี ในกรณีศึกษานี้ผู้ศึกษาได้เก็บรวบรวมข้อมูลเฉพาะช่วงข้าวนาปีคือเป็นช่วงเริ่มการเพาะปลูกของเกษตรกรในเขตชลประทานของอำเภอดาพระยา มีรอบการเพาะปลูกประมาณ 140 – 177 วัน จะเห็นได้ว่าเมื่อค่าดัชนี NDVI และ ExG มีค่าสูงสุด (1.00) แสดงให้เห็นถึงต้นข้าวมีการเจริญเติบโตของลำต้นและแตกกอ โดยช่วงการเก็บเกี่ยวจะอยู่ในช่วงเดือนพฤศจิกายน เป็นช่วงที่ข้าวออกรวงเป็นพัฒนาการของเมล็ด ตั้งแต่ระยะน้ำนม ระยะรวงกัม และระยะเมล็ดแก่ โดยระยะนี้รวงข้าวจะพ้นกาบใบจนถึง 30 วัน (ค่า NDVI และ ExG จะลดระดับลง จาก 1.00-0.00)

3. กราฟสีพลักษณ์เพื่อประมาณค่าช่วงเวลาการเก็บเกี่ยว

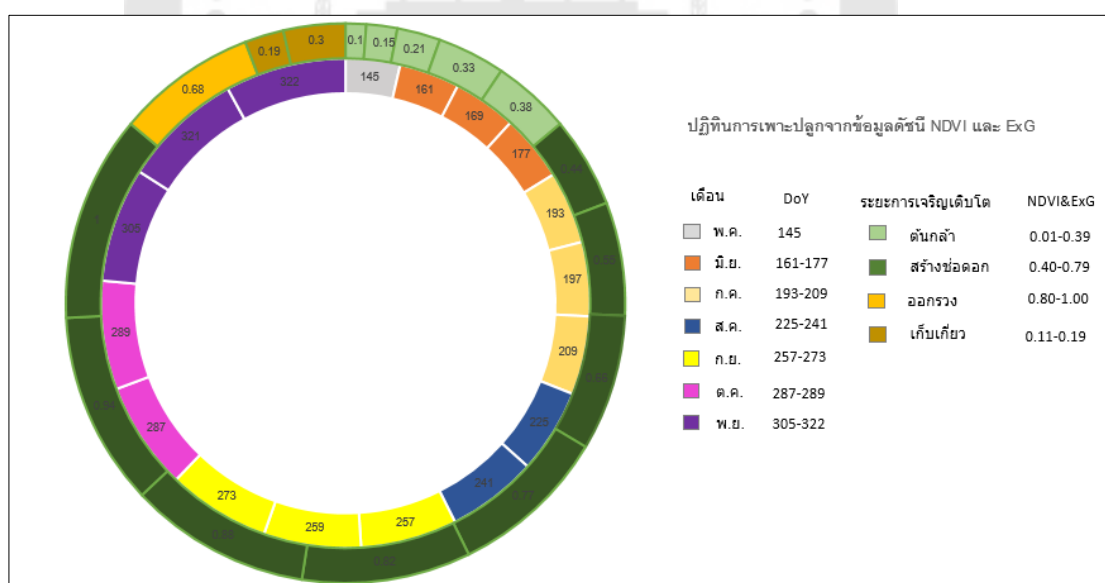
จากการวิเคราะห์กราฟสีพลักษณ์ แสดงให้เห็นว่า นาข้าวในพื้นที่ศึกษามีรอบการเพาะปลูก ประมาณ 140-177 วัน โดยระยะต้นกล้าและแตกกอใช้เวลาประมาณ 48-50 วัน สร้างช่อดอก 32-48 วัน ออกรวง 18-30 วัน และเก็บเกี่ยวหลังจากออกรวงประมาณ 17-33 วัน โดยมีรายละเอียดดังนี้ พื้นที่นาข้าวที่ 1 มีรอบการเพาะปลูกดังนี้ ระยะต้นกล้า เดือนพฤษภาคม – กรกฎาคม เพราะค่า NDVI และ ExG มีค่า 0.01-0.38 สร้างช่อดอก เดือนสิงหาคม- กันยายน เพราะค่า NDVI และ ExG มีค่า 0.55-0.77 ออกรวง เดือนตุลาคม-พฤศจิกายน NDVI และ ExG มีค่า 0.82 – 1.00 และค่าดัชนีลดต่ำลง ในระยะที่รวงเป็นสีเหลืองทอง มีค่า 0.68 และเก็บเกี่ยว เดือน พฤศจิกายน NDVI และ ExG มีค่า 0.19 พื้นที่นาข้าวที่ 2 ระยะต้นกล้า เดือนมิถุนายน – กรกฎาคม NDVI และ ExG มีค่า 0.33 - 0.47 สร้างช่อดอก เดือนกรกฎาคม – กันยายน NDVI และ ExG มีค่า 0.50 – 0.72 ออกรวง เดือนตุลาคม – พฤศจิกายน NDVI และ ExG มีค่า 0.83-1.00 และเก็บเกี่ยวเดือนพฤศจิกายน NDVI และ ExG มีค่า 0.54-0.18 พื้นที่นาข้าวที่ 3 ระยะต้นกล้า เดือนมิถุนายน – กรกฎาคม NDVI และ ExG มีค่า 0.16 -0.30 สร้างช่อดอก เดือนสิงหาคม – กันยายน NDVI และ ExG มีค่า 0.44 -1.00 ออกรวง เดือนกันยายน-ตุลาคม NDVI และ ExG มีค่า 0.97-0.65 เก็บเกี่ยวเดือนพฤศจิกายน NDVI และ ExG มีค่า 0.11 พื้นที่นาข้าวที่ 4 ระยะต้นกล้า เดือนมิถุนายน-กรกฎาคม NDVI และ ExG มีค่า 0.13-0.39 สร้างช่อดอก เดือนกรกฎาคม-กันยายน NDVI และ ExG มีค่า 0.44 – 1.00 ออกรวง เดือนตุลาคม -พฤศจิกายน

NDVI และ ExG มีค่า 0.81-0.63 เกือบเกี่ยว เดือนพฤศจิกายน NDVI และ ExG มีค่า 0.16 ดังตาราง 6

ตาราง 6 ช่วงเวลาการเจริญเติบโตของข้าว

ลักษณะการเจริญเติบโต	ช่วงเวลาการเจริญเติบโตของข้าว								
	นาข้าวที่ 1	DoY	นาข้าวที่ 2	DoY	นาข้าวที่ 3	DoY	นาข้าวที่ 4	DoY	Max-min
ต้นกล้า	พ.ค.- ก.ค.	145-197	มิ.ย.- ก.ค.	177-197	มิ.ย.-ก.ค.	177-209	มิ.ย.-ก.ค.	161-197	0.01-0.39
สร้างช่อดอก	ส.ค.-ก.ย.	209-257	ก.ค.-ก.ย.	209-273	ส.ค.-ก.ย.	225-257	ก.ค.-ก.ย.	209-257	0.40-0.79
ออกรวง	ต.ค.-พ.ย.	289-305	ต.ค.- พ.ย.	287-305	ก.ย.-ต.ค.	259-289	ต.ค.-พ.ย.	287-305	0.80-1.00
เก็บเกี่ยว	พ.ย.	322	พ.ย.	322	พ.ย.	305-322	พ.ย.	321-322	0.11-0.19

จากตาราง 6 สามารถสรุปได้เป็นปฏิทินการเพาะปลูกสำหรับนักวิจัย อุตสาหกรรมการเกษตร และหน่วยงานทางการเกษตรและเกษตรกร ได้ดังภาพประกอบ 22



ภาพประกอบ 22 ปฏิทินการเพาะปลูกจากข้อมูลดัชนี NDVI และ ExG

จากภาพประกอบ 22 ปฏิทินการเพาะปลูกจากข้อมูลดัชนี NDVI และ ExG พบว่า เดือน พฤษภาคม- มิถุนายน DoY 145-177 คือระยะต้นกล้า มีค่าดัชนี NDVI และ ExG 0.01-0.39 เดือน กรกฎาคม – เดือนพฤศจิกายน คือระยะ สร้างช่อดอก มีค่าดัชนี NDVI และ ExG 0.40 -0.79 กลางเดือนพฤศจิกายน คือระยะ ออกทรง มีค่าดัชนี NDVI และ ExG 0.80 -1.00 และปลายเดือนพฤศจิกายน มีค่าดัชนี NDVI และ ExG 0.11-0.19



บทที่ 5

สรุป อภิปรายผลการศึกษา และข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัย

จังหวัดสระแก้ว มีพื้นที่ปลูกข้าว 883,562 ไร่ (จังหวัดสระแก้ว, 2559a) โดยการศึกษากราฟซีฟลักซ์จากดัชนี NDVI และ ExG พบว่าสามารถแสดงรอบการเพาะปลูกข้าวได้โดยแบ่งลักษณะการเจริญเติบโตได้ทั้งหมด 4 ช่วง คือ ระยะต้นกล้า ระยะสร้างช่อดอก ระยะออกรวงและระยะเก็บเกี่ยว โดยมีรายละเอียดดังนี้ ระยะต้นกล้า มีค่าดัชนี NDVI และ ExG คือ 0.01-0.39 (ประมาณเดือนพฤษภาคม-มิถุนายน) ระยะสร้างช่อดอก มีค่าดัชนี NDVI และ ExG คือ 0.04-0.79 (ประมาณเดือนกรกฎาคม-กันยายน) ระยะออกรวง มีค่าดัชนี NDVI และ ExG คือ 0.80-1.00 (ประมาณเดือนตุลาคม-พฤศจิกายน) ระยะเก็บเกี่ยว มีค่าดัชนี NDVI และ ExG คือ 0.11-0.19 (เดือนพฤศจิกายน) จะเห็นได้ว่า ซีฟลักซ์ของภาพถ่ายดาวเทียม TERRA MODIS และ ExG สามารถติดตามสถานการณ์การปลูกข้าว ซีฟลักซ์ของข้าว และคาดการณ์การเก็บเกี่ยวได้ ซึ่งสามารถนำมาประยุกต์ใช้กับการศึกษาซีฟลักซ์ของข้าวได้ในพื้นที่ขนาดใหญ่ สามารถนำไปใช้ในการวางแผนหรือตัดสินใจเลือกพื้นที่การดูแลแพร่กระจายของโรค การวางแผนการเพาะปลูก ซึ่งงานวิจัยนี้สามารถลดระยะเวลาในการสำรวจและประหยัดค่าใช้จ่ายในการลงพื้นที่อีกด้วย

อภิปรายผล

การวิเคราะห์กราฟซีฟลักซ์ของข้าวด้วยดัชนี NDVI และ ExG ระหว่างเดือนเมษายน ถึงเดือนพฤศจิกายน พบว่า ค่าดัชนี NDVI และ ExG มีลักษณะซีฟลักซ์ที่คล้ายกัน 3 พื้นที่ โดยมีค่าสหสัมพันธ์อยู่ระหว่าง 0.75 ถึง 0.88 ระดับสหสัมพันธ์สูง และพื้นที่ๆ มีค่าสหสัมพันธ์ในระดับปานกลางมีค่าสหสัมพันธ์ที่ 0.51 เนื่องจากสภาพอากาศในขณะถ่ายภาพมีเมฆมาก เห็นได้ว่าจากผลการวิเคราะห์ เป็นการนำดัชนีพืชพรรณมาใช้ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ให้เกิดประโยชน์และมีความทันสมัย อีกทั้งภาพถ่ายดาวเทียมสามารถติดตามสถานการณ์การปลูกข้าวได้ในระดับภูมิภาคทุกวัน มีความละเอียดสูงสอดคล้องกับ (Wijesingha et al., 2015) และ (สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ องค์การมหาชน, 2559) โดยใช้ภาพถ่ายดาวเทียม MODIS ความละเอียดภาพ 250 เมตรเพื่อติดตามการเจริญเติบโตของข้าว โดยทำแผนที่พื้นที่เพาะปลูกข้าวและการวิเคราะห์ผลผลิตพืชในระดับจังหวัด ซึ่งซีฟลักซ์พืชพรรณที่ได้จากการเก็บข้อมูลจากภาพถ่ายดาวเทียม TERRA MODIS และการเก็บข้อมูลจากภาคสนามในพื้นที่ศึกษาอำเภอตาพระยาสามารถบอกช่วงเวลาการเจริญเติบโตของข้าวได้ ผลที่ได้สอดคล้อง

กับ การติดตามการเจริญเติบโตของข้าว ในเขตพื้นที่ขนาดเล็กโดยใช้ดัชนี ExG (Soontranon et al., 2014) และสามารถใช้นี้ NDVI ในการติดตามการเพาะปลูกได้ซึ่งผลมีความสอดคล้องกับการทำแผนที่การทำนาข้าวทางตอนใต้และตะวันออกเฉียงใต้ของทวีปเอเชียโดยใช้ภาพ MODIS แบบหลายเวลา (Xiao et al., 2006)

ข้อเสนอแนะ

1. งานวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่า เหมาะในด้านการจัดการพื้นที่การเพาะปลูกข้าวขนาดใหญ่ซึ่งจะมีประโยชน์กับเกษตรกรอำเภอและเกษตรจังหวัด หรือผู้วิจัยที่ใช้เทคนิคการสำรวจระยะไกลได้สามารถนำวิธีการวิเคราะห์นี้ไปใช้ได้กับทุกๆ พื้นที่ เพื่อประหยัดเวลา และค่าใช้จ่ายในการสำรวจไม่ว่าจะเป็นการคาดการณ์ผลผลิต หรือการวิจัยเรื่องการแพร่กระจายโรคพืช
2. ในการศึกษาครั้งต่อไป หากใช้ข้อมูลหลายช่วงเวลาจะทำให้ทราบรอบการเพาะปลูกที่แม่นยำขึ้น
3. การศึกษากราฟสีพลักษณ์ของข้าวสามารถนำไปวางแผนการลงพื้นที่ของเกษตรกรอำเภอหรือเกษตรจังหวัด ในการเข้าไปรณรงค์เรื่องการงดการเผาตอซังข้าวได้ถูกช่วงเวลา

ปัญหาและอุปสรรค

- 1.ปัญหาด้านเวลาการเก็บข้อมูล การเก็บข้อมูลภาคสนามควรใช้คนเก็บข้อมูล 1 จุดต่อ 1 คน เพื่อควบคุมเวลาการเก็บข้อมูลในทุกพื้นที่ และควรทำแท่นการถ่ายภาพเพื่อให้ทุกพื้นที่มีมุมการเก็บข้อมูลเท่ากัน
- 2.ปัญหาด้านสภาพอากาศ ในการเก็บข้อมูลภาคสนาม สภาพอากาศไม่เอื้ออำนวยในการเก็บข้อมูล

บรรณานุกรม

- Anderson, J. R., Hardy, E. E., Roach, J. T., & Witmer, R. E. (1976). *A land use and land cover classification system for use with remote sensor data* (964). Retrieved from <http://pubs.er.usgs.gov/publication/pp964>
- Deering, D. W. (1984). *Rangeland reflectance characteristics measured by aircraft and spacecraft sensors*. Available from <http://worldcat.org/z-wcorg/> database.
- Gadde, B., Bonnet, S., Menke, C., & Garivait, S. (2009). Air pollutant emissions from rice straw open field burning in India, Thailand and the Philippines. *Environmental Pollution*, 157(5), 1554-1558. doi:<https://doi.org/10.1016/j.envpol.2009.01.004>
- Huete, A. J., C. and van Leeuwen, W. (1999). *MODIS VEGETATION INDEX (MOD 13) ALGORITHM THEORETICAL BASIS DOCUMENT*.
- Huete, A. R., Liu, H. Q., Batchily, K., & van Leeuwen, W. (1997). A comparison of vegetation indices over a global set of TM images for EOS-MODIS. *Remote Sensing of Environment*, 59(3), 440-451. doi:[https://doi.org/10.1016/S0034-4257\(96\)00112-5](https://doi.org/10.1016/S0034-4257(96)00112-5)
- Losiri C, N. S., Kiyoshi H. . (2012). Data Assimilation of DSSAT Model with remote sensing for yield estimation. in rainfed rice field area.
- M. Woebbecke, D., E. Meyer, G., Von Bargen, K., & A. Mortensen, D. (1995). Color Indices for Weed Identification Under Various Soil, Residue, and Lighting Conditions. *Transactions of the ASAE*, 38(1), 259-269. doi:<https://doi.org/10.13031/2013.27838>
- Meyer, G. E., & Neto, J. C. (2008). Verification of color vegetation indices for automated crop imaging applications. *Computers and Electronics in Agriculture*, 63(2), 282-293. doi:<https://doi.org/10.1016/j.compag.2008.03.009>
- NASA. (2016). Specifications. Retrieved from <https://modis.gsfc.nasa.gov/about/specifications.php>
- Sakamoto, T., Wardlow, B. D., Gitelson, A. A., Verma, S. B., Suyker, A. E., & Arkebauer, T. J. (2010). A Two-Step Filtering approach for detecting maize and soybean

- phenology with time-series MODIS data. *Remote Sensing of Environment*, 114(10), 2146-2159. doi:<https://doi.org/10.1016/j.rse.2010.04.019>
- Smith, R., Adams, M., Maier, S., Craig, R., Kristina, A., & Maling, I. (2007). Estimating the area of stubble burning from the number of active fires detected by satellite. *Remote Sensing of Environment*, 109(1), 95-106. doi:<https://doi.org/10.1016/j.rse.2006.12.011>
- Soontranon, N., Srestasathiern, P., & Rakwatin, P. (2014, 14-17 May 2014). *Rice growing stage monitoring in small-scale region using ExG vegetation index*. Paper presented at the 2014 11th International Conference on Electrical Engineering/Electronics, Computer, Telecommunications and Information Technology (ECTI-CON).
- South, U., & (2016). Earth Resources Observation and Science (EROS) Center, Sioux Falls, South Dakota. Retrieved from https://lpdaac.usgs.gov/data_access/data_pool
- USGS. (2014). Remote Sensing of Land Surface Phenology. *science for a changing world*. Retrieved from <http://pubs.usgs.gov/fs/2014/3052/>
- Wijesingha, J., Deshapriy, N. L., & Samarakoon, L. (2015). *Rice Crop Monitoring and Yield Assessment with MODIS 250m Gridded Vegetation Product; A case study in Sa Kaeo Province, Thailand* (Vol. XL-7/W3).
- Xiao, X., Boles, S., Frolking, S., Li, C., Babu, J. Y., Salas, W., & Moore, B. (2006). Mapping paddy rice agriculture in South and Southeast Asia using multi-temporal MODIS images. *Remote Sensing of Environment*, 100(1), 95-113. doi:<https://doi.org/10.1016/j.rse.2005.10.004>
- กรมชลประทาน. (2560). ข้อมูลสถานการณ์น้ำ. Retrieved 7 มกราคม 2560 <http://ridceo.rid.go.th/sakaeo/water/water1.html>
- กระทรวงพาณิชย์จังหวัดสระแก้ว. (2559). พืชเศรษฐกิจที่สำคัญของจังหวัดสระแก้ว. Retrieved from <http://www.dit.go.th/region/SA%20KAE0/Content?id=1712>
- การนิคมอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย. (2559). โครงการจัดตั้งนิคมอุตสาหกรรมในพื้นที่เขตพัฒนาเศรษฐกิจพิเศษ. Retrieved from <http://www.ieat.go.th/sez>

ชนิษฐา สุทธิภิบาล. (2554). การประเมินค่าความชื้นในดินโดยใช้ดัชนีพีชพรรณบริเวณไร่มัน

ลำปะหลัง อำเภอบัวชุม จังหวัดนครราชสีมา. วารสารวนศาสตร์, 30(3), 24-32.

งานวิศวกรรมแหล่งน้ำ กองพัฒนาแหล่งน้ำฝ่ายทรัพยากรน้ำ. (2555). รายงานศึกษาศักยภาพ

แหล่งน้ำของ กปภ.สาขาในจังหวัดสระแก้ว. Retrieved from

http://wr.pwa.co.th/_backup/Downloads/%E0%B8%A3%E0%B8%B2%E0%B8%A2%E0%B8%87%E0%B8%B2%E0%B8%99%E0%B8%81%E0%B8%B2%E0%B8%A3%E0%B8%A8%E0%B8%B6%E0%B8%81%E0%B8%A9%E0%B8%B2%E0%B8%A8%E0%B8%B1%E0%B8%81%E0%B8%A2%E0%B8%A0%E0%B8%B2%E0%B8%9E%E0%B9%81%E0%B8%AB%E0%B8%A5%E0%B9%88%E0%B8%87%E0%B8%99%E0%B9%89%E0%B8%B3%E0%B8%82%E0%B8%AD%E0%B8%87%E0%B8%81%E0%B8%9B%E0%B8%A0.%E0%B8%AA%E0%B8%B2%E0%B8%82%E0%B8%B2%E0%B9%83%E0%B8%99%E0%B8%88%E0%B8%B1%E0%B8%87%E0%B8%AB%E0%B8%A7%E0%B8%B1%E0%B8%94%E0%B8%AA%E0%B8%A3%E0%B8%B0%E0%B9%81%E0%B8%81%E0%B9%89%E0%B8%A7.pdf

จังหวัดสระแก้ว. (2559a). ด้านการเกษตร. Retrieved from

<http://103.28.101.10/briefprovince/filedoc/27000000.pdf>

จังหวัดสระแก้ว. (2559b). สภาพทางสังคม. Retrieved from

<http://103.28.101.10/briefprovince/filedoc/27000000.pdf>

ชาญ มงคล. (2536). ข้าว. กรุงเทพฯ: กรุงเทพฯ : ภาคพัฒนาตำราและเอกสารวิชาการ หน่วย

ศึกษานิเทศก์ กรมการฝึกหัดครู.

นฤตม์ สุนทรานนท์. (2558). ระบบเก็บข้อมูลสภาพอากาศและรูปภาพรายวันจากแปลงเกษตร

Retrieved from <http://www.gistda.or.th/main/th/node/948>

บุญหงษ์ จงคิด. (2557). ข้าวและเทคโนโลยีการผลิต (พิมพ์ครั้งที่ 2.. ed.). กรุงเทพฯ: กรุงเทพฯ :

สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

ปฐมาวดี พรหมทา. (2551). การประมาณปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการ

เผาต่อชั่งข้าวในพื้นที่จังหวัดอุบลราชธานีโดยใช้ข้อมูลสารสนเทศทางภูมิศาสตร์.

(วิทยานิพนธ์ วศ.ม. (วิศวกรรมศาสตร์)), มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, สำนักวิทยบริการ.

Retrieved from

http://tdc.thailis.or.th/tdc//browse.php?option=show&browse_type=creator&CreatorId=242459&doc_type=0#

ประภา กาหยี่. (2542). ข้าว. ภูเก็ต: ภูเก็ต : โปรแกรมวิชาเทคโนโลยีการเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันราชภัฏภูเก็ต.

พิชญ์สินี อริยธนะกตวงศ์. (2558). ข้าวและเทคโนโลยีการผลิต (พิมพ์ครั้งที่ 1. ed.). กรุงเทพฯ: กรุงเทพฯ : ทริปเพ้ง เอ็ดดูเคชั่น.

พินิจ จันทร. (2555). 100 พันธุ์ข้าวไทย อาหารสู่ครัวโลก. กรุงเทพฯ: ปัญญาชน.

ศูนย์สารสนเทศการเกษตร. (2557). ข้าวนาปี. วารสารการพยากรณ์ผลผลิตทางการเกษตร.

ส่วนสำรวจจำแนกดิน กรมพัฒนาที่ดิน. (2546). คู่มือการใช้แผนที่ดินกลุ่มชุดดินเพื่อการปลูกพืชเศรษฐกิจ.

สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชนฯ. (2520). ข้าว. Retrieved from

<http://kanchanapisek.or.th/kp6/sub/book/book.php?book=3&chap=1&page=chap1.htm>

สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ องค์การมหาชน. (2558). ดาวเทียมสำรวจทรัพยากรโลก. Retrieved from <http://www.gistda.or.th/main/th/node/970>

สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ องค์การมหาชน. (2559). เรือดาวเทียม Terra/Aqua-MODIS. Retrieved from <http://www.gistda.or.th/main/th/node/603>

สำนักงานสถิติจังหวัดสระแก้ว. (2558). ข้าว. ชุดข้อมูลกลาง-ด้านเศรษฐกิจ Retrieved from <http://sakaao.nso.go.th/index.php/2011-11-30-04-11-55/325-mis2>

สุนทรตรา จันทบุรี. (2559). เขตเศรษฐกิจพิเศษสระแก้ว-ปอยเปต ประตูก้าวสู่อินโดจีน.

Retrieved from http://www.aseanhai.net/ewt_news.php?nid=5560&filename=index

ภาคผนวก



ตารางค่าดัชนี NDVI จากชุดข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม TERRA MODIS Vegetation Indices

Mod 13 A1.005 resolution of 500 meters

ID	Latitude	Longitude	Date	NDVI	Description
1	14.02997	102.7628	7/4/2017	0.4208	VI produced with good quality
1	14.02997	102.7628	23/4/2017	0.3835	VI produced, but check other QA
1	14.02997	102.7628	9/5/2017	0.3302	Pixel produced, but most probably cloudy
1	14.02997	102.7628	25/5/2017	0.4346	VI produced with good quality
1	14.02997	102.7628	10/6/2017	0.4761	Pixel produced, but most probably cloudy
1	14.02997	102.7628	26/6/2017	0.3576	Pixel produced, but most probably cloudy
1	14.02997	102.7628	12/7/2017	0.359	Pixel produced, but most probably cloudy
1	14.02997	102.7628	28/7/2017	0.6142	Pixel produced, but most probably cloudy
1	14.02997	102.7628	13/8/2017	0.6461	Pixel produced, but most probably cloudy
1	14.02997	102.7628	29/8/2017	0.748	VI produced, but check other QA
1	14.02997	102.7628	14/9/2017	0.7749	VI produced, but check other QA
1	14.02997	102.7628	30/9/2017	0.5749	Pixel produced, but most probably cloudy
1	14.02997	102.7628	16/10/2017	0.7824	VI produced with good quality
1	14.02997	102.7628	1/11/2017	0.6935	VI produced with good quality
1	14.02997	102.7628	17/11/2017	0.4216	VI produced with good quality
2	14.01481	102.7124	7/4/2017	0.3757	VI produced, but check other QA
2	14.01481	102.7124	23/4/2017	0.3546	VI produced, but check other QA
2	14.01481	102.7124	9/5/2017	0.4136	Pixel produced, but most probably cloudy
2	14.01481	102.7124	25/5/2017	0.3736	VI produced with good quality
2	14.01481	102.7124	10/6/2017	0.3766	Pixel produced, but most probably cloudy
2	14.01481	102.7124	26/6/2017	0.4265	Pixel produced, but most probably cloudy
2	14.01481	102.7124	12/7/2017	0.3313	Pixel produced, but most probably cloudy
2	14.01481	102.7124	28/7/2017	0.5136	VI produced, but check other QA
2	14.01481	102.7124	13/8/2017	0.593	VI produced with good quality
2	14.01481	102.7124	29/8/2017	0.7842	VI produced, but check other QA

ID	Latitude	Longitude	Date	NDVI	Description
2	14.01481	102.7124	14/9/2017	0.8419	VI produced, but check other QA
2	14.01481	102.7124	30/9/2017	0.486	Pixel produced, but most probably cloudy
2	14.01481	102.7124	16/10/2017	0.7694	VI produced with good quality
2	14.01481	102.7124	1/11/2017	0.5282	VI produced with good quality
2	14.01481	102.7124	17/11/2017	0.3343	VI produced with good quality
3	14.02029	102.6715	7/4/2017	0.3679	VI produced, but check other QA
3	14.02029	102.6715	23/4/2017	0.3838	VI produced, but check other QA
3	14.02029	102.6715	9/5/2017	0.5075	VI produced, but check other QA
3	14.02029	102.6715	25/5/2017	0.3288	VI produced with good quality
3	14.02029	102.6715	10/6/2017	0.4012	Pixel produced, but most probably cloudy
3	14.02029	102.6715	26/6/2017	0.3607	Pixel produced, but most probably cloudy
3	14.02029	102.6715	12/7/2017	0.3229	Pixel produced, but most probably cloudy
3	14.02029	102.6715	28/7/2017	0.6306	Pixel produced, but most probably cloudy
3	14.02029	102.6715	13/8/2017	0.6678	Pixel produced, but most probably cloudy
3	14.02029	102.6715	29/8/2017	0.7978	VI produced, but check other QA
3	14.02029	102.6715	14/9/2017	0.8139	VI produced with good quality
3	14.02029	102.6715	30/9/2017	0.58	Pixel produced, but most probably cloudy
3	14.02029	102.6715	16/10/2017	0.7523	VI produced with good quality
3	14.02029	102.6715	1/11/2017	0.6399	VI produced with good quality
3	14.02029	102.6715	17/11/2017	0.3755	VI produced with good quality
4	14.02963	102.6663	7/4/2017	0.4806	VI produced with good quality
4	14.02963	102.6663	23/4/2017	0.4264	VI produced, but check other QA
4	14.02963	102.6663	9/5/2017	0.4887	VI produced with good quality
4	14.02963	102.6663	25/5/2017	0.3769	VI produced with good quality
4	14.02963	102.6663	10/6/2017	0.5417	VI produced, but check other QA
4	14.02963	102.6663	26/6/2017	0.4763	VI produced, but check other QA
4	14.02963	102.6663	12/7/2017	0.3346	Pixel produced, but most probably cloudy
4	14.02963	102.6663	28/7/2017	0.4879	VI produced, but check other QA

ID	Latitude	Longitude	Date	NDVI	Description
4	14.02963	102.6663	13/8/2017	0.5705	VI produced, but check other QA
4	14.02963	102.6663	29/8/2017	0.5661	VI produced, but check other QA
4	14.02963	102.6663	14/9/2017	0.7177	VI produced, but check other QA
4	14.02963	102.6663	30/9/2017	0.5881	Pixel produced, but most probably cloudy
4	14.02963	102.6663	16/10/2017	0.7486	VI produced with good quality
4	14.02963	102.6663	1/11/2017	0.6334	VI produced with good quality
4	14.02963	102.6663	17/11/2017	0.4485	VI produced with good quality



ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	วรรณภรณ์ ศรีชูเปี่ยม
วัน เดือน ปี เกิด	07 มิถุนายน 2533
สถานที่เกิด	จังหวัดปราจีนบุรี
วุฒิการศึกษา	พ.ศ. 2552 มัธยมศึกษาปีที่ 6 จากโรงเรียนตาพระยา พ.ศ. 2556 ศิลปศาสตรบัณฑิต (ศศ.บ.) สาขาการจัดการภูมิสังคม จาก มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ พ.ศ.2561 วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วท.ม.) สาขาภูมิสารสนเทศ จาก มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ที่อยู่ปัจจุบัน	634 ม.1 ต.ตาพระยา อ.ตาพระยา จ.สระแก้ว 27180