

การกระจายตัวของอุณหภูมิพื้นผิวในพื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลังโรงงานจากข้อมูล  
จากดาวเทียม LANDSAT 8 โดยใช้เทคนิคการจำแนกภาพเชิงวัตถุ  
กรณีศึกษา จังหวัดมหาสารคาม

นุชนาฏ บัวศรี

คุณูปการนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาคุณวุฒิปบัณฑิต  
สาขาวิชาภูมิสารสนเทศศาสตร์  
คณะภูมิสารสนเทศศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา  
สิงหาคม 2559  
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

การวิจัยนี้ ได้รับทุนพัฒนาบุคลากรมหาวิทยาลัยมหาสารคาม  
ปีการศึกษา 2553

## ประกาศคุณูปการ

คุณฉันทิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยความกรุณาจาก ดร.สุพรรณ กาณจนสุธรรม อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก รองศาสตราจารย์ ดร.แก้ว นวลฉวี และ ดร.นฤมล อินทวิเชียร อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ที่กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำแนวทางที่ถูกต้อง ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความละเอียดถี่ถ้วนและเอาใจใส่ด้วยดีเสมอมา ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งเป็นอย่างยิ่ง จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ที่ได้ให้การสนับสนุนทุนการศึกษา และขอขอบพระคุณ ผู้บริหาร คณาจารย์ และเจ้าหน้าที่ ในคณะวิทยาการสารสนเทศ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ที่คอยช่วยเหลือ สนับสนุน เพื่อให้การศึกษาได้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบพระคุณสำนักงานเกษตรและสหกรณ์จังหวัดมหาสารคาม สำนักงานเกษตรจังหวัดมหาสารคาม ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูล ประกอบการทำวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ พี่น้อง เพื่อนนิสิตปริญญาโท และปริญญาเอก ในคณะภูมิสารสนเทศศาสตร์ทุกคนที่คอยให้กำลังใจ และให้คำปรึกษา คอยช่วยเหลือทั้งในเรื่องการเรียน และการทำวิจัยในครั้งนี้ ขอขอบคุณกำลังใจที่มีให้เสมอ และขอขอบใจคุณยอดขวัญ โสวรรณะ ที่ช่วยเหลือในการเก็บข้อมูลภาคสนามประกอบการทำวิจัย

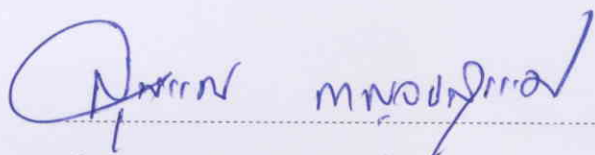
และสุดท้าย ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อวินัย คุณแม่สุวรรณา วงศ์รัตนะ สามี และ ลูก ๆ ที่น่ารัก เพื่อน ๆ และญาติพี่น้อง ที่คอยให้กำลังใจ และ และสนับสนุนผู้วิจัยเสมอมา

คุณค่าและประโยชน์ของคุณฉันทิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นกตัญญูคุณเวทิตาแต่บุพการี บุรพจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่านทั้งในอดีตและปัจจุบัน ที่ทำให้ข้าพเจ้าเป็นผู้มีการศึกษา และประสบความสำเร็จมาจนตราบเท่าทุกวันนี้

นุชนาฏ บัวศรี

คณะกรรมการควบคุมคุณิพนธ์และคณะกรรมการสอบคุณิพนธ์ ได้พิจารณา  
คุณิพนธ์ของ นุชนาฏ บัวศรี จบนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร  
ปรัชญาคุณิพนธ์บัณฑิต สาขาวิชาภูมิสารสนเทศศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยบูรพาได้

คณะกรรมการควบคุมคุณิพนธ์



(ดร.สุพรรณ กาญจนสุธรรม)

อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก



(รองศาสตราจารย์ ดร.แก้ว นวลฉวี)

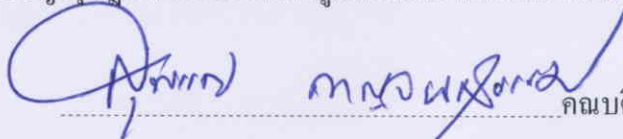
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม



(ดร.นฤมล อินทวิเชียร)

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

คณะภูมิสารสนเทศศาสตร์อนุมัติให้รับคุณิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา  
ตามหลักสูตรปรัชญาคุณิพนธ์บัณฑิต สาขาวิชาภูมิสารสนเทศศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยบูรพา



(ดร.สุพรรณ กาญจนสุธรรม)

คณบดีคณะภูมิสารสนเทศศาสตร์

วันที่ ๑๑ เดือน ... ๒๕๖๑ ..... พ.ศ. 2559

53810253: สาขาวิชา: ภูมิสารสนเทศศาสตร์; ปร.ด. (ภูมิสารสนเทศศาสตร์)

คำสำคัญ: การจำแนกภาพเชิงวัตถุ/ การแบ่งส่วนภาพ/ มันทำปะหลังโรงงาน/ อุณหภูมิพื้นผิว/  
LANDSAT8/ มหาสารคาม

นุชนาฏ บัวศรี: การกระจายตัวของอุณหภูมิพื้นผิวในพื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลัง  
โรงงาน จากข้อมูลจากดาวเทียม LANDSAT 8 โดยใช้เทคนิคการจำแนกภาพเชิงวัตถุ กรณีศึกษา  
จังหวัดมหาสารคาม (SURFACE TEMPERATURE DISTRIBUTION IN CASSAVA PLANTED  
AREA FROM LANDSAT 8 SATELLITE DATA USING OBJECT BASED IMAGE  
ANALYSIS: CASE STUDY OF MAHASARAKHAM PROVINCE, THAILAND)

คณะกรรมการควบคุมคุชฎีนิพนธ์: สุพรรณ กาญจนสุธรรม, D.Tech.Sci., แก้ว นวลฉวี, Ph.D.,  
นฤมล อินทวิเชียร, Ph.D. 113 หน้า. ปี พ.ศ.2559.

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) จำแนกพื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลังโรงงาน  
2) จำแนกอุณหภูมิพื้นผิวของพื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลังโรงงาน และ 3) วิเคราะห์ความสัมพันธ์  
อุณหภูมิพื้นผิวและพื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลังโรงงาน ในพื้นที่จังหวัดมหาสารคาม ซึ่งวิธีการ  
ศึกษาได้ทำการจำแนกภาพเชิงวัตถุ (Object Based Image Analysis) ด้วยการกำหนดค่าปัจจัยต่าง ๆ  
ที่ใช้ ได้แก่ Scale parameter Shape parameter Compactness parameter โดยใช้ข้อมูลจากดาวเทียม  
LANDSAT 8 เป็นข้อมูลในการจำแนก และการสร้างชุดข้อมูลดัชนีพืชพรรณ (NDVI) เมื่อทำการ  
แบ่งส่วนภาพแล้ว จึงนำข้อมูลที่ได้นำไปทำการจำแนก (Classify) แบบต้นไม้ตัดสินใจ (Decision  
Tree) กำหนดเกณฑ์ของการจำแนกเป็น 5 ระดับขึ้น การจำแนก ประกอบด้วย ชั้นแรก เป็นข้อมูลที่  
ผ่านกระบวนการแบ่งส่วนภาพ และข้อมูลชุดดัชนีพืชพรรณ ระดับชั้นที่ 2 จำแนกเกณฑ์ค่าดัชนีพืช  
พรรณกับไม่ใช่พืชพรรณ ระดับชั้นที่ 3 จำแนกช่วงอายุของพืช เป็น 3 ระยะการเจริญเติบโตด้วยการ  
กำหนดเกณฑ์การจำแนกจากค่าของดัชนีพืชพรรณภายใต้ชุดข้อมูลภาพถ่ายของพืชพรรณ ระดับ  
ชั้นที่ 4 จำแนกชนิดของพืชด้วยค่าเกณฑ์จากช่วงคลื่น Band 4 ภายใต้ชุดข้อมูลภาพถ่ายระยะการ  
เจริญเติบโต และระดับชั้นที่ 5 ระดับสุดท้าย กำหนดเกณฑ์การจำแนกด้วยข้อมูลอุณหภูมิจากช่วง  
คลื่นความร้อน (Thermal Infrared)

ผลการศึกษาพบว่า การแบ่งส่วนภาพในขั้นตอนแรก สามารถแบ่งส่วนภาพได้ตรงตาม  
ลักษณะของสิ่งคลุมดิน มีบางวัตถุภาพที่มีขนาดใหญ่ เนื่องจากข้อมูลมีลักษณะคล้ายกันจึงถูกจัดอยู่  
ในกลุ่มวัตถุภาพเดียวกัน และจากการจำแนกพื้นที่มันสำปะหลัง โรงงาน ผลการจำแนกพื้นที่ปลูก  
มันสำปะหลังรวมทั้ง 3 ระยะ จำนวน 1,846 Objects คิดเป็นพื้นที่ 817.63 ตารางกิโลเมตร หรือ  
511,018.75 ไร่ จากการวิจัยพบว่า การจำแนกแบบต้นไม้ตัดสินใจ สามารถช่วยให้การจำแนกพื้นที่ที่

มีรายละเอียดต่ำ สามารถจำแนกได้ดี และพบว่า หากใช้ข้อมูลอุณหภูมิพื้นผิวมาเป็นเกณฑ์ในการจำแนก จะช่วยทำให้การจำแนกได้ผลดีมากยิ่งขึ้น

53810253: MAJOR: GEOINFORMATICS; Ph.D. (GEOINFORMATICS)

KEYWORD: OBJECT BASED IMAGE ANALYSIS/ OBIA)/ SEGMENTATION/ CASSAVA/  
DECISION TREE/ SURFACE TEMPERATURE/ LANDSAT8/  
MAHASARAKHAM

NUTCHANAT BUASRI: SURFACE TEMPERATURE DISTRIBUTION IN  
CASSAVA PLANTED FROM LANDSAT 8 SATELLITE DATA USING OBJECT BASED  
IMAGE ANALYSIS: CASE STUDY OF MAHASARAKHAM PROVINCE, THAILAND  
COMMITTEE: SUPHAN KANCHANASUTHAM, D.Tech.Sci., KAEW NUALCHAWEE,  
Ph.D., NARUMON INTARAWICHEIN, Ph.D. 113 P. 2016.

This research aims to 1) classification of cassava planted, 2) classification of the surface temperature of cassava planted, and 3) the relationship analysis between the surface temperatures with plantations of cassava planted in Mahasarakham, Province. This study was conducted to identify by OBIA (Object Based Image Analysis), segmentation with parameters that include Scale parameter, Shape parameter and Compactness parameter using satellite data from LANDSAT 8 and creating vegetation index (NDVI) into the first step. And then, with the segmentation objects has to be classified by Decision Tree Model, configuration criteria of classification into five levels of classification. First, Root node contains data set of image segmentation and NDVI. Stage 2: range of criteria NDIV for the classification into vegetation and non-vegetation. Stage 3: at this levels classified from objects data set of vegetation into three stages of planted growth. Stage 4: The criteria of the LANDSAT (Band 4) for the classify verities of planted under the Data Set of stage 3. And the final stage of the five-level classification criteria determined by the temperature of the thermal wave infrared (Band10).

The study found that the first step in image segmentation. Objects dataset cannot encounter the characteristics of the landcover, there are some objects that are larger. The data set are non-similar is in the same object. The areas identified cassava of 1,846 objects for 511,018.75 Rais or 817.63 square kilometers. This research found, the low resolution of LANDSAT can be classify by Decision Tree model. And surface temperature can be classified criteria as good as classification method to help identify that helping to the greater classification.

# สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	จ
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ช
สารบัญ.....	ซ
สารบัญตาราง.....	ฅ
สารบัญภาพ.....	ฐ
บทที่	
1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	4
กรอบแนวคิดการวิจัย.....	4
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย.....	5
ขอบเขตของการวิจัย.....	5
ข้อจำกัดของการวิจัย.....	6
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	6
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	8
พื้นที่ศึกษา.....	8
ข้อมูลเกี่ยวกับมันสำปะหลังโรงงานและอุณหภูมิพื้นผิว.....	12
1. มันสำปะหลังโรงงาน.....	12
2. ข้อมูลจากดาวเทียมและอุณหภูมิพื้นผิว.....	13
3. สิ่งปกคลุมดินที่มีผลต่ออุณหภูมิพื้นผิว.....	16
ข้อมูลและเทคนิคที่ใช้.....	18
1. การวิเคราะห์ข้อมูลภาพเชิงวัตถุ.....	19
2. ดัชนีพืชพรรณ.....	22
3. เทคนิคการจำแนก.....	22
4. การตรวจสอบความถูกต้อง.....	24
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	24



## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3 วิธีดำเนินการวิจัย .....	29
เครื่องมือและอุปกรณ์ในการดำเนินงาน .....	29
การเตรียมข้อมูลที่ใช้ในการดำเนินงาน .....	29
ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย .....	35
1. จำแนกพื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลังโรงงานด้วยเทคนิคการวิเคราะห์ ข้อมูลเชิงพื้นที่และการจำแนกแบบ Decision Tree .....	36
2. จำแนกพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังโรงงานด้วยข้อมูลอุณหภูมิพื้นผิว จากข้อมูลดาวเทียม .....	40
3. วิเคราะห์ความสัมพันธ์อุณหภูมิพื้นผิวและพื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลังโรงงาน ..	41
4. การตรวจสอบความถูกต้องของการจำแนก .....	41
4 ผลการวิจัย .....	42
ผลการจำแนกพื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลังโรงงานด้วยเทคนิคการวิเคราะห์ข้อมูล เชิงพื้นที่และการจำแนกแบบ Decision Tree .....	42
1. ผลการแบ่งส่วนข้อมูลภาพ .....	42
2. ผลการจำแนกแบบลำดับชั้น .....	44
ผลการจำแนกพื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลังโรงงานด้วยข้อมูลอุณหภูมิพื้นผิว จากข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม .....	53
ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์อุณหภูมิพื้นผิวและพื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลัง- โรงงาน .....	55
ผลการตรวจสอบความถูกต้องของการจำแนก .....	58
5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ .....	60
สรุปผลการวิจัย .....	60
อภิปรายผล .....	62
ข้อเสนอแนะ .....	63
บรรณานุกรม .....	66
ภาคผนวก .....	71

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

ภาคผนวก ก .....	72
ภาคผนวก ข .....	78
ภาคผนวก ค .....	81
ภาคผนวก ง .....	86
ภาคผนวก จ .....	88
ภาคผนวก ฉ .....	92
ภาคผนวก ช .....	96
ภาคผนวก ซ .....	97
ภาคผนวก ฌ .....	110
ประวัติย่อของผู้วิจัย .....	113

## สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2-1	เนื้อที่เก็บเกี่ยว ผลผลิตต่อไร่ และผลผลิตรวมของมันสำปะหลังโรงงาน ของจังหวัดมหาสารคาม ปี พ.ศ.2554/ 2555 และ ปี พ.ศ.2555/ 2556 .....	11
2-2	เนื้อที่เก็บเกี่ยว ผลผลิตต่อไร่ และผลผลิตรวมของมันสำปะหลังโรงงาน ของจังหวัดมหาสารคาม ปี พ.ศ.2555/ 2556 และ ปี พ.ศ.2556/ 2557 .....	11
2-3	คุณสมบัติของข้อมูลจากดาวเทียม LANDSAT 8 .....	13
2-4	รายละเอียดความยาวคลื่น .....	14
3-1	ข้อมูลพื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลังโรงงาน จังหวัดมหาสารคาม ปี พ.ศ.2553 .....	31
3-2	แบบสำรวจข้อมูลพื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลังโรงงาน .....	32
4-1	กำหนดเงื่อนไขการจำแนกระดับชั้นที่ 3 .....	49
4-2	ผลการจำแนกระดับที่ 2 .....	49
4-3	สรุปผลการจำแนกข้อมูลในระดับชั้นที่ 4 .....	51
4-4	สรุปผลการจำแนกข้อมูลในระดับชั้นที่ 5 .....	53
4-5	ผลการจำแนก 5 ระดับชั้นการจำแนก.....	56
4-6	ตรวจสอบความถูกต้องของการจำแนก.....	58
ภาคผนวก ก-1	ผลของการกำหนดค่า Scale มีการเปลี่ยนแปลง และ ค่า Shape และ Compactness คงที่ .....	72
ภาคผนวก ก-2	ผลของการกำหนดค่า Scale และ Compactness คงที่ และ Shape มีการ เปลี่ยนแปลง .....	74
ภาคผนวก ก-3	ผลของการกำหนดค่า Scale และ ค่า Shape คงที่ และ Compactness มีการเปลี่ยนแปลง.....	76
ภาคผนวก ข-1	การแบ่งส่วนภาพ (Segmentation) ของพื้นที่ต่าง ๆ.....	78
ภาคผนวก ค-1	ค่า NDVI ของน้ำและแหล่งชุมชน.....	81
ภาคผนวก ค-2	พื้นที่แปลงเกษตรกรรม และค่าการสะท้อนพลังงาน.....	83

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
ภาคผนวก ง-1 ผลการจำแนกพืชพรรณ และไม่ใช่พืชพรรณ โดยการกำหนด ค่า NDVI...	86
ภาคผนวก จ-1 ค่าต่ำสุด – ค่าสูงสุด ของค่าการสะท้อนพลังงานของพืชในพื้นที่ตัวอย่าง...	88
ภาคผนวก จ-2 ผลการจำแนกพืช ตามช่วงอายุ.....	88
ภาคผนวก ฉ-1 ช่วงค่าต่ำสุด-สูงสุด ของ Band 4.....	92
ภาคผนวก ฉ-2 ผลการจำแนกชนิดพืชพรรณในระดับขั้นที่ 4.....	93
ภาคผนวก ช-1 แสดงภาพการจำแนกระดับขั้นที่ 5.....	96
ภาคผนวก ช-1 อุณหภูมิพื้นผิวที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลจากดาวเทียม จุดสำรวจที่ 1..	97
ภาคผนวก ช-2 ข้อมูลอุณหภูมิที่สำรวจจากกล้อง FLIR จุดสำรวจที่ 1.....	98
ภาคผนวก ช-3 อุณหภูมิพื้นผิวที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลจากดาวเทียม จุดสำรวจที่ 2..	100
ภาคผนวก ช-4 ข้อมูลอุณหภูมิที่สำรวจจากกล้อง FLIR จุดสำรวจที่ 2.....	100
ภาคผนวก ช-5 อุณหภูมิพื้นผิวที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลจากดาวเทียม จุดสำรวจที่ 3..	101
ภาคผนวก ช-6 ข้อมูลอุณหภูมิที่สำรวจจากกล้อง FLIR จุดสำรวจที่ 3.....	102
ภาคผนวก ช-7 อุณหภูมิพื้นผิวที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลจากดาวเทียม จุดสำรวจที่ 4..	103
ภาคผนวก ช-8 ข้อมูลอุณหภูมิที่สำรวจจากกล้อง FLIR จุดสำรวจที่ 4.....	103
ภาคผนวก ช-9 อุณหภูมิพื้นผิวที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลจากดาวเทียม จุดสำรวจที่ 5..	105
ภาคผนวก ช-10 ข้อมูลอุณหภูมิที่สำรวจจากกล้อง FLIR จุดสำรวจที่ 5.....	105
ภาคผนวก ช-11 อุณหภูมิพื้นผิวที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลจากดาวเทียม จุดสำรวจที่ 6..	106
ภาคผนวก ช-12 ข้อมูลอุณหภูมิที่สำรวจจากกล้อง FLIR จุดสำรวจที่ 6.....	107
ภาคผนวก ช-13 อุณหภูมิพื้นผิวที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลจากดาวเทียม จุดสำรวจที่ 7..	108
ภาคผนวก ช-14 ข้อมูลอุณหภูมิที่สำรวจจากกล้อง FLIR จุดสำรวจที่ 7.....	108
ภาคผนวก ฉ-1 ค่าอุณหภูมิ LANDSAT 8 และอุณหภูมิ FLIR ของพืชพรรณ ณ จุดสำรวจ 110	

## สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1-1	กรอบแนวคิดการวิจัย .....	5
2-1	พื้นที่ปลูกมันสำปะหลัง จังหวัดมหาสารคาม .....	10
2-2	ภาพถ่ายจากดาวเทียม บริเวณกรุงเทพมหานครฯ และปริมณฑล .....	16
2-3	อุณหภูมิจุดน้ำแข็งบริเวณต่าง ๆ .....	17
2-4	ลักษณะสิ่งคลุมดินชนิดต่าง ๆ ที่มีผลต่ออุณหภูมิพื้นผิว .....	17
2-5	การแบ่งและรวมจุดภาพให้กลายเป็นวัตถุภาพ .....	20
2-6	ปัจจัยที่สำคัญในการสร้างวัตถุภาพ .....	21
2-7	การแทนต้นไม้ตัดสีนใจ .....	24
2-8	ภาพถ่ายเปรียบเทียบอุณหภูมิของใบพืชโรคราน้ำค้าง .....	25
3-1	ภาพถ่ายจากดาวเทียม LANDSAT 8 Band : 5 4 3 (R G B) บันทึกเมื่อวันที่ 10 มกราคม พ.ศ.2557 .....	30
3-2	แปลงเพาะปลูกมันสำปะหลังโรงงาน อายุ 1-3 เดือน .....	33
3-3	แปลงเพาะปลูกมันสำปะหลังโรงงาน อายุ 2-3 เดือน .....	34
3-4	แปลงเพาะปลูกมันสำปะหลังโรงงาน อายุ 4-6 เดือน .....	34
3-5	แปลงเพาะปลูกมันสำปะหลังโรงงาน อายุ 5-6 เดือน ที่มีการระบาดของโรค .....	34
3-6	แผนผังแสดงขั้นตอนการทำงาน .....	35
3-7	ภาพสีผสมเท็จ (ก) และ ภาพ NDVI (ข) .....	37
3-8	แผนภาพการจำแนก Decision Tree .....	39
4-1	ขนาดของวัตถุภาพที่ได้จากการแบ่งส่วนข้อมูลภาพ .....	43
4-2	ข้อมูลที่ได้จากการทำ Segmentation .....	44
4-3	ลำดับชั้นของการจำแนกแบบ Decision Tree .....	45
4-4	แผนที่การจำแนกวัตถุภาพ .....	46
4-5	NDVI มีค่า 0.02 (ก) ของแหล่งน้ำ และ NDVI มีค่า 0.16 (ข) ของชุมชน .....	47
4-6	การจำแนกระดับชั้นที่ 2 .....	48

## สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
4-7	การจำแนกระดับชั้นที่ 3 .....	50
4-8	การจำแนกระดับชั้นที่ 4 .....	52
4-9	การจำแนกระดับชั้นที่ 5 .....	54
4-10	กราฟเปรียบเทียบอุณหภูมิจากข้อมูล LANDSAT 8 และ FLIR .....	55
4-11	แผนที่พื้นที่การปลูกมันสำปะหลังโรงงาน .....	57
5-1	ลักษณะของวัตถุภาพที่มีขนาดใหญ่ .....	63
5-2	ข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ยของพืช ดิน และเฉลี่ยทั้งแปลงปลูก .....	64

# บทที่ 1

## บทนำ

### ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ประเทศไทย เป็นประเทศเกษตรกรรม พื้นที่ส่วนใหญ่ถูกใช้ในการทำการเกษตร มีการส่งออกผลผลิตทางการเกษตรมากมายหลายอย่าง พืชเศรษฐกิจหลัก คือ ข้าวเจ้าและข้าวเหนียว ซึ่งจัดเป็นอาหารหลักสำคัญสำหรับประชากรในประเทศ (กองวิจัยและพัฒนาข้าว, 2557) โดยเฉพาะปลูกบริเวณที่ราบน้ำท่วมถึงและที่ราบลุ่มทั่วไป นอกจากนี้ ยังมีพืชเศรษฐกิจรองที่นิยมปลูกได้แก่ อ้อย มันสำปะหลังโรงงาน ยางพารา และปาล์มน้ำมัน

พืชเศรษฐกิจรองที่สำคัญของประเทศไทยที่นิยมปลูกกันมาก คือ มันสำปะหลังโรงงาน ในสารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน โดยพระราชประสงค์ในพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว ได้กล่าวว่าประเทศไทยเป็นแหล่งผลิตมันสำปะหลังมากเป็นอันดับ 5 ของโลก โดยส่วนใหญ่อยู่ในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ร้อยละ 54.7 ของพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังโรงงาน (สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน, 2557) ความต้องการใช้มันสำปะหลังภายในประเทศคิดเป็นสัดส่วน ร้อยละ 30 อีกร้อยละ 70 ส่งออกในรูปแบบของผลิตภัณฑ์ประเภทต่าง ๆ อาทิ แป้งมันสำปะหลัง มันเส้น และมันอัดเม็ด โดยขณะนี้ประเทศไทยเป็นประเทศผู้ส่งออกผลิตภัณฑ์มันสำปะหลังอันดับหนึ่งของโลก และมีส่วนแบ่งตลาดร้อยละ 75 (ฝ่ายวิจัยธุรกิจ สายงานบริหารความเสี่ยง และบรรษัทภิบาลธนาคารกรุงไทย, 2551) จากรายงานการวิจัยของกรมพัฒนาที่ดิน ได้วิเคราะห์พื้นที่ปลูกมันสำปะหลังทั้งประเทศ โดยใช้ข้อมูลจากดาวเทียม LANDSAT 5 ช่วงเวลาปี พ.ศ.2547 ร่วมกับการตรวจสอบภาคสนาม พบว่า มีพื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลังโรงงานครอบคลุม 41 จังหวัด จากภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 19 จังหวัด ภาคตะวันออก 6 จังหวัด ภาคเหนือ 9 จังหวัด และภาคกลาง 7 จังหวัด รวมเนื้อที่ทั้งสิ้น 6,408,651 ไร่ จังหวัดนครราชสีมา มีเนื้อที่ปลูกมากที่สุดของประเทศ จำนวน 1,393,606 ไร่ โดยเป็นเกษตรกรรายย่อยที่มีเนื้อที่ปลูกขนาด 1-20 ไร่ มากที่สุด ร้อยละ 61.24 ของเกษตรกรตัวอย่างทั้งหมด 7,516 ราย (กรมพัฒนาที่ดิน, 2549)

การที่มันสำปะหลังกลายเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศนั้น เนื่องจากมันสำปะหลังเป็นพืชที่ใช้ประโยชน์ได้ทุก ๆ ส่วน ตั้งแต่ยอดจนถึงราก (หัวมัน) มีการนำมาใช้

ประโยชน์ในครัวเรือนเพื่อการบริโภคเป็นอาหารมนุษย์ อาหารสัตว์ และใช้แปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ตลอดจนใช้ในอุตสาหกรรมแป้งแปรรูป (Modified Starch) เพื่อใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมต่าง ๆ เช่น อุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่ม ผงชูรส สารความหวาน อุตสาหกรรมอาหารสัตว์ อุตสาหกรรมยารักษาโรค โดยใช้แป้งมันสำปะหลังเป็นส่วนผสมในการผลิตยาประเภทแคปซูลหรือยาเม็ดรักษาโรคต่าง ๆ ได้ และมันสำปะหลังยังเป็นวัตถุดิบที่ผลิตเป็นพลาสติกที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพโดยทำเป็นภาชนะใส่อาหารต่าง ๆ แทนพลาสติก เป็นต้น (สำนักงานคณะกรรมการกำกับ การซื้อขายสินค้าเกษตรล่วงหน้า, 2550) นอกจากนี้ มันสำปะหลังยังสามารถนำไปผลิตพลังงานทดแทน เช่น เอทานอลและแอลกอฮอล์ ซึ่งเอทานอลที่ผลิตขึ้นในประเทศไทยส่วนใหญ่ทำมาจากพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศ 2 ชนิด คือ มันสำปะหลังและอ้อยโรงงานในรูปกากน้ำตาล จากที่ต้องนำพืชอาหารของมนุษย์โดยตรงหรือนำไปผลิตอาหารสัตว์เพื่อไปผลิตเป็นพลังงานทดแทนนั้น จะต้องคำนึงถึงการจัดสรรทรัพยากรธรรมชาติที่มีอยู่อย่างจำกัดให้เหมาะสมและเป็นธรรม และให้ที่ดินและเทคโนโลยีอยู่ในมือของเกษตรกรส่วนใหญ่ โดยให้ความสำคัญกับการบริหารจัดการทรัพยากรการผลิตแบบยั่งยืนที่เน้นความสมดุลทางธรรมชาติและ ความหลากหลายทางชีวภาพ ตลอดจนเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม สามารถใช้เป็นกรอบแนวทางในการตัดสินใจจัดสรรพื้นที่การปลูกพืชเศรษฐกิจด้านอาหารและพลังงานทางเลือก ให้มีความเหมาะสมต่อพื้นที่ ทรัพยากรที่ดิน ทรัพยากรน้ำ สภาพภูมิอากาศ และทรัพยากรเพื่อการผลิตอื่น ๆ ได้อย่างเป็นธรรม ทั้งสอดคล้องกับปริมาณความต้องการพืชอาหารและพืชพลังงานในอนาคต (สำนักงานคณะกรรมการกำกับ การซื้อขายสินค้าเกษตรล่วงหน้า, 2550)

การพัฒนายุทธศาสตร์หรือวางแผนจัดการพื้นที่การเกษตรให้ได้ผลดีและยั่งยืนนั้น จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมียุทธศาสตร์ที่เพียงพอในทั้งด้านเศรษฐกิจ การตลาด ต้นทุนการผลิต พื้นที่การผลิต ความเหมาะสมของลักษณะทางกายภาพของพื้นที่เพาะปลูกพืชแต่ละชนิด ปัจจุบันเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศได้เข้ามามีบทบาทสำคัญอย่างมากในด้านการเกษตร เป็นเครื่องมือที่ช่วยสร้างชุดข้อมูลเพื่อการตัดสินใจ เช่น การทำแผนที่การเกษตร การทำแผนที่การเพาะปลูกพืชชนิดต่าง ๆ การหาพื้นที่ที่เหมาะสมต่อการเพาะปลูก การคำนวณหาพื้นที่หรือการคาดคะเนปริมาณของผลผลิตทางการเกษตร เป็นต้น อีกทั้งวิธีในการดำเนินการนั้นใช้ต้นทุนในการทำงานต่ำ ใช้เวลาในการประมวลผลที่รวดเร็ว ประหยัดแรงงานและงบประมาณในการจัดทำ จะเห็นได้ว่า ผลตอบแทน



ของการทำงานด้วยระบบภูมิสารสนเทศมีมากกว่าเมื่อเทียบกับการทำงานโดยใช้แรงงานคน ดังนั้นเมื่อการคาดการณ์พื้นที่และผลผลิตเป็นไปอย่างรวดเร็ว ส่งผลให้ภาครัฐสามารถวางแผนนโยบายด้านเศรษฐกิจได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

การวิเคราะห์และการจำแนกข้อมูลจากดาวเทียม สามารถจำแนกลักษณะของพื้นที่ที่เป็นพืชพรรณ แยกจากพื้นที่แหล่งน้ำหรือพื้นที่ดิน โลงได้อย่างชัดเจน โดยใช้เทคนิคในการจำแนก เช่น ดัชนีพืชพรรณ ช่วงเวลาฤดูกาล ค่าสะท้อนพลังงานของวัตถุของพืชกับน้ำแตกต่างกัน ซึ่งข้อมูลจากดาวเทียมมีรายละเอียดภาพ 30 x 30 เมตร กอปรกับลักษณะการสะท้อนช่วงคลื่นของพืชใกล้เคียงกัน ดังนั้น การจำแนกพืชพรรณด้วยข้อมูลจากดาวเทียมจึงต้องอาศัยค่าปัจจัยต่าง ๆ ในการวิเคราะห์ เช่น รูปแบบการกระจายตัวของวัตถุ ลักษณะแวดล้อมของพื้นที่ ลักษณะความแห้งแล้ง ความชุ่มชื้นของดิน และด้วยการใช้เทคนิคการประมวลผลภาพที่แตกต่างกันในการสร้างเครื่องมือการจำแนกพืชพรรณ และนอกจากนั้น ในช่วงคลื่นของดาวเทียม LANDSAT ยังมีช่วงคลื่นความร้อนที่สามารถตรวจสอบหาอุณหภูมิของวัตถุต่าง ๆ ในภาพได้ ซึ่งสามารถนำมาประยุกต์ในการหาความร้อนจากพืช ซึ่งพืชจะเกิดความร้อนขึ้นเมื่อพืชอยู่ในสถานะเครียด อันเนื่องมาจากปัจจัยทั้งด้านกายภาพ เช่น ความแห้งแล้ง ขาดน้ำ และด้านชีวภาพ เช่น โรคพืช เพลี้ย หนอน เป็นต้น ดังนั้น เครื่องมือการสำรวจจากระยะไกล จะช่วยในการวิเคราะห์หาพื้นที่ได้ในเบื้องต้น ผู้วิจัย จึงได้ทดลองเพื่อหาเทคนิคในการวิเคราะห์หาการกระจายตัวของอุณหภูมิในพื้นที่ปลูกมันสำปะหลัง โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์ภาพวัตถุพื้นฐานและการทำเหมืองข้อมูลเพื่อจำแนกมันสำปะหลังจากภาพถ่ายจากดาวเทียมก่อน โดยรูปแบบการจำแนกที่ได้สามารถนำไปบูรณาการในการจำแนกพืชชนิดอื่นต่อไปได้ จากนั้น จึงนำพื้นที่ที่ได้จากการจำแนกไปวิเคราะห์หาอุณหภูมิต่อไป ซึ่งเมื่อพบพื้นที่ที่มีอุณหภูมิผิดปกติ จึงสำรวจเพื่อหาปัจจัยของการเกิดความเครียดในพืชต่อไป

ในการวิจัยครั้งนี้ ได้เลือกพื้นที่จังหวัดมหาสารคามในการวิจัย เนื่องจากจังหวัดมหาสารคามเป็นจังหวัดหนึ่งในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีที่ตั้งเป็นจุดกึ่งกลางของภูมิภาคนี้ มีลักษณะพื้นที่เป็นลูกคลื่นลอนลาด มีพื้นที่เหมาะในการปลูกพืชเศรษฐกิจและมีแนวโน้มการขยายตัวของ การปลูกมันสำปะหลัง โรงงานเพิ่มขึ้น โดยบัญชีแนบท้ายประกาศกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ เรื่อง การกำหนดเขตเหมาะสมสำหรับการปลูกมันสำปะหลัง จำแนกตามรายภาค จังหวัด

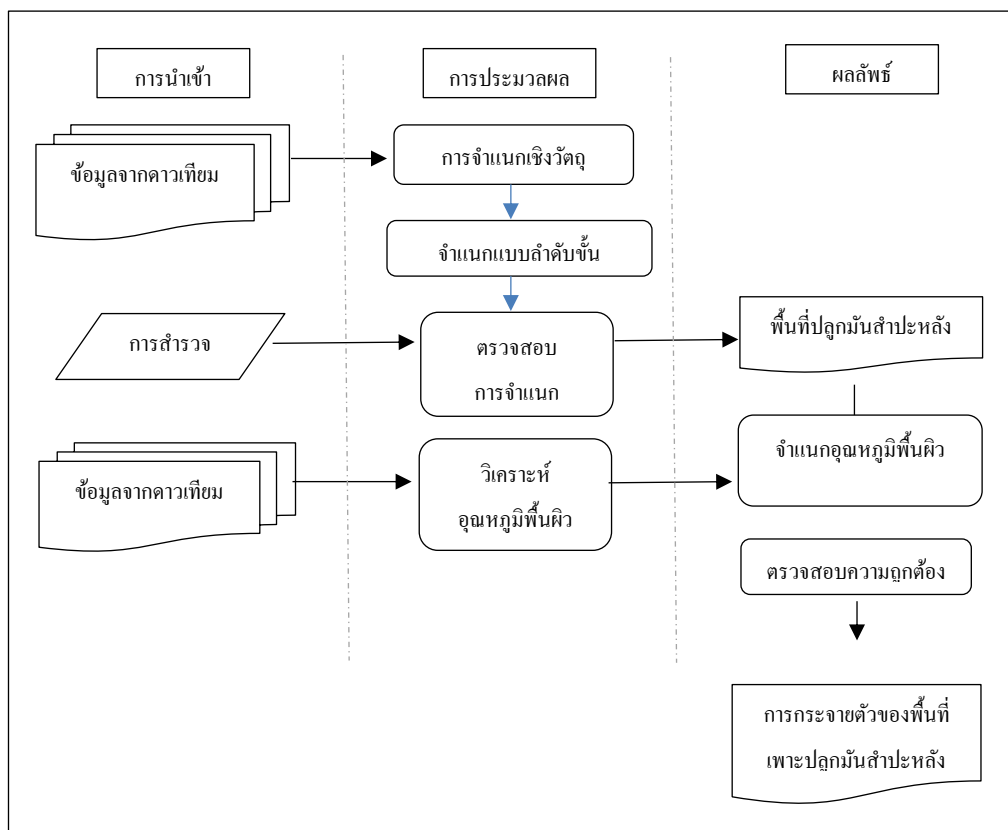
อำเภอ ตำบล ได้จัดให้จังหวัดมหาสารคามอยู่ในพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับปลูกมันสำปะหลัง ทั้งสิ้น 13 อำเภอ (กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2556, หน้า 185)

### วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. จำแนกพื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลังโรงงานด้วยเทคนิคการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ และการจำแนกแบบ Decision Tree
2. จำแนกพื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลังโรงงานด้วยข้อมูลอุณหภูมิพื้นผิวจากข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม
3. วิเคราะห์ความสัมพันธ์อุณหภูมิพื้นผิวและพื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลังโรงงาน

### กรอบแนวคิดการวิจัย

การดำเนินการวิจัย ผู้วิจัยมีแนวคิดในการวิเคราะห์แนวทางการดำเนินการจากภาพรวม ข้อมูลนำเข้า (Input) การประมวลผล (Process) และผลลัพธ์ (Output) ที่ได้ ดังแสดงในภาพที่ 1-1 ซึ่งสามารถอธิบายแนวทางการดำเนินงานวิจัย ดังนี้ โดยมีข้อมูลจากดาวเทียม LANDSAT 8 และ ข้อมูลจากการสำรวจ (Survey) เป็นข้อมูลนำเข้า สำหรับการประมวลผลนั้น ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยเทคนิคการจำแนกข้อมูลเชิงวัตถุ (Object Based Image Analysis: OBIA) และ เทคนิคในการวิเคราะห์อุณหภูมิพื้นผิว (Surface Temperature Analysis) ซึ่งจากการวิเคราะห์ การจำแนกข้อมูลจากดาวเทียมจะได้ผลลัพธ์ข้อมูลแผนที่การเพาะปลูกมันสำปะหลังโรงงาน (Cassava Planted) และแผนที่แสดงอุณหภูมิพื้นผิว เพื่อวิเคราะห์หาการกระจายตัวของอุณหภูมิพื้นผิวในแปลงเพาะปลูกมันสำปะหลัง โรงงาน



ภาพที่ 1 – 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

### ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

1. ได้พื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลังโรงงานจากข้อมูลจากดาวเทียมด้วยเทคนิคการจำแนกเชิงวัตถุ
2. ได้เทคนิคการจำแนกข้อมูลจากดาวเทียมรายละเอียดต่ำ ด้วยการจำแนกแบบ Decision Tree
3. สร้างความสัมพันธ์ระหว่างอนุกรมพื้นที่ผิวกับพื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลังโรงงาน
4. นำไปประยุกต์กับพืชเศรษฐกิจอื่น ๆ

### ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการศึกษาการกระจายตัวของอนุกรมในพื้นที่ปลูกมันสำปะหลัง ซึ่งมีขอบเขตการวิจัย ดังนี้

1. ขอบเขตพื้นที่ศึกษา

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตของพื้นที่ศึกษาตามวัตถุประสงค์ ดังนี้

1.1 ใช้พื้นที่ศึกษารอบคลุมจังหวัดมหาสารคาม พื้นที่ประมาณ 3,312,500 ไร่  
สำหรับการจำแนกพื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลังและการจำแนกอุณหภูมิพื้นผิว

1.2 ใช้ขอบเขตพื้นที่ครอบคลุม 10 x 10 ตารางกิโลเมตร เพื่อทดสอบความถูกต้อง

2. ขอบเขตด้านข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ใช้ข้อมูลจากดาวเทียม LANDSAT 8 และข้อมูลการสำรวจภาคสนาม

3. ขอบเขตด้านเทคนิคที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 การวิจัยนี้ได้ศึกษาการใช้เทคนิค OBIA ร่วมกับ การจำแนกด้วยวิธี Decision Tree  
ในการจำแนกพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังโรงงาน

3.2 ใช้การวิเคราะห์อุณหภูมิด้วยข้อมูล Thermal band เพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์  
ของพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังโรงงาน

### ข้อจำกัดของการวิจัย

ในงานวิจัยได้ใช้ข้อมูลดาวเทียม LANDSAT 8 ซึ่งรายละเอียดของข้อมูลภาพในช่วงคลื่น Visible มีรายละเอียดภาพ 30 เมตร และในช่วงคลื่น Thermal band มีรายละเอียดจุดภาพ 100 เมตร อาจทำให้การวิเคราะห์ข้อมูลจากดาวเทียมของอุณหภูมิคลาดเคลื่อนไปบ้าง

### นิยามศัพท์เฉพาะ

การจำแนกพื้นที่ปลูกพืชมันสำปะหลัง โรงงาน หมายถึง การจำแนกข้อมูลจากดาวเทียม ด้วยเทคนิค โปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อจำแนกพื้นที่ปลูกมันสำปะหลัง โรงงานออกจากพื้นที่อื่น ๆ

การจำแนกอุณหภูมิพื้นผิวพื้นที่ปลูกมันสำปะหลัง หมายถึง การนำข้อมูลจากดาวเทียม ช่วงคลื่นความร้อนมาวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อหาการกระจายตัวของอุณหภูมิ พื้นผิวในพื้นที่ปลูกมันสำปะหลัง โรงงาน

การวิเคราะห์ข้อมูลภาพเชิงวัตถุ (OBIA) หมายถึง การจำแนกข้อมูลด้วยการทำ Segmentation กับชุดข้อมูล เพื่อจัดกลุ่มของข้อมูลที่มีลักษณะคล้าย ๆ กันเข้าไว้ด้วยกันตามเงื่อนไข ที่กำหนด

การจำแนกด้วยวิธี โครงสร้างต้นไม้ (Decision Tree Classification) หมายถึง การจำแนก ชั้นข้อมูลด้วยค่าของข้อมูลที่ระดับชั้น จากชุดข้อมูลใหญ่ จนไปถึงชุดข้อมูลขนาดเล็ก ตาม เงื่อนไขที่กำหนด

ช่วงคลื่นความร้อน (Thermal Band) หมายถึง ข้อมูลในช่วงคลื่นความร้อนจากดาวเทียม LANDSAT 8 มี 2 Bands คือ Band 10 ความยาวคลื่น 10.60 - 11.19 (Thermal Infrared - TIRS 1) และ Band 11 ความยาวคลื่น 11.50 - 12.51 (Thermal Infrared - TIRS 2)

อุณหภูมิพื้นผิว (Surface Temperature) หมายถึง อุณหภูมิบริเวณพื้นผิวของพืชที่สามารถตรวจวัดได้จากกล้อง Thermal camera

กล้อง Thermal camera หมายถึง การสร้างภาพจากแสงอินฟราเรดที่แผ่กระจายออกจากวัตถุ โดยการใช้กล้องถ่ายภาพความร้อน และสร้างเป็นภาพแถบสี โดยที่วัตถุที่ร้อนกว่าจะแสดงสีสว่างและวัตถุที่เย็นกว่าจะแสดงสีมืดกว่า

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

กระบวนการในการวิเคราะห์ข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมในปัจจุบัน มีหลายเทคนิคที่ช่วยในการจำแนกภาพ กอปรกับข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมที่มีหลายช่วงคลื่น การสะท้อนพลังงานแสงและการบันทึกข้อมูลเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ต้องการและตรงตามวัตถุประสงค์ของผู้ใช้งาน ปัจจุบันการวิเคราะห์ด้วยคอมพิวเตอร์เข้ามามีบทบาทมากขึ้น ซึ่งการพัฒนาเทคนิคที่ใช้ในกระบวนการวิเคราะห์ข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมด้วยระบบคอมพิวเตอร์ ได้มีการพัฒนาเครื่องมือหรือโปรแกรมทางด้านเทคนิคต่าง ๆ ก้าวหน้ามากขึ้น เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้อง สะดวก ประหยัดเวลาและแรงงานมากที่สุด ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาลักษณะของข้อมูลจากดาวเทียมในช่วงคลื่นต่าง ๆ เพื่อค้นหาเทคนิคและหลักการทำงานด้านการวิเคราะห์และการจำแนก และศึกษาวิธีการนำเทคนิคเหมือนข้อมูลมาผสมผสานการทำงานด้านการวิเคราะห์ข้อมูลภาพเชิงวัตถุ ซึ่งการวิเคราะห์จะเกิดจากการเรียนรู้จากฐานข้อมูลขนาดใหญ่ของไฟล์ภาพ เพื่อช่วยในการจัดจำรูปแบบหรือกฎในการวิเคราะห์การจำแนกได้อย่างถูกต้องและแม่นยำมากขึ้น จากนั้น นำข้อมูลที่ได้ออกมาจากการจำแนกแล้วมาวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับสิ่งคลุมดิน เพื่อดูการกระจายตัวของอุณหภูมิในพื้นที่ปลูกมันสำปะหลัง โรงงาน เพื่อค้นหารูปแบบและลักษณะการกระจายตัวของความร้อนที่มีผลต่อการเกิดความเครียดในพืช ซึ่งผู้วิจัยได้จำแนกหัวข้อที่เกี่ยวข้องเพื่อการทบทวนหาความสำคัญ ดังนี้

พื้นที่ศึกษา

ข้อมูลเกี่ยวกับมันสำปะหลังและอุณหภูมิ

ข้อมูลและเทคนิคที่ใช้

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

พื้นที่ศึกษา

จังหวัดมหาสารคาม เป็นจังหวัดหนึ่งในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีพื้นที่ประมาณ 3,307,300 ไร่ ระยะทางห่างจากกรุงเทพฯ 475 กิโลเมตร จากรายงานประจำปีของจังหวัดมหาสารคาม (2557) ได้กล่าวถึงลักษณะโดยทั่วไปของจังหวัดมหาสารคาม ไว้ดังนี้

มีอาณาเขตติดต่อกับจังหวัดใกล้เคียง ดังนี้

ทิศเหนือ ติดต่อกับจังหวัดขอนแก่น และจังหวัดกาฬสินธุ์

ทิศใต้ ติดต่อกับจังหวัดสุรินทร์ และจังหวัดบุรีรัมย์

ทิศตะวันออก ติดต่อกับจังหวัดกาฬสินธุ์ และจังหวัดร้อยเอ็ด

ทิศตะวันตก ติดต่อกับจังหวัดขอนแก่น และจังหวัดบุรีรัมย์

ข้อมูลทั่วไปของจังหวัดมหาสารคาม มีรายละเอียดดังนี้

### 1. ภูมิประเทศ และภูมิอากาศ

โดยทั่วไป จังหวัดมหาสารคามมีพื้นที่ค่อนข้างราบเรียบถึงลูกคลื่นลอนลาด สูงจากระดับทะเลปานกลางประมาณ 130 – 230 เมตร ทิศตะวันตกและทิศเหนือเป็นที่สูงในเขตอำเภอโกสุมพิสัย อำเภอเขียงยืน และอำเภอกันทรวิชัย ครอบคลุมพื้นที่ประมาณครึ่งหนึ่งของจังหวัด และค่อย ๆ เทลาดมาทางทิศตะวันออกและทิศใต้

### 2. สภาพพื้นที่ แบ่งได้ 3 ลักษณะ ได้แก่

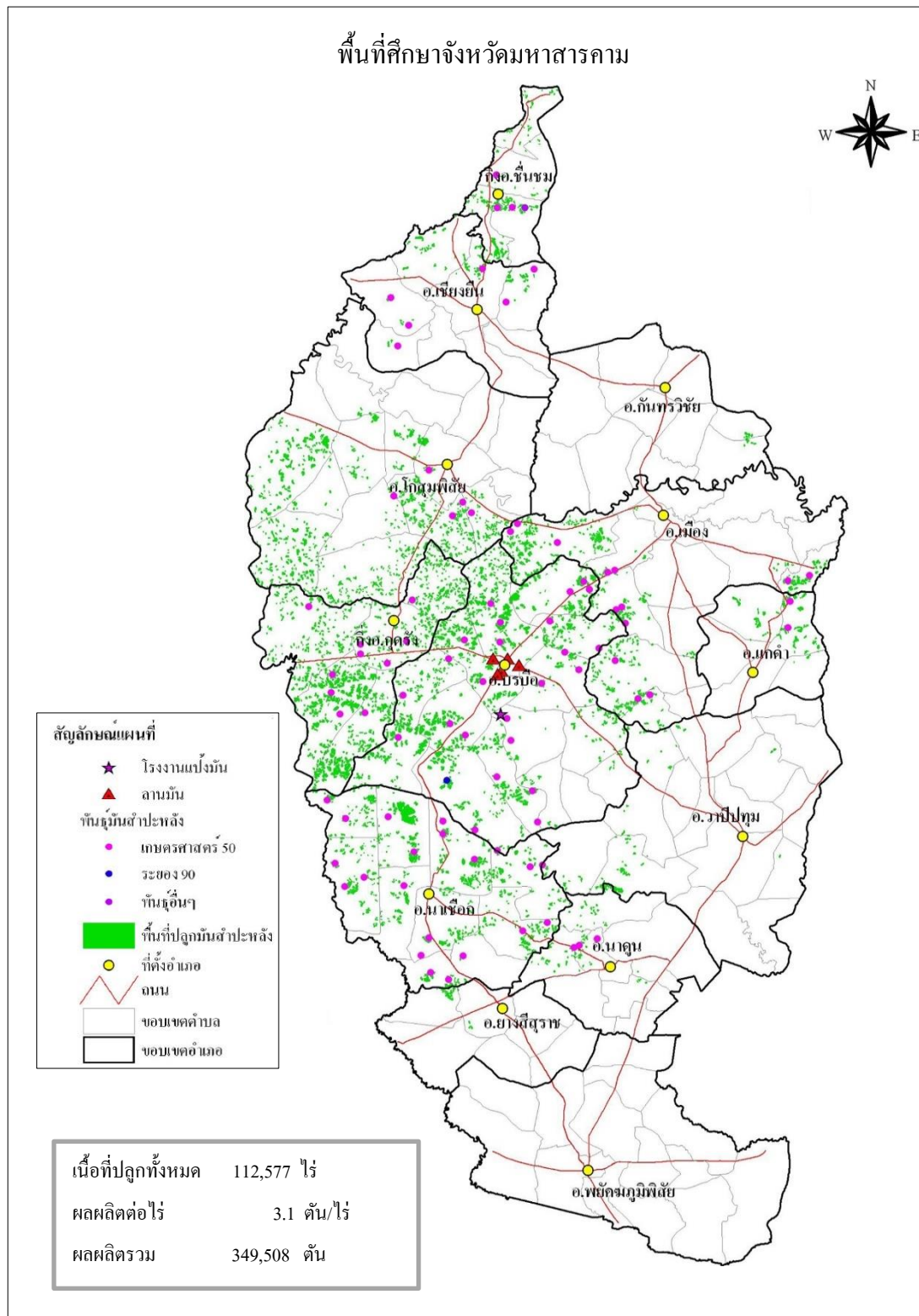
2.1 พื้นที่ราบเรียบถึงค่อนข้างราบเรียบ ส่วนใหญ่เป็นที่ราบลุ่มริมน้ำ เช่น ที่ราบลุ่มริมแม่น้ำชี ในบริเวณอำเภอเมืองมหาสารคาม อำเภอโกสุมพิสัย และทางตอนใต้ของจังหวัดแถบชายทุ่งกุลาร้องไห้

2.2 พื้นที่ค่อนข้างราบเรียบสลับกับลูกคลื่นลอนลาด ตอนเหนือของอำเภอพยัคฆภูมิพิสัย เป็นแนวยาวไปทางตะวันออก ถึงอำเภอเมืองมหาสารคาม

2.3 พื้นที่ลูกคลื่นลอนลาดสลับกับพื้นที่ลูกคลื่นลอนชัน ตอนเหนือและตะวันตกของจังหวัด บริเวณนี้มีเนื้อที่ประมาณครึ่งหนึ่งของจังหวัด

### 3. ลักษณะภูมิอากาศ

ในเขตจังหวัดมหาสารคาม เป็นแบบมรสุมเมืองร้อน มีฝนตกสลับกับอากาศแห้ง ในปี พ.ศ. 2555 มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือน 118.1 มิลลิเมตร และปริมาณน้ำฝนมากที่สุดที่ 414.9 มิลลิเมตร ในเดือนพฤษภาคม อุณหภูมิเฉลี่ยในเดือนมกราคม - กรกฎาคม ที่ 27.91 องศาเซลเซียส อุณหภูมิสูงสุด 39.3 องศาเซลเซียส ในเดือนเมษายน และอุณหภูมิต่ำสุด 15.0 องศาเซลเซียส ในเดือนมกราคม ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย ประมาณ 73.55 % (เดือนมกราคม - กรกฎาคม)



ภาพที่ 2-1 พื้นที่ปลูกล้มสำหรับปลูกล้ม จังหวัดมหาสารคาม  
ที่มา: กรมพัฒนาที่ดิน, 2549



## 4. การปกครองส่วนภูมิภาค

จังหวัดมหาสารคามแบ่งการปกครองออกเป็น 13 อำเภอ 133 ตำบล 1,804 หมู่บ้าน

## 5. การใช้ประโยชน์ที่ดิน

จังหวัดมหาสารคามมีพื้นที่ประมาณ 3,307,300 ไร่ ปี พ.ศ. 2554 มีพื้นที่ทำการเกษตรจำนวน 2,922,263 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 88.36 ของพื้นที่จังหวัด พืชเศรษฐกิจหลักที่สำคัญ ได้แก่ ข้าว นาปี อ้อยโรงงาน และมันสำปะหลังโรงงาน ซึ่งในส่วนของจังหวัดมหาสารคาม มีเนื้อที่เกี่ยวเกี่ยวผลผลิตต่อไร่ในปี พ.ศ. 2554/ 2555 และ พ.ศ.2555/ 2556 เป็นพื้นที่ 96,432 ไร่ และ 87,309 ไร่ ตามลำดับ และผลผลิตรวมของมันสำปะหลังโรงงานของจังหวัดมหาสารคาม ปี พ.ศ. 2554/ 2555 และ ปี พ.ศ. 2555/ 2556 เป็น 306,264 ตัน และ 286,635 ตัน ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 2-1 และ ตารางที่ 2-2

ตารางที่ 2-1 เนื้อที่เกี่ยวเกี่ยว ผลผลิตต่อไร่ และผลผลิตรวมของมันสำปะหลังโรงงานของจังหวัดมหาสารคาม ปี พ.ศ. 2554/ 2555 และ ปี พ.ศ. 2555/ 2556

ที่มา: สมาคมโรงงานผู้ผลิตมันสำปะหลัง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ, 2555

ชื่อพืช	เนื้อที่เกี่ยวเกี่ยว (ไร่)			ผลผลิตต่อไร่(ตัน/ไร่)			ผลผลิตรวม (ตัน)		
	ปี54/55	ปี55/56	%เพิ่ม/ลด	ปี54/55	ปี55/56	%เพิ่ม/ลด	ปี54/55	ปี55/56	%เพิ่ม/ลด
มันสำปะหลัง	96,432	96,057	-0.39	3.176	3.283	3.37	306,264	315,355	2.97

ตารางที่ 2-2 เนื้อที่เกี่ยวเกี่ยว ผลผลิตต่อไร่ และผลผลิตรวมของมันสำปะหลังโรงงานของจังหวัดมหาสารคาม ปี พ.ศ. 2555/ 2556 และ ปี พ.ศ. 2556/ 2557

ที่มา: สมาคมโรงงานผู้ผลิตมันสำปะหลัง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ, 2556

ชื่อพืช	เนื้อที่เกี่ยวเกี่ยว (ไร่)			ผลผลิตต่อไร่(ตัน/ไร่)			ผลผลิตรวม (ตัน)		
	ปี55/56	ปี56/57	%เพิ่ม/ลด	ปี55/56	ปี56/57	%เพิ่ม/ลด	ปี55/56	ปี56/57	%เพิ่ม/ลด
มันสำปะหลัง	87,309	89,459	2.50	3.283	3.394	3.38	286,635	303,746	5.97

## ข้อมูลเกี่ยวกับมันสำปะหลังโรงงานและอุณหภูมิพื้นผิว

### 1. มันสำปะหลังโรงงาน

มันสำปะหลัง เป็นพืชที่สามารถปลูกในพื้นที่คุณภาพดินค่อนข้างต่ำและมีความทนทานต่อความแห้งแล้ง ปลูกง่าย มีปัญหาในการผลิตน้อย ปรับตัวได้ดีในเกือบทุกสภาพพื้นที่แม้ดินจะไม่ดี ปัญหาโรคแมลงมีน้อย หัวสดมีตลาดรองรับแน่นอน การชุกเก็บเกี่ยวไม่ขึ้นกับฤดูกาลสามารถจะชะลอการเก็บเกี่ยวได้ ทนต่อความแห้งแล้งเมื่อเปรียบเทียบกับพืชไร่ชนิดอื่น หลังจากปลูกไปแล้วประมาณ 1-2 เดือน แม้จะไม่ได้รับความชื้นเลยเป็นเวลา 3-4 เดือน มันสำปะหลังยังสามารถเจริญเติบโตและให้ผลผลิตได้เมื่อได้รับความชื้นจากฝนอีกครั้ง

มันสำปะหลัง เป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศ เนื่องจาก เป็นทั้งพืชอาหารและพืชพลังงาน จากแนวโน้มการผลิตของประเทศไทย มีการผลิตที่สูงขึ้นในทุกปี จากข้อมูลสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร ปี พ.ศ.2554 มีการผลิต 18.89 ล้านตัน เพิ่มในปี พ.ศ.2546 เพิ่มเป็น 23.85 ล้านตัน ในปี 2550 มีผลผลิตเพิ่มเป็น 27.94 ล้านตัน ในปี พ.ศ.2552 มีผลผลิตเป็น 30.09 ล้านตัน ซึ่งประเทศไทยมีผลผลิตมากเป็นอันดับหนึ่งในภูมิภาคอาเซียน และหากพิจารณาผลผลิตมันสำปะหลังรวมในภูมิภาคอาเซียน ปี พ.ศ.2556 สามารถผลิตได้ 76.7 ล้านตัน คิดเป็นร้อยละ 30 ของโลก และผลผลิตมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เนื่องจากความต้องการใช้มีเพิ่มขึ้น (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2555)

สาเหตุที่มีการส่งเสริมให้มีการปลูกมันสำปะหลังจำนวนมากนั้น เนื่องจาก ในปัจจุบันรัฐบาลมีนโยบายส่งเสริมการนำหัวมันสำปะหลังมาผลิตเอทานอล เพื่อนำเอทานอลมาผสมกับน้ำมันเบนซินโดยใช้แทนสารเอเอ็มทีบีอี เรียกว่าน้ำมันเบนซินชนิดนี้ว่า “แก๊สโซฮอล์” (ประกาศช่างเหล็ก, สุดประสงค์ สุวรรณเลิศ และ สกล ฉายศรี, 2552) แต่ด้วยข้อจำกัดของพื้นที่ปลูกมันสำปะหลัง กอปรกับโรคระบาดทำให้ได้ผลผลิตลดลง ทั้งในส่วนของผลิตภัณฑ์เพื่อการส่งออก และสำหรับผลิตเอทานอล โดยสำนักเศรษฐกิจการเกษตร (สศก.) ได้ประมาณการผลิตมันสำปะหลังในปี พ.ศ. 2552 ไว้จำนวน 29.60 ล้านตัน ซึ่งจะนำไปแปรรูปเป็นมันเส้น มันเม็ด และแป้งมันเพื่อใช้ในประเทศและส่งออก เหลือผลผลิตส่วนเกินสำหรับนำมาผลิตเป็นเอทานอลจำนวน 1.25 ล้านตัน สามารถผลิตเอทานอลได้ 0.58 ล้านลิตร/วัน (กระทรวงพลังงาน, ม.ป.ป.) ดังนั้น เพื่อเป็นการส่งเสริมให้เกษตรกรหันมาปลูกมันสำปะหลังโรงงานเพิ่มขึ้น จึงต้องมีนโยบายในการส่งเสริมการผลิต และการเพิ่มปริมาณผลผลิตต่อไร่ โดยควบคุมการระบาดของโรคและศัตรูพืช ซึ่งหากมีการระบาดของโรคพืช อาจทำให้ผลผลิตต่อไร่ลดลง จากการสำรวจในฤดูการผลิตปี พ.ศ.2556/ 2557 พบว่า มีเพลี้ยแป้งสีชมพูระบาดในหลายพื้นที่ โดยพบการระบาดรุนแรงในอำเภอหนองบุญมาก จังหวัดนครราชสีมา ซึ่งเป็นแหล่งจำหน่ายต้นพันธุ์มันสำปะหลังซึ่งเป็นสาเหตุให้มีการแพร่กระจาย

ของเปลี้ยเป้งออกสู่พื้นที่เพาะปลูกในจังหวัดอื่น (คณะสำรวจภาวะการผลิตและการค้ามันสำปะหลัง ฤดูกาลผลิตปี พ.ศ.2556/ 2557, 2557) ซึ่งภาวะที่พืชเป็นโรคระบาดหรือมีศัตรูพืชนั้นจะก่อให้เกิดการชะงักการเจริญเติบโต หรือเรียกว่า พืชอยู่ในสภาวะเครียด

## 2. ข้อมูลจากดาวเทียมและอนุภูมิภาคพื้นผิว

### 2.1 ข้อมูลจากดาวเทียม LANDSAT 8

ดาวเทียม LANDSAT 8 มีเซนเซอร์ใหม่สองตัว คือ Operational Land Imager (OLI) ที่จะคอยถ่ายภาพพื้นผิวโลกในมุมต่าง ๆ รวมถึงน้ำทะเล และแนวปะการัง ส่งกลับมายังสถานีปฏิบัติการภาคพื้นดินเป็นระยะ กับ Thermal Infrared Sensor (TIRS) ซึ่งเป็นเซนเซอร์อินฟราเรดที่สามารถวัดรังสีความร้อนที่มาจากพื้นผิวโลกได้ โดยสามารถจับรายละเอียดภาพในระยะ 15-100 เมตร ซึ่งขึ้นอยู่กับความยาวคลื่นของแสงที่สามารถวัดได้ ดาวเทียม LANDSAT 8 จะโคจรรอบโลกหนึ่งรอบในเวลา 99 นาทีในแนวขั้วโลกเหนือได้โดยประมาณ ที่ระดับความสูงจากพื้น โลกประมาณ 705 กิโลเมตร โคจรรอบโลกวันละ 14 ครั้ง และจะโคจรกลับมาถ่ายภาพซ้ำตำแหน่งเดิมทุก 16 วัน ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 2-3

ตารางที่ 2-3 คุณสมบัติของข้อมูลจากดาวเทียม LANDSAT 8

ที่มา: USGS, 2015

ข้อมูล	คุณสมบัติ
Processing:	Level 1 T- Terrain Corrected
Pixel Size:	OLI multispectral bands 1-7,9 : 30-meters OLI panchromatic band 8 : 15-meters TIRS bands 10-11 : collected at 100 meters but resampled to 30 meters to match OLI multispectral bands
Data Characteristics:	GeoTIFF data format Cubic Convolution (CC) resampling North Up (MAP) orientation Universal Transverse Mercator (UTM) map projection (Polar Stereographic projection for scenes with a center latitude greater than or equal to -63.0 degrees)

## ตารางที่ 2-3 (ต่อ)

ข้อมูล	คุณสมบัติ
	World Geodetic System (WGS) 84 datum
	12 meter circular error, 90% confidence global accuracy for OLI
	41 meter circular error, 90% confidence global accuracy for TIRS
	16-bit pixel values
Data Delivery:	.tar.gz compressed file via HTTP Download
File size:	Approximately 1 GB (compressed), approximately 2 GB (uncompressed)

ดาวเทียม LANDSAT 8 สามารถถ่ายภาพในช่วงความยาวคลื่นต่าง ๆ ได้แก่ น้ำเงิน เขียว แดง อินฟราเรดใกล้จำนวน 2 ช่วง และอินฟราเรดคลื่นสั้นจำนวน 2 ช่วง ความละเอียดของจุดภาพ 30 เมตร ในช่วงคลื่นอินฟราเรดความร้อนจำนวน 2 ช่วงด้วยความละเอียด 100 เมตร และภาพขาวดำความละเอียด 15 เมตร ดังแสดงในตารางที่ 2-4

ตารางที่ 2-4 รายละเอียดความยาวคลื่น  
ที่มา: USGS, 2015

BAND	Wave Length (ไมโครเมตร)	Resolution (เมตร)
1	0.43 - 0.45 (Coastal Aerosol)	30
2	0.45 - 0.51 (Blue)	30
3	0.53 - 0.59 (Green)	30
4	0.64 - 0.67 (Red)	30
5	0.85 - 0.88 (Near Infrared NIR)	30
6	1.57 - 1.65 (SWIR 1)	30
7	2.11 - 2.29 (SWIR 2)	30

## ตารางที่ 2-4 (ต่อ)

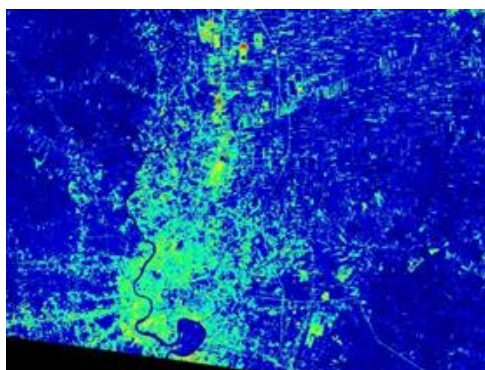
BAND	Wave Length (ไมโครเมตร)	Resolution (เมตร)
8	0.50 - 0.68 (Panchromatic)	15
9	1.36 - 1.38 (Cirrus)	30
10	10.60 - 11.19 (Thermal Infrared - TIRS 1)	100
11	11.50 - 12.51 (Thermal Infrared - TIRS 2)	100

## 2.2 ข้อมูลจากดาวเทียมช่วงคลื่นความร้อน

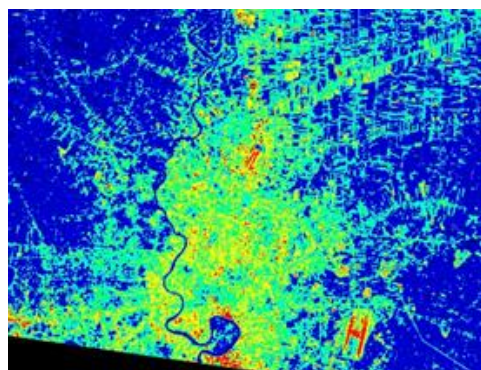
สำหรับข้อมูลจากดาวเทียม อุปกรณ์บนดาวเทียมจะสามารถตรวจจับพลังงานที่มาจากผิวโลกได้ด้วยวิธีการแผ่รังสีเท่านั้น ซึ่งพลังงานที่มีการแผ่รังสีออกมาจากพื้นผิวโลกผ่านชั้นบรรยากาศ จะมีปฏิสัมพันธ์กับชั้นบรรยากาศ ได้แก่ การกระเจิง การส่งผ่าน และการดูดกลืน โดยชั้นบรรยากาศที่ประกอบไปด้วยโมเลกุลของแก๊สต่าง ๆ มีการดูดกลืนพลังงานส่วนใหญ่ไป โดยยอมให้พลังงานบางส่วนผ่านได้ในช่วงความยาวคลื่นเพียงบางช่วง ได้แก่ ช่วงคลื่นที่ตามองเห็น ความยาวคลื่นตั้งแต่ 0.4-0.7 ไมโครเมตร อินฟราเรดสะท้อนบางส่วนในช่วงความยาวคลื่น 0.7-3 ไมโครเมตร และอินฟราเรดความร้อนตั้งแต่ 8-14 ไมโครเมตร แต่ชั้นโอโซนในชั้นบรรยากาศดูดกลืนพลังงานในช่วง 9-10 ไมโครเมตรไป ดังนั้น ในการรับรู้ความร้อนของพื้นผิวโลกจากระยะไกลจะใช้ช่วงคลื่น 10.5-12.5 ไมโครเมตร ซึ่งสอดคล้องกับอุณหภูมิบนผิวโลก ซึ่งเรียกอุปกรณ์ที่สามารถรับรู้และสามารถตอบสนองต่อความยาวคลื่นในช่วงที่มีการแผ่รังสีสูงสุดที่อุณหภูมินี้ได้ว่า อุปกรณ์รับรู้เชิงความร้อน (Thermal sensor) (สมพงษ์ เลียงโรคาพาธ, 2556)

สมพงษ์ เลียงโรคาพาธ (2556) ได้วิจัยและแสดงให้เห็นความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างเขตเมืองและชนบท จากภาพที่ 2-2 ภาพถ่ายบริเวณกรุงเทพมหานครและปริมณฑล (ก) แสดงข้อมูลภาพจากอุปกรณ์ ETM+ บนดาวเทียม LANDSAT 7 บันทึกเมื่อวันที่ 8 มกราคม พ.ศ.2545 เวลาท้องถิ่นประมาณ 10:26 น. ช่วงเช้า และมีความละเอียดเชิงพื้นที่ 60 m (ข) ภาพจากอุปกรณ์ TM บนดาวเทียม LANDSAT 5 บันทึกเมื่อวันที่ 19 มกราคม พ.ศ.2552 เวลาท้องถิ่นประมาณ 10:22 น. ช่วงเช้า และมีความละเอียดเชิงพื้นที่ 120 เมตร บริเวณพื้นที่สีแดงเข้มมีอุณหภูมิสูงกว่า 35 องศาเซลเซียส จากงานวิจัยพบว่าในภาพปี พ.ศ.2552 มีพื้นที่ที่มีความแตกต่างของอุณหภูมิที่มีสีเขียวเข้มจนถึงแดงเกิดขึ้นมากกว่าในปี พ.ศ.2545 และในภาพปี พ.ศ.2552 จะเห็นอุณหภูมิที่แตกต่างกันสูงมากในบริเวณสนามบินทั้งสอง ได้แก่ สนามบินดอนเมือง และสนามบิน

สุวรรณภูมิ เมื่อพื้นที่สีเขียวเข้มหมายถึง มีอุณหภูมิสูงกว่าในชนบทมากกว่า 3 องศาเซลเซียส สีเหลือง แสดงถึงความแตกต่าง 4 องศาเซลเซียส และสีแดง แสดงถึงความแตกต่างมากกว่า 5 องศาเซลเซียส ซึ่งหมายถึงในภาพปี พ.ศ.2552 พบการเกิด UHI (Urban Heat Island) ในช่วงกลางวันได้ชัดเจนมากและมากกว่าปี พ.ศ.2545 นอกจากนี้ ยังสามารถสังเกตการขยายตัวของเมืองออกไปในทิศทางต่าง ๆ ได้ค่อนข้างชัดเจน



(ก) ปี พ.ศ.2545



(ข) ปี พ.ศ.2552

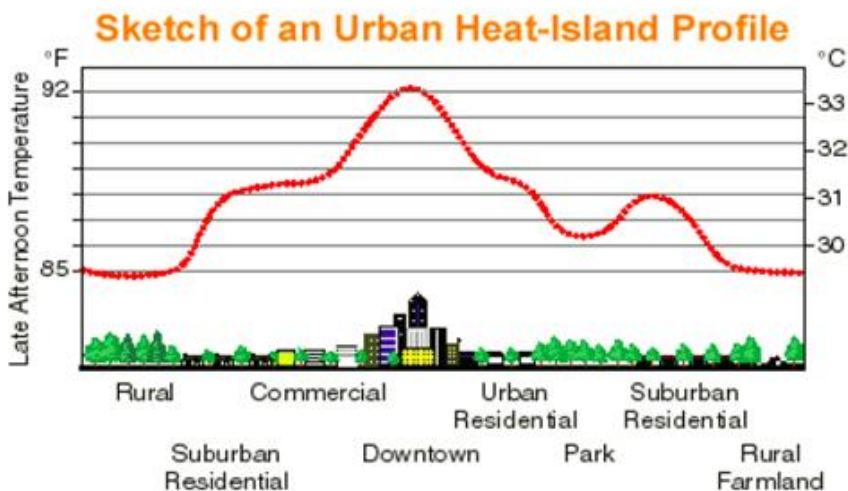
ภาพที่ 2 - ภาพถ่ายจากดาวเทียมบริเวณกรุงเทพมหานครฯ และปริมณฑล

(ก) ปี พ.ศ.2545 และ (ข) ปี พ.ศ.2552

ที่มา: สมพงษ์ เลียงโรคาพาธ, 2556

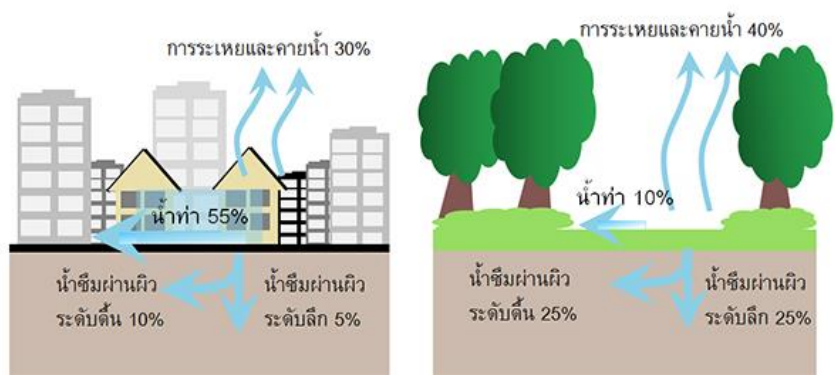
### 3. สิ่งปกคลุมดินที่มีผลต่ออุณหภูมิพื้นผิว

สิ่งปกคลุมดินแต่ละชนิดมีการดูดกลืนและถ่ายเทพลังงานความร้อนที่ต่างกัน เช่น บริเวณที่เป็นเมืองนั้นจะถูกปกคลุมด้วยวัสดุพื้นผิวที่แห้งและไม่ดูดซับความชื้น ได้แก่ คอนกรีต และยางมะตอย ทำให้การดูดซับพลังงาน และปลดปล่อยพลังงานของพื้นผิวส่วนใหญ่ของเมืองต่างจากพื้นผิวธรรมชาติอย่างในชนบทซึ่งเป็นพื้นผิวน้ำที่สามารถแทรกซึมได้ดี และมีความชื้น เช่น ดิน พืชพรรณ และแหล่งน้ำ ดังแสดงในภาพที่ 2-3 ซึ่งผลจากความแตกต่างด้านอุณหภูมิของพื้นผิวน้ำก่อให้เกิดปรากฏการณ์ที่เรียกว่า ปรากฏการณ์โดมความร้อน หรือ เกาะร้อน เป็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นอันเนื่องมาจากอุณหภูมิบริเวณเมืองหลวงมีความแตกต่างกับบริเวณที่เป็นแหล่งน้ำหรือพืชพรรณ อุณหภูมิของอากาศระหว่างวันของเมืองใหญ่อาจสูงกว่าพื้นที่โดยรอบ 1 ถึง 3 องศาเซลเซียส และในช่วงเวลากลางคืนความแตกต่างของอุณหภูมิอาจสูงถึง 12 องศาเซลเซียส อุณหภูมิที่ต่างกันนี้ทำให้เกิดการกักตัวของปรากฏการณ์เกาะความร้อนในเขตเมือง (Urban Heat Island, UHI) ขึ้น



ภาพที่ 2 - 3 อุณหภูมิพื้นผิวบริเวณต่าง ๆ  
ที่มา: สมพงษ์ เลียงโรคาพาธ, 2556

พื้นดินส่วนใหญ่ถูกปกคลุมไปด้วยพืชพรรณและดิน ต้นไม้และพืชพรรณซึ่งช่วยให้อุณหภูมิของผิวดินลดต่ำลง และช่วยลดอุณหภูมิในอากาศผ่านกระบวนการระเหยและคายน้ำ (Evapotranspiration) โดยต้นไม้คายน้ำสู่อากาศรอบ ๆ ทำให้ความร้อนโดยรอบค่อย ๆ ลดลง ในทางตรงข้าม พื้นที่เขตเมืองมีลักษณะพื้นผิวที่แห้ง น้ำไม่สามารถผ่านได้ ได้แก่ วัสดุปูหลังคา ทั่วไป พื้นทางเท้า ถนน และพื้นที่จอดรถ พื้นที่สิ่งปลูกสร้างคายน้ำออกสู่อากาศในปริมาณที่น้อยกว่า จึงส่งผลให้อุณหภูมิที่พื้นผิวและในอากาศสูงขึ้น ดังแสดงในภาพที่ 2-4



ภาพที่ 2 - 4 ลักษณะสิ่งคลุมดินชนิดต่าง ๆ ที่มีผลต่ออุณหภูมิพื้นผิว  
ที่มา: สมพงษ์ เลียงโรคาพาธ, 2556

ดังนั้น จากการศึกษางานวิจัยและเอกสารต่าง ๆ เกี่ยวกับความเครียดของพืชและอุณหภูมิ แล้ว ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า หากพืชอยู่ในสภาวะเครียดไม่ว่าจะเป็น Biotic stress หรือ Abiotic stress จะส่งผลให้เกิดปฏิกิริยาทางเคมีที่ปากใบของพืช ปากใบจะปิดเพื่อลดการคายน้ำและทำให้อุณหภูมิที่บริเวณผิวใบมีอุณหภูมิที่สูงขึ้น ซึ่งสามารถตรวจวัดได้ด้วยช่วงคลื่นความร้อน (Thermal Infrared) ทั้งจากกล้อง Thermal camera และในข้อมูลจากดาวเทียม (Thermal sensor) ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ ได้ใช้ข้อมูลจากดาวเทียม LANDSAT 8 Band 10 ความยาวคลื่น 10.60-11.19 และ Band 11 ความยาวคลื่น 11.50-12.51 ซึ่งจากบทความของ สมพงษ์ เลียงโรคาพาธ (2556) ได้เขียนอธิบายไว้ถึงปรากฏการณ์เกาะร้อนที่พบได้ส่วนใหญ่จะพบในพื้นที่เมืองซึ่งมีอุณหภูมิที่สูงกว่าชนบทหรือบริเวณที่มีพืชพรรณ ดังนั้น หากต้องการวิเคราะห์การกระจายตัวของอุณหภูมิพื้นผิวของพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังโรงงาน โดยใช้ข้อมูลจากดาวเทียม LANDSAT 8 ในการวิเคราะห์หาความเครียดของมันสำปะหลังโรงงาน โดยใช้ช่วงคลื่น Thermal band นั้น ผู้วิจัยจึงได้ใช้เทคนิค OBIA มาช่วยในการแยกพื้นที่มันสำปะหลังโรงงานออกจากพื้นที่เมืองและพื้นที่อื่น ๆ เพื่อให้ได้ข้อมูลเฉพาะของอุณหภูมิพื้นผิวบริเวณแปลงมันสำปะหลังโรงงานเท่านั้น แล้วจึงนำภาพที่ได้ไปวิเคราะห์หาการกระจายตัวของอุณหภูมิของพืชต่อไป

### ข้อมูลและเทคนิคที่ใช้

ในอดีตการจำแนกข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมต้องอาศัยความชำนาญทางระดับสายตาของมนุษย์ในการแปลภาพ (Interpret) เพื่อหาขอบเขต (Boundary) สิ่งคลุมดิน การใช้ประโยชน์ที่ดิน เช่น การเพาะปลูกพืชชนิดต่าง ๆ อาคารบ้านเรือน ถนน หรือใช้สำหรับการติดตามการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ทางการเกษตรและป่าไม้ ปัจจุบันได้มีการพัฒนาเทคนิคในการจำแนกข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมมากมาย โดยส่วนมากแล้วนิยมใช้กระบวนการจำแนกเชิงจุดภาพ (Pixel –Based Classification) ซึ่งอาศัยค่าการสะท้อนแสง (Digital Number) ของวัตถุบนผิวโลกในแต่ละจุดภาพที่มีความแตกต่างกันในการจำแนก แต่ค่าการสะท้อนแสงของวัตถุต่างชนิดกันอาจมีค่าลักษณะของข้อมูลที่ใกล้เคียงกัน ทำให้เกิดความผิดพลาดในการจำแนกได้ง่าย ปัจจุบันได้มีการพัฒนาเทคนิคในการจำแนกข้อมูลเชิงวัตถุ (Object Based Image Analysis : OBIA) ซึ่งอาศัยการจำแนกด้วยค่าการสะท้อนแสงเช่นเดียวกัน แต่พิจารณาไปถึงขนาด รูปร่าง สี ความเรียบ และการเกาะกลุ่มของข้อมูลที่ได้จากภาพถ่ายจากดาวเทียม รวมไปถึงค่าความสำคัญของช่วงคลื่น แล้วสร้างเป็นวัตถุขึ้นมาใหม่ ซึ่งเรียกว่ากระบวนการนี้ว่า ขั้นตอนการแบ่งส่วน (Segmentation) และจากนั้นจึงทำการจำแนกวัตถุนั้นจากค่าการสะท้อนแสงรวมของวัตถุที่สร้างขึ้น ซึ่งวิธีการนี้เป็นการรวมค่า



การสะท้อนแสงที่ใกล้เคียงกันของจุดภาพเข้าด้วยกัน (ฐิตาภรณ์ สาดแสงจันทร์, 2556) ในงานวิจัยนี้ ได้นำเทคนิคการจำแนกข้อมูลภาพเชิงเทคนิค (Object Base Image Analysis) และเทคนิคการจำแนกแบบลำดับขั้น (Decision Tree) มาใช้ในการจำแนกข้อมูลมันสำปะหลัง ดังนี้

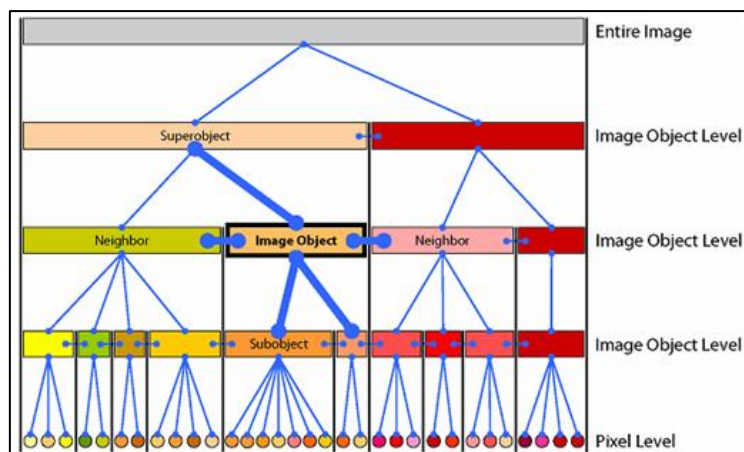
#### 1. การวิเคราะห์ข้อมูลภาพเชิงวัตถุ (Object Based Image Analysis)

การวิเคราะห์ข้อมูลภาพเชิงวัตถุ (Object Based Image Analysis : OBIA) เป็นเทคนิคหนึ่งซึ่งใช้สำหรับการจำแนกข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม โดยอาศัยคุณลักษณะของวัตถุเชิงภาพ (Image Object) หรือกลุ่มของจุดภาพ (Pixel object) แทนการใช้ค่าสะท้อนพลังงานของจุดภาพเดี่ยว (Pixel) โดยมีวิธีการที่สำคัญคือ การแบ่งแยกชุดข้อมูลเป็นส่วน ๆ หรือเรียกว่า เซกเมนต์ชัน (Segmentation) อาจกล่าวได้ว่า Segmentation เป็นกระบวนการแบ่งส่วนของภาพ (Image) ออกเป็นหลายพื้นที่ (Region) หรือแบ่งเป็นวัตถุ (Object) หลายชนิด ตามลักษณะของการเป็นเนื้อเดียวกัน (Homogenous areas) หรือมีความสัมพันธ์กัน (Relatively homogeneous areas) เพื่อพยายามสร้างวัตถุและใช้วัตถุที่สร้างขึ้นมาอธิบายชั้นข้อมูล (Class) อันเป็นตัวแทนของวัตถุที่ใช้ในการจำแนกจากการศึกษาผลงานที่ได้มีการทดสอบความถูกต้องของวิธีการจำแนกเชิงวัตถุจะมีค่าโดยประมาณ 78-97% (ฐิตาภรณ์ สาดแสงจันทร์, 2556)

ในเทคนิคการทำ OBIA มีขั้นตอนการทำงานดังนี้

##### 1.1 การแบ่งข้อมูลภาพ (Segmentation)

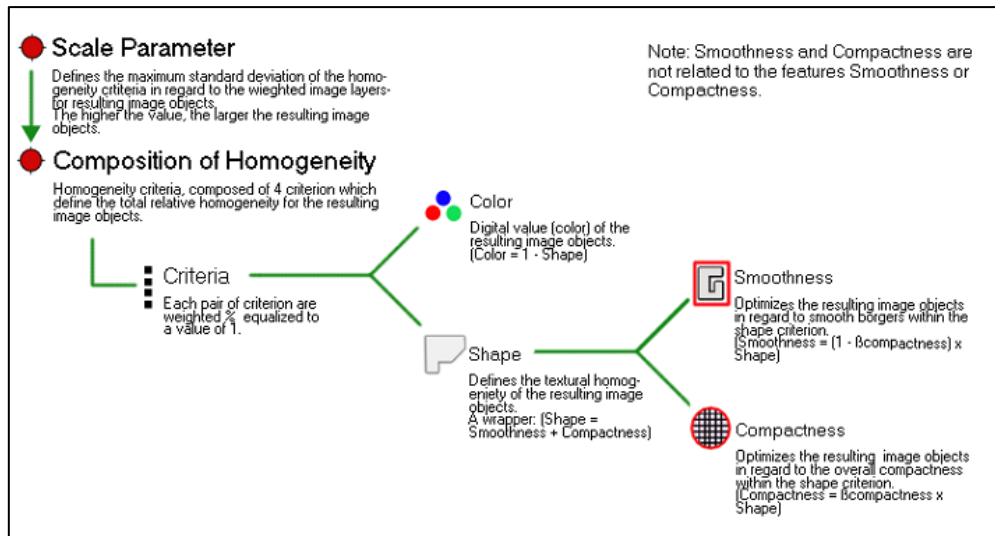
การแบ่งข้อมูลภาพ (Segmentation) หรือการสร้างวัตถุภาพ (Object creation) เป็นกระบวนการสร้างวัตถุภาพจากการจับกลุ่มจุดภาพที่อยู่ใกล้เคียงกันให้เป็นพื้นที่เป็นส่วน ๆ (Regions or segment) ทั้งนี้การจับกลุ่มข้อมูลจะขึ้นอยู่กับค่าของข้อมูลการสะท้อนแสงเชิงคลื่นของภาพ (Digital Number) และรูปแบบ (Texture) ของข้อมูลภาพ ตามลักษณะเฉพาะของพื้นที่จริงบนพื้นโลกที่แสดงลักษณะเด่น เช่น ลักษณะแปลงการเพาะปลูกของพืชแต่ละชนิด ลักษณะป่าไม้ ลักษณะของแหล่งน้ำตามธรรมชาติและแหล่งน้ำที่สร้างขึ้น ถนน อาคาร เป็นต้น ดังนั้น การสร้างวัตถุภาพจึงเป็นการรวมกลุ่มของจุดภาพที่มีความคล้ายกัน (Similar) กับคุณสมบัติเชิงคลื่นอื่น ๆ เช่น ขนาดรูปร่าง และพื้นที่ผิวที่อยู่รอบ ๆ จุดภาพนั้น ซึ่งสามารถสร้างวัตถุภาพได้จากหลายเงื่อนไขและหลายวิธี



ภาพที่ 2-5 การแบ่งและรวมจุดภาพให้กลายเป็นวัตถุภาพ

ที่มา: Definiens Developer 7, User Guide, 2016. p. 26

จากภาพที่ 2-5 โดยขั้นตอนของการสร้างวัตถุภาพจะเริ่มจากจุดภาพจุดหนึ่งจะทำการรวมกับจุดภาพข้างเคียงที่มีคุณลักษณะสอดคล้องกับเงื่อนไขที่กำหนดไว้ โดยพิจารณาจากการกำหนดค่าพารามิเตอร์ ได้แก่ สเกลพารามิเตอร์ (Scale Parameter) ความสัมพันธ์ระหว่างค่าสี (Color) และรูปร่าง (Shape) ค่าน้ำหนักของรังสีช่วงคลื่น (Spectral band) และแบบรูป (Form factor) รูปร่าง (Shape) ความสัมพันธ์ระหว่างความเป็นปึกแผ่น (Compactness) และความเรียบเนียน (Smoothness) (ฐิตาภรณ์ สาดแสงจันทร์, 2556) เป็นต้น ประกอบรวมกันเป็นวัตถุเชิงภาพ แต่ถ้าจุดข้างเคียงที่พิจารณามีคุณลักษณะไม่สอดคล้องกับเงื่อนไขที่กำหนด จะใช้จุดดังกล่าวเป็นจุดเริ่มต้นต่อไปในการพิจารณากับจุดข้างเคียง เมื่อจุดภาพสามารถรวมกัน สร้างเป็นรูปปิดที่เรียกว่า วัตถุเชิงภาพ ได้แล้ว วัตถุเชิงภาพนั้นจะถูกเก็บไว้ในระดับของวัตถุเชิงภาพ (Image Object Levels) เพื่อใช้ในการแสดงผลต่อไป (ฐิตาภรณ์ สาดแสงจันทร์, 2556) ซึ่งผลลัพธ์ของวัตถุภาพที่ได้จะขึ้นอยู่กับรูปร่าง ขนาด สี และ Pixel topology ที่กำหนดในตอนทำการสร้างวัตถุภาพ และขึ้นอยู่กับภาพที่นำมาทำการสร้างวัตถุภาพนั้น เช่น คุณภาพ (Image quality) ช่วงคลื่น (Band) และความละเอียดของภาพ (Image resolution)



ภาพที่ 2-6 ปัจจัยที่สำคัญในการสร้างวัตถุภาพ

ที่มา: จูิตาภรณ์ สาดแสงจันทร์, 2556

จากภาพที่ 2-6 กระบวนการทำงานของการสร้างวัตถุภาพ สามารถใช้ปัจจัยต่าง ๆ ที่เหมาะสมกับข้อมูลภาพแต่ละภาพ ซึ่งเทคนิค Multi-resolution Segmentation เป็นเทคนิคในการสร้างวัตถุภาพโดยอาศัยข้อมูลคุณลักษณะบางอย่างที่คล้ายกันของจุดภาพที่อยู่ติดกัน เป็นวิธีรวมจุดภาพจากล่างขึ้นบน (Bottom-up Segmentation) สามารถกำหนดปัจจัยที่เหมาะสมได้ ดังนี้

1.1.1 สเกลพารามิเตอร์ (Scale parameter) เป็นตัวกำหนดขนาดของการสร้างวัตถุภาพ ซึ่งเป็นตัวกำหนดค่าที่จะยอมให้เกิดลักษณะที่แตกต่างกันสำหรับวัตถุภาพ กล่าวคือ ถ้าสเกลแวลู (Scale value) มีค่าสูง ค่าความแปรปรวนของแต่ละเซกเมนต์ (Segment) ก็จะสูงและขนาดของวัตถุภาพจะมีขนาดใหญ่ และหาก Scale value มีค่าน้อย ค่าความแปรปรวนของ Segment ก็จะน้อยขนาดของวัตถุภาพจะมีขนาดเล็ก กล่าวคือ ขนาดของ Scale value ที่กำหนดจะถูกใช้เป็นตัวแยกความแตกต่างของพื้นที่ (Region) ทั้งนี้การกำหนดค่า Scale value นั้น ขึ้นกับลักษณะเฉพาะของแต่ละพื้นที่ที่มีความเป็นเนื้อเดียวกันของข้อมูลเล็กน้อยเพียงใด จึงไม่สามารถกำหนดเป็นค่าที่แน่นอนได้

1.1.2 สี (Color) สี เป็นการใช้สีของจุดภาพในการพิจารณาเพื่อสร้างวัตถุภาพขึ้นมา ซึ่งจะมีค่าผกผันกับค่าของรูปร่าง กล่าวคือ ถ้าค่าสีมากจะมีอิทธิพลต่อการทำเซกเมนต์เดชัน (Segmentation) มาก ค่าของรูปร่างจะต้องมีค่าน้อยซึ่งจะมีอิทธิพลน้อยกว่า และหากค่าทั้งสองเท่ากันก็จะมีอิทธิพลต่อการทำเซกเมนต์เดชันเท่า ๆ กัน ซึ่งสามารถกำหนดค่าน้ำหนักของคุณลักษณะ ได้ตั้งแต่ 0-1 ซึ่ง 1 มีค่าเทียบได้กับ 100%

1.1.3 รูปร่าง (Shape) เป็นการเลือกรูปร่างของวัตถุภาพที่จะถูกสร้างขึ้นมาเป็นปัจจัยในการพิจารณาเพื่อสร้างวัตถุภาพ สามารถกำหนดค่าน้ำหนักของคุณลักษณะได้ตั้งแต่ 0-1 ซึ่ง 1 มีค่าเทียบได้กับ 100%

1.1.4 ความหนาแน่น (Compactness) เป็นการพิจารณาคุณภาพที่จะสร้างแบบใช้ปัจจัยด้านรูปร่างที่มีลักษณะเกาะกลุ่มกันแน่น เช่น บริเวณที่มีการปลูกพืชหนาแน่น สามารถกำหนดค่าน้ำหนักของคุณลักษณะ ได้ตั้งแต่ 0 – 1 ซึ่ง 1 มีค่าเทียบเท่ากับ 100%

1.1.5 ความราบเรียบ (Smoothness) เป็นการพิจารณาวัตถุเชิงภาพที่จะสร้างแบบใช้ปัจจัยด้านรูปร่างที่มีลักษณะวางตัวสม่ำเสมอ เช่น บริเวณที่เป็นนาข้าวหนาแน่น สามารถกำหนดค่าน้ำหนักของคุณลักษณะ ได้ตั้งแต่ 0 – 1 ซึ่ง 1 มีค่าเทียบเท่ากับ 100%

วิธีการทำงานของ Multi-Resolution Segmentation คือ ใช้ค่าพารามิเตอร์ที่กำหนดมาวิเคราะห์กับจุดภาพที่สนใจจุดใดจุดหนึ่ง จากนั้นจะทำการเปรียบเทียบคุณลักษณะกับจุดภาพใกล้เคียงกันจะถูกจัดและสร้างให้เป็นวัตถุภาพเดียวกัน แต่ถ้าจุดภาพไม่มีคุณลักษณะใกล้เคียงกันตามพารามิเตอร์ ก็จะไม่ถูกสร้างเป็นวัตถุภาพเดียวกัน

## 2. ดัชนีพืชพรรณ

ในการสร้างชุดข้อมูลดัชนีพืชพรรณ จากข้อมูลดาวเทียม LANDSAT 8 นั้น ใช้ข้อมูลจากช่วงคลื่น NIR และ RED ในการคำนวณ โดยใช้สมการ ดังนี้

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED} \quad (2-1)$$

โดยที่ NDVI คือ ดัชนีพืชพรรณ

NIR คือ ช่วงคลื่น Near Infrared ความยาวคลื่น 0.85 - 0.88 ไมโครเมตร

RED คือ ช่วงคลื่นสีแดง ความยาวคลื่น 0.64 - 0.67 ไมโครเมตร

## 3. เทคนิคการจำแนก (Classification)

เทคนิคการจำแนกประเภทข้อมูล (Data Classification) และการจัดกลุ่ม (Cluster) เป็นเทคนิคที่สำคัญของการสืบค้นความรู้บนฐานข้อมูลขนาดใหญ่ (Knowledge Discovery from very large Database : KDD) หรือ การทำเหมืองข้อมูล (Data Mining) เทคนิคในการจำแนกข้อมูล (ซิดชนก ส่งศิริ, ธนาวิฑ์ รักธรรมานนท์ และ กฤษณะ ไวยมัย, 2550) เป็นกระบวนการสร้างโมเดลจัดการข้อมูลให้อยู่ในกลุ่มที่กำหนดมาให้จากกลุ่มตัวอย่างข้อมูลที่เรียกว่า ข้อมูลสอนระบบ

(Training data) ที่แต่ละแถวของข้อมูลประกอบด้วยฟิลด์ (Field) หรือแอทริบิวต์ (Attribute) จำนวนมาก Attribute นี้ อาจเป็นค่าต่อเนื่อง (Continuous) หรือค่ากลุ่ม (Categorical) โดยจะมี Attribute แบ่ง (Classifying attribute) ซึ่งจะเป็นตัวบ่งชี้คลาสของข้อมูล จุดประสงค์ของการจำแนกประเภทข้อมูลคือ การสร้างโมเดลการแยก Attribute หนึ่งโดยขึ้นกับ Attribute อื่น โมเดลที่ได้จากการจำแนกประเภทข้อมูลจะทำให้สามารถพิจารณาคลาสในข้อมูลที่ยังไม่ได้แบ่งกลุ่มในอนาคตได้ เทคนิคการจำแนกประเภทข้อมูลนี้ได้นำไปประยุกต์ในหลายด้าน เช่น การจัดกลุ่มลูกค้าทางการตลาด การตรวจสอบความผิดปกติ และการวิเคราะห์ทางการแพทย์

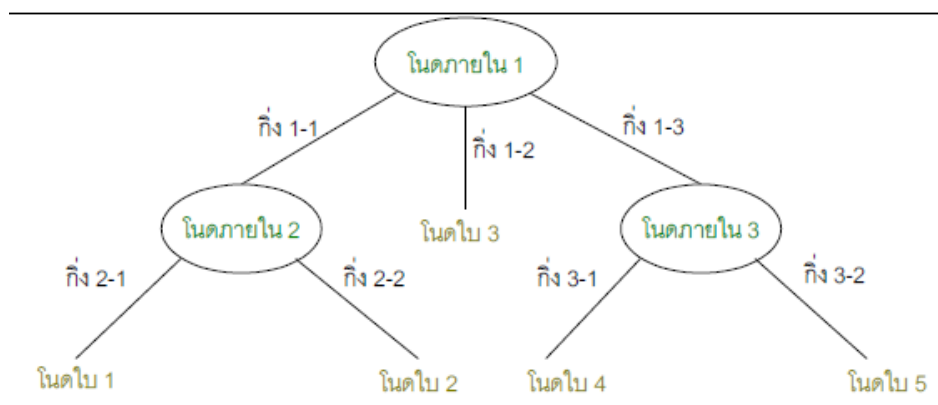
การจำแนกด้วยเทคนิคการสร้างต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree) ต้นไม้ตัดสินใจ เป็นแบบจำลองที่มีลักษณะคล้ายกับต้นไม้ โดยจะสร้างกฎต่าง ๆ ขึ้นเพื่อใช้ในการตัดสินใจ นับเป็นการเรียนรู้ที่มีการใช้งานมากที่สุดแบบหนึ่ง เนื่องจากความไม่ซับซ้อนของกระบวนการ การเรียนรู้แบบนี้เป็นการเรียนรู้โดยการจำแนก (Classification) ข้อมูลออกเป็นกลุ่ม (Class) ต่าง ๆ โดยใช้คุณสมบัติ (Attribute) ของข้อมูลในการแยกแยะ ต้นไม้ตัดสินใจที่ได้จากการเรียนรู้ทำให้ทราบว่า คุณสมบัติใดของข้อมูลที่เป็นตัวกำหนดการจำแนก และคุณสมบัติแต่ละตัวของข้อมูลมีความสำคัญมากน้อยต่างกันอย่างไร ซึ่งเป็นประโยชน์ช่วยให้ผู้ใช้สามารถวิเคราะห์ข้อมูลและตัดสินใจถูกต้องยิ่งขึ้น (บุญเสริม กิจศิริกุล, 2546 : 19-27)

การแทนต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree Representation) ผลลัพธ์ของการเรียนรู้ต้นไม้ตัดสินใจจะแสดงในรูปต้นไม้ ประกอบด้วย

3.1 โหนดภายใน (Internal node) คือ คุณสมบัติต่าง ๆ ของข้อมูล ซึ่งเมื่อข้อมูลใด ๆ ตกลงมาที่โหนด จะใช้คุณสมบัตินี้เป็นตัวตัดสินใจว่าข้อมูลจะไปในทิศทางใด โดยโหนดภายในที่เป็นจุดเริ่มต้นของต้นไม้เรียกว่า โหนดราก (Root node)

3.2 กิ่ง (Branch link) เป็นค่าคุณสมบัติของคุณสมบัติในโหนดภายในที่แตกกิ่งนี้ออกมา ซึ่งโหนดภายในจะแตกกิ่งเป็นจำนวนเท่ากับจำนวนค่าคุณสมบัติของโหนดภายในนั้น

3.3 โหนดใบ (Leaf node) คือ กลุ่มต่าง ๆ ซึ่งเป็นผลลัพธ์ในการแยกแยะข้อมูล เป็นขั้นตอนสุดท้ายที่ได้จากการจำแนกตามผลลัพธ์ที่ต้องการ



ภาพที่ 2-7 การแทนต้นไม้ตัดสินใจ

ที่มา: บุญเสริม กิจศิริกุล, 2546

#### 4. การตรวจสอบความถูกต้อง (Accuracy Assessment)

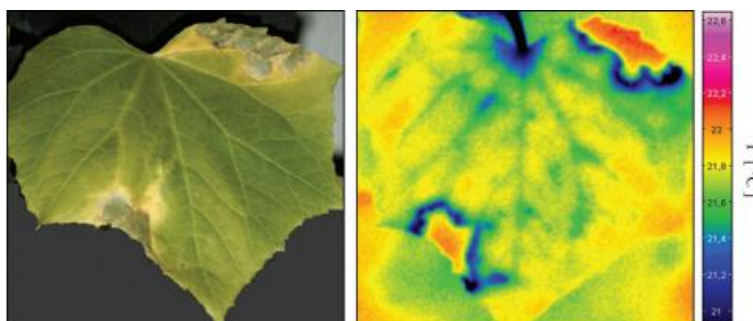
การตรวจสอบความถูกต้อง (Accuracy Assessment) เป็นขั้นตอนสุดท้ายเพื่อทำการตรวจสอบวิธีการที่ทำการทดลองมาข้างต้น ว่ามีประสิทธิภาพมากหรือย่อยลงเพียงใดเมื่อนำมาใช้งานจริง จะเป็นขั้นตอนสำคัญเพราะการนำวิธีการที่นำเสนอไปข้างต้นมาใช้งานได้นั้นจะต้องสอดคล้องกับความต้องการ จึงต้องมีการทดสอบศักยภาพการนำไปใช้ ซึ่งข้อมูลจากการสำรวจภาคสนามในการประเมินความถูกต้องด้วย

#### งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

H. G. Jones and P. Schofield (2008, pp. 19-32) ได้นำเอา ช่วงคลื่นต่าง ๆ ของภาพถ่ายจากดาวเทียม โดยเฉพาะช่วงคลื่นความร้อน (Thermal) มาใช้ในการวินิจฉัยและติดตามความเครียดของพืชอันเนื่องมาจากสภาวะแวดล้อมต่าง ๆ ทั้งความเครียดที่เกิดจากสิ่งมีชีวิต (Biotic stress) และความเครียดจากสิ่งไม่มีชีวิต (Abiotic stress) ปกติแล้วใบพืชนั้นจะสามารถตรวจพบค่าการสะท้อนพลังงานและสีของใบ โดยองค์ประกอบของสีจะเป็นตัวบ่งชี้สุขภาพของใบ เช่น คลอโรฟิลล์ แคโรทีนอยด์ ฟลาโวนอยด์ และอื่น ๆ โดยเฉพาะเมื่อพืชมีความเครียดจะส่งผลให้คลอโรฟิลล์มีการเปลี่ยนแปลงลดลง จะเห็นว่าใบจะมีลักษณะเหลือง มีการผลิตคลอโรฟิลล์ลดลง ปฏิกริยาทางไฟฟ้าที่เป็นตัววัดการทำงานของพลังงานในใบก็จะลดลง ส่งผลให้อุณหภูมิที่ใบเพิ่มขึ้น ปากใบก็จะปิด เพื่อลดการคายน้ำ ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้มีการศึกษาและทดลองใช้ช่วงคลื่นความร้อนของอุปกรณ์ตรวจสอบ (Thermal Sensors) สามารถศึกษาความสัมพันธ์ของพืชเครียดน้ำ ที่เกี่ยวข้องกับ

การปิดของปากใบ และศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเครียดอื่น ๆ ที่ตรวจจับได้โดยใช้ช่วงคลื่นต่าง ๆ ของภาพถ่ายจากดาวเทียมได้

E-C. Oerke, U. Steiner, H-W. Dehne and M. Lindentha (2006, pp. 2121–2132) ได้ศึกษาพบว่า กลไกการเกิดโรคของ *Pseudoperonospora cubensis* ก่อให้เกิดโรคราน้ำค้างของแตงกวาส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงกระบวนการเผาผลาญอาหารภายในใบแตงกวารวมถึงอัตราการคายน้ำ กล่าวคือถ้าอัตราการคายน้ำน้อยจะส่งผลให้อุณหภูมิสูงขึ้น



ภาพที่ 2-8 ภาพถ่ายเปรียบเทียบอุณหภูมิของใบพืชโรคราน้ำค้าง

ที่มา: E-C. Oerke, U. Steiner, H-W. Dehne and M. Lindentha, 2006

พนิตา ชุตินานุกูล, อัญชลี ใจดี, ชีรพงษ์ บัวบุชา, มีชัย เชียงหลิว, ชีรยุทธ ตูจินดา, ศุภจิตรา ชัชวาล และ บุญธิดา โฆษิตทรัพย์. (2556). กล่าวว่า ภาวะดินเค็มเป็นปัจจัยจำกัดการเจริญเติบโตของพืชหลายชนิด โดยเฉพาะอย่างยิ่งต่อกระบวนการสังเคราะห์แสงของพืช (Photosynthesis) พืชที่อยู่ในภาวะความเครียดจากเกลือจะมีอัตราการสังเคราะห์แสง อัตราการคายน้ำ ความหนาแน่นของปากใบ (Stomatal density) และการชักนำการเปิดปิดของปากใบ (Stomatal conductance) ลดลงกว่าในพืชที่อยู่ในภาวะปกติ ซึ่งได้ทำการทดลองกับข้าวในระยะต้นของการได้รับภาวะเค็ม ข้าวในประชากร CSSL ทุกสายพันธุ์มีอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสูงสุดเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับการสังเคราะห์ของต้นที่ไม่ได้รับภาวะเค็ม ข้าว CSSL10, 12, 16 และ 27 มี Amax เพิ่มขึ้นหลังจากได้รับภาวะเค็มมากเป็นเวลา 18 วัน ซึ่งคล้ายคลึงกับข้าวพันธุ์ Pokkali

ธนากร แสงสง่า (2557) ได้ศึกษาทดลองเกี่ยวกับการใช้ปัจจัยทางชีวภาพมาช่วยลดปัญหาความเครียดของพืช โดยกล่าวว่า การเจริญเติบโตของพืชภายใต้สภาวะเครียดสามารถปรับปรุงได้ด้วยการใช้แบคทีเรียที่เป็นประโยชน์ต่อพืช ซึ่งความเครียดนั้นมีทั้งจากสิ่งไม่มีชีวิตและมีชีวิต เช่น ความเค็ม ความแห้งแล้ง น้ำท่วม โลหะหนัก และเชื้อโรคพืช ซึ่งเป็นปัญหาที่สำคัญของ

การทำเกษตรกรรม ก่อให้เกิดความเครียดออกซิเดชันและการสะสมเอทิลีนในพืช ส่งผลทำให้เกิดความเสียหายอย่างมากต่อการเจริญเติบโตและผลผลิต

วินัย วิริยะอลงกรณ์ ธนะชัย พันธุ์เกษมสุข สมชาย องค์กรประเสริฐ และ โวลฟรัม สแปร์ (2556, หน้า 1-13) ได้ศึกษาการวัดความเครียดของลำไยที่ปลูกแบบแบ่งรากภายใต้การให้น้ำที่แตกต่างกัน โดยใช้กล้อง Thermal Imaging โดยแบ่งรากของลำไยเป็นสองส่วนเพื่อทดสอบการให้น้ำที่แตกต่างกัน คือ 1) ให้น้ำเต็มที่ (Full Irrigation; FI) 2) ให้น้ำแบบสลับข้างทีละครึ่งต้น (Partial Root-zone Drying, PRD) และ 3) ให้น้ำแบบขาดแคลน (Deficit Irrigation, DI) จำนวน 5 ครั้ง พบว่าความเครียดที่เกิดขึ้นกับต้นลำไยสามารถตรวจวัดได้ด้วยกล้อง Thermal imaging โดยที่การให้น้ำแบบสลับข้างทีละครึ่งต้น และแบบขาดแคลนมีค่าดัชนีความเครียดของพืช (CWSD) สูงกว่าต้นที่ให้น้ำเต็มที่ โดยมีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อมีการให้น้ำแบบประหยัคนานขึ้น ส่วนการชกน้ำของปากใบพืชและค่าศักย์น้ำของใบให้ผลในทิศทางเดียวกับค่าดัชนีความเครียดของพืช (CWSD) และการสังเคราะห์แสงของลำไย พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติในช่วงกลางของการทดลอง

ชรัตน์ มงคลสวัสดิ์ อูราวรรณ จันท์เกษ วาสนา พุฒกลาง พัทธา คำแดง และพงษ์เทพ วรรณรส (2554) การวิเคราะห์เนื้อภาพเพื่อจำแนกพื้นที่ปลูกยางพารา ด้วยภาพถ่ายจากดาวเทียม THEOS กลุ่มน้ำคอง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อจำแนกพื้นที่ปลูกยางพารา ด้วยภาพถ่ายจาก THEOS ด้วยการวิเคราะห์เนื้อภาพ เพื่อเปรียบเทียบความสามารถของภาพถ่ายจากดาวเทียมหรือสในการวิเคราะห์เนื้อภาพแบบต่าง ๆ เพื่อประโยชน์ในการจำแนกช่วงอายุของยางพารา และเพื่อหาเนื้อภาพที่เหมาะสมสูงสุดในการจำแนกช่วงอายุของยางพารา โดยเลือกศึกษาในพื้นที่กลุ่มน้ำคอง ซึ่งเป็นกลุ่มน้ำสาขาของกลุ่มน้ำโขง โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์เนื้อภาพ ซึ่งเป็นวิธีคำนวณเนื้อภาพเพื่อให้ได้โครงร่างของเนื้อภาพ ซึ่งเป็นการวัดค่าความเข้มระดับสีเทาของ Pixel หรือเรียกว่า การวิเคราะห์เมตริกซ์ความสัมพันธ์ระดับสีเทา (GLCM: Gray-Level Co-occurrence Matrix) ซึ่งแต่ละ Pixel ภายในหน้าต่างจะถูกนำมาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของระดับสีเทาแบบเมตริกซ์ครั้งละ 2 Pixel ที่ระดับความเข้มสีเทาที่แตกต่างกันใน 4 ทิศทาง คือ 0, 45, 90 และ 135 องศา ซึ่งค่าเฉลี่ยของ GLCM ในหน้าต่างเดียวกันจะคำนวณเป็นรูปแบบเดียวกัน ค่าในเมตริกซ์แต่ละค่าจะแสดงความเป็นไปได้ของการเกิดความสัมพันธ์ (Co-Occurrence) ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ได้สร้างโครงร่างเนื้อภาพที่แสดงถึงค่าวัดเนื้อภาพทั้งหมด 8 ค่าวัดด้วยกัน ได้แก่ Homogeneity, Contrast, Dissimilarity, Mean, Standard Deviation, Entropy, Angular Second Moment และ Correlation โดยคำนวณความสัมพันธ์ระหว่าง 2 Pixel ภายใต้หน้าต่างขนาด 25x25 จากนั้นทำการเลือกเนื้อภาพที่เหมาะสม ทำการผสมผสานข้อมูล (Data Fusion) ข้อมูลภาพ Multispectral สีผสมเท็จ 4 3 1 กับข้อมูลเนื้อภาพ Entropy กับ Contrast ซึ่งจะช่วยให้เห็นพื้นที่ปลูกยางพาราเด่นชัดมากขึ้น จำแนกพื้นที่ปลูกยางพารา



ด้วยข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม และประเมินความถูกต้องจากการจำแนก ผลการวิจัยพบว่า จะมีความถูกต้องมากน้อยเพียงใดนั้นขึ้นอยู่กับวิธีการเจริญเติบโตของยางพาราซึ่งต้องมีลักษณะการเจริญเติบโตที่เท่ากันในแปลงเดียวกันทั้งหมด

Anan, T., Phothisra, Y. and Phoompanich, S. (2010) ใช้ภาพถ่ายจากดาวเทียม THEOS ระบบ Panchromatics รายละเอียดภาพ 2.0 เมตร เพื่อจำแนกพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันด้วยเทคนิคการวิเคราะห์จากเนื้อภาพ (Texture Analysis) วิธีที่ใช้คือ วิธีการอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างสองพิกเซลที่ค่าระดับความเข้มสีเทาแตกต่างกันในทิศทางและระยะห่างต่าง ๆ กันหรือเรียกว่า Grey-level co-occurrence matrices (GLCM) ซึ่งใช้หลักในการสกัดพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันออกจากพื้นที่การใช้ที่ดินอื่น 3 แบบ คือ GLCM แบบ Homogeneity, Contrast และ แบบ Entropy ผลการศึกษาสามารถจำแนกพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมัน และแสดงถึงประโยชน์ของการจำแนกเชิงวัตถุจากภาพถ่ายจากดาวเทียม ซึ่งเป็นเทคนิคที่ค่อนข้างใหม่ และได้ข้อมูลที่สามารถนำไปสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อจำแนกพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินได้เป็นอย่างดี

สุวิทย์ อ่องสมหวัง และ ศศิกานต์ ไพลกลาง (2553) นำเทคโนโลยีการรับรู้จากระยะไกลโดยใช้ภาพถ่ายจากดาวเทียมหรือออส ประเมินหากกลุ่มชุดข้อมูลที่มีความเหมาะสมสูงสุดเพื่อจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน (LU/LC) โดยการนำค่าการสะท้อนคลื่นแสงผสม (Pansharpening) กับการวัดลายผิวซึ่งคำนวณค่าทางสถิติในระดับต่าง ๆ ซึ่งได้แก่ ระดับที่ 1 คือ ค่า Mean และ Variance ระดับที่ 2 คือ ค่า Contrast, Angular second moment, Correlation, Entropy, Dissimilarity, Homogeneity และระดับที่ 3 คือค่า Semi-Variogram จากนั้น ทดสอบความถูกต้องเพื่อหากกลุ่มข้อมูลที่มีความเหมาะสมที่สุดสำหรับการจำแนกแบบเชิงวัตถุ ผลการศึกษพบว่า กลุ่มชุดข้อมูลที่มีความเหมาะสมสูงในการจำแนก LU/LC 3 กลุ่มได้แก่ ชุดข้อมูลภาพ Pansharpened ชุดข้อมูลภาพ Pansharpened ร่วมกับ Entropy และ ชุดข้อมูลภาพ Pansharpened ร่วมกับ Variance ซึ่งมีค่าความถูกต้องโดยรวมคิดเป็นร้อยละ 71.51, 57.38 และ 59.95 ตามลำดับ

วิชญ์ ก่อพิมพ์ (2556) ได้ศึกษาอนุกรมพื้นที่ผิวและสัดส่วนการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปลูกสร้าง เพื่อหาความสัมพันธ์ที่ส่งผลต่อการเกิดปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมืองของกรุงเทพมหานคร โดยใช้ข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม LANDSAT 5 TM วันที่ 19 มกราคม พ.ศ. 2552 และ LANDSAT 8 OLI วันที่ 2 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2557 ในการประมาณค่าอนุกรมพื้นที่ผิว โดยการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินออกเป็น 4 ประเภท คือ พื้นที่เมือง พื้นที่สีเขียว พื้นชุ่มน้ำและพื้นที่น้ำ และพื้นที่ดินเปิด เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ จนถึงการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างอนุกรมพื้นที่ผิวและสัดส่วนการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน ผลการศึกษพบว่า การเปลี่ยนแปลงสัดส่วนการใช้ประโยชน์ที่ดินมีการเปลี่ยนแปลงที่เป็นพื้นที่เมือง

เพิ่มขึ้นร้อยละ 11.16 ของพื้นที่ พื้นที่สีเขียวลดลงร้อยละ 12.98 ของพื้นที่ พื้นที่ชุ่มน้ำและพื้นที่น้ำ  
ลดลงร้อยละ 0.86 ของพื้นที่ และพื้นที่ดินเปิดเพิ่มขึ้นร้อยละ 2.69 ของพื้นที่ ซึ่งจากการที่พื้นที่เมือง  
เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญที่ว่า พื้นที่ที่มีความเป็นเมืองสูงยิ่งส่งผลกระทบต่ออุณหภูมิที่สูงเพิ่มขึ้นกว่าพื้นที่ที่มี  
สัดส่วนความเป็นเมืองต่ำ

อนุศาสน์ สิทธิเวช (2554) ทำการศึกษารูปแบบ และองค์ประกอบทางกายภาพของเมืองที่  
มีผลกับการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิเมือง ซึ่งเป็นสาเหตุของการเกิดปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมือง  
(Urban Heat Island) โดยใช้ข้อมูลดาวเทียม LANDSAT 5 TM ของพื้นที่เมืองเชียงใหม่ระหว่าง ปี  
พ.ศ.2544 และปี พ.ศ.2553 ทำให้พบว่า พื้นที่เกาะความร้อนเมืองมีขนาด และระดับของอุณหภูมิ  
เพิ่มขึ้น และใช้การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของปัจจัยในการพัฒนาเมืองด้วยวิธี Multiple Regression  
โดยปัจจัยที่ศึกษาสะท้อนรูปแบบการพัฒนาออกเป็น 2 รูปแบบ คือ รูปแบบการพัฒนาเมืองใน  
แนวราบ (2 มิติ) รูปแบบการพัฒนาเมืองในแนวตั้ง (3 มิติ) เพื่อหาปัจจัยที่มีผลต่อการเพิ่มหรือลด  
อุณหภูมิจากการศึกษาพบว่า สามารถนำมาเปรียบเทียบผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการพัฒนาเมือง ทั้ง 2  
รูปแบบ ได้แก่ รูปแบบการพัฒนาเมืองแบบแนวราบ หรือ Suburbanization กับการพัฒนาแนวตั้ง  
ตามแนวคิด Compact City ได้ในเชิงปริมาณอย่างชัดเจน ซึ่งนำไปสู่ข้อเสนอแนะสนับสนุนรูปแบบ  
การพัฒนาเมืองแบบ Compact City ของเชียงใหม่ที่มีผลในการบรรเทาการเกิดปรากฏการณ์เกาะ  
ความร้อนเมือง โดยเน้นการพัฒนาในแนวตั้ง เพื่อลดการใช้พื้นที่แนวราบและเพิ่มพื้นที่สีเขียว  
ประเภทไม้ยืนต้นที่มีความอุดมสมบูรณ์ และสนับสนุนรูปแบบอาคารที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม เช่น  
การมีสวนบนหลังคาและสวนแนวตั้ง เป็นต้น

## บทที่ 3

### วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ได้ศึกษาเทคนิคกระบวนการในการวิเคราะห์ข้อมูลภาพ โดยใช้หลักการวิเคราะห์ข้อมูลภาพเชิงวัตถุร่วมกับการกระบวนการจำแนกแบบลำดับชั้นมาใช้ในการสร้างความสัมพันธ์ของข้อมูลเชิงพื้นที่ เพื่อหาพื้นที่การปลูกมันสำปะหลัง จากนั้นใช้ภาพถ่ายจากดาวเทียมในช่วงคลื่นความร้อนมาวิเคราะห์หาการกระจายตัวของอุณหภูมิพื้นผิวในพื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลังโรงงาน

#### เครื่องมือและอุปกรณ์ในการดำเนินงาน

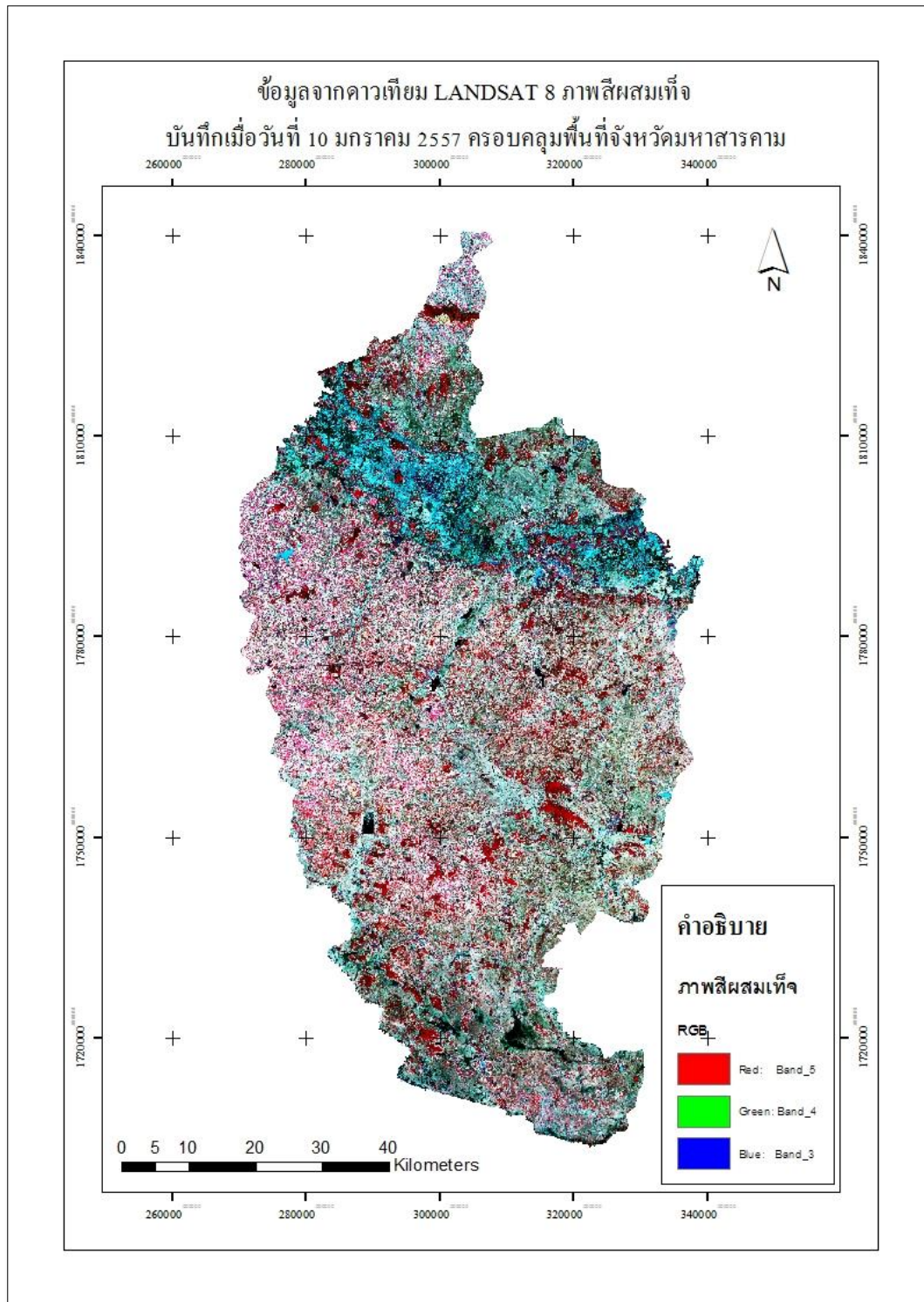
1. ข้อมูลจากดาวเทียม LANDSAT 8 บันทึกภาพเมื่อวันที่ 10 มกราคม พ.ศ.2557
2. อุปกรณ์การสำรวจภาคสนาม ได้แก่ GPS กล้องถ่ายภาพ แบบสำรวจข้อมูล
3. โปรแกรมที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ArcGIS และ eCognition Developer

ได้รับการสนับสนุนจากมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

#### การเตรียมข้อมูลที่ใช้ในการดำเนินงาน

1. ข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม การศึกษาครั้งนี้ใช้ข้อมูลจากดาวเทียม LANDSAT 8 ซึ่งสามารถดาวโหลดจากเว็บไซต์ [www.earthexplorer.usgs.gov](http://www.earthexplorer.usgs.gov) โดยกำหนด path 128 row 49 ครอบคลุมพื้นที่จังหวัดมหาสารคาม ค้นหาข้อมูลช่วงเวลาต่าง ๆ เพื่อหาชุดข้อมูลที่สามารถใช้งานได้ อย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากภาพบางภาพมีเมฆมากไม่สามารถใช้ประโยชน์ในการจำแนกได้ พร้อมทั้งนำข้อมูลขอบเขตจังหวัดสำหรับตัดข้อมูลจากดาวเทียมเพื่อเตรียมพื้นที่ศึกษา

พื้นที่ศึกษา จังหวัดมหาสารคาม เป็นจังหวัดที่อยู่ตอนกลางของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีลักษณะพื้นที่เป็นที่ลุ่มสลับกับที่ดอน เนื่องจาก ตอนบนของพื้นที่จังหวัดมีแม่น้ำสำคัญไหลผ่าน คือ แม่น้ำชี พื้นที่เป็นที่ลุ่ม พืชที่นิยมปลูกคือข้าว ส่วนในตอนกลางค่อนข้างต่ำของพื้นที่จังหวัดเป็นพื้นที่ดอนที่ราบสูง มีการเพาะปลูกมันสำปะหลังโรงงานและอ้อย สลับกับพื้นที่ปลูกข้าว เพื่อเป็นการเสริมรายได้ให้กับครอบครัว และแก้ปัญหาภาวะแล้ง ดังภาพที่ 3-1



ภาพที่ 3-1 ภาพถ่ายจากดาวเทียม LANDSAT 8 Band : 5 4 3 (R G B) บันทึกเมื่อวันที่ 10 มกราคม พ.ศ.2557

2. ข้อมูลภาคสนาม การสำรวจข้อมูลแปลงปลูกมันสำปะหลังโรงงานในพื้นที่จังหวัดมหาสารคาม โดยการสุ่มเลือกพื้นที่การสำรวจตำแหน่งแปลงเพาะปลูกมันสำปะหลังโรงงานในพื้นที่อำเภอบรบือ อำเภอกุดรัง ซึ่งทั้งสองอำเภอมีพื้นที่ติดกันและมีพื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลังจำนวนมาก ดังตารางที่ 3-1

ตารางที่ 3-1 ข้อมูลพื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลังโรงงาน จังหวัดมหาสารคาม ปี พ.ศ.2553

ที่มา: สำนักงานเกษตรจังหวัดมหาสารคาม, 2558

ลำดับ	อำเภอ	พื้นที่ปลูก (ไร่)	ผลผลิตรวม (ตัน)	ผลผลิตต่อไร่ (ก.ก./ไร่)
1	เมือง	7,718	27,648	3,582
2	แกดำ	418	1,484	3,550
3	โกสุมพิสัย	24,692	89,413	3,621
4	พยัคฆภูมิพิสัย	142	499	3,514
5	เชียงยืน	3,930	14,809	3,768
6	บรบือ	36,690	120,508	3,284
7	นาเชือก	12,497	39,634	3,171
8	นาคูน	221	597	2,701
9	กุดรัง	1,599	4,673	2,922
10	ชื่นชม	1,604	5,478	3,415
11	วาปีปทุม	1,126	4,084	3,627
12	ยางสีสุราช	54,208	193,732	3,574
13	กันทรวิชัย	1,956	5,710	2,919
	รวมจังหวัด	146,801	508,269	3,462

ในการสำรวจครั้งนี้ ผู้วิจัยได้บันทึกข้อมูลต่าง ๆ บันทึกภาพ บันทึกพิกัดตำแหน่งแปลงเพาะปลูกมันสำปะหลังโรงงานด้วยเครื่อง GPS และสำรวจอุณหภูมิพื้นผิวด้วยกล้อง Thermal Camera โดยบันทึกค่าต่าง ๆ ลักษณะการเจริญเติบโตของต้นพืช เช่น อายุ ขนาด ความสูงของต้น และใบ ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจ ดังตารางที่ 3-2

ตารางที่ 3-2 แบบสำรวจข้อมูลพื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลังโรงงาน

จุด สำรวจ	X	Y	อายุ (เดือน)	ความสูง (เซนติเมตร)	สถานะโรค
1	293919	1776185	4-5	70-80	ปกติ
	293924	1776184			
	293919	1776168			
	293914	1776167			
2	293917	1776159	5-6	70-80	ปกติ
	293917	1776156			
	293919	1776154			
3	239934	1776118	5-6	70	โรค
	293930	1776116			
	293910	1776164			
4	292488	1776265	2-3	30-40	ปกติ
	292486	1776252			
5	292486	1776250	2-3	30-40	ปกติ
	292489	1776249			
6	291441	1775641	7-8	110-120	โรค
	291424	1775592			
7	290924	1773909	2-3	30-40	ปกติ
	290916	1773861			
	290961	1773837			
8	288881	1776043	2-3	30-40	ปกติ
	289310	1776069			
	289284	1775878			
	289310	1775878			
9	289061	1775652	7-9	120	โรค
	281870	1775124			
	281445	1774811			

ตารางที่ 3-2 (ต่อ)

จุดสำรวจ	X	Y	อายุ (เดือน)	ความสูง (เซนติเมตร)	สภาวะโรค	หมายเหตุ
10	288881	1778878	2-4	30-50	ปกติ	
	289360	1778878				

จากตารางที่ 3-2 เมื่อนำค่าของอายุเฉลี่ยของพืชทั้งหมดมาเพื่อวิเคราะห์หาช่วงอายุของพืช สามารถกำหนดช่วงอายุของมันสำปะหลังโรงงานที่มีความสัมพันธ์กับส่วนสูง ได้ดังนี้

ระยะที่ 1	อายุ 1 – 3 เดือน	สูง 20 – 60 เซนติเมตร
ระยะที่ 2	อายุ 4 – 6 เดือน	สูง 70 – 100 เซนติเมตร
ระยะที่ 3	อายุ 7 – 12 เดือน	สูง 110 – 180 เซนติเมตร

ช่วงฤดูการปลูกมันสำปะหลังโรงงาน สามารถปลูกได้ตลอดทั้งปี ซึ่งชาวบ้านนิยมเริ่มต้นปลูกในช่วง ฤดูฝน เริ่มประมาณ มีนาคม-พฤษภาคม ฤดูแล้ง เริ่มประมาณ พฤศจิกายน – กุมภาพันธ์ เมื่อปลูกแล้วจะสามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ ตั้งแต่ช่วง 10-12 เดือน นอกจากนั้น จากการสำรวจและสอบถามเกษตรกรในพื้นที่เพาะปลูก พบว่า หากมันสำปะหลังโรงงานในแปลงปลูกมีโรคระบาด เช่น เพลี้ยใบ ชาวบ้านจะทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตก่อนถึงช่วงระยะเก็บเกี่ยวจริง แต่ผลผลิตที่ได้ต่ำกว่าที่ต้องการ และทำการปรับปรุงแปลงเพาะปลูกเพื่อเตรียมเพาะปลูกในรอบใหม่ ดังนั้น ในแปลงเพาะปลูกมันสำปะหลังโรงงานบางแปลง จึงมีมันสำปะหลังโรงงานในช่วงเวลาที่แตกต่างกัน



ภาพที่ 3-2 แปลงเพาะปลูกมันสำปะหลังโรงงาน อายุ 1-3 เดือน



ภาพที่ 3-3 แปลงเพาะปลูกมันสำปะหลังโรงงาน อายุ 2-3 เดือน



ภาพที่ 3-4 แปลงเพาะปลูกมันสำปะหลังโรงงาน อายุ 4-6 เดือน

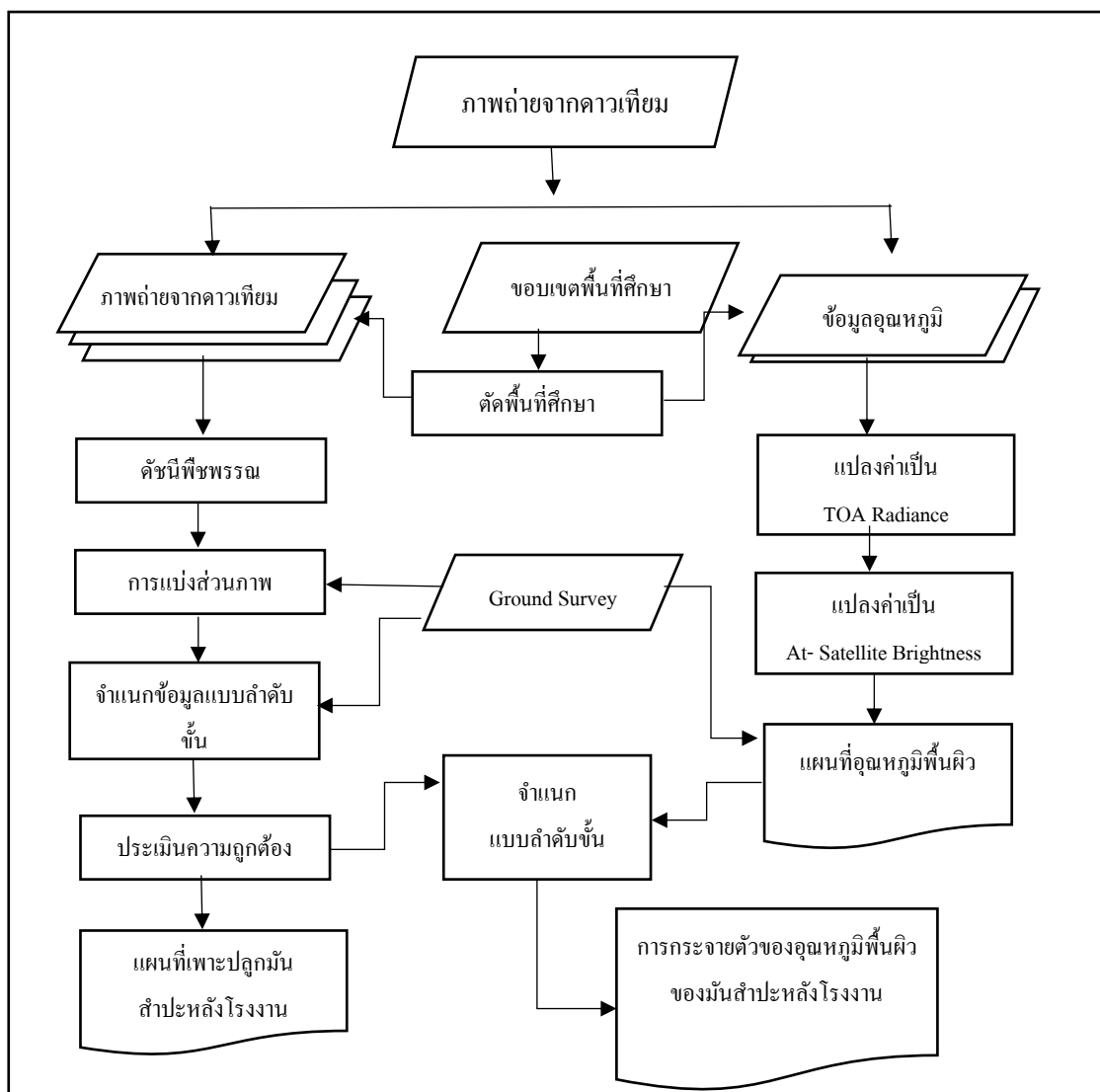


ภาพที่ 3-5 แปลงเพาะปลูกมันสำปะหลังโรงงาน อายุ 5-6 เดือน ที่มีการระบาดของโรค



## ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

ในการดำเนินการวิจัย เริ่มต้นการเตรียมข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมและการสำรวจภาคสนาม ซึ่งได้กล่าวไว้ในหัวข้อข้างต้นแล้ว จากนั้น ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยกระบวนการทาง Image Processing จากนั้น ดำเนินการทำ Classification ด้วยวิธี Decision Tree และดำเนินการตรวจสอบความถูกต้องของการวิเคราะห์ผล ตามลำดับ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามลำดับขั้นตอนของการดำเนินการวิจัยไว้ในแผนผังขั้นตอนการดำเนินการวิจัย ดังภาพที่ 3-6



ภาพที่ 3-6 แผนผังแสดงขั้นตอนการทำงาน

รายละเอียดของขั้นตอนต่าง ๆ อธิบายได้ดังนี้

1. จำแนกพื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลังโรงงานด้วยเทคนิคการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ และการจำแนกแบบ Decision Tree

#### 1.1 การเตรียมข้อมูลจากดาวเทียม

1.1.1 ข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม LANDSAT 8 มีระบบการบันทึกภาพแบบ OLI multispectral bands 1-7 and 9 Resolution: 30 meters ระบบ OLI panchromatic band 8 Resolution: 15 meters และระบบ TIRS bands 10-11 Resolution: 100 meters ซึ่งในงานวิจัยนี้ ใช้ประโยชน์จากชุดข้อมูลของ LANDSAT 8 ได้ครบทุกระบบการบันทึกภาพ ในการใช้งานข้อมูลจากดาวเทียม LANDSAT 8 ต้องมีการแปลงข้อมูล ค่า DN ให้เป็น Top Of Atmosphere (TOA) Reflectance ในระบบ Multispectral bands และ TIRS Data to the At-Satellite Brightness Temperature ในระบบ Thermal Band ค่าของข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณนำมาจาก Meta data ของไฟล์ภาพ โดยใช้สมการ

$$\text{TOA radiance} = (\text{RADIANCE\_MULT\_BAND\_x}) * \text{DN} + (\text{RADIANCE\_ADD\_BAND\_x}) \quad (3-1)$$

$$\text{TOA reflectance} = (\text{REFLECTANCE\_MULT\_BAND\_x}) * \text{DN} + (\text{REFLECTANCE\_ADD\_BAND\_x}) \quad (3-2)$$

1.1.2 เนื่องจากภาพที่ได้มา ในระบบการบันทึกภาพจะบันทึกภาพแต่ละแบนด์แยกไฟล์ ดังนั้น ก่อนทำการวิเคราะห์ข้อมูลจึงต้องทำการรวมภาพ (Band composite) ก่อนการใช้งาน

1.1.3 ตัดพื้นที่ศึกษา โดยใช้ขอบเขตจังหวัดมหาสารคาม ตัดข้อมูลจากดาวเทียม เพื่อให้ได้พื้นที่ศึกษาที่ต้องการ

1.1.4 การทำ NDVI ให้กับข้อมูลภาพ ในการศึกษาครั้งนี้ ได้ใช้ NDVI ในการจำแนกข้อมูล เพื่อแยกพื้นที่ที่มีค่าการสะท้อนของพืชพรรณ และ ไม่ใช่พืชพรรณ โดยการคำนวณจากสูตร

การสร้างชุดข้อมูลดัชนีพืชพรรณ จากข้อมูลดาวเทียม LANDSAT 8 นั้น ใช้ข้อมูลจากช่วงคลื่น NIR และ RED ในการคำนวณ โดยใช้สมการ ดังนี้

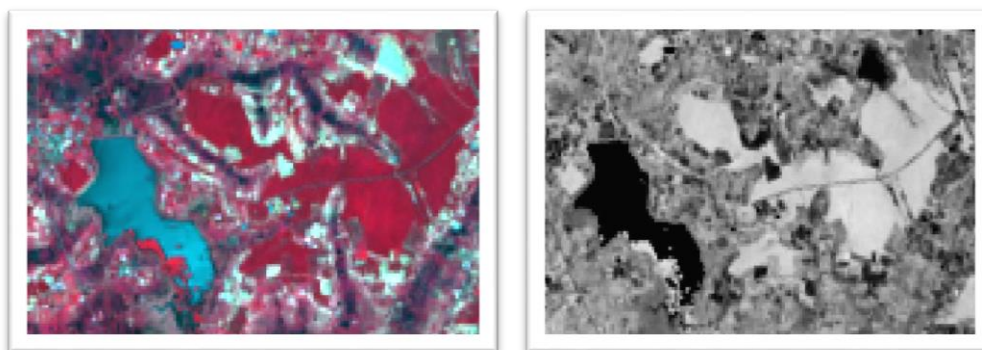
$$\text{NDVI} = \frac{\text{NIR} - \text{RED}}{\text{NIR} + \text{RED}} \quad (3-3)$$

โดยที่ NDVI คือ ดัชนีพืชพรรณ

NIR คือ ช่วงคลื่น Near Infrared

RED คือ ช่วงคลื่นสีแดง

ค่าของดัชนีพืชพรรณที่ได้ นั้น มีค่าอยู่ระหว่าง -1 ถึง 1 โดยค่าที่น้อยกว่า -1 - 0 เป็นการสะท้อนของสิ่งที่ไม่ใช่พืชพรรณ และค่าที่มากกว่า 0 - 1 เป็นการสะท้อนวัตถุที่เป็นพืชพรรณ สร้างการจำแนกวัตถุที่ไม่ใช่พืชพรรณออกจากพื้นที่ศึกษา



(ก) ภาพสีผสมเท็จ 453(RGB)

(ข) ภาพระดับ NDVI

ภาพที่ 3-7 ภาพสีผสมเท็จ (ก) และ ภาพ NDVI (ข)

จากภาพที่ 3-7 ค่าตัวอย่างที่ได้จากการสร้าง NDVI พื้นที่ศึกษา มีค่าอยู่ระหว่าง - 1.04331 ถึง 0.854979 นั่นคือ บริเวณที่เป็นเข็มหรือสีดำ ซึ่งมีค่าเข้าใกล้ -1 แสดงว่าเป็นพื้นที่ที่ไม่ใช่พืชพรรณ เช่น แหล่งน้ำ ชุมชน เป็นต้น และบริเวณที่มีสีอ่อนหรือสีขาว ซึ่งมีค่าเข้าใกล้ 1 แสดงว่าเป็นพื้นที่ที่มีความเป็นพืชพรรณสูง เช่น พื้นที่เกษตรกรรมหรือป่าไม้ เป็นต้น

1.2 ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยระบบคอมพิวเตอร์ในกระบวนการวิเคราะห์ การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อจำแนกพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังโรงงาน โดยใช้เทคนิคการ จำแนกแบบ Object Based Image Analysis และ Decision Tree โดยมีขั้นตอน ดังนี้

### 1.2.1 Segmentation

โดยดำเนินการทดสอบพารามิเตอร์ 3 ตัวที่ใช้ในกระบวนการทำ Segmentation เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างกัน กระบวนการสร้างวัตถุจากภาพถ่ายจากดาวเทียมที่ใช้ในการศึกษา ครั้งนี้ คือ วิธี Multi-resolution Segmentation โดยสามารถกำหนดค่าปัจจัย (Parameter) ต่าง ๆ ที่เป็นตัวกำหนดในการแบ่งส่วนภาพ ได้แก่

1.2.1.1 ขนาดของภาพ (Scale parameter) ขนาดของ Scale value ที่กำหนดจะถูกใช้เป็นตัวแยกความแตกต่างของพื้นที่ (Region) ทั้งนี้การกำหนดค่า Scale value นั้น ขึ้นกับ ลักษณะเฉพาะของแต่ละพื้นที่ที่มีความเป็นเนื้อเดียวกันของข้อมูลมากน้อยเพียงใด

1.2.1.2 รูปร่าง (Shape parameter) เป็นการเลือกรูปร่างของวัตถุภาพที่จะถูกสร้างขึ้นมาเป็นปัจจัยในการพิจารณาเพื่อสร้างวัตถุภาพ สามารถกำหนดค่าน้ำหนักของคุณลักษณะได้ตั้งแต่ 0-1

1.2.1.3 ค่าความหนาแน่น (Compactness parameter) เป็นการพิจารณาจุดภาพที่จะสร้างแบบใช้ปัจจัยด้านรูปร่างที่มีลักษณะเกาะกลุ่มกันแน่น เช่น บริเวณที่มีการปลูกพืชหนาแน่น สามารถกำหนดค่าน้ำหนักของคุณลักษณะ ได้ตั้งแต่ 0 – 1

เนื่องจากข้อมูลภาพที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นข้อมูลจากดาวเทียม LANDSAT 8 รายละเอียดภาพ 30 เมตร โดยใช้ช่วงคลื่น 1 – 7 (Band 1 – 7) ในการวิเคราะห์ ผู้วิจัยได้ทดลองใช้ค่าขนาดของภาพหรือสเกลพารามิเตอร์ หลายค่าในการแบ่งส่วนภาพหรือทำ Segmentation และได้ทดลองในการเปลี่ยนค่าของปัจจัย (Parameter) อื่น ๆ ให้มีค่าแตกต่างกัน เพื่อหาขนาดของวัตถุที่เหมาะสมในการแบ่งส่วนภาพเพื่อการจำแนกต่อไป ดังนี้

1) กำหนดให้ ค่า Scale เป็น 300 250 200 180 150 100 ตามลำดับ และ ค่า Shape 0.5 Compactness 0.5 คงที่ ผลการทดสอบค่าทั้ง 5 รูปแบบแล้ว ขนาดของวัตถุที่อยู่ในช่วง 100 - 200 เป็นขนาดที่เหมาะสมในการทดสอบครั้งนี้ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้ทดลองกำหนดค่า 130 150 และ 180 เพื่อดูขนาดของวัตถุที่มีผลต่อการทำ Segmentation และกำหนดเป็น ขนาดของ Scale parameter

2) กำหนดให้ค่า Scale parameter = 150 และ ค่า Compactness parameter = 0.5 คงที่ และ ค่า Shape parameter มีการเปลี่ยนแปลง

3) กำหนดให้ ค่า Scale parameter = 150 คงที่ และ ค่า Shape parameter = 0.5 คงที่ และ ค่า Compactness parameter มีการเปลี่ยนแปลง

จากผลการทดสอบค่า Parameter แล้วได้ทดสอบค่าของกลุ่มตัวอย่าง เพื่อหาค่าความแยกชัดของข้อมูล ดังแสดงในภาคผนวก ก

### 1.2.2 Classification แบบ Decision Tree

เป็นกระบวนการจำแนกแบบลำดับขั้น นำชุดข้อมูลตัวอย่าง (Training data set) ที่ได้ มาหาหาความสัมพันธ์ของข้อมูลโดยใช้การจำแนกแบบ Decision Tree เป็นการจำแนกข้อมูลเป็นกลุ่มทีละระดับขั้น เริ่มจาก Root Node การจำแนกเป็นระดับย่อย ๆ ไปเรื่อย ๆ จนกว่าจะได้ชุดข้อมูลที่ต้องการตรงตามความต้องการใช้งาน การกำหนดรูปแบบการจำแนกแบบ Decision Tree นี้ เพื่อให้ง่ายต่อการจำแนกพืชในระดับต่อไป เนื่องจาก การทำการแบ่งส่วนภาพนั้น ภาพจะถูกแบ่งออกวัตถุเล็ก (Object) จำนวนมาก ตามขนาด สี และความหนาแน่นของข้อมูลภาพที่ถูกกำหนดในขั้นต้นของการทำ Segmentation สามารถตัดวัตถุภาพส่วนที่ไม่ต้องการใช้งานออกไปก่อนได้ ทำ

ให้เหลือวัตถุที่ต้องการจำแนกให้น้อยลง จะเกิดประสิทธิภาพในการทำงานมากขึ้น จำแนกข้อมูลได้รวดเร็วและถูกต้องมากยิ่งขึ้น โดยกำหนดระดับขั้นของการจำแนกไว้ 5 ระดับ ดังนี้

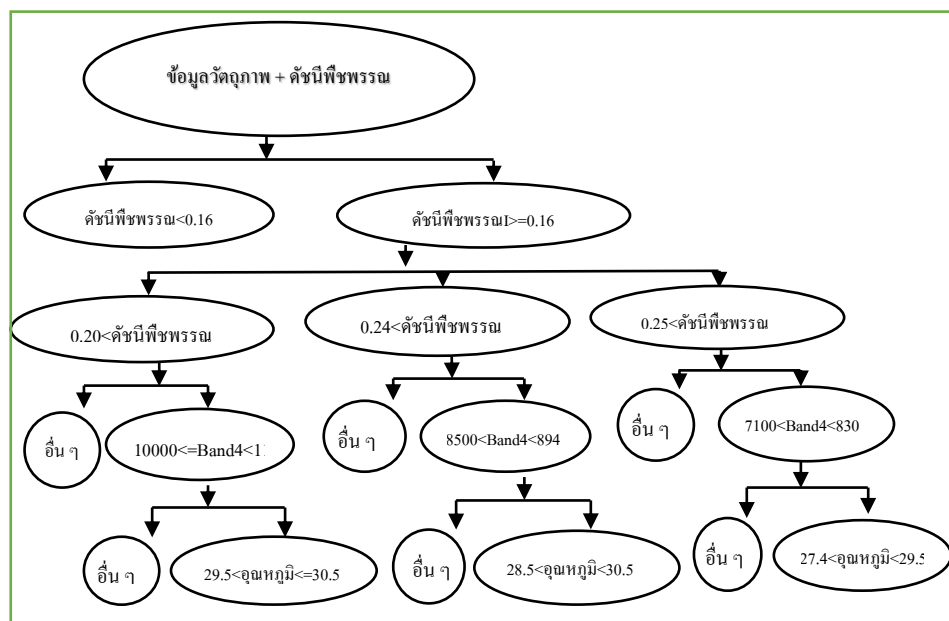
1.2.2.1 ระดับขั้นที่ 1 ข้อมูลวัตถุภาพ (Segmentation) + NDVI imagery

1.2.2.2 ระดับขั้นที่ 2 จำแนกชุดข้อมูลพืชพรรณ และ ไมใช่พืชพรรณ (แหล่งน้ำ) โดยนำข้อมูลจากดาวเทียมที่ได้ทำ NDVI แล้ว นำมาพิจารณาเลือกกลุ่มข้อมูลตัวอย่างที่เป็นพืชพรรณ และ ไมใช่พืชพรรณ (แหล่งน้ำ ชุมชน) เพื่อตรวจสอบค่าดัชนีพืชพรรณในแต่ละจุด

1.2.2.3 ระดับขั้นที่ 3 จำแนกข้อมูลพืชพรรณ อายุของพืชตามค่าดัชนีพืชพรรณ (NDVI) ผู้วิจัยได้นำชุดข้อมูลพืชพรรณที่ได้จากการจำแนกในระดับขั้นที่ 2 จำนวน 8,783 Objects มาจำแนกอายุของพืชพรรณ โดยใช้ค่าดัชนีพืชพรรณ (NDVI) โดยผู้วิจัยได้ทำการสุ่มเลือกพื้นที่ตัวอย่างเพื่อหาค่าตัวแทนของค่า NDVI ในพื้นที่การใช้งานที่ดินแต่ละประเภท

1.2.2.4 ระดับขั้นที่ 4 จำแนกข้อมูลพืชพรรณ ชนิดของพืชตามค่าการสะท้อนของ Band 4 ข้อมูลค่าการสะท้อนพลังงานของ Band 4 (0.64 - 0.67) ซึ่งเป็นช่วงคลื่นที่สามารถนำมาใช้แยกประเภทพืชพรรณ ศึกษาค่าการสะท้อนพลังงานของพืชแต่ละชนิดและช่วงอายุต่าง ๆ

1.2.2.5 ระดับขั้นที่ 5 ระดับนี้จะเป็นการจำแนกด้วยข้อมูลจากอุณหภูมิพื้นผิวที่ได้จากข้อมูลจากดาวเทียมในช่วงคลื่นความร้อน (Band 10) จะกล่าวถึงในหัวข้อต่อไป ซึ่งเป็นการจำแนกข้อมูลพืชพรรณและชนิดของพืชตามค่าอุณหภูมิพื้นผิวการวิเคราะห์อุณหภูมิพื้นผิวจากข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมช่วงคลื่น Thermal



ภาพที่ 3-8 แผนภาพการจำแนก Decision Tree

2. จำแนกพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังโรงงานด้วยข้อมูลอุณหภูมิพื้นผิวจากข้อมูลจากดาวเทียม

การวิเคราะห์อุณหภูมิพื้นผิวจากข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมช่วงคลื่น Thermal ในการวิเคราะห์อุณหภูมิพื้นผิวของข้อมูลจากดาวเทียม จำเป็นต้องมีกระบวนการในการแปลงค่าต่าง ๆ ดังนี้

2.1 Conversion to TOA Radiance ข้อมูลจากดาวเทียม LANDSAT 8 OLI และ TIRS band สามารถแปลงค่าไปเป็นค่า TOA Radiance โดยใช้สมการ

$$L_\lambda = M_L Q_{cal} + A_L \quad (3-4)$$

เมื่อ  $L_\lambda$  คือ TOA spectral radiance

$M_L$  คือ Band-specific multiplicative rescaling factor from metadata

$Q_{cal}$  คือ Quantized and calibrated standard product pixel value (DN)

$A_L$  คือ Band-specific additive rescaling factor from metadata

2.2 Conversion to At- Satellite Brightness ข้อมูลจากดาวเทียม LANDSAT 8 TIRS band สามารถแปลงค่าจาก Spectral radiance เป็นค่า Brightness temperature โดยใช้สมการ

$$T = \frac{K_2}{\ln\left(\frac{K_1}{L_\lambda} \right) + 1} \quad (3-5)$$

เมื่อ  $T$  คือ At-satellite brightness temperature (K)

$L_\lambda$  คือ TOA spectral radiance

$K_1$  คือ Band-specific thermal conversion constant from metadata

(K1\_CONSTANT\_BAND\_X เมื่อ x คือ band number)

$K_2$  คือ Band-specific thermal conversion constant from metadata

(K2\_CONSTANT\_BAND\_X เมื่อ x คือ band number)

$\mathcal{E}$  คือ Emissivity

สัมประสิทธิ์การแผ่รังสีความร้อน (Emissivity,  $\mathcal{E}$ ) เป็นค่าที่แสดงถึงความสามารถในการแผ่รังสีความร้อน (Thermal Radiation) ของวัตถุที่อุณหภูมิใด ๆ หรือค่าอัตราส่วนของพลังงานการแผ่รังสีความร้อน (Emissive Power) ของวัตถุใด ๆ และพลังงานการแผ่รังสีความร้อนของวัตถุดำ ณ อุณหภูมิเดียวกัน ค่าความสามารถในการแผ่รังสีความร้อน ( $\mathcal{E}$ ) ของวัตถุจริงใด ๆ มี

ค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 โดยวัตถุดำ (Blackbody) ซึ่งเป็นวัตถุทางอุดมคติมีความสามารถในการแผ่รังสีความร้อนสูงที่สุดมีค่า  $\epsilon$  เท่ากับ 1 ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนด ค่า Emissivity = 0.95 และต้องการแปลงอุณหภูมิที่ได้จากองศาเคลวิน (K) เป็นองศาเซลเซียส ( $^{\circ}\text{C}$ ) ทำได้โดยการนำค่า 273.15 มาลบในตอนคำนวณในสมการหาค่า T ด้วย

2.3 การสำรวจภาคสนามสำรวจค่าการสะท้อนพลังงานความร้อนของพืช และ โรคพืช ผู้วิจัยได้ลงสำรวจ ในจุดสำรวจ 7 จุด โดยแต่ละจุดสำรวจ ได้กำหนดค่าของพิกัดสำรวจหลายจุด แล้วนำค่าที่ได้มาเฉลี่ยเพื่อหาค่าที่เหมาะสมในแปลงต่อไป

3. วิเคราะห์ความสัมพันธ์อุณหภูมิพื้นผิวและพื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลัง โรงงาน ในกระบวนการนี้ เป็นการนำผลที่ได้จากการจำแนกทั้ง 5 ระดับขึ้น มาวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลัง โรงงานกับอุณหภูมิพื้นผิว เพื่อวิเคราะห์ว่าอุณหภูมิพื้นผิวมีผลต่อลักษณะของมันสำปะหลัง โรงงานอย่างไร โดยพิจารณาค่าของอุณหภูมิแต่ละช่วงอายุของพืช เพื่อหาว่าพืชมันสำปะหลัง โรงงานแต่ละช่วงอายุจะมีค่าอุณหภูมิพื้นผิวที่วัดค่าได้แตกต่างกันอย่างไร และเมื่อนำค่าที่ได้จากข้อมูลจากดาวเทียมมาเปรียบเทียบกับค่าที่วัดได้จากกล้องตรวจวัดอุณหภูมิ (FLIR) ค่าที่ได้แตกต่างกันอย่างไร

#### 4. การตรวจสอบความถูกต้องของการจำแนก

การตรวจสอบความถูกต้องของการจำแนกข้อมูล ผู้วิจัยได้เลือกพื้นที่ขนาด 30 x 30 เมตร ตามที่ได้กำหนดไว้สำหรับการหาค่าที่เหมาะสมของค่าพารามิเตอร์ในกระบวนการทำการแยกวัตถุภาพ (Segmentation) และสำรวจจุดพื้นที่ทดสอบจำนวน 60 จุด กระจายทั่วพื้นที่ 900 ตารางเมตร และใช้วิธีการเปรียบเทียบค่าของวัตถุภาพที่ได้จากการจำแนกกับจุดสำรวจ ซึ่งเป็นการเปรียบเทียบข้อมูลว่าวัตถุภาพที่จำแนกนั้น ตรงกับจุดสำรวจพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังหรือไม่ หากตรงกันแสดงว่าการจำแนกถูกต้อง

## บทที่ 4

### ผลการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาและใช้ข้อมูลจากดาวเทียม LANDSAT 8 ในการวิเคราะห์หาพื้นที่ปลูกมันสำปะหลัง ซึ่งภาพถ่ายที่ใช้มีค่าความละเอียดภาพ (Resolution) 30 เมตร ซึ่งเป็นค่าความละเอียดของภาพที่ค่อนข้างหยาบในการจำแนกพืชพรรณแต่ละชนิด ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้ใช้การวิเคราะห์ภาพเชิงวัตถุ (Object Base Image Analysis) ด้วยเทคนิคการแบ่งข้อมูลส่วนภาพ (Segmentation) ร่วมกับการจำแนก (Classification) แบบลำดับขั้น (Decision Tree) มาช่วยในการจำแนกพืชพรรณจากข้อมูลดาวเทียม LANDSAT 8 ซึ่งในการวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้แบ่งระดับของการจำแนกแบบ Decision Tree เป็น 5 ระดับ ซึ่งวัตถุประสงค้งานวิจัยตามข้อที่ 1 ใช้การจำแนกระดับขั้นที่ 1-4 และวัตถุประสงค้งานวิจัยตามข้อที่ 2 ใช้การจำแนกระดับขั้นที่ 5 จากนั้น นำผลที่ได้ของการจำแนกมาวิเคราะห์ผลตามวัตถุประสงค้งานวิจัยข้อที่ 3 ต่อไป ผลที่ได้จากการวิจัย มีดังนี้

### ผลการจำแนกพื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลังโรงงานด้วยเทคนิคการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่และการจำแนกแบบ Decision Tree

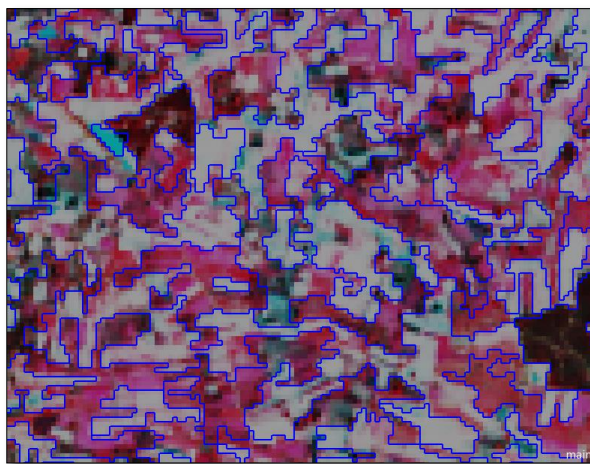
ในกระบวนการจำแนกในขั้นตอนนี้ ตรงตามวัตถุประสงค้งานข้อที่ 1 เพื่อจำแนกพื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลังโรงงาน โดยผู้วิจัยได้ใช้การจำแนกแบบ Decision Tree ในระดับขั้นที่ 1-4 ในการจำแนกพื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลังโรงงาน โดยในขั้นตอนนี้ประกอบไปด้วยเทคนิคของการวิเคราะห์ 2 ขั้นตอนหลัก ๆ คือ การแบ่งส่วนข้อมูลภาพ (Segmentation) และการจำแนกแบบลำดับขั้น (Decision Tree) ซึ่งผลที่ได้จากการแบ่งส่วนภาพจะถูกนำมาเป็นวัตถุภาพสำหรับการจำแนกในลำดับขั้นต่อไป

#### 1. ผลการแบ่งส่วนข้อมูลภาพ (Segmentation)

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยนำข้อมูลจากดาวเทียม LANDSAT 8 บันทึกภาพ ณ วันที่ 10 มกราคม พ.ศ.2557 มาใช้ในการวิเคราะห์ภาพและทำการแบ่งส่วนภาพ (Segmentation) โดยกระบวนการของการทำ Segmentation นั้น ผู้วิจัยต้องศึกษาและกำหนดค่าน้ำหนักของแต่ละชั้นข้อมูล (Image layer weight) ให้กับค่าปัจจัย (Parameter) ต่าง ๆ โดยค่าแต่ละค่าที่กำหนดให้นั้นมีผลต่อขนาดของวัตถุภาพ (Object) กล่าวคือ ค่าปัจจัยของ Scale parameter ค่าของปัจจัยที่กำหนดให้จะมีค่าแปรผันตามขนาดของวัตถุภาพ นั่นคือ หากกำหนดค่ามากเกินไป เช่น ค่า 300 ขนาดของวัตถุภาพที่ได้จะมีขนาดใหญ่กว่า ค่า 100 ส่วนค่าปัจจัยของ Shape parameter ค่าของปัจจัยที่กำหนดให้



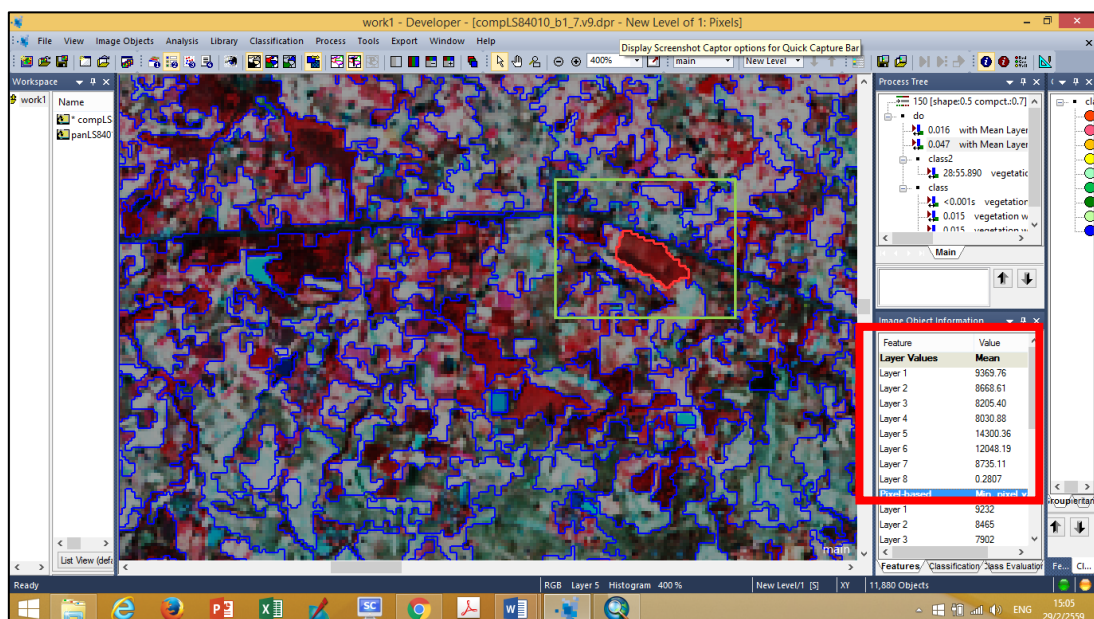
จะมีค่าแปรผันตามขนาดของวัตถุภาพ ซึ่งค่าของปัจจัยจะมีค่าไม่เกิน 1 เช่น หากกำหนดค่า 0.7 การแบ่งส่วนภาพที่ได้จะให้วัตถุภาพมีขนาดใหญ่กว่า กำหนดค่าเป็น 0.3 และค่าปัจจัย Compactness parameter ค่าปัจจัยที่กำหนดให้จะแปรผกผันกับขนาดของวัตถุภาพ คือ หากกำหนดค่าเป็น 0.7 ขนาดของวัตถุภาพที่ได้จะมีขนาดเล็กกว่าเมื่อกำหนดค่าเป็น .01 เป็นต้น ซึ่งในการทำงาน ผู้วิจัยได้ทดลองเปลี่ยนค่าของปัจจัยให้มีค่าแตกต่างกัน เพื่อหาค่าที่เหมาะสมของปัจจัยที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ ซึ่งผลของการทดสอบกำหนดขนาดของค่าปัจจัยต่าง ๆ ให้มีค่าเปลี่ยนแปลง ดังแสดงในภาคผนวก ก โดยการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดค่าน้ำหนักให้กับแต่ละ Layer ของ Band 1-7 มีค่าเท่ากัน คือ 1 และกำหนดค่า Parameter ดังนี้ กำหนด Scale parameter = 150 Shape parameter = 0.5 และ Compactness parameter = 0.7 เป็นค่าที่ใช้ในการทำวิจัยครั้งนี้ เนื่องจากพื้นที่ศึกษามีขนาดกว้าง หากเลือกค่าปัจจัยที่ให้ขนาดของวัตถุภาพมีขนาดเล็ก จะให้มีจำนวนของวัตถุภาพที่มากเกินไป การประมวลผลในการจำแนกขั้นต่อไปจะทำได้ช้า หรือหากกำหนดค่าปัจจัยที่ทำให้วัตถุภาพมีขนาดใหญ่เกินไป ขนาดของวัตถุภาพที่ได้จะครอบคลุมพื้นที่ของการใช้ที่ดินหลายประเภท ไม่สามารถจำแนกชนิดของพืชได้ ดังแสดงในภาคผนวก ข ดังนั้น จึงต้องเลือกขนาดให้มีความเหมาะสมกับการจำแนกในครั้งนี้ด้วย ดังแสดงในภาพที่ 4-1



ภาพที่ 4-1 ขนาดของวัตถุภาพที่ได้จากการแบ่งส่วนข้อมูลภาพ

จากภาพ จะเห็นได้ว่า เมื่อกำหนดขนาดของปัจจัยให้มีค่าที่เหมาะสม จะทำให้การแบ่งวัตถุภาพที่ได้ สามารถสร้างวัตถุภาพที่ครอบคลุมลักษณะของพื้นที่ที่มีความแตกต่างกันได้ และผลที่ได้จากการแบ่งส่วนภาพ (Segmentation) ของพื้นที่ศึกษาจังหวัดมหาสารคาม สามารถแบ่งวัตถุภาพได้ จำนวน 11,880 Objects

ผลที่ได้จากการแบ่งส่วนภาพในแต่ละวัตถุภาพ (Object) จะมีค่าข้อมูลที่อยู่ภายในวัตถุภาพซึ่งเกิดจากการคำนวณหาค่าเฉลี่ย (Mean) ของแต่ละจุดภาพ (Pixel) ภายใต้วัดภาพนั้น ๆ และในการวิจัยครั้งนี้ ได้พิจารณาค่าการสะท้อนพลังงานของแต่ละวัตถุภาพเพื่อนำหาค่าที่เหมาะสมในการกำหนดเป็นเงื่อนไขของการจำแนกในแต่ละระดับชั้น โดยพิจารณาจากค่าเฉลี่ย (Mean) ในแต่ละ Layer1-7 (Band 1 -7) ของวัตถุภาพ และในชั้นข้อมูลที่ 8 (Layer 8) ที่โพลคภาพเข้ามาเป็นชุดข้อมูล NDVI และในชั้นข้อมูลที่ 9 (Layer 9) ที่โพลคภาพเข้ามาเป็นชุดข้อมูลของช่วงคลื่นความร้อน (Thermal band 10) ดังภาพที่ 4-2

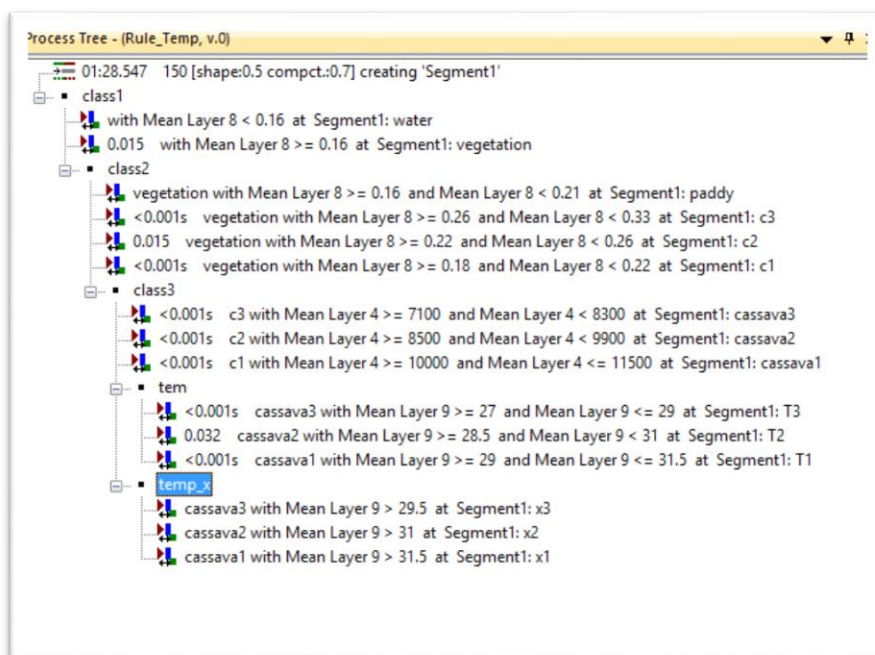


ภาพที่ 4-2 ข้อมูลที่ได้จากการทำ Segmentation

## 2. ผลการจำแนกแบบลำดับชั้น (Decision Tree)

การจำแนกแบบลำดับชั้น (Decision Tree) เป็นเครื่องมือช่วยสำหรับการตัดสินใจแบบโครงสร้างต้นไม้ กล่าวคือ เป็นการกำหนดเงื่อนไขของการจำแนกและหากข้อมูลที่ถูกจำแนกมีค่าตรงตามเงื่อนไขใด ข้อมูลจะถูกจัดให้อยู่ในกลุ่มนั้น ๆ ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดในการจำแนกแต่ละชั้น และเลือกชุดข้อมูลในระดับชั้นนั้นไปกำหนดเงื่อนไขใหม่เพื่อใช้จำแนกต่อไปอีก จำแนกหลายระดับไปจนกว่าจะได้ข้อมูลที่เหมาะสมตรงตามความต้องการของผู้ใช้ โดยการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้จัดระดับชั้นของการจำแนกแบบลำดับชั้น ไว้ 5 ระดับ และกำหนดเงื่อนไขที่ใช้ในการจำแนกในแต่ละลำดับชั้น ตามวัตถุประสงค์ในการจำแนกแต่ละระดับชั้นต่าง ๆ ดังนี้

- ระดับชั้นที่ 1 ข้อมูลวัตถุภาพ(segmentation) + NDVI imagery
- ระดับชั้นที่ 2 จำแนกชุดข้อมูลพืชพรรณ และ ไม่ใช่พืชพรรณ (แหล่งน้ำ)
- ระดับชั้นที่ 3 จำแนกข้อมูลพืชพรรณ อายุของพืชตามค่าดัชนีพืชพรรณ (NDVI)
- ระดับชั้นที่ 4 จำแนกข้อมูลพืชพรรณ ชนิดของพืชตามค่าการสะท้อนของ Band 4
- ระดับชั้นที่ 5 จำแนกข้อมูลพืชพรรณ ชนิดของพืชตามค่าอุณหภูมิพื้นผิว (ตรงตามวัตถุประสงค์ของงานวิจัย ข้อที่ 2)

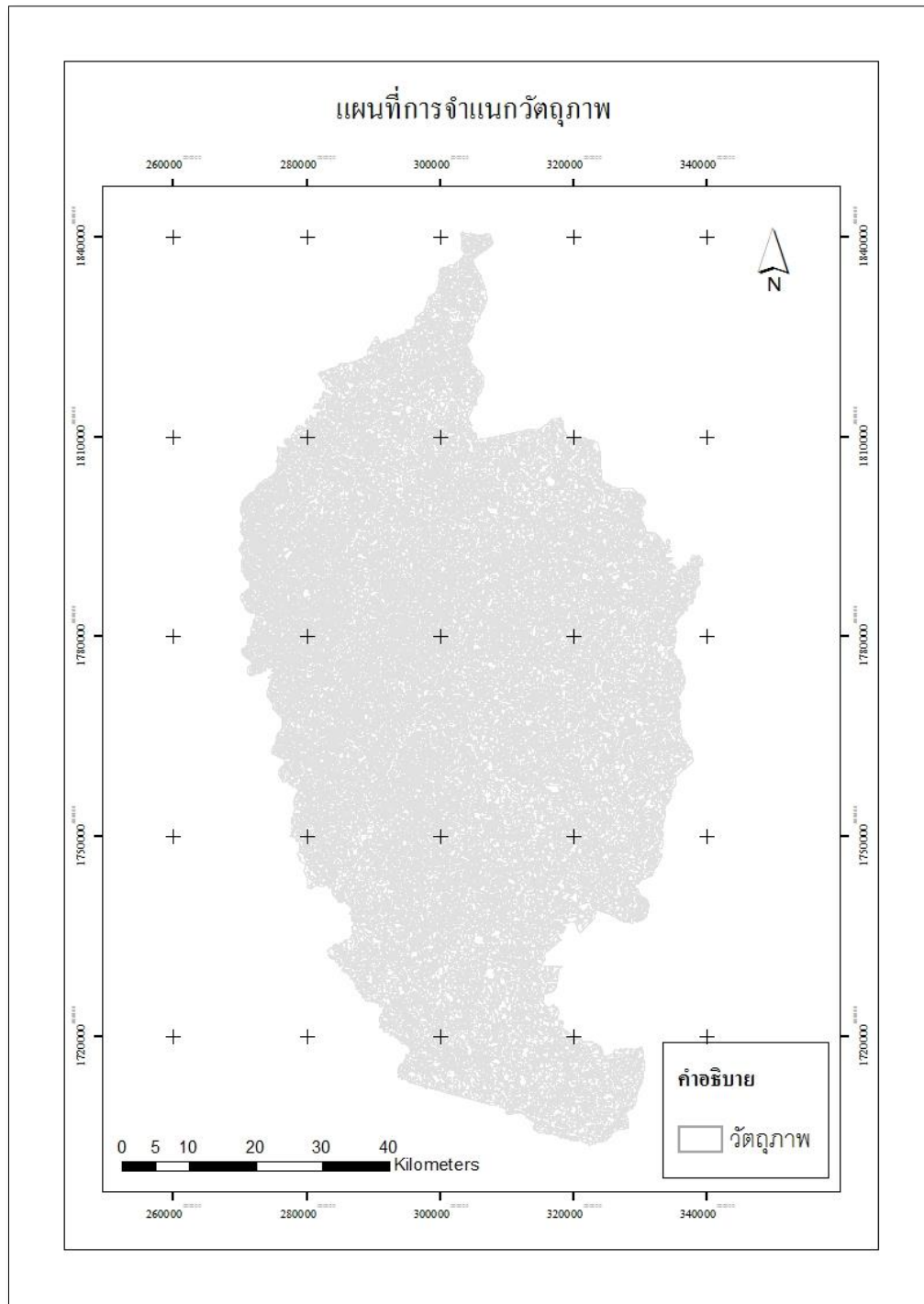


ภาพที่ 4-3 ลำดับชั้นของการจำแนกแบบ Decision Tree

ในการจำแนก ผู้วิจัยใช้ค่าของข้อมูลวัตถุภาพ (Objects) ที่ได้จากการแบ่งส่วนภาพ (Segmentation) จากกระบวนการข้างต้น เป็นข้อมูลพื้นฐานที่ใช้ในการจำแนก (Classify) ซึ่งในระบบการจำแนกนี้ กำหนดเงื่อนไขเพื่อจำแนกค่าของวัตถุภาพตามเงื่อนไขที่กำหนดในแต่ละระดับชั้น และค่าของวัตถุภาพที่ตรงกับเงื่อนไขที่กำหนด จะถูกพิจารณาเลือกนำค่าของข้อมูลวัตถุภาพนั้นมาใช้ในการจำแนกในระดับต่อไป โดยสามารถอธิบายผลการจำแนกแต่ละระดับชั้นได้ดังนี้

ระดับชั้นที่ 1 ระดับชั้นต้น (Root Node) ชุดข้อมูลที่เป็นชุดข้อมูลตั้งต้นสำหรับการเริ่มต้นจำแนก ผู้วิจัยได้เลือกใช้ข้อมูลที่ได้ผ่านกระบวนการแบ่งส่วนภาพ (Segmentation) จากผลการศึกษาข้างต้น โดยจะพิจารณาค่าของข้อมูลวัตถุภาพตามเงื่อนไขที่กำหนด ซึ่งจากผลการวิจัย

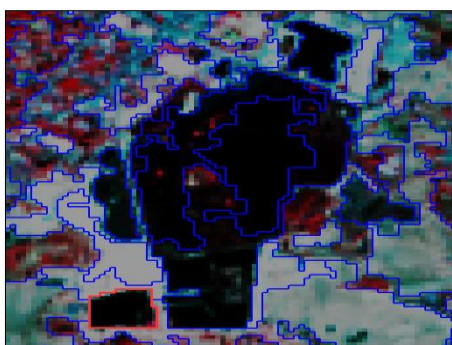
การแบ่งข้อมูลวัตถุภาพ พบว่า ข้อมูลถูกแบ่งเป็นวัตถุภาพได้จำนวน 11,880 Objects ดังแสดงในภาพที่ 4-4



ภาพที่ 4-4 แผนที่การจำแนกวัตถุภาพ

## ระดับขั้นที่ 2 การจำแนกชุดข้อมูลพืชพรรณ และ ไม่ใช่พืชพรรณ

วัตถุประสงค์ของการจำแนกในระดับนี้ ผู้วิจัยต้องการจำแนกชุดข้อมูลออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มพืชพรรณ และกลุ่มที่ไม่ใช่พืชพรรณ เช่น ชุมชน ถนน แหล่งน้ำ โดยพิจารณาจากค่าสถิติของชุดข้อมูล NDVI เพื่อตัดพื้นที่ส่วนที่ไม่ใช่พืชพรรณออก และเลือกเฉพาะกลุ่มที่เป็นพืชพรรณสำหรับการจำแนกขั้นต่อไป โดยระดับขั้นนี้ ผู้วิจัยได้เลือกกลุ่มตัวอย่าง โดยกำหนดชุดข้อมูลตัวอย่าง (Training set) ของถนน ชุมชน แหล่งน้ำ และพืชพรรณ ดังแสดงในภาคผนวก ก ผลการศึกษพบว่า ค่าของกลุ่มพืชพรรณ มีค่าตั้งแต่ 0.16 ขึ้นไป และค่าที่ต่ำกว่า 0.16 เป็นค่าของกลุ่มที่ไม่ใช่พืชพรรณ ดังแสดงในภาคผนวก ง



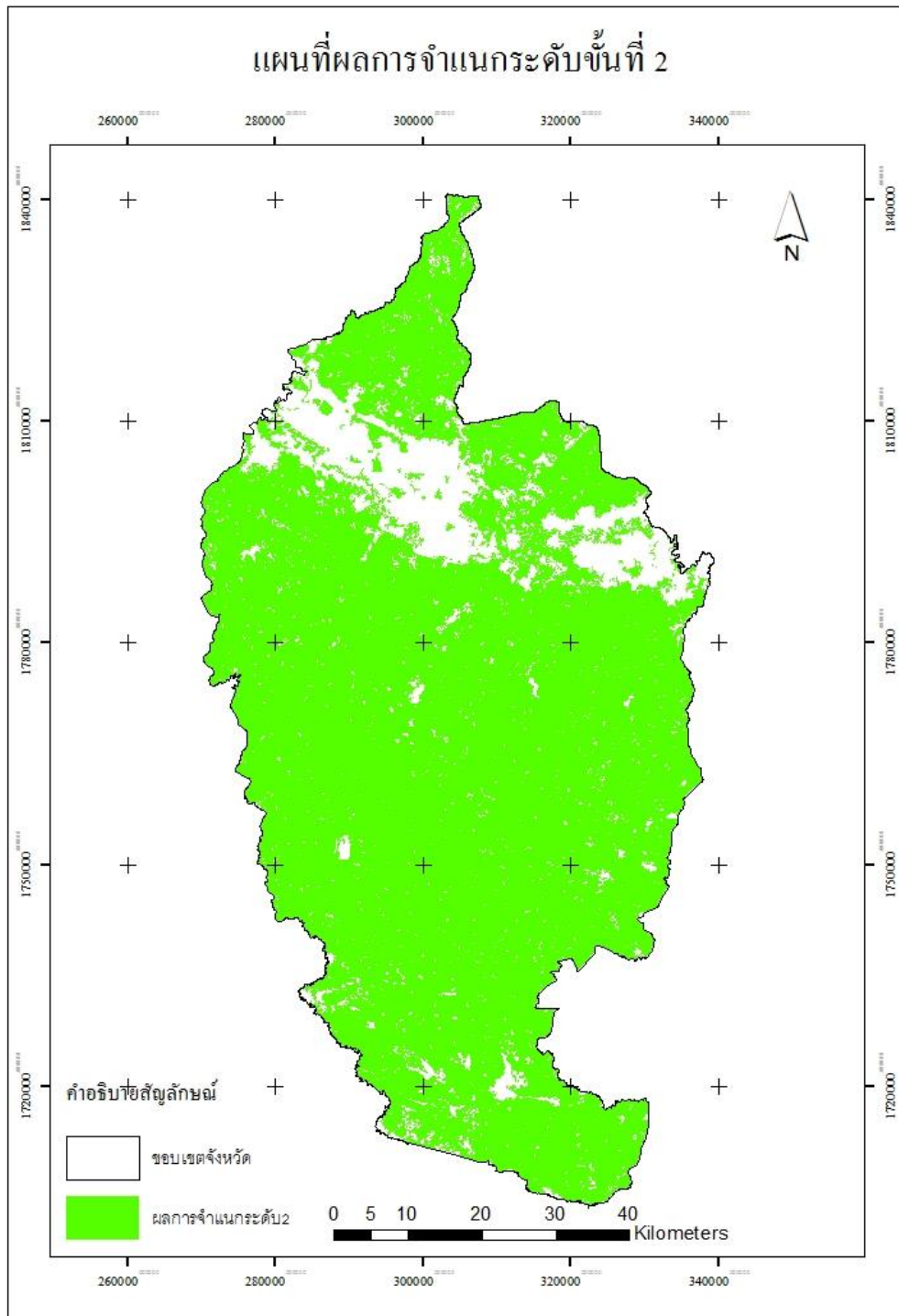
(ก) NDVI มีค่า 0.02



(ข) NDVI มีค่า 0.16

ภาพที่ 4-5 NDVI มีค่า 0.02 (ก) ของแหล่งน้ำ และ NDVI มีค่า 0.16 (ข) ของชุมชน

ผลจากการวิจัย พบว่า ค่าที่ได้จากการจำแนกโดยการกำหนดค่าดัชนีพืชพรรณ (NDVI) สามารถจำแนกข้อมูลพืชพรรณได้ จำนวน 8,783 Objects คิดเป็นพื้นที่ 4,867.36 ตารางกิโลเมตร หรือ 3,042,100 ไร่ และไม่ใช่พืชพรรณ (แหล่งน้ำ พื้นที่ชุ่มน้ำ ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง) จำนวน 3,097 Objects จากจำนวนวัตถุภาพทั้งสิ้น 11,880 Objects ดังภาพที่ 4-6 แสดงให้เห็นข้อมูลส่วนที่เป็นพืชพรรณและไม่ใช่พืชพรรณ



ภาพที่ 4-6 การจำแนกระดับชั้นที่ 2

ระดับชั้นที่ 3 จำแนกข้อมูลพืชพรรณ อายุของพืชตามค่าดัชนีพืชพรรณ (NDVI) ผู้วิจัยได้กำหนดวัตถุประสงค์ของการจำแนกเพื่อแยกข้อมูลพืชพรรณ โดยนำเอาชุดข้อมูลเฉพาะข้อมูลพืชพรรณที่ได้จากการจำแนกในระดับชั้นที่ 2 จำนวน 8,783 Objects มาจำแนกอายุของพืช โดยใช้ค่าดัชนีพืชพรรณ (NDVI) ที่ผู้วิจัยได้ทำการสุ่มเลือกพื้นที่ตัวอย่างเพื่อหาค่าตัวแทนของค่า NDVI ในพื้นที่การใช้งานที่ดินแต่ละประเภท ดังแสดงในภาคผนวก ก ซึ่งผลการวิจัยในครั้งนี้ ได้กำหนดค่าของช่วงข้อมูล NDVI ที่นำมาใช้กำหนดเกณฑ์การจำแนกพืชตามกลุ่มอายุ ได้ดังนี้

ตารางที่ 4-1 กำหนดเงื่อนไขการจำแนกระดับชั้นที่ 3

ช่วงอายุ	เดือน	ค่าที่กำหนด
ระยะที่ 1	0 – 3	$0.20 \leq \text{NDVI} < 0.24$
ระยะที่ 2	4 – 7	$0.24 \leq \text{NDVI} < 0.25$
ระยะที่ 3	8 – 12	$0.25 \leq \text{NDVI} < 0.31$

ผลการจำแนกในระดับชั้นที่ 3 พบว่า สามารถจำแนกพืชจากค่า NDVI ตามช่วงอายุพืช จากภาพถ่ายพืชพรรณ จำนวน 8,783 Objects พื้นที่ 4,867.36 ตารางกิโลเมตร หรือ 3,042,100 ไร่ สรุปรวมพื้นที่ ระยะที่ 1 ระยะที่ 2 และระยะที่ 3 ไม่รวมพื้นที่อื่น ๆ คิดเป็นพื้นที่ 4,065.09 ตารางกิโลเมตร หรือ 2,540,706.25 ไร่ ดังนี้

ตารางที่ 4-2 ผลการจำแนกระดับที่ 2

ระยะของพืช	จำนวนวัตถุภาพ (objects)	พื้นที่	
		ตารางกิโลเมตร	ไร่
ระยะที่ 1	4,194	2,799.04	1,749,400.00
ระยะที่ 2	1,985	971.31	607,068.75
ระยะที่ 3	937	294.78	184,237.5
พืชชนิดอื่น ๆ	1,667	802.23	501,393.75
รวม	8,783	4,867.36	3,042,100.00





ระดับชั้นที่ 4 จำแนกข้อมูลพืชพรรณ ชนิดของพืชตามค่าการสะท้อนของ Band 4 การจำแนกในระดับชั้นนี้ มีวัตถุประสงค์ในการจำแนกชนิดของพืชพรรณ โดยใช้ค่าของข้อมูลค่าการสะท้อนพลังงานของ Band 4 (0.64 - 0.67) ซึ่งเป็นช่วงคลื่นที่สามารถนำมาใช้แยกประเภทพืชพรรณ จากการศึกษาค่าของข้อมูลใน Band 4 ดังแสดงในภาคผนวก ค ของพืชแต่ละชนิดเพื่อหาช่วงของข้อมูลที่จะใช้กำหนดเงื่อนไขของการจำแนก พบว่า การสะท้อนพลังงานของ Band 4 ที่นำมากำหนดเงื่อนไขในการจำแนกพืชมันสำปะหลัง โรงงานจากพืชชนิดอื่น ๆ ผลของการจำแนกพืชแต่ละชนิด ดังแสดงในภาคผนวก ฉ ในแต่ละช่วงอายุ ดังนี้

ระยะที่ 1 อายุ 0 – 3 เดือน ค่าระหว่าง 10,000  $\leq$  BAND4 < 11,500

ระยะที่ 2 อายุ 4 – 6 เดือน ค่าระหว่าง 8,500  $\leq$  BAND4 < 9,840

ระยะที่ 3 อายุ 7 – 12 เดือน ค่าระหว่าง 7,100  $\leq$  BAND4 < 8,300

ผลการจำแนก พบว่า

การจำแนกพืชในช่วงอายุ ระยะที่ 1 อายุ 0 - 3 เดือนแรก ผลการจำแนกวัตถุภาพ พบว่า สามารถจำแนกชนิดของพืช ได้ 1,287 Objects คิดเป็นพื้นที่ 495.5 ตารางกิโลเมตร หรือ 309,687.5 ไร่

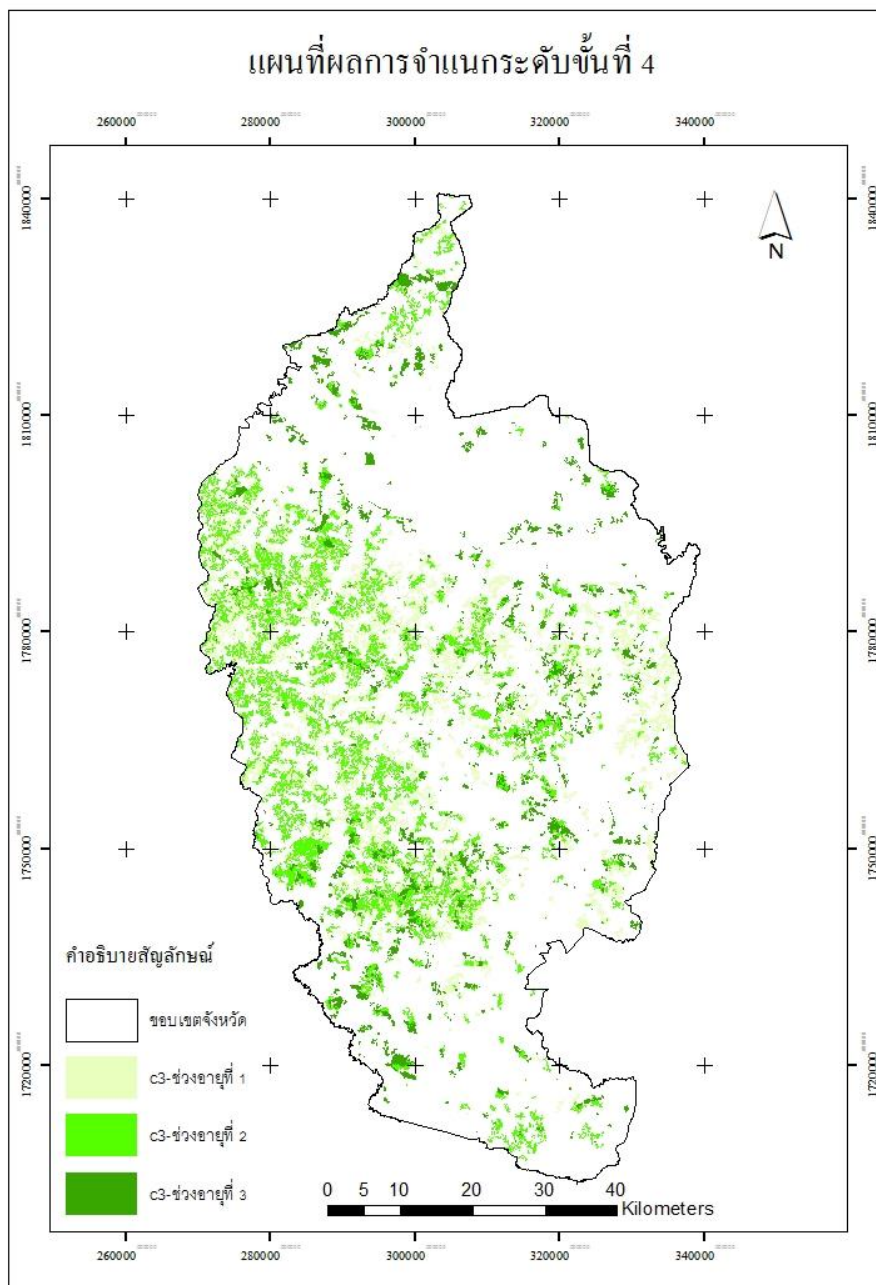
การจำแนกพืชในช่วงอายุ ระยะที่ 2 อายุ 4 - 7 เดือน ผลการจำแนกวัตถุภาพ ในช่วงอายุระยะที่ 2 จำแนกได้ 957 Objects คิดเป็นพื้นที่ 589.38 ตารางกิโลเมตร หรือ 368,362.5 ไร่

การจำแนกพืชในช่วงอายุ ระยะที่ 3 อายุ 8 - 12 เดือน ผลการจำแนกวัตถุภาพ สามารถกระชับข้อมูลจากช่วงอายุ ให้สามารถแยกชนิดพืชได้ดีขึ้น สามารถจำแนกพื้นที่เพาะปลูกตามช่วงอายุในระยะที่ 3 ได้ 754 Objects คิดเป็นพื้นที่ 238.41 ตารางกิโลเมตร หรือ 149,006.25 ไร่

ตารางที่ 4-3 สรุปผลการจำแนกข้อมูลในระดับชั้นที่ 4

ระยะของพืช	จำนวนวัตถุภาพ (objects)	พื้นที่	
		ตารางกิโลเมตร	ไร่
ระยะที่ 1	1,287	495.5	309,687.5
ระยะที่ 2	957	589.38	368,362.5
ระยะที่ 3	754	238.41	149,006.25
รวม	2,998	1,323.29	827,056.25

รวมพื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลังโรงงานที่จำแนกได้ในระดับชั้นการจำแนกที่ 4 คือ 2,998 objects คิดเป็นพื้นที่ 1,323.29 ตารางกิโลเมตร หรือ 827,056.25 ไร่ พื้นที่ลดลงจากการจำแนกในระดับชั้นที่ 3 ได้ 2,741.8 ตารางกิโลเมตร หรือ 1,713,625 ไร่



ภาพที่ 4-8 การจำแนกระดับชั้นที่ 4

## ผลการจำแนกพื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลังโรงงานด้วยข้อมูลอุณหภูมิพื้นผิวจากข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม

ในกระบวนการจำแนกในขั้นตอนนี้ ตรงตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 2 เพื่อจำแนกพื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลังโรงงานด้วยข้อมูลอุณหภูมิพื้นผิว โดยผู้วิจัยได้ใช้การจำแนกแบบ Decision Tree ในระดับขั้นที่ 5 โดยนำเอาผลที่ได้จากการจำแนก ระดับที่ 4 มาจำแนกชนิดของพืชตามค่าอุณหภูมิพื้นผิว ผู้วิจัยได้ใช้ข้อมูลจากดาวเทียม LANDSAT 8 ช่วงคลื่นที่ 10 (Band 10) นำมาคำนวณหาค่าอุณหภูมิพื้นผิว และนำข้อมูลจากการสำรวจภาคสนามด้วยกล้องตรวจวัดความร้อน (FLIR) ดังแสดงในภาคผนวก ซ และสรุปผลค่าของอุณหภูมิที่ได้จากข้อมูลการสำรวจภาคสนาม ดังแสดงในภาคผนวก ฉ และนำค่าของข้อมูลที่ได้นำมากำหนดเงื่อนไขในการจำแนกในระดับที่ 5 ดังนี้

### การจำแนกระดับที่ 5

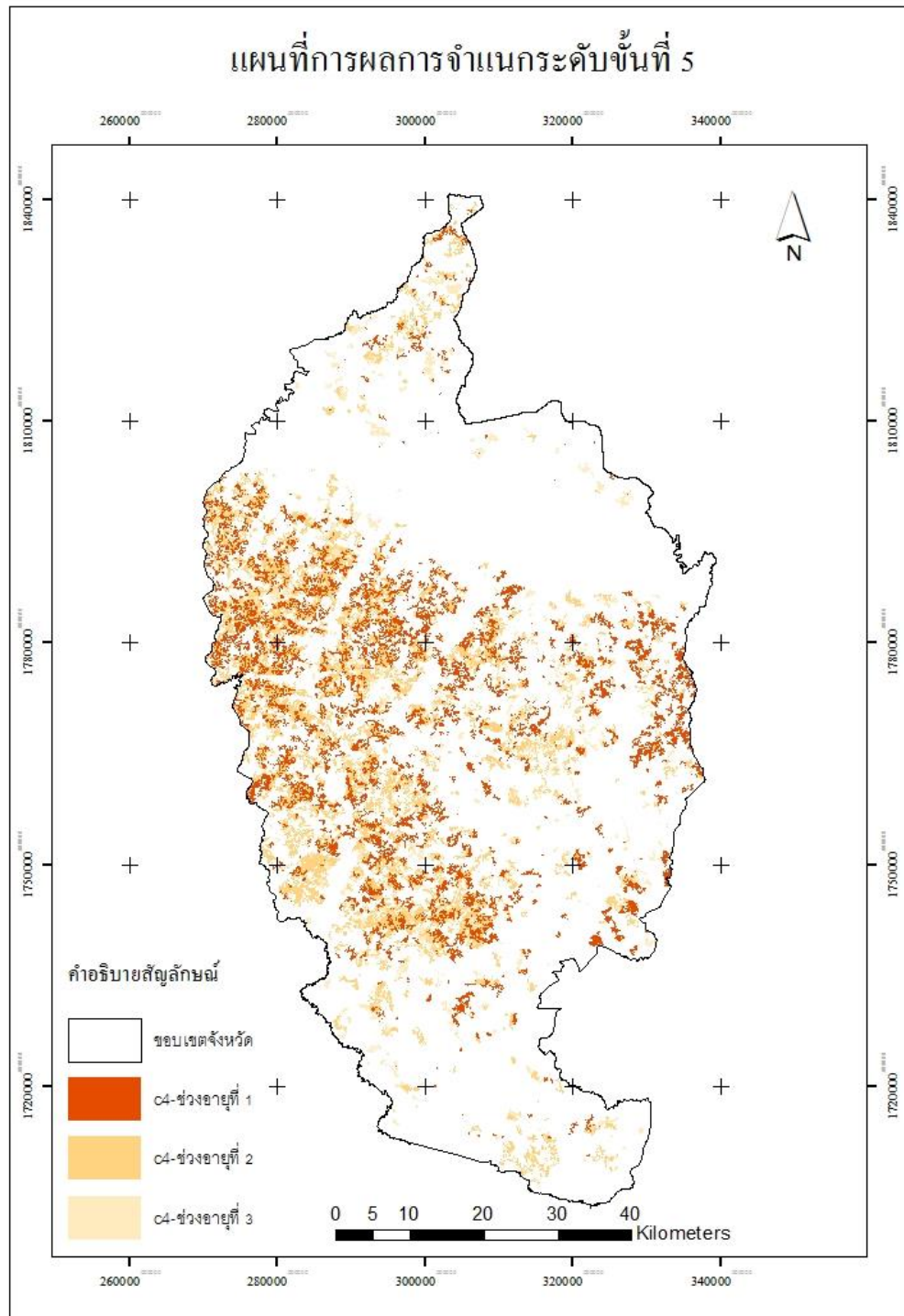
ผู้วิจัยกำหนดค่าช่วงของข้อมูลอุณหภูมิพื้นผิวที่เหมาะสมในการจำแนกพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังโรงงานในแต่ละช่วงอายุ ดังนี้

อายุ 0-3 เดือน	อุณหภูมิเฉลี่ย	29.5 – 30.5 องศาเซลเซียส
อายุ 4-7 เดือน	อุณหภูมิเฉลี่ย	28.5 – 30.5 องศาเซลเซียส
อายุ 8-10 เดือน	อุณหภูมิเฉลี่ย	27.4 - 29.5 องศาเซลเซียส

จากการจำแนกระดับขั้นที่ 5 แสดงให้เห็นว่า เมื่อใช้อุณหภูมิ เป็นปัจจัยหนึ่งในการจำแนกพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังโรงงาน ทำให้สามารถจำแนกข้อมูลได้ดีขึ้น ผลการจำแนกในระดับขั้นนี้ดังแสดงในภาคผนวก ซ ในขั้นการจำแนกนี้ สามารถจำแนกข้อมูลได้ ดังนี้

ตารางที่ 4-4 สรุปผลการจำแนกข้อมูลในระดับขั้นที่ 5

ระยะของพืช	จำนวนวัตถุภาพ (objects)	พื้นที่	
		ตารางกิโลเมตร	ไร่
ระยะที่ 1	839	340.25	212,656.25
ระยะที่ 2	503	323.94	202,462.00
ระยะที่ 3	504	147.44	92,150.00
รวม	1,846	811.63	507,268.25

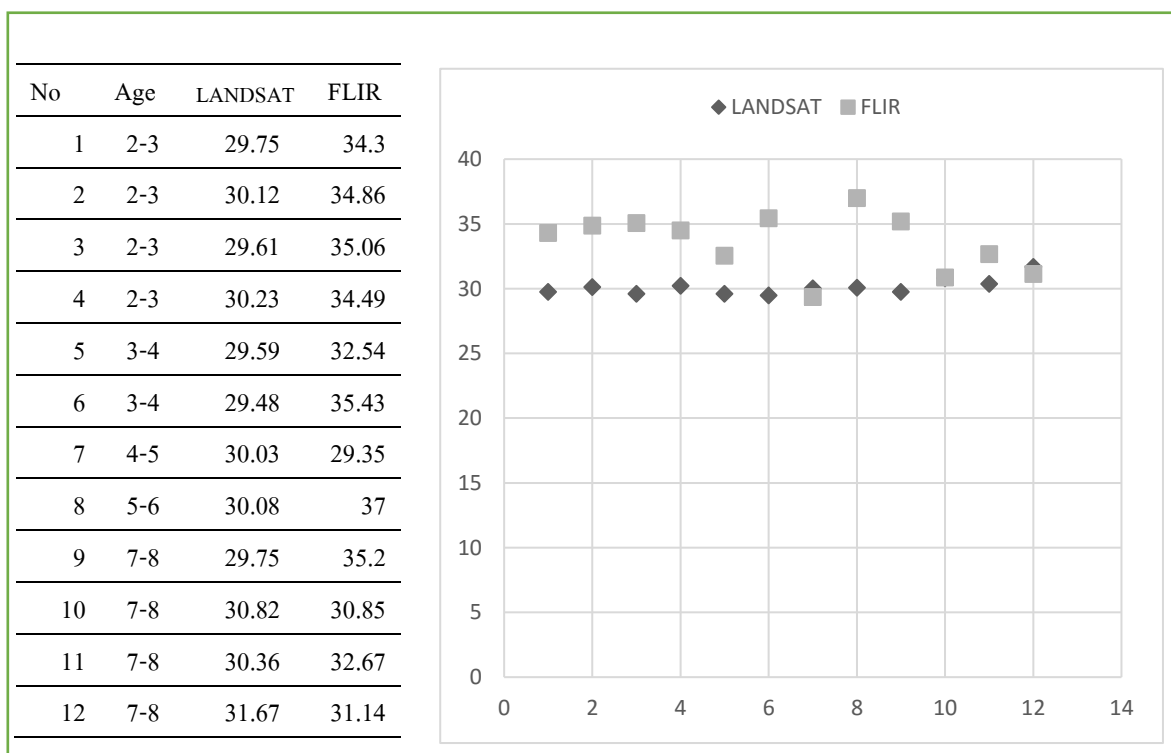


ภาพที่ 4-9 การจำแนกระดับชั้นที่ 5

## ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์อุณหภูมิพื้นผิวและพื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลัง- โรงงาน

โดยการนำค่าของอุณหภูมิพื้นผิวจากข้อมูลจากดาวเทียมมาวิเคราะห์การจำแนกพื้นที่ปลูกมันสำปะหลัง และผู้วิจัยนำค่าอุณหภูมิพื้นผิวที่ได้จากการสำรวจภาคสนามด้วยกล้องตรวจวัดอุณหภูมิความร้อนมาตรวจสอบค่าอุณหภูมิพื้นผิวอีกครั้งหนึ่ง จากการพิจารณาการกำหนดเงื่อนไขค่าอุณหภูมิที่จะนำมาจำแนกแยกชนิดของพืชตามช่วงอายุของพืช นั่นคือ สามารถแยกพืชที่มีขนาดต้นโต ใบปกคลุมหนาแน่น เช่น ป่าไม้ ไม้ยืนต้น ไม้ยางพารา ไม้ยูคาลิปตัส จะมีค่าของอุณหภูมิที่ต่ำกว่าช่วงอุณหภูมิของมันสำปะหลัง และยังสามารถวิเคราะห์ได้ว่า หากช่วงที่กำหนดนี้ เป็นช่วงที่เป็นอุณหภูมิพื้นผิวของการเจริญเติบโตปกติ แสดงว่า หากพื้นผิวมีค่าอุณหภูมิที่สูงกว่าที่กำหนดนั้นอาจหมายถึง พื้นที่ของมันสำปะหลัง โรงงานที่มีความผิดปกติ เช่น อาจเป็นเชื้อโรคระบาด ดังนั้นเพื่อเป็นแนวทางในการศึกษา วิจัยและติดตามผลในครั้งต่อไป

จะเห็นได้ว่า อุณหภูมิของมันสำปะหลัง โรงงานในช่วงอายุโตจะมีค่าอุณหภูมิต่ำกว่า เนื่องจาก ใบของพืชจะมีความชื้นมากกว่าดินจึงมีอุณหภูมิต่ำ แต่ดินแห้งแล้งจึงปล่อยค่าพลังงานความร้อนออกมาได้มากกว่า จึงมีอุณหภูมิที่สูงกว่า



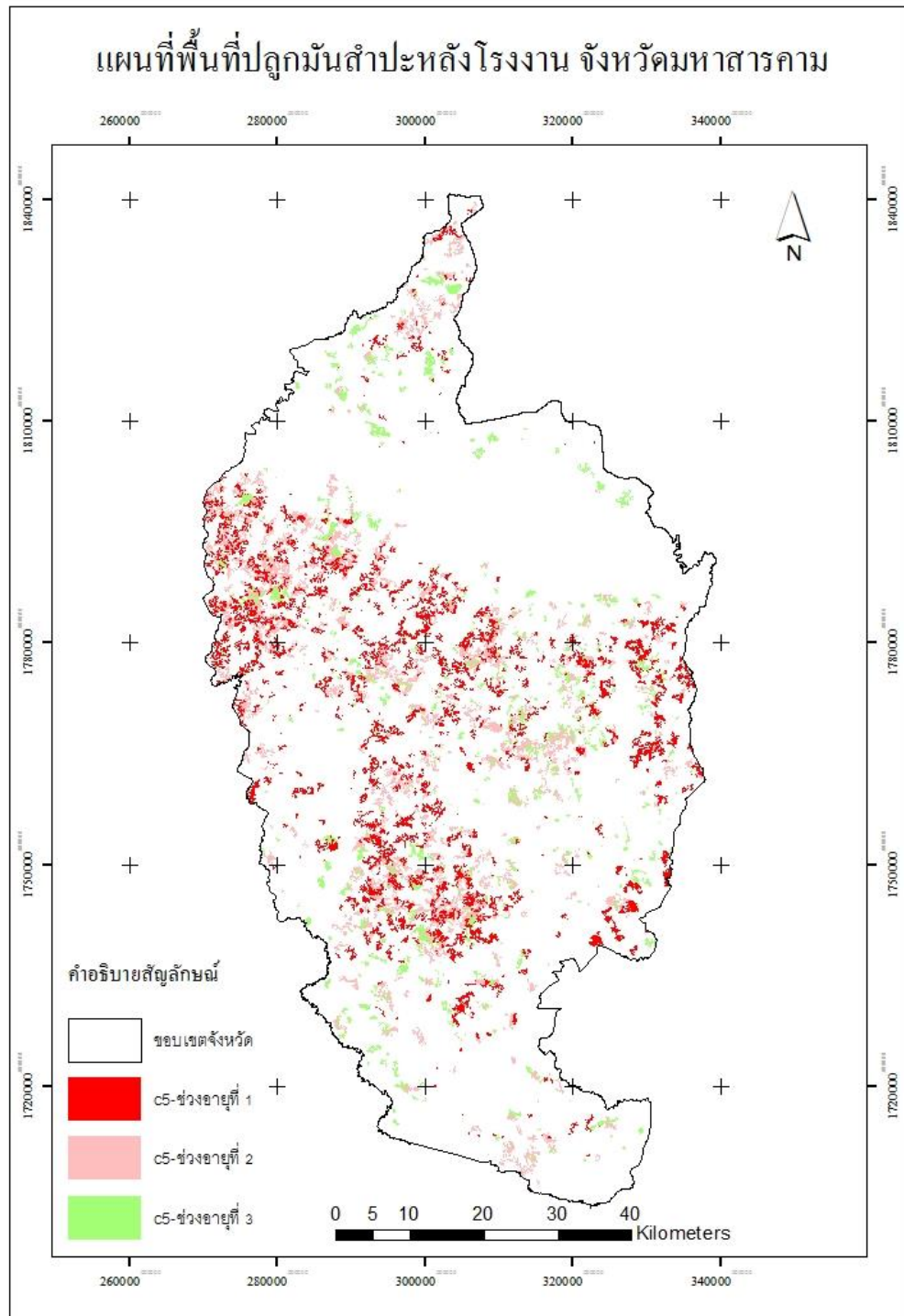
ภาพที่ 4-10 กราฟเปรียบเทียบอุณหภูมิจากข้อมูล LANDSAT 8 และ FLIR

การจำแนกข้อมูลในระดับต่าง ๆ สามารถจำแนกพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังโรงงานได้ผล  
แต่ละระดับขั้นการจำแนก ดังในตารางที่ 4-5

ตารางที่ 4-5 ผลการจำแนก 5 ระดับขั้นการจำแนก

ระดับการจำแนก	ประเภทการ จำแนก	จำนวน Objects	พื้นที่ (ตร.ม.)	พื้นที่ (ไร่)
ระดับขั้นที่ 1	Segmentation	11,800	5,291.68	3,307,300
ระดับขั้นที่ 2	พืชพรรณ	8,783	4,867.36	3,042,100.00
NDVI				
ระดับขั้นที่ 3	ระยะที่ 1	4,191	2,799.04	1,749,400.00
NDVI				
	ระยะที่ 2	1,985	971.31	607,068.75
	ระยะที่ 3	937	294.78	184,237.50
ระดับขั้นที่ 4	ระยะที่ 1	1,287	495.5	309,687.50
Band4				
	ระยะที่ 2	957	589.38	368,362.50
	ระยะที่ 3	754	238.41	149,006.25
ระดับขั้นที่ 5	ระยะที่ 1	839	340.25	212,656.25
Surface				
	ระยะที่ 2	503	329.94	202,462.00
Temperature				
	ระยะที่ 3	504	147.44	92,150.00

จากตารางที่ 4-5 จะเห็นได้ว่า เมื่อนำค่าของอุณหภูมิพื้นผิว มาใช้ในการจำแนกพื้นที่  
เพาะปลูกมันสำปะหลังโรงงานตามช่วงอายุของพืช จะทำให้สามารถจำแนกได้ดีขึ้น โดยจะเห็นว่า  
พื้นที่ที่จำแนกได้มีพื้นที่ลดลง โดยในช่วงของการทำวิจัยเป็นช่วงที่พืชมีอายุอยู่ระหว่าง 2-4 เดือน  
และ 4-6 เดือน



ภาพที่ 4-11 แผนที่พื้นที่การปลูกมันสำปะหลังโรงงาน

### ผลการตรวจสอบความถูกต้องของการจำแนก

การตรวจสอบความถูกต้องของการจำแนก ผู้วิจัยได้นำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจภาคสนามพื้นที่แปลงมันสำปะหลังโรงงานจำนวน 60 จุดสำรวจ มากำหนดจุดและนำเข้าข้อมูลในโปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เพื่อนำมาเปรียบเทียบกับพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังโรงงานที่ได้จากการจำแนกโดยวิธี Segmentation และ Decision Tree โดยกำหนดจุดและตรวจสอบค่าในวัตถุภาพที่จุดนั้นมีค่าพิกัดตำแหน่งตรงกัน เพื่อตรวจสอบว่าจุดสำรวจพื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลังโรงงานมีความถูกต้องตรงกับพื้นที่ที่ได้จากการจำแนกหรือไม่ ดังแสดงในตาราง ที่ 4-6 ดังนี้

ตารางที่ 4-6 ตรวจสอบความถูกต้องของการจำแนก

ID	x	y	ความถูกต้อง	ID	x	y	ความถูกต้อง
1	293920	1776185	ถูกต้อง	31	272456	1774733	ไม่ถูก
2	292488	1776265	ถูกต้อง	32	272560	1774759	ถูกต้อง
3	291424	1775592	ถูกต้อง	33	275628	1775875	ถูกต้อง
4	290961	1773837	ไม่ถูก	34	296950	1774051	ถูกต้อง
5	290924	1773909	ไม่ถูก	35	296857	1773795	ถูกต้อง
6	289310	1776069	ไม่ถูก	36	297270	1773803	ถูกต้อง
7	289284	1775878	ไม่ถูก	37	294287	1775911	ไม่ถูก
8	283061	1775652	ถูกต้อง	38	294343	1776680	ถูกต้อง
9	281445	1774811	ถูกต้อง	39	294631	1776800	ไม่ถูก
10	281870	1775124	ถูกต้อง	40	295133	1776404	ถูกต้อง
11	285065	1775551	ไม่ถูก	41	295003	1776264	ถูกต้อง
12	284936	1775204	ไม่ถูก	42	295250	1776247	ถูกต้อง
13	283625	1775596	ถูกต้อง	43	295148	1776429	ถูกต้อง
14	283836	1775533	ถูกต้อง	44	295452	1775874	ถูกต้อง
15	283172	1775547	ถูกต้อง	45	279241	1775339	ถูกต้อง
16	283171	1774982	ถูกต้อง	46	279038	1774333	ถูกต้อง



ตารางที่ 4-6 (ต่อ)

ID	x	y	ความ ถูกต้อง	ID	x	y	ความ ถูกต้อง
17	280703	1775140	ถูกต้อง	47	278782	1777820	ถูกต้อง
18	280657	1774971	ถูกต้อง	48	279700	1773702	ถูกต้อง
19	280516	1775041	ถูกต้อง	49	278710	1773046	ถูกต้อง
20	280330	1775130	ถูกต้อง	50	278440	1772899	ถูกต้อง
21	280570	1774689	ถูกต้อง	51	278262	1772993	ถูกต้อง
22	279081	1774537	ถูกต้อง	52	278093	1772868	ถูกต้อง
23	278681	1774571	ถูกต้อง	53	278308	1770705	ถูกต้อง
24	278711	1774673	ถูกต้อง	54	278732	1770685	ถูกต้อง
25	277958	1774456	ถูกต้อง	55	279248	1770865	ถูกต้อง
26	277609	1774525	ถูกต้อง	56	279762	1770594	ถูกต้อง
27	277454	1774751	ถูกต้อง	57	279652	1771122	ถูกต้อง
28	276962	1774887	ถูกต้อง	58	280086	1770820	ถูกต้อง
29	277153	1774814	ถูกต้อง	59	280345	1770434	ถูกต้อง
30	277148	1774937	ถูกต้อง	60	280501	1770567	ถูกต้อง

ผลการตรวจสอบความถูกต้องที่ได้จากการจำแนก จากการนำเข้าสู่จุดพิกัดตำแหน่งที่ได้จากการสำรวจภาคสนามกับข้อมูลที่ได้จากการจำแนกข้างต้นนั้น มีความถูกต้องของการจำแนก 51 จุด จากจุดสำรวจ 60 จุด คิดเป็นร้อยละ 85

## บทที่ 5

### สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การศึกษาการกระจายตัวของอุณหภูมิพื้นผิวในพื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลังโรงงาน จากข้อมูลจากดาวเทียม LANDSAT 8 โดยใช้เทคนิคการจำแนกภาพเชิงวัตถุ ภูมิศึกษา จังหวัดมหาสารคาม ผู้วิจัยได้ศึกษาและวิจัยตามวัตถุประสงค์ของงานวิจัย คือ จำแนกพื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลังโรงงาน จำแนกอุณหภูมิพื้นผิวของพื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลังโรงงาน วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวกับพื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลังโรงงาน โดยสามารถสรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ ได้ดังนี้

#### สรุปผลการวิจัย

จากการวิจัย ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยตามกระบวนการที่ได้กำหนดไว้ตามกรอบของการวิจัย และตามขั้นตอนการดำเนินการวิจัยดังได้กล่าวไว้ในบทที่ 3 ซึ่ง ผลจากการวิจัยนี้ตรงตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย ซึ่งได้กำหนดวัตถุประสงค์การวิจัยไว้ 3 ด้าน ซึ่งสามารถสรุปผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์ได้ดังนี้

1. สรุปผลที่ได้จากการจำแนกพื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลังโรงงานด้วยเทคนิคการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ และการจำแนกแบบ Decision Tree

ผู้วิจัยได้ใช้วิธีการจำแนกพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังโรงงาน ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยคือ ข้อมูลจากดาวเทียม LANDSAT 8 ณ วันที่ 10 มกราคม 2557 ใช้ข้อมูลในช่วงคลื่นที่ 1 – 7 และ ใช้ข้อมูลจากดาวเทียม ในการวิเคราะห์ค่าดัชนีพืชพรรณ (NDVI) ขั้นตอนแรก ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีการแบ่งส่วนภาพ (Segmentation) ผู้วิจัยได้กำหนดขนาดของวัตถุในระดับกลาง คือ Scale parameter = 150 Shape parameter = 0.3 และ Compactness = 0.7 วัตถุภาพที่ได้มีการสร้างวัตถุครอบคลุมพื้นที่การใช้ที่ดินได้เหมาะสม เมื่อได้วัตถุภาพ (Objects) แล้ว ขั้นตอนที่สอง ดำเนินการจำแนกข้อมูลภาพ (Classification) ด้วยวิธี Decision Tree คือการจำแนกแบบลำดับชั้น โดยกำหนด ระดับของการจำแนกได้เป็น 5 ระดับ คือ

ระดับขั้นที่ 1 ข้อมูลวัตถุภาพ(segmentation) + NDVI imagery (Root Node) จำแนกข้อมูลได้ 11,800 objects คิดเป็นพื้นที่ 5,291.68 ตารางกิโลเมตร หรือ 3,307,300 ไร่

ระดับขั้นที่ 2 จำแนกชุดข้อมูลพืชพรรณ และ ไม้ใช้พืชพรรณ (แหล่งน้ำ+ชุมชน) จำแนกข้อมูลได้ 8,783 objects คิดเป็นพื้นที่ 4,867.36 ตารางกิโลเมตร หรือ 3,042,100.00 ไร่

ระดับชั้นที่ 3 จำแนกข้อมูลพืชพรรณ อายุของพืชตามค่าดัชนีพืชพรรณ (NDVI) จำแนกได้เป็นพื้นที่ 7,113 objects คิดเป็นพื้นที่ 4,065.09 ตารางกิโลเมตร หรือ 2,540,706.25 ไร่

ระดับชั้นที่ 4 จำแนกข้อมูลพืชพรรณ ชนิดของพืชตามค่าการสะท้อนของ Band 4 ช่วงคลื่น Band 4 (0.64 - 0.67) จำแนกพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังโรงงานได้ 2,998 objects คิดเป็นพื้นที่ 1,323.29 ตารางกิโลเมตร หรือ 548,056.25 ไร่

ระดับชั้นที่ 5 จำแนกข้อมูลพืชพรรณ ชนิดของพืชตามค่าอุณหภูมิพื้นผิว จำแนกพื้นที่ได้เป็น 1,846 objects คิดเป็นพื้นที่ 817.63 ตารางกิโลเมตร หรือ 507,268.25 ไร่

จากผลที่ได้จากการจำแนกทั้ง 5 ระดับชั้นนั้น จำนวนของวัตถุภาพที่ได้แต่ละชั้นการจำแนกจะมีจำนวนลดลง กล่าวคือ เป็นการจำแนกพื้นที่ที่ไม่ต้องการออกเพื่อให้เหลือพื้นที่ที่จะนำมาจำแนกต่อตามเงื่อนไขต่อไป และการจำแนกระดับสุดท้ายจะได้พื้นที่เป้าหมายตามที่ต้องการ

2. สรุปผลที่ได้จากการจำแนกพื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลังโรงงานด้วยข้อมูลอุณหภูมิพื้นผิวจากข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม

ในขั้นตอนนี้จัดอยู่ในกระบวนการจำแนกแบบ Decision Tree ในระดับจำแนกชั้นที่ 5 ซึ่งผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลอุณหภูมิพื้นผิวจากข้อมูลจากดาวเทียมและข้อมูลจากการสำรวจภาคสนาม ด้วยกล้อง FLIR เพื่อนำมาวิเคราะห์และกำหนดเป็นเกณฑ์ในการจำแนกภายใต้วัตถุภาพของพืชระดับจำแนกชั้นที่ 4 ซึ่งผลที่ได้ในระดับจำแนกชั้นที่ 5 นี้ ทำให้สามารถจำแนกพื้นที่เพาะปลูกพืชมันสำปะหลังตามช่วงอายุได้ดียิ่งขึ้น โดยสามารถจำแนกพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังรวมทั้ง 3 ช่วงอายุ จำนวน 1,846 Objects คิดเป็นพื้นที่ 817.63 ตารางกิโลเมตร หรือ 511,018.75 ไร่ ซึ่งผลการจำแนกที่ได้จะเห็นได้ว่า อุณหภูมิพื้นผิวสามารถช่วยจำแนกพืชมันสำปะหลังจากพืชชนิดอื่น ๆ ได้ เนื่องจากค่าของการสะท้อนพลังงานความร้อนของมันสำปะหลังจะมีค่าสูงกว่าพืชอื่น ๆ เพราะขนาดลำต้นของพืชยังไม่โตมาก และค่าการสะท้อนพลังงานของพื้นดินระหว่างลำต้นค่อนข้างสูง จึงทำให้สามารถจำแนกมันสำปะหลังโรงงานจากพืชชนิดอื่นได้

3. สรุปผลที่ได้จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวกับพื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลังโรงงาน

จากการวิเคราะห์ข้อมูลจากดาวเทียม พบว่าอุณหภูมิพื้นผิวของพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังโรงงานมีความสัมพันธ์กันในลักษณะผกผัน กล่าวคือ ช่วงอายุของพืชน้อยจะมีค่าอุณหภูมิพื้นผิวสูง และช่วงอายุพืชมากขึ้นจะมีค่าอุณหภูมิพื้นผิวต่ำกว่า ในช่วงเดือนมกราคมซึ่งผู้วิจัยได้สำรวจข้อมูลภาคสนามพบว่า ส่วนใหญ่แล้วช่วงอายุของพืชมันสำปะหลังโรงงานจะมีอายุประมาณ 2-5 เดือน และพบว่าพื้นที่บางแห่งที่มีความแห้งแล้ง เนื่องจากช่วงเดือนมกราคมเป็นช่วงที่ฝนไม่ตก ต้นมันสำปะหลังจึงมีขนาดไม่โตนัก ขนาดและจำนวนของใบน้อย และบางพื้นที่มีการระบาดของโรคพืช

ทำให้พืชทั้งใบหรือใบมีสีเหลือง ส่งผลต่อค่าของการสะท้อนพลังงานช่วงคลื่นความร้อน ทำให้ค่าอุณหภูมิพื้นผิวที่ได้มีค่าค่อนข้างสูง

## อภิปรายผล

จากการวิจัย ผู้วิจัยได้จำแนกข้อมูลพื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลังโรงงานด้วยเทคนิคการจำแนกภาพเชิงวัตถุและการจำแนกแบบ Decision Tree ดังผลการศึกษาที่ได้ในนั้น ซึ่งกระบวนการจำแนกภาพเชิงวัตถุ ผู้วิจัยได้ทำการแบ่งส่วนภาพ (Segmentation) ก่อน โดยพิจารณาค่าเฉลี่ย (mean) ที่ได้ในแต่ละวัตถุภาพ จากนั้นจึงนำค่าเฉลี่ยของวัตถุภาพที่ได้ไปจำแนกแบบลำดับขั้นต่อไป โดยเทคนิคที่ใช้ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยของนักวิจัยจากหลาย ๆ ด้านเพื่อนำเอาเทคนิคหรือวิธีการต่าง ๆ มาประยุกต์ให้เหมาะสมในการทำวิจัยในครั้งนี้ ดังนี้

1. ผู้วิจัยได้ใช้เทคนิคการจำแนกภาพเชิงวัตถุ ด้วยการแบ่งส่วนภาพ (Segmentation) และได้ศึกษาการกำหนดค่าปัจจัย (Parameter) ให้มีขนาดแตกต่างกันเพื่อหาขนาดของวัตถุภาพที่เหมาะสมต่อการจำแนก ซึ่งผลที่ได้ในนั้น ทำให้ทราบว่า การกำหนดขนาดปัจจัยของการแบ่งวัตถุภาพ มีผลต่อการแบ่งส่วนภาพ นั่นคือ การกำหนดขนาดปัจจัยมีค่ามาก จะทำให้วัตถุภาพที่ได้มีขนาดใหญ่และมีการปะปนของการใช้ที่ดินแบบอื่น ๆ รวมอยู่ในวัตถุภาพเดียวกัน ซึ่งตรงกับงานวิจัยของ จิตาภรณ์ สาดแสงจันทร์ (2556) ที่ได้กล่าวว่า ขนาดของ Scale parameter มีผลต่อการแบ่งส่วนภาพมากที่สุด รองลงมาคือ Shape parameter และ Compactness parameter ตามลำดับ ซึ่งในการแบ่งส่วนภาพต้องศึกษารายละเอียดของข้อมูลภาพก่อนกำหนดขนาดของการแบ่งส่วนภาพ

2. ในการจำแนกข้อมูลด้วยการใช้เทคนิคการจำแนกแบบ Decision Tree นี้ ผู้วิจัยได้กำหนดลำดับขั้นการจำแนกเป็น 5 ระดับ และกำหนดเงื่อนไขให้แต่ละระดับขั้นการจำแนก ตามปัจจัยหรือที่พิจารณาตามลำดับความสำคัญของค่าข้อมูล และคุณสมบัติของข้อมูลในชุดนั้น ๆ ซึ่งผู้วิจัยได้ศึกษาข้อมูลจาก บุญเสริม กิจศิริกุล (2546) ที่กล่าวถึงการจำแนกแบบลำดับขั้น หรือ Decision Tree เป็นแบบจำลองที่มีลักษณะคล้ายกับต้นไม้ โดยจะสร้างกฎต่าง ๆ ขึ้นเพื่อใช้ในการตัดสินใจ ซึ่งการเรียนรู้แบบนี้เป็นการเรียนรู้โดยการจำแนก (Classification) ข้อมูลออกเป็นกลุ่ม (Class) ต่าง ๆ โดยใช้คุณสมบัติข้อมูลในการแยกแยะ ผลที่ได้จากการเรียนรู้ทำให้ทราบว่า คุณสมบัติใดของข้อมูลที่เป็นตัวกำหนดการจำแนก และคุณสมบัติแต่ละตัวของข้อมูลมีความสำคัญมากน้อยต่างกันอย่างไร ซึ่งเป็นประโยชน์ช่วยให้ผู้ใช้สามารถวิเคราะห์ข้อมูลและตัดสินใจได้ถูกต้องยิ่งขึ้น

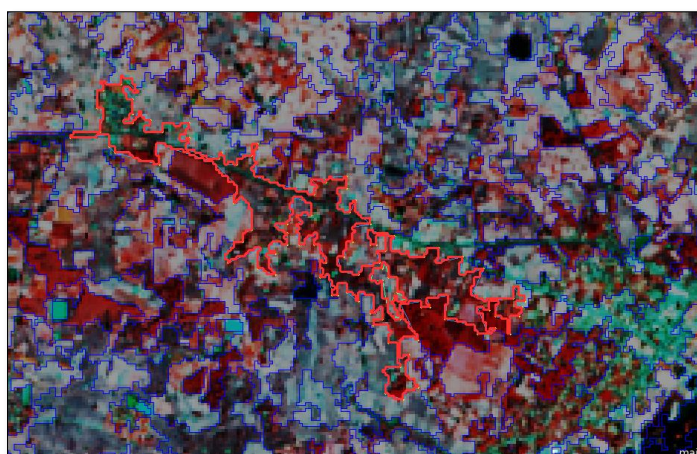
3. ความสัมพันธ์ของอุณหภูมิพื้นผิวกับพืชพรรณ จากการวิจัยพบว่าพืชพรรณที่มีอายุมากกว่าจะมีค่าของอุณหภูมิพื้นผิวที่ต่ำกว่า เนื่องจากมีค่าของความชื้นในใบมากกว่า และหากพืชมี

อายุน้อยกว่าหรือหากพืชอยู่ในสภาวะเครียด เป็น โรค พืชนั้นจะมีอุณหภูมิพื้นผิวที่สูงกว่า เนื่องจากใบมีขนาดเล็กและอุณหภูมิความร้อนจากผิวดินที่สะท้อนขึ้นมา ซึ่งตรงกับงานวิจัยของ สมพงษ์ เลียง โรคาพาธ (2556) ที่ได้ระบุไว้ว่า ต้นไม้และพืชพรรณซึ่งช่วยให้อุณหภูมิของผิวดินลดต่ำลง และช่วยลดอุณหภูมิในอากาศผ่านกระบวนการระเหยและคายน้ำ (Evapotranspiration) โดยต้นไม้คายน้ำสู่อากาศรอบ ๆ ทำให้ความร้อนโดยรอบค่อย ๆ ลดลง ในทางตรงข้าม พื้นที่เขตเมืองมีลักษณะพื้นผิวที่แห้ง น้ำไม่สามารถผ่านได้ ได้แก่ วัสดุปูหลังคาทั่วไป พื้นทางเท้า ถนน และพื้นที่จอดรถ พื้นที่สิ่งปลูกสร้างคายน้ำออกสู่อากาศในปริมาณที่น้อยกว่า จึงส่งผลให้อุณหภูมิที่พื้นผิวและในอากาศสูงขึ้น

### ข้อเสนอแนะ

#### 1. การจำแนกพื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลัง โรงงาน

การจำแนกพื้นที่เพาะปลูกด้วยวิธี Object Based Image Analysis นั้น เป็นการจัดกลุ่มข้อมูลที่มีลักษณะคล้ายกันอยู่ในกลุ่มเดียวกัน ดังนั้น การกำหนดปัจจัย (Parameter) ในการจำแนก จึงมีผลต่อขนาด รูปร่าง และ ความเรียบเนียน ของข้อมูล ในการวิจัยครั้งนี้ มีหลายวัตถุภาพที่มีการจำแนกไม่ชัดเจน เพราะขนาดของวัตถุภาพมีขนาดใหญ่เกินไปทำให้เกิดมีลักษณะของข้อมูลต่างชนิดปนอยู่ด้วยกัน เช่น ภาพที่ 5-1 แสดงให้เห็นวัตถุภาพขนาดใหญ่ เนื่องจากมีลักษณะของข้อมูลที่มีความเหมือนหรือคล้ายกันจึงถูกรวมในวัตถุเดียวกันซึ่งเป็นปัญหาในการจำแนก



ภาพที่ 5-1 ลักษณะของวัตถุภาพที่มีขนาดใหญ่



เซลเซียม และ 29.8 องศาเซลเซียส และเส้น Li3 อุณหภูมิเฉลี่ย 34.0 องศาเซลเซียส และ 32.0 องศาเซลเซียส ตามลำดับภาพ จะเห็นได้ว่า มีความแตกต่างกันมาก อุณหภูมิผิวคืนมีค่าสูงกว่าพืช

3. เนื่องจากรายละเอียดภาพ และ ขนาดของวัตถุภาพ มีขนาดใหญ่ จึงไม่สามารถจำแนก ลักษณะของพื้นที่ที่เกิดการระบาดของโรคได้

ในการศึกษางานวิจัยโดยปกติพบว่า ใช้เทคนิคการวิเคราะห์เชิงวัตถุกับข้อมูลจาก ดาวเทียมที่มีรายละเอียดภาพสูง (High resolution) เช่น พื้นที่ชุมชน เมือง อาคาร ที่มีลักษณะรูปร่าง ที่เด่นชัด แต่ในการศึกษานี้ผู้วิจัยได้นำมาใช้กับภาพถ่ายรายละเอียดต่ำ (Low resolution) 30 เมตร x 30 เมตร และวิเคราะห์พืชพรรณ ดังนั้น ผู้วิจัยขอเสนอแนะในการทำวิจัยต่อ ดังนี้

3.1 ทำ Segmentation ควรใช้ขนาดของพื้นที่เล็ก และกำหนดปัจจัยขนาดของวัตถุ ภาพเล็ก เพื่อการแบ่งส่วนภาพที่ละเอียดมากขึ้น

3.2 การสำรวจภาคสนาม ให้เลือกวันและเวลาให้ตรงกับข้อมูลจากดาวเทียมที่จะใช้ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้องหรือใกล้เคียงกัน

3.3 ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิ ที่ได้จากการสำรวจ และค่าเฉลี่ยที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูล จากดาวเทียม ควรให้มีค่ามากพอเพียงในการเป็นตัวแทนของอายุของระยะต่าง ๆ ของพืช

## บรรณานุกรม

กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. (2556). บัญชีแนบท้ายประกาศกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ เรื่อง การกำหนดเขตเหมาะสมสำหรับการปลูกมันสำปะหลัง จำแนกตามรายภาค จังหวัด อำเภอดำบล ประกาศเมื่อวันที่ 5 กุมภาพันธ์ 2556. (หน้า 185).

กระทรวงพลังงาน. (ม.ป.ป.). แผนพัฒนาพลังงานทดแทน 15 ปี(พ.ศ.2551-2565). (หน้า 8-4).

กรมพัฒนาที่ดิน. (2549). รายงานการสำรวจและคาดการณ์ผลผลิตมันสำปะหลัง ปีการผลิต 2549 โดยใช้เทคโนโลยีการสำรวจระยะไกลและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์. เอกสารวิชาการ เลขที่ 32/ 02/ 49 เข้าถึงได้จาก

[http://www.ddd.go.th/menu\\_assess/2549/SAMPALANK.pdf](http://www.ddd.go.th/menu_assess/2549/SAMPALANK.pdf)

กองวิจัยและพัฒนาข้าว [กวช.]. (2557). ข้าวกับคนไทย. เข้าถึงได้จาก

[http://www.brrd.in.th/main/index.php?option=com\\_content&view=article&id=686:rice-and-population-thailand&catid=61:rice-knowledge&Itemid=77](http://www.brrd.in.th/main/index.php?option=com_content&view=article&id=686:rice-and-population-thailand&catid=61:rice-knowledge&Itemid=77)

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. (2557).

Data Mining & Data Exploration Lab. เข้าถึงได้จาก

<http://alaska.reru.ac.th/text/datamining.pdf%20>

คณะสำรวจภาวะการผลิตและการค้ามันสำปะหลัง ฤดูกาลผลิตปี 2556/ 2557. (2557). สรุปผลการสำรวจทบทวนภาวะการผลิตมันสำปะหลัง ฤดูกาลผลิต ปี 2556/ 2557 สายที่ 2 ภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคตะวันออก ระหว่างวันที่ 22-26 พฤษภาคม 2557. เอกสารรายงาน.

ชรัตน์ มงคลสวัสดิ์, อูรวรรณ จันทร์เกษ, วาสนา พุฒกลาง, พัทยา คำแดง และพงษ์เทพ วรณรศ.

(2554). การวิเคราะห์เนื้อภาพเพื่อจำแนกช่วงอายุขางพาราด้วยภาพถ่ายจากดาวเทียม

THEOS ลุ่มน้ำห้วยคอง. การประชุมวิชาการ "เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศเพื่อการ

สนับสนุนการดำเนินงานท้องถิ่นสู่การพัฒนาประเทศ" ในวันที่ 1-3 กันยายน 2554 ณ

โรงแรมเชียงใหม่แกรนด์วิว อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ และโรงแรมอเวีย สวนสวรรค์ อำเภอแมริม จังหวัดเชียงใหม่. เข้าถึงได้จาก

[http://gecnet.kku.ac.th/research/n\\_proceed/2554/5\\_np2011.pdf](http://gecnet.kku.ac.th/research/n_proceed/2554/5_np2011.pdf)

ชิดชนก ส่องศิริ, ธนาวิหนท์ รักธรรมานนท์ และ กฤษณะ ไวยมัย. (2550). เทคนิคการจำแนก

ประเภทข้อมูลบนฐานข้อมูลเชิงวัตถุ. เข้าถึงได้จาก

[index.ku.ac.th/file\\_research/ooclassi\\_ncsec\\_6page.doc](http://index.ku.ac.th/file_research/ooclassi_ncsec_6page.doc)



- ฐิตาภรณ์ สาดแสงจันทร์. (2556). การจำแนกเชิงวัตถุจากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม THEOS : กรณีศึกษาในบริเวณจังหวัดนนทบุรี. เข้าถึงได้จาก  
<http://www.arts.chula.ac.th/~geography/Senior%20project/Titaporn%202013.pdf>
- ชนาคร แสงสง่า. (2557). พีจีอาร์: บทบาทในการส่งเสริมและป้องกันพืชภายใต้สภาวะเครียด. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 22(4), 554. เข้าถึงได้จาก  
<http://tujournals.tu.ac.th/tstj/detailart.aspx?ArticleID=37>
- บุญเสริม กิจศิริกุล. (2546). รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ โครงการวิจัยร่วมภาครัฐและเอกชน ปีงบประมาณ 2545 โครงการย่อยที่ 7 อัลกอริทึมการทำเหมืองข้อมูล ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ประกาศ ช่างเหล็ก, สุดประสงค์ สุวรรณเลิศ และ สกล ฉายศรี. (2552). “มันสำปะหลัง” เพื่ออาหารและพลังงานทดแทนของโลก Cassava : The plant for alternative food and energy of the world. เข้าถึงได้จาก  
[http://www.rdi.ku.ac.th/kasetresearch52/04-plant/prapart/plant\\_00.html](http://www.rdi.ku.ac.th/kasetresearch52/04-plant/prapart/plant_00.html)
- ฝ่ายวิจัยธุรกิจ สายงานบริหารความเสี่ยงและบรรษัทภิบาล ธนาคารกรุงไทย. (2551). การเพาะปลูกมันสำปะหลังไทยในปี 2552 มีความเสี่ยงสูงขึ้น. สารวิจัยธุรกิจ ธนาคารกรุงไทย. เข้าถึงได้จาก [http://www.ktb.co.th/th/economy/business\\_research\\_4.jsp](http://www.ktb.co.th/th/economy/business_research_4.jsp)
- พนิดา ชุตินานุกุล, อัญชลี ใจดี, ชีรพงษ์ บัวบุชา, มีชัย เชื้องหลิว, ชีรยุทธ ตู้อินดา, ศุภจิตรา ชัชวาล และ บุญธิดา ไชยมิตรทรัพย์. (2556). ผลของภาวะเค็มต่อการสังเคราะห์ด้วยแสงและการเจริญเติบโตในข้าวสายพันธุ์ทนเค็มที่ได้จากประชากร CSSL. Thai J. Genet. 2013, S(1): 276-279. เข้าถึงได้จาก  
<http://www.tci-thaijo.org/index.php/gst/article/viewFile/12424/11181>
- พรภินันท์ สกุธธาร. (2553). นิเวศรีรวิทยาป่าไม้. การจัดการความรู้ด้านวนวัฒนวิทย์ ปี 2553. งานวิจัยนิเวศรีรวิทยาป่าไม้ กลุ่มงานวนวัฒนวิทย์ สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.
- วินัย วิริยะอลงกรณ์, ธนะชัย พันธุ์เกษมสุข, สมชาย องค์กรประเสริฐ และ โวลฟรัม สเปร์. (2556). การวัดความเครียดของลำไยที่ปลูกแบบแบ่งรากภายใต้การให้น้ำที่แตกต่างกัน โดยใช้กล้อง Thermal Imaging. วารสารวิจัยและส่งเสริมวิชาการเกษตร, 30(1), 1-13. เข้าถึงได้จาก <http://www.e-manage.mju.ac.th/openFile.aspx?id=NjEzNjc=>
- วิษณุ ก่อพิมพ์. (2556). การวิเคราะห์พื้นที่ปลูกยางพาราในจังหวัดนครพนมด้วยข้อมูลดาวเทียม.

- สถาบันวิจัยเพื่อพัฒนาประเทศไทย. (2550). รายงานการศึกษาฉบับสมบูรณ์อุตสาหกรรมมันสำปะหลัง : แนวโน้มตลาดและการแทรกแซงของรัฐ. เข้าถึงได้จาก [http://www.tapiocathai.org/Report/R\\_1.pdf](http://www.tapiocathai.org/Report/R_1.pdf)
- สมาคมโรงงานผู้ผลิตมันสำปะหลัง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. (2555). เปรียบเทียบเนื้อที่เก็บเกี่ยวผลผลิตต่อไร่ ผลผลิตรวม รายจังหวัด ปี 2554/2555 กับปี 2555/2556. เข้าถึงได้จาก <http://www.nettathai.org/upload/servy02.pdf>
- . (2556). เปรียบเทียบเนื้อที่เก็บเกี่ยวผลผลิตต่อไร่ ผลผลิตรวม รายจังหวัด ปี 2555/2556 และ ปี พ.ศ. 2556/ 2557. เข้าถึงได้จาก <http://www.nettathai.org/2012-01-18-08-26-18.html>
- สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน โดยพระราชประสงค์ในพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว. (2557). เล่มที่ 5 เรื่องที่ ๔ มันสำปะหลัง. เข้าถึงได้จาก <http://kanchanapisek.or.th/kp6/sub/book/book.php?book=5&chap=4&page=t5-4-suggestion.html>
- สุมาลี ชุกำแพง. (2555). พืชในสภาวะเครียดเกลือ. วารสารพฤกษศาสตร์ไทย, 4(1), 15-24.
- สุวิทย์ อ่องสมหวัง และ ศศิกานต์ ไพลกลาง. (2553). การจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินจากข้อมูลจากดาวเทียมหรือสโตนโดยการใช้การวิเคราะห์ค่าลายผิว. เข้าถึงได้จาก <http://sutir.sut.ac.th:8080/sutir/bitstream/123456789/4478/2/fulltext.pdf>
- แสนศักดิ์ ชาวปากน้ำ. (2553). การเปรียบเทียบเทคนิคการจำแนกข้อมูลและการรวมกลุ่มข้อมูลในการคัดเลือกแม่พิมพ์โลหะแบบ Progressive Die. เข้าถึงได้จาก [http://dric.nrct.go.th/bookdetail.php?book\\_id=259140](http://dric.nrct.go.th/bookdetail.php?book_id=259140)
- ส่งออกมันสำปะหลังไทยปี'57 รุ่ง: สวนทางไกลภัณฑ์ส่งออกอื่น. (2557). ใน หนังสือพิมพ์ทันหุ้น. เข้าถึงได้จาก <http://www.thunhoon.com/colum/21755/21755.html>
- สมพงษ์ เลียงโรคาพาธ. (2556). การสังเกตปรากฏการณ์เกาะความร้อนในเขตเมืองด้วยดาวเทียม. สำนักกิจการอวกาศแห่งชาติ กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร. (2556). ศูนย์รวมความรู้ สำนักกิจการอวกาศแห่งชาติ. เข้าถึงได้จาก <http://www.space.mict.go.th/knowledge.php?id=UrbanHeatIsland>
- สำนักงานเกษตรจังหวัดมหาสารคาม. (2558). รายงานผลผลิตทางการเกษตร ประจำปี พ.ศ.2557 – 2558 .
- สำนักงานคณะกรรมการกำกับและส่งเสริมการประกอบธุรกิจหลักทรัพย์. (2550). โครงสร้างตลาดสินค้ามันสำปะหลังภายในประเทศ. เข้าถึงได้จาก

- [http://www.aftc.or.th/itc/products\\_analyze.php?id=81&fgrp\\_id=6&fmnu\\_id=28](http://www.aftc.or.th/itc/products_analyze.php?id=81&fgrp_id=6&fmnu_id=28)  
 สำนักงานจังหวัดมหาสารคาม. (2557). รายงานประจำปีของจังหวัดมหาสารคาม 2557.  
 สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน). (2556). คุณลักษณะ  
 ดาวเทียม – LANDSAT 8. เข้าถึงได้จาก  
<http://www.gistda.or.th/old-web/index.php/service/1695>  
 สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. (2555). รายงานประจำปี 2555 สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร.  
 หน้า 58. เข้าถึงได้จาก  
<http://www.oae.go.th/download/journal/AnnualOAE2555.pdf>  
 ————. (2558). มันสำปะหลังโรงงาน : เนื้อที่ปลูก เนื้อที่เก็บเกี่ยว ผลผลิต  
 และผลผลิตต่อไร่ ปี 2556-2558 (ปี 2557 - 2558 พยากรณ์ไตรมาสที่ 4 เดือนธันวาคม  
 2557). เข้าถึงได้จาก <http://www.oae.go.th/download/prcai/DryCrop/cassava.pdf>  
 สำนักนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน. (2554). โครงการศึกษาเพื่อจัดทำนโยบายและ  
 แผนงาน 15 ปี ด้านการลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากพลังงานของประเทศไทย.  
 เข้าถึงได้จาก [http://www.eppo.go.th/ccep/energy\\_3-5.html](http://www.eppo.go.th/ccep/energy_3-5.html)  
 อนุศาสน์ สิทธิเวช. (2554). การศึกษาลักษณะเชิงพื้นที่ของปัญหา และปัจจัยสำคัญของการเกิดเกาะ  
 ความร้อนในพื้นที่เมืองเชียงใหม่. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิตสาขาวิชาการ  
 วางแผนชุมชนเมืองและสภาพแวดล้อม มหาวิทยาลัยศิลปากร.  
 เอ็จ สโรบล. (2554). Mechanisms of Plant Responses to Global Climate Change. แก่นเกษตร,  
 39 (ฉบับพิเศษ 2), เข้าถึงได้จาก  
<http://ag2.kku.ac.th/kaj/PDF.cfm?filename=04Aed.pdf&id=560&keeptrack=14>  
 Anan, T., Phothiracha, Y. and Phoompanich, S. (2010) Retrieving Oil Palm Plantation Based on  
 Image Texture Analysis on THEOS Panchromatic Imagery.  
 Definiens Developer 7, User Guide. (2016). p. 26. Retrieved from  
<http://www.ecognition.com/document/definiens-developer-version-7>  
 E-C. Oerke, U. Steiner, H-W. Dehne and M. Lindentha. (2006). Thermal imaging of cucumber  
 leaves affected by downy mildew and environmental conditions. Journal of  
 Experimental Botany, 57(9), 2121–2132. Retrieved from  
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16714311>  
 Erdas, Feature Extraction & Classification. (2016). Retrieved from [www.erdas.com](http://www.erdas.com)

H. G. Jones and P. Schofield. (2008). THERMAL AND OTHER REMOTE SENSING OF PLANT STRESS. *Gen. Appl. Plant Physiology*, Special Issue, 34 (1-2), 19-32.

Retrieved from

[http://www.bio21.bas.bg/ipp/gapbfiles/v-34\\_pisa-08/08\\_pisa\\_1-2\\_19-32.pdf](http://www.bio21.bas.bg/ipp/gapbfiles/v-34_pisa-08/08_pisa_1-2_19-32.pdf)

USGS. (2015). LANDSAT Project Description. Retrieved from

[http://landsat.usgs.gov/about\\_project\\_descriptions.php](http://landsat.usgs.gov/about_project_descriptions.php)

ภาคผนวก

## ภาคผนวก ก

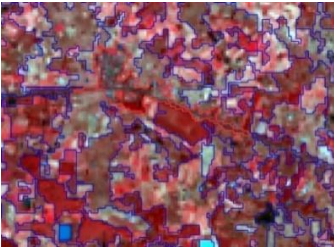
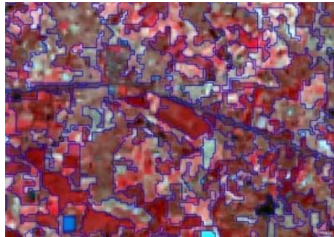
## การหาค่าที่เหมาะสมให้กับการทำ Segmentation

เนื่องจากข้อมูลภาพที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นข้อมูลจากดาวเทียม LANDSAT 8 รายละเอียดจุดภาพ 30 เมตร โดยใช้ช่วงคลื่น 1 – 7 (Band 1 – 7) ในการวิเคราะห์ ผู้วิจัยได้ทดลองใช้ค่าขนาดของภาพหรือสเกลพารามิเตอร์ หลายค่าในการแบ่งส่วนภาพหรือทำ Segmentation และได้ทดลองในการเปลี่ยนค่าของปัจจัย (Parameter) อื่น ๆ ให้มีค่าแตกต่าง เพื่อหาขนาดของวัตถุที่เหมาะสมในการแบ่งส่วนภาพเพื่อการจำแนกต่อไป ดังแสดงได้จากการทดลองต่อไปนี้

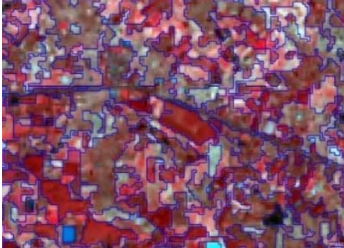
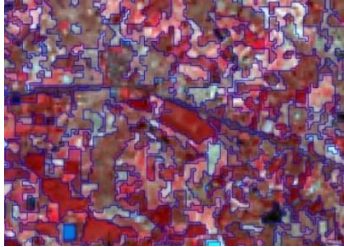
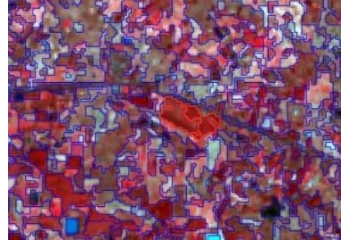
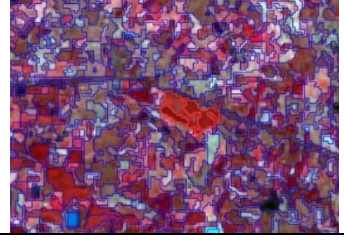
## 1. การหาค่าของ Scale parameter

กำหนดให้ ค่า Scale เป็น 300 250 200 180 150 100 ตามลำดับ และ ค่า Shape 0.5 Compactness 0.5 คงที่ ดังนี้

ตารางภาคผนวก ก-1 ผลของการกำหนดค่า Scale มีการเปลี่ยนแปลง และ ค่า Shape และ Compactness คงที่

ภาพ	ค่า Parameter Scale/ Shape/ Compactness	จำนวนวัตถุ ภาพที่ได้
	300/ 0.5/ 0.5	2,914
	250/ 0.5/ 0.5	4,303

ตารางภาคผนวก ก-1 (ต่อ)

ภาพ	ค่า Parameter Scale/ Shape/ Compactness	จำนวนวัตถุ ภาพที่ได้
	200/ 0.5/ 0.5	7,079
	180/ 0.5/ 0.5	8,879
	150/ 0.5/ 0.5	12,850
	100/ 0.5/ 0.5	28,481

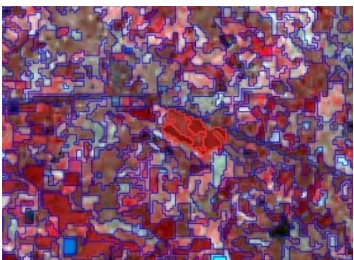
จากการทดลอง เป็นการทำ Segmentation ในพื้นที่ทดสอบ ขนาด 30 x 30 ตารางกิโลเมตร โดยการกำหนดค่า Scale parameter ให้มีค่าเปลี่ยนแปลง และกำหนดค่า Shape parameter = 0.5 ค่า Compactness parameter = 0.5 มีค่าคงที่ และค่า Scale parameter มีการเปลี่ยนแปลง โดยเริ่มตั้งแต่ 300 250 200 150 และ 100 ช่วงห่างที่เท่า ๆ กัน ซึ่งจากการทำการทดสอบค่าต่าง ๆ ในการทำ Segmentation นั้น พบว่า การกำหนดขนาดของ Scale parameter มีผล

ต่อขนาดของวัตถุมากที่สุด โดยเมื่อกำหนดค่า Scale ที่มีค่ามาก เช่น กำหนดค่า 300 250 เมื่อทำ Segmentation จะได้วัตถุ (Object) ที่มีขนาดใหญ่ จำนวนของวัตถุที่แบ่งได้ มีจำนวนน้อย คือ 2,914 และ 4,303 Objects ตามลำดับ เมื่อวัตถุมีขนาดใหญ่จึงทำให้ครอบคลุมพื้นที่ขนาดกว้าง ซึ่งอาจทำให้เกิดการปะปนของลักษณะการใช้ที่ดินชนิดต่าง ๆ ได้หลายชนิด เช่น พื้นที่หมู่บ้านถูกรวมกับพื้นที่เกษตรกรรม และพื้นที่แหล่งน้ำถูกรวมเข้ากับพื้นที่หมู่บ้าน หมู่บ้านรวมกับพื้นที่เกษตร เป็นต้น และเมื่อมีการกำหนดค่า Scale ให้มีค่าน้อยลง เช่น 200 180 150 ขนาดของวัตถุ จะมีขนาดเล็กลง จำนวนของวัตถุมีจำนวนมากขึ้น คือ 7,079 8,879 และ 12,850 Objects ตามลำดับ เมื่อมีการแบ่งวัตถุที่ขนาดเล็กลง การแบ่งพื้นที่การใช้ที่ดินจึงชัดเจนมากขึ้น และหากกำหนดค่า Scale ให้มีค่าน้อยเกินไป เช่น 100 จะได้ 28,481 Objects จะทำให้วัตถุที่ได้มีขนาดเล็กเกินไป เช่น วัตถุที่เป็นการใช้ที่ดินชนิดเดียวกัน แต่ถูกกำหนดให้เป็นวัตถุหลาย ๆ วัตถุ ทำให้ข้อมูลจำนวนของวัตถุมีมากเกินไปจนความจำเป็น ซึ่งพื้นที่ศึกษาที่ใช้ในการวิจัย เป็นพื้นที่ศึกษาขนาดใหญ่ (ทั้งจังหวัด มหาสารคาม) และรายละเอียดจุดภาพใหญ่หากใช้ขนาดของ Scale เล็กเกินไป จะทำให้จำนวนของ Objects ที่ได้ มีจำนวนมาก

## 2. การหาค่า Shape parameter


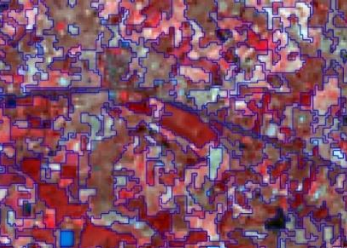
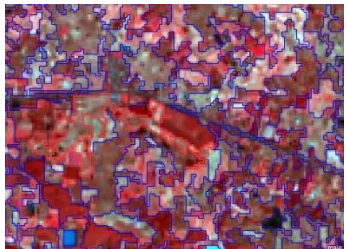
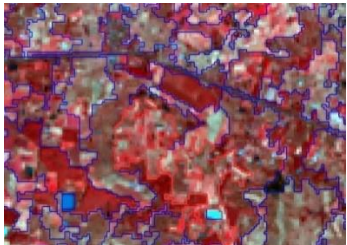
กำหนดให้ค่า Scale parameter = 150 และค่า Compactness parameter = 0.5 คงที่ และ ค่า Shape parameter มีการเปลี่ยนแปลง ดังนี้

ตารางภาพผนวก ก-2 ผลของการกำหนดค่า Scale และ Compactness คงที่ และ Shape มีการเปลี่ยนแปลง

ภาพ	ค่า Parameter Scale/ Shape/ Compactness	จำนวนวัตถุ ภาพที่ได้
	150/ 0.1/ 0.5	15,693



## ตารางภาคผนวก ก-2 (ต่อ)

ภาพ	ค่า Parameter Scale/ Shape/ Compactness	จำนวนวัตถุ ภาพที่ได้
	150/ 0.3/ 0.5	12,385
	150/ 0.5/ 0.5	8,879
	150/ 0.7/ 0.5	5,402
	150/ 0.9/ 0.5	1,978

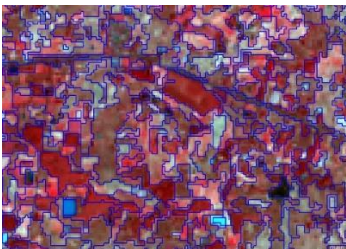
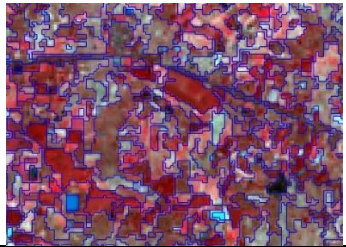
หลังจากกำหนดค่าของ Scale parameter ได้ค่า 150 จากการทดสอบข้างต้น จึงนำมาใช้เป็นค่าที่กำหนด เพื่อหาค่าของ Shape parameter และ Compactness parameter ต่อไป โดยกำหนดให้ค่า Shape parameter ให้มีค่าที่เปลี่ยนแปลง และกำหนดค่า Compactness parameter = 0.5 ให้มีค่าคงที่ โดยค่า Shape parameter มีค่าเปลี่ยนแปลง เริ่มตั้งแต่ ค่า 0.1 0.3 0.5 0.7 และ 0.9 ช่วงห่างที่เท่า ๆ กัน ซึ่งจะเห็นได้ว่า การกำหนดค่า Shape parameter มีผลต่อขนาดและจำนวนวัตถุ

โดยหากกำหนดค่าของ Shape parameter ให้มีค่าน้อย ขนาดของวัตถุจะมีขนาดเล็ก และมีจำนวนวัตถุมาก จะทำให้การแบ่งตัวของวัตถุได้ดียิ่งขึ้น มีความชัดเจนในการสร้างวัตถุให้ตรงตามการใช้ที่ดินถูกต้องมากขึ้น มีการปะปนกันของการใช้ที่ดินอื่น ๆ น้อยลง และหากกำหนดค่าของ Shape parameter ให้มีค่ามากขึ้น การแบ่งตัวของวัตถุจะมีขนาดใหญ่ มีจำนวนของวัตถุน้อยลง และมีการใช้ที่ดินปะปนในวัตถุหนึ่ง ๆ เป็นจำนวนหลายชนิด ดังนั้น จะเห็นได้ว่า ค่า Shape parameter มีผลต่อขนาดของวัตถุ กล่าวคือ หากมีค่าน้อย ขนาดของวัตถุจะเล็ก และจำนวนของวัตถุเพิ่มขึ้น หากค่ามาก ขนาดของวัตถุจะใหญ่ และจำนวนน้อยลง

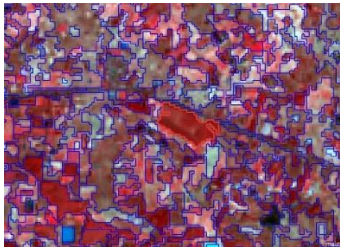
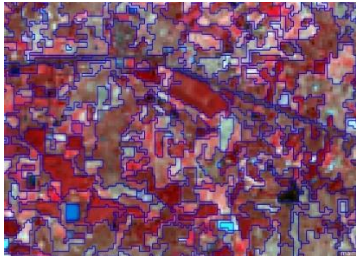
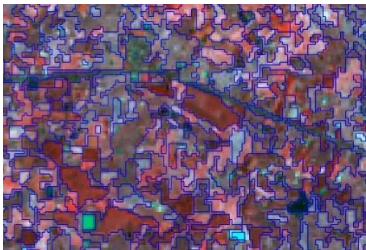
### 3. การหาค่า Compactness parameter

กำหนดให้ ค่า Scale parameter = 150 คงที่ และ ค่า Shape parameter = 0.5 คงที่ และ ค่า Compactness parameter มีการเปลี่ยนแปลง

ตารางภาคผนวก ก-3 ผลของการกำหนดค่า Scale และ ค่า Shape คงที่ และ Compactness มีการเปลี่ยนแปลง

ภาพ	ค่า Parameter Scale/ Shape/ Compactness	จำนวนวัตถุ ภาพที่ได้
	150/ 0.5/ 0.1	12,257
	150/ 0.5/ 0.3	12,344

## ตารางภาคผนวก ก-3 (ต่อ)


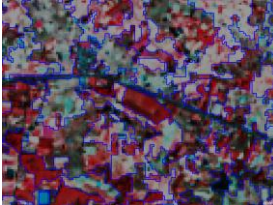
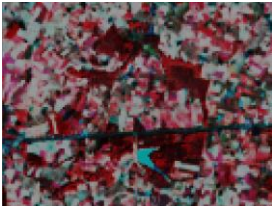
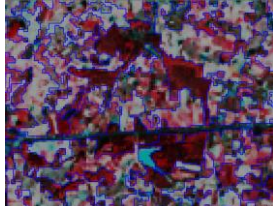



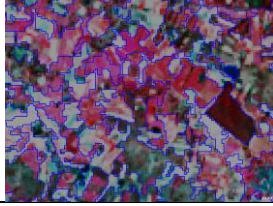
ภาพ	ค่า Parameter Scale/ Shape/ Compactness	จำนวนวัตถุ ภาพที่ได้
	150/ 0.5/ 0.5	12,385
	150/ 0.5/ 0.7	12,357
	150/ 0.5/ 0.9	12,375

การทำ Segmentation โดยการกำหนดค่า Scale parameter = 150 คงที่ และกำหนดค่า Shape parameter มีค่าคงที่ 0.5 และ Compactness parameter มีการเปลี่ยนแปลงค่า โดยเริ่มตั้งแต่ ค่า 0.1 0.3 0.5 0.7 และ 0.9 ผลการทดสอบค่าทั้งหมด พบว่า ค่าของ Compactness parameter มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงขนาดและจำนวนของวัตถุน้อยมาก


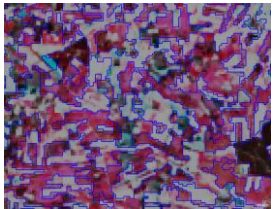
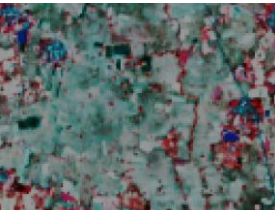
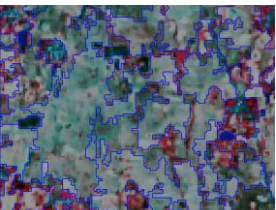

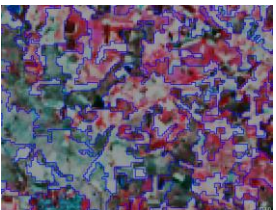
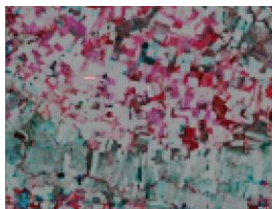

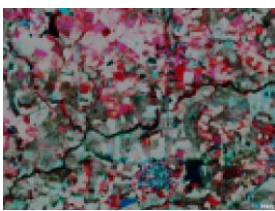

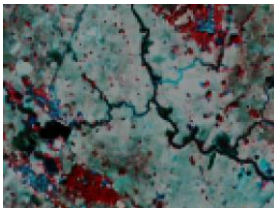
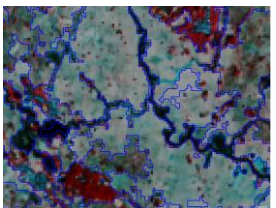
**ภาคผนวก ข**  
**การแบ่งส่วนภาพ Segmentation**

จากการทำ Segmentation โดยกำหนดค่า Parameter ตามที่ได้ทดสอบในภาคผนวก ข และได้ค่าที่เหมาะสมในการทำ Segmentation คือ Scale parameter = 150 Shape parameter = 0.3 และ Compactness parameter = 0.7 และกำหนดเป็นปัจจัยในการแบ่งส่วนภาพ ผลของการแบ่งส่วนภาพ แสดงพื้นที่ต่าง ๆ ได้ดังนี้


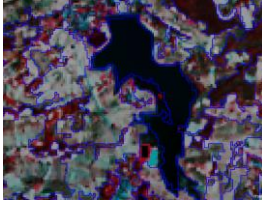

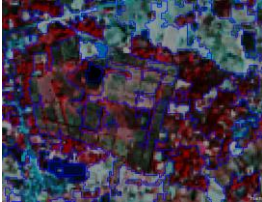
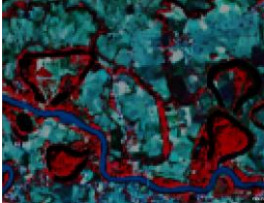
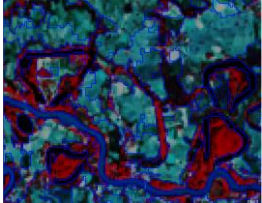
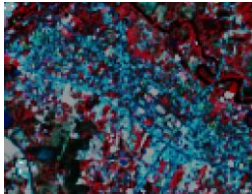
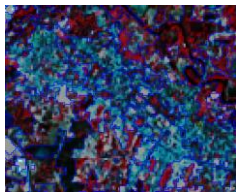

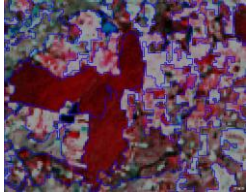
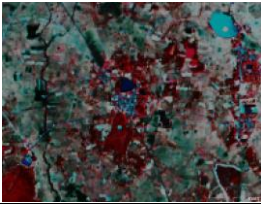
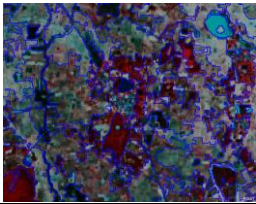
ตารางภาคผนวก ข-1 การแบ่งส่วนภาพ (Segmentation) ของพื้นที่ต่าง ๆ

ค่าพิกัด		ภาพจากดาวเทียม	ทำ Segmentation	คำอธิบาย
x	y			
0293910	1776164			พื้นที่เกษตรกรรม เส้นทางคมนาคม ชุมชน
0292488	1776265			เกษตรกรรม พืชไร่ พืชยืนต้นขนาดโต แหล่งน้ำ และเส้นทาง คมนาคม
0292486	1776250			แปลงเกษตรกรรม ขนาดใหญ่ มีแหล่งน้ำ
0290924	1773909			พื้นที่เกษตรกรรม

## ตารางภาคผนวก ข-1 (ต่อ)

ค่าพิกัด		ภาพจากดาวเทียม	ทำ Segmentation	คำอธิบาย
x	y			
0288881	1776043			พืชไร่แต่ละชนิดและแต่ละช่วงเวลา
0283061	1775652			พื้นที่นาข้าว
0281870	1775124			พื้นที่เกษตรกรรม พืชไร่และนาข้าวที่มีการเพาะปลูก
028881	1778878			พื้นที่เกษตรกรรม
0289360	1778878			ทางน้ำ แหล่งน้ำ ชุมชน และพื้นที่เกษตรกรรม
0293919	1776185			นาข้าว ทางน้ำ แหล่งชุมชน

## ตารางภาคผนวก ข-1 (ต่อ)

ค่าพิกัด		ภาพจากดาวเทียม	ทำ Segmentation	คำอธิบาย
x	y			
293934	1776118			อ่างเก็บน้ำ และ พื้นที่เกษตรกรรม
0292486	1776252			พื้นที่เกษตรกรรม ที่มีทำแปลงโดย ปลูกพืชยืนต้นตาม ขอบแปลง
0291473	1776235			ทางน้ำ แหล่งน้ำ และพื้นที่ การเกษตรบริเวณ ลุ่มแม่น้ำ
0292526	1776340			แหล่งชุมชนขนาดใหญ่
0292656	1776242			ป่าไม้ และพื้นที่ เกษตรกรรม
0292421	1776250			การใช้ที่ดินหลาย ประเภท

## ภาคผนวก ค

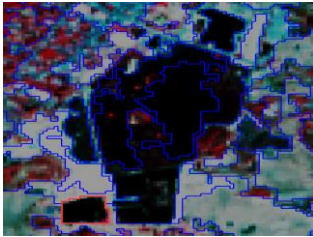
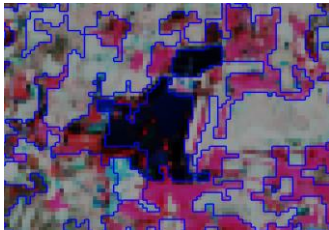
### ค่าการสะท้อนพลังงานของวัตถุภาพ

จากการทำ Segmentation แล้ว จะได้วัตถุภาพที่มีขนาดต่างกันตามขอบเขต รูปร่าง และค่าการสะท้อนพลังงานของแต่ละวัตถุ ซึ่งในการวิจัยนี้ ได้นำเอาค่าข้อมูลของวัตถุภาพมาเป็นค่าในการพิจารณาการจำแนก (Classify) โดยก่อนการจำแนก ผู้วิจัยได้ศึกษาค่าของข้อมูลวัตถุภาพแต่ละชนิดของแหล่งน้ำ และ พืชพรรณแต่ละประเภท นำมาพิจารณาหาค่าที่เหมาะสมสำหรับการจำแนก ดังนี้

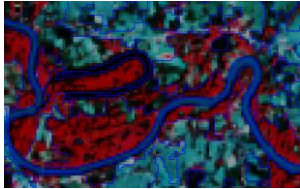
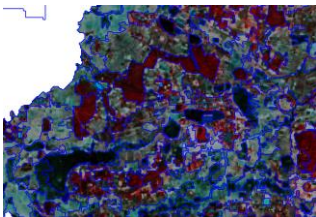
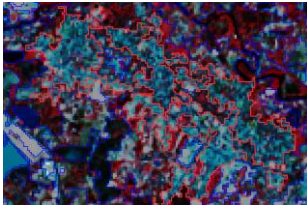
#### 1. การหาค่าที่เหมาะสมของแหล่งน้ำและสิ่งปลูกสร้าง

ผู้วิจัยได้นำข้อมูลจากดาวเทียมที่ผ่านกระบวนการทำ NDVI แล้ว นำมาพิจารณาเลือกกลุ่มข้อมูลตัวอย่างที่เป็นพืชพรรณ และ ไม่ใช่พืชพรรณ (แหล่งน้ำ ชุมชน) เพื่อตรวจสอบค่าดัชนีพืชพรรณในแต่ละจุดได้ดังนี้

ตารางภาคผนวก ค-1 ค่า NDVI ของน้ำและแหล่งชุมชน

ค่าพิกัด		ภาพ	คำอธิบาย	ค่า NDVI แต่ละวัตถุภาพ
x	y			
0292471	1776355		อ่างเก็บน้ำ	-0.0109 -0.0138 0.0288 0.1236 0.09823
0291573	1776225		แหล่งน้ำ ขนาดเล็ก	0.0836 0.1073

ตารางภาคผนวก ค-1 (ต่อ)

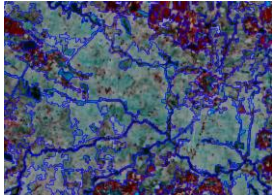
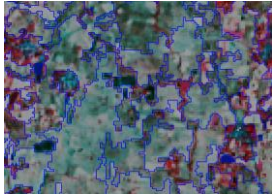
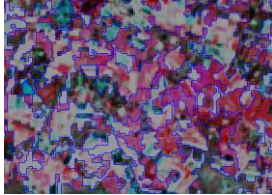
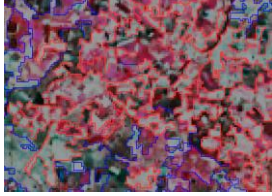
ค่าพิกัด		ภาพ	คำอธิบาย	ค่า NDVI แต่ละวัตถุภาพ
x	y			
0291241	1776215		เส้นทางน้ำ	0.07322 0.007504 -0.01884 0.0425
0291351	1776245		แหล่งน้ำ ขนาดเล็ก	0.0844 0.1425 0.1376 0.0344
0291353	1776625		ชุมชน	0.1437 0.1382 0.1330 0.1551

## 2. การหาค่า NDVI และค่าการสะท้อนพลังงาน Band 4 ของพื้นที่เพาะปลูกประเภทต่าง ๆ

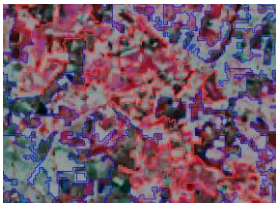
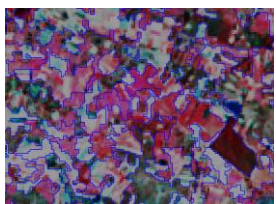
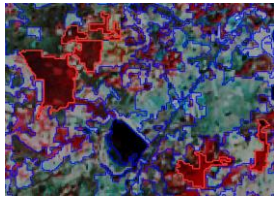
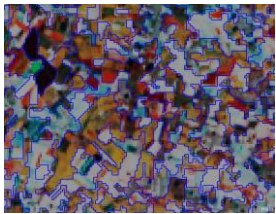
ผลที่ได้จากการแบ่งส่วนภาพนั้น ค่าข้อมูลที่อยู่ภายในวัตถุภาพหนึ่ง จะเกิดจากการคำนวณหาค่าเฉลี่ย (Mean) ของแต่ละจุดภาพภายใต้วัตถุภาพหนึ่ง ๆ และในการวิจัยครั้งนี้ ได้พิจารณาค่าการสะท้อนพลังงานของแต่ละวัตถุภาพเพื่อนำมาหาค่าที่เหมาะสมในการกำหนดเป็นเงื่อนไขของการจำแนกในแต่ละระดับชั้น โดยค่าเฉลี่ยของข้อมูลในแต่ละวัตถุภาพของพืชแต่ละชนิดจะมีค่าแตกต่างกัน ดังนี้



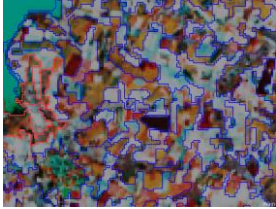
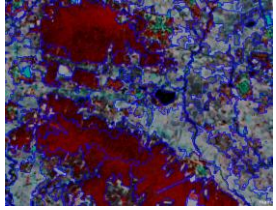
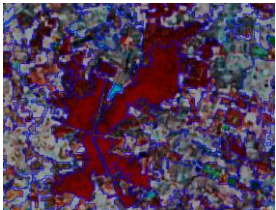
ตารางภาคผนวก ค-2 พื้นที่แปลงเกษตรกรรม และค่าการสะท้อนพลังงาน

ค่าพิกัด		ภาพ	ค่า NDVI		ค่า Band 4			
x	y		แต่ละวัตถุภาพ		แต่ละวัตถุภาพ			
0291471	1776225		นาข้าว					
			0.1727	0.1671	10019	9724		
			0.1723	0.1783	10227	10273		
			0.1908	0.1763	9757	9707		
			0.1796	0.1655	9962	10345		
			0.1798	0.1837	10185	10117		
0293473	1776255		นาข้าว					
			0.1779	0.1931	9967	9602		
			0.1705	0.1755	10125	9470		
			0.1765	0.1868	10436	9411		
0291461	1776225		มันสำปะหลัง					
			ระยะ1					
			0.1818	0.2169	11069	10207		
			0.2213	0.1962	10429	11413		
			0.1984	0.1988	10979	10597		
0291663	1776655		มันสำปะหลัง					
			ระยะ1					
			0.2259	0.2217	10295	10530		
			0.1776	0.2138	10737	10987		
			0.2337	0.2165	10458	10444		

## ตารางภาคผนวก ค-2 (ต่อ)

ค่าพิกัด		ภาพ	ค่า NDVI		ค่า Band 4			
x	y		แต่ละวัตถุภาพ		แต่ละวัตถุภาพ			
0291213	1776415		มันสำปะหลัง					
			ระยะ 2					
			0.2557	0.2472	9200	9815		
			0.2259	0.2352	9084	8973		
			0.2627	0.2441	9588	8737		
0291331	1776545		มันสำปะหลัง					
			ระยะ 2					
			0.2427	0.2594	9031	8442		
			0.2641	0.2379	9756	9008		
			0.2122	0.2278	8911	9310		
			0.2745	0.2743	8846	9840		
0291255	1776745		มันสำปะหลัง					
			ระยะ 3					
			0.2878	0.3120	7593	7105		
			0.2864	0.2953	7802	7514		
			0.2671	0.3096	7898	7826		
0291673	1776565		พื้นที่ปลูกอ้อย					
			0.2740	0.2539	8583	8869		
			0.2566	0.2530	8460	8727		

ตารางภาคผนวก ค-2 (ต่อ)

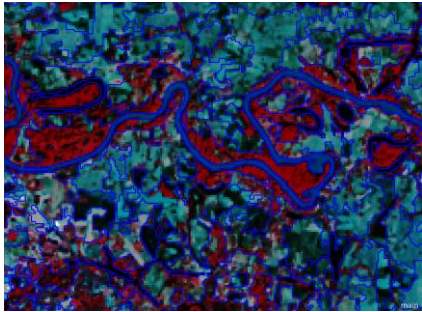
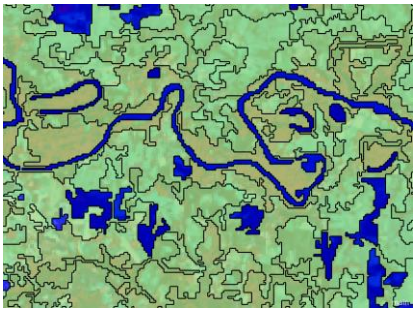
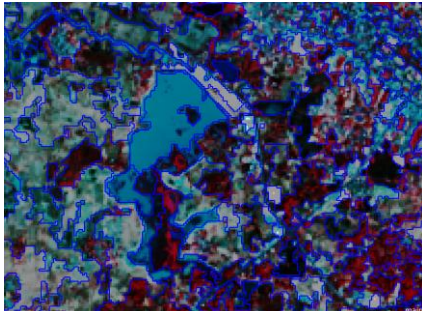
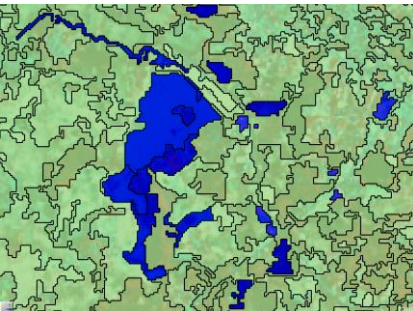
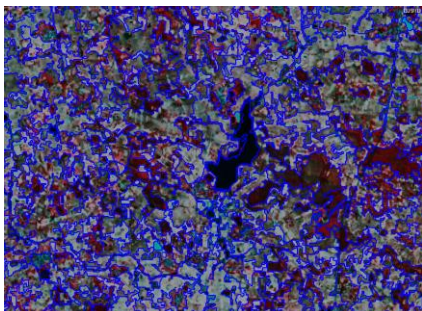
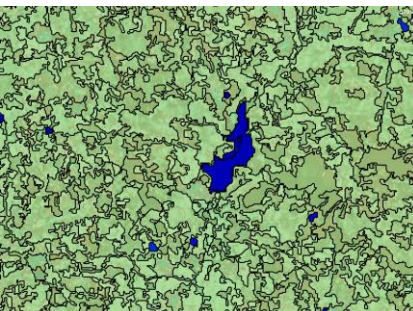
ค่าพิกัด		ภาพ	ค่า NDVI		ค่า Band4			
x	y		แต่ละวัตถุภาพ		แต่ละวัตถุภาพ			
0291471	1776265		พื้นที่ปลูกอ้อย					
			0.2548	0.2191	8814	8963		
			0.2195	0.2729	8965	8145		
			0.2381	0.2452	9384	8510		
0291480	1776263		พื้นที่ป่าไม้					
			0.3301	0.3088	6977	7190		
			0.2933	0.3089	7425	7392		
			0.3346	0.3280	6929	7119		
			0.3250		7094			
0291474	1776565		พื้นที่ป่าไม้					
			0.3323	0.2883	7146	7510		
			0.3250	0.3273	7133	7224		
			0.3302		7099			

## ภาคผนวก ง

### การจำแนกพืชพรรณและไม่ใช่พืชพรรณ

จากการพิจารณาค่าข้อมูลในแต่ละวัตถุภาพของแหล่งน้ำและสิ่งปลูกสร้างอื่น ๆ ดังแสดง  
ในภาคผนวก ค แล้ว ผู้วิจัยได้กำหนดเงื่อนไขในการจำแนก ซึ่งผลที่ได้จากการจำแนก แสดงได้  
ดังนี้

ตารางภาคผนวก ง-1 ผลการจำแนกพืชพรรณ และไม่ใช่พืชพรรณ โดยการกำหนด ค่า NDVI

ภาพจากดาวเทียม	ทำ Segmentation	คำอธิบาย
		พื้นที่การเกษตรและ เส้นทางน้ำ
		อ่างเก็บน้ำ แก่งเลิง จาน และ พื้นที่ เกษตรรอบ ๆ แหล่ง น้ำ
		แหล่งน้ำ และพื้นที่ พืชพรรณ

## ตารางภาคผนวก ง-1 (ต่อ)

ภาพจากดาวเทียม	ทำ Segmentation	คำอธิบาย
		พื้นที่เกษตร พื้นที่ชุ่มน้ำ แหล่งน้ำ
		แหล่งชุมชน
		แหล่งชุมชน และ แหล่งน้ำ

## ภาคผนวก จ

### การจำแนกชนิดพืชตามค่าดัชนีพืชพรรณ

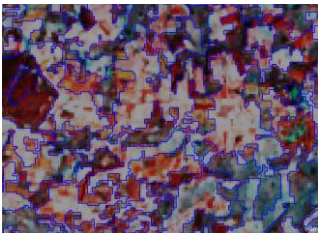
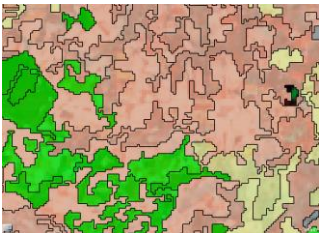
จากผลการการพิจารณาค่าของข้อมูลในแต่ละวัตถุภาพ ดังแสดงในภาคผนวก ก ผู้วิจัยได้พิจารณาค่าข้อมูลของวัตถุภาพในพืชพรรณแต่ละชนิด ดังนี้

ตารางภาคผนวก จ-1 ค่าต่ำสุด – ค่าสูงสุด ของค่าการสะท้อนพลังงานของพืชในพื้นที่ตัวอย่าง

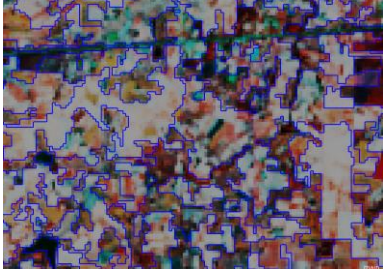
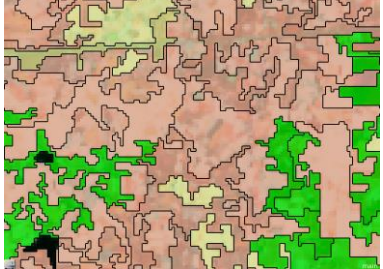
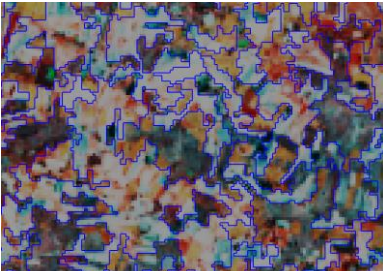

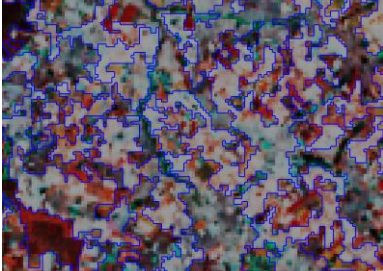

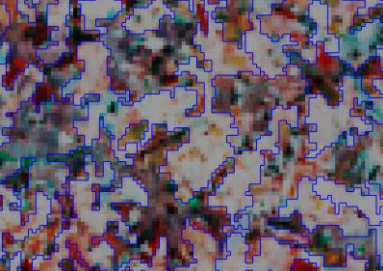

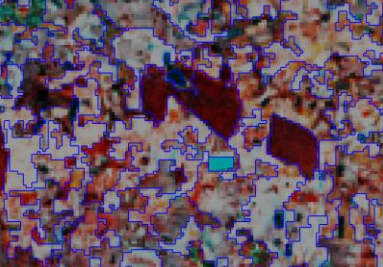
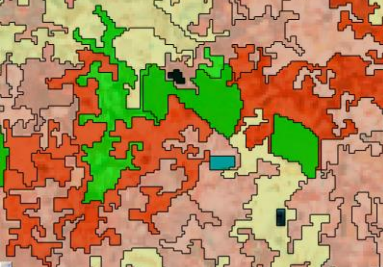
ลำดับ	พืชพรรณ	ช่วงของค่า NDVI
1	พื้นที่นาข้าว	0.1671 – 0.1947
2	มันสำปะหลังโรงงาน ระยะ 1	0.1776 – 0.2337
3	มันสำปะหลังโรงงาน ระยะ 2	0.2259 – 0.2594
4	มันสำปะหลังโรงงาน ระยะ 3	0.2627 – 0.3096
5	พื้นที่ปลูกอ้อย	0.2191 – 0.2729
6	พื้นที่ป่าไม้	0.2883 – 0.3361

จากตารางภาคผนวก จ-1 ผู้วิจัยได้ศึกษาค่า NDVI ของพื้นที่นาข้าว พื้นที่มันสำปะหลังโรงงาน พื้นที่ปลูกอ้อย และพื้นที่ป่าไม้ เพื่อเปรียบเทียบค่า NDVI ผู้วิจัยจำแนกชุดข้อมูลพืชพรรณที่ได้จากข้อมูลในระดับขั้นที่ 2 จำนวน 8,783 Objects มาจำแนกอายุของพืชพรรณ โดยใช้ค่าดัชนีพืชพรรณ (NDVI) มาวิเคราะห์หาค่าของพืชแต่ละช่วง ผลที่ได้จากการจำแนกระดับที่ 3 ดังแสดงใน ตารางภาคผนวก จ-2

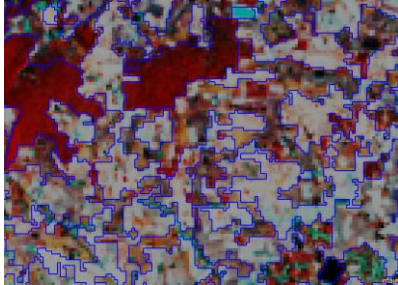

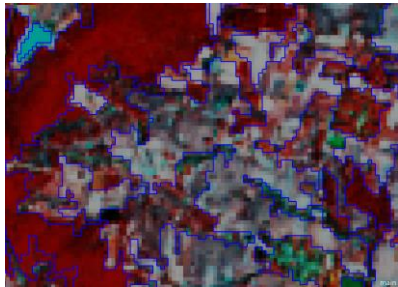
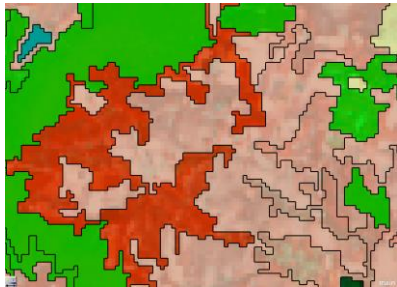
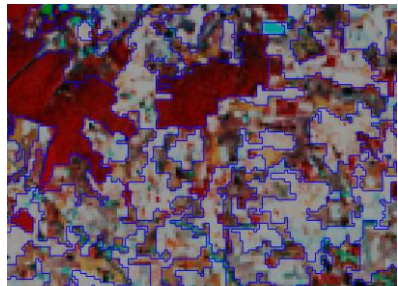
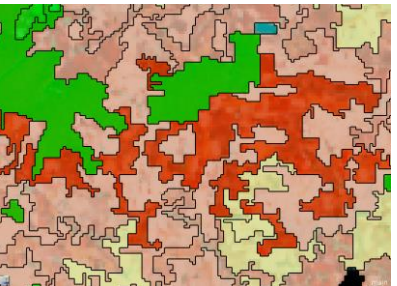

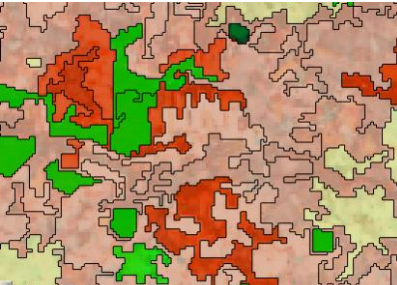
ตารางภาคผนวก จ-2 ผลการจำแนกพืช ตามช่วงอายุ

คำอธิบาย	ภาพก่อนจำแนก	ภาพที่ได้จากการจำแนก
มันสำปะหลัง โรงงาน ระยะที่ 1		

## ตารางภาคผนวก จ-2 (ต่อ)

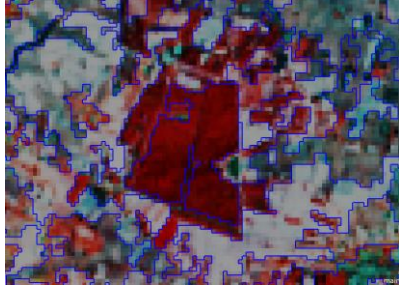
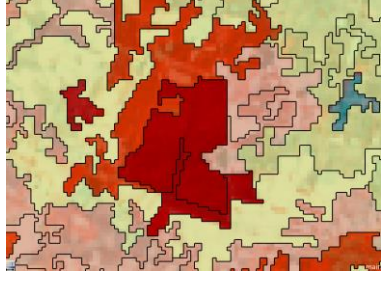
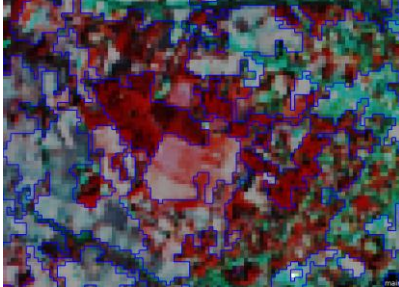
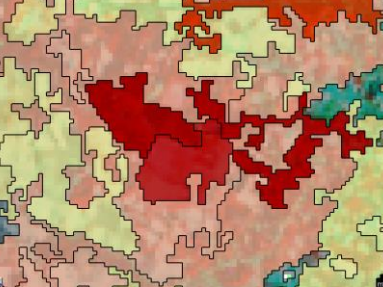

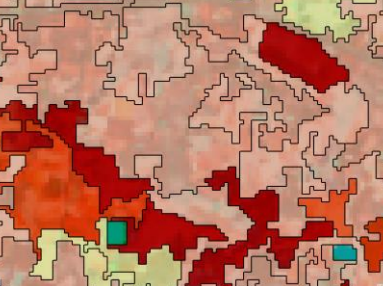
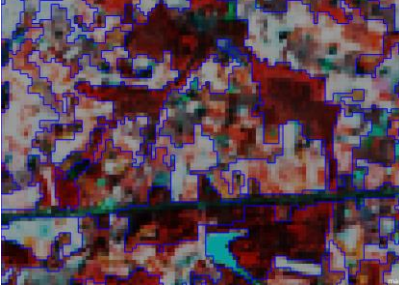
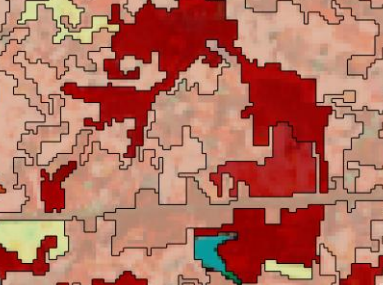
คำอธิบาย	ภาพก่อนจำแนก	ภาพที่ได้จากการจำแนก
มันสำปะหลัง โรงงาน ระยะที่ 1		
มันสำปะหลัง โรงงาน ระยะที่ 1 (สีน้ำตาลอ่อน)		
มันสำปะหลัง โรงงาน ระยะที่ 1 (สีน้ำตาลอ่อน)		
มันสำปะหลัง โรงงาน ระยะที่ 1 (สีน้ำตาลอ่อน)		
มันสำปะหลัง โรงงาน ระยะที่ 2 (สีส้ม)		

## ตารางภาคผนวก จ-2 (ต่อ)

คำอธิบาย	ภาพก่อนจำแนก	ภาพที่ได้จากการจำแนก
มันสำปะหลัง โรงงาน ระยะที่ 2 (สีส้ม)		
มันสำปะหลัง โรงงาน ระยะที่ 2 (สีส้ม)		
มันสำปะหลัง โรงงาน ระยะที่ 2 (สีส้ม)		
มันสำปะหลัง โรงงาน ระยะที่ 2 (สีส้ม)		



## ตารางภาคผนวก จ-2 (ต่อ)

คำอธิบาย	ภาพก่อนจำแนก	ภาพที่ได้จากการจำแนก
มันสำปะหลัง โรงงาน ระยะที่ 3 (สีแดง)		
มันสำปะหลัง โรงงาน ระยะที่ 3 (สีแดง)		
มันสำปะหลัง โรงงาน ระยะที่ 3 (สีแดง)		
มันสำปะหลัง โรงงาน ระยะที่ 3 (สีแดง)		

## ภาคผนวก ฉ

### การจำแนกชนิดพืชตามค่าสะท้อนของช่วงคลื่น Band 4



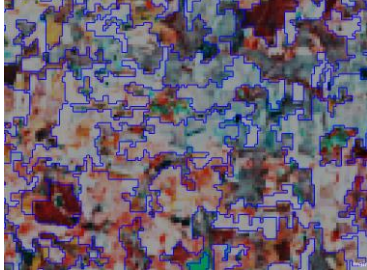



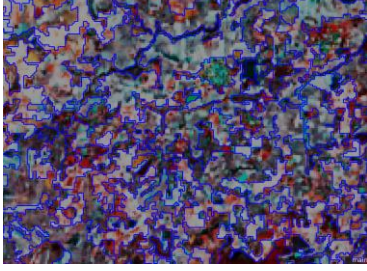

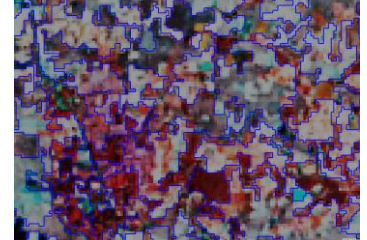
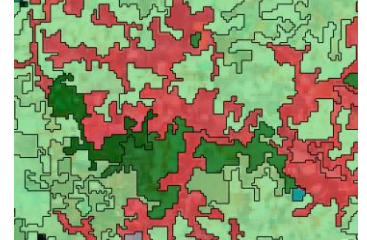
จากการศึกษาค่าการสะท้อนพลังงานของพืชแต่ละชนิดและช่วงอายุต่าง ๆ ดังแสดงในภาคผนวก ค สามารถสรุปค่าการสะท้อนพลังงานของพืชแต่ละชนิดได้ดังในตารางภาคผนวก ฉ-1 ผลที่ได้ สามารถสรุปได้ ดังนี้

ตารางภาคผนวก ฉ-1 ช่วงค่าต่ำสุด-สูงสุด ของ Band 4

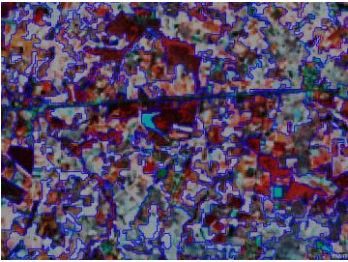
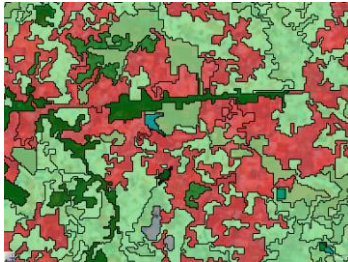


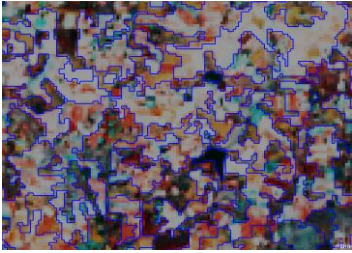
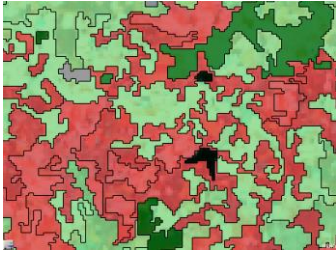
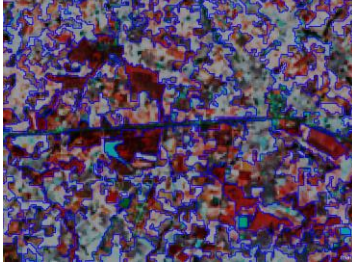

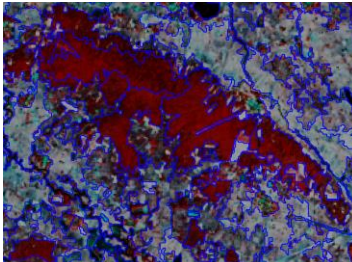
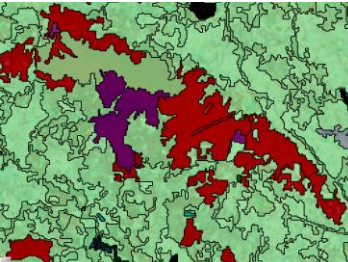
ลำดับ	พืชพรรณ	ช่วงของค่า Band 4
1	พื้นที่นาข้าว	9470 - 10345
2	มันสำปะหลังโรงงาน ระยะ 1	10207 - 11413
3	มันสำปะหลังโรงงาน ระยะ 2	8442 - 9840
4	มันสำปะหลังโรงงาน ระยะ 3	7105 - 8257
5	พื้นที่ปลูกอ้อย	8145 - 9384
6	พื้นที่ป่าไม้	6929 - 7510

ซึ่งจากตารางข้างต้น ผู้วิจัยได้นำข้อมูลมากำหนดเป็นเงื่อนไขของการจำแนกในระดับที่ 3 ซึ่งผลแสดงในตารางภาคผนวก ฉ-2 ตามช่วงอายุที่ 1 ช่วงอายุที่ 2 และ ช่วงอายุที่ 3 ตามลำดับ จากตารางแสดงการเปรียบเทียบภาพของข้อมูลภาพถ่ายการจำแนกระดับที่ 4 จำแนกชนิดของพืชตามค่าการสะท้อนของ Band 4 ในการจำแนกพืชในช่วงอายุ ระยะที่ 1 อายุ 0-3 เดือนแรก ค่าการสะท้อนพลังงานของค่า NDVI มีค่าค่อนข้างต่ำกว่าช่วงอายุอื่น ๆ เนื่องจากค่าของ NDVI เป็นดัชนีในการชี้วัดค่าของ พืชพรรณ เท่านั้น จึงจำเป็นต้องใช้ค่าการสะท้อนพลังงานจาก Band 4 ในการจำแนกชนิดของพืช ภายใต้อายุข้อมูลที่ได้จากการจำแนกช่วงอายุ ดังนี้

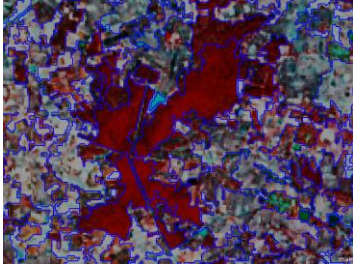
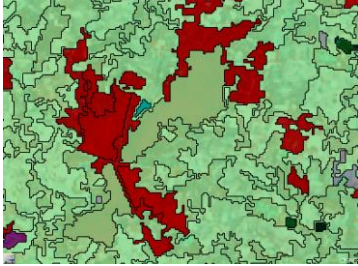
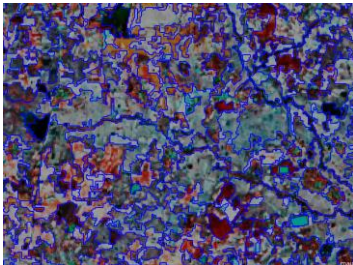
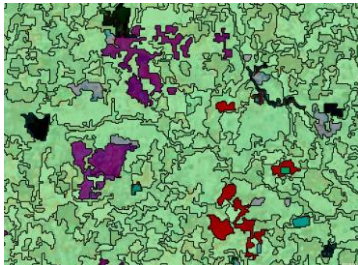
ตารางภาคผนวก ก-2 ผลการจำแนกชนิดพืชพรรณในระดับขั้นที่ 4

ช่วงอายุ	ระดับที่ 1	ระดับที่ 4
พืชช่วงอายุ ระยะที่ 1		
ช่วงอายุ ระยะที่ 1		
ช่วงอายุ ระยะที่ 1		
ช่วงอายุ ระยะที่ 1		
ช่วงอายุ ระยะที่ 2		

## ตารางภาคผนวก ก-2 (ต่อ)

ช่วงอายุ	ระดับที่ 1	ระดับที่ 4
ช่วงอายุ ระยะที่ 2		
ช่วงอายุ ระยะที่ 2		
ช่วงอายุ ระยะที่ 2		
ช่วงอายุ ระยะที่ 3		
ช่วงอายุ ระยะที่ 3		

## ตารางภาคผนวก ก-2 (ต่อ)

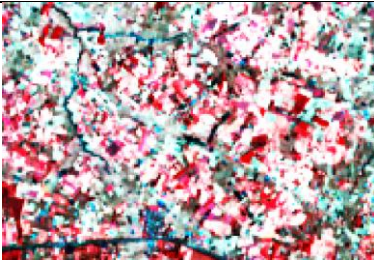
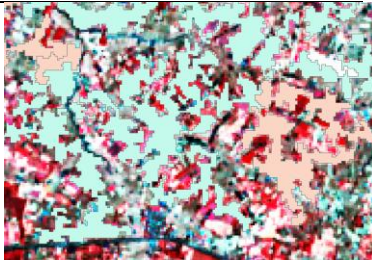
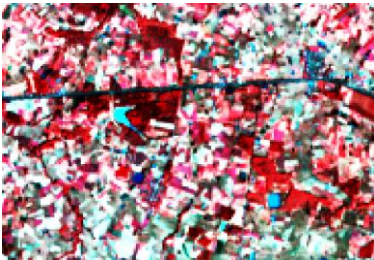
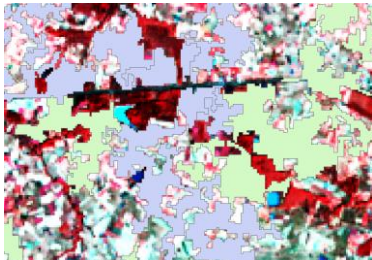
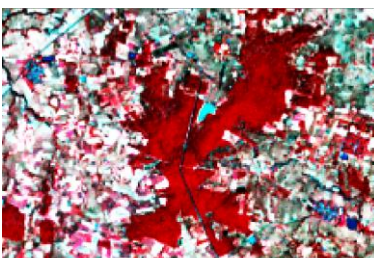

ช่วงอายุ	ระดับที่ 1	ระดับที่ 4
ช่วงอายุ ระยะที่ 3		
ช่วงอายุ ระยะที่ 3		

## ภาคผนวก ข

### การจำแนกชนิดพืชตามค่าอุณหภูมิพื้นผิว

จากผลการจำแนกชนิดพืชตามค่าอุณหภูมิพื้นผิว สามารถจำแนกชนิดพืชได้เนื่องจากอุณหภูมิของพืชจะมีค่าการสะท้อนพลังงานที่แตกต่างกัน ดังแสดงในตาราง

ตารางภาคผนวก ข-1 แสดงภาพการจำแนกระดับขั้นที่ 5

ระยะ	ข้อมูลดาวเทียม	ขั้นการจำแนกระดับขั้น 5
ช่วงที่ 1		
ช่วงที่ 2		
ช่วงที่ 3		

## ภาคผนวก ข

### การสำรวจอุณหภูมิพื้นผิวด้วยกล้องตรวจวัดอุณหภูมิ (FLIR)

การสำรวจภาคสนามเพื่อตรวจสอบค่าอุณหภูมิพื้นผิวของพื้นที่ปลูกมันสำปะหลัง โรงงานในพื้นที่ศึกษาเพื่อนำมาเปรียบเทียบกับข้อมูลจากดาวเทียมช่วงคลื่นความร้อน โดยผู้วิจัยได้ ลงพื้นที่สำรวจในวันที่ 30 – 31 มกราคม พ.ศ.2557 เวลาประมาณ 10.00 – 13.00 น. ดังนี้

#### จุดสำรวจที่ 1

จากจุดสำรวจภาคสนามที่ผู้วิจัยลงเก็บข้อมูลตัวอย่าง วันที่ 30 มกราคม พ.ศ.2557 ใน พื้นที่ที่ 1 จำนวน 10 จุด เป็นจุดที่มีพืชที่เจริญเติบโตตามปกติไม่มีโรค และพื้นที่บางจุดที่พบพืชเป็น โรคเพลี้ยใบ อายุเฉลี่ย 4-6 เดือน ความสูงเฉลี่ย 70 - 100 เซนติเมตร มีช่องว่างระยะห่างของต้น (ระหว่างปลายใบ) เฉลี่ย 40 - 50 เซนติเมตร ดังตารางภาคผนวก ข-1 อุณหภูมิที่วัดได้จากเครื่อง FLIR อุปกรณ์ถ่ายภาพตรวจวัดความร้อน (Thermal Infrared Camera) โดยวัดจากใบปกติของพืช และวัดจากภาพโดยรวมของพื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลัง โรงงาน ณ วันที่ 30 มกราคม 2557 ณ เวลา 11.23 – 11.35 น. พบว่า ใบพืชปกติ มีอุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ที่ 29.6 และ 29.9 องศาเซลเซียส ซึ่งต่างจาก ใบที่มีการเกิดเพลี้ยมีอุณหภูมิเฉลี่ย 39.1 และ 39.2 องศาเซลเซียส และพื้นที่โดยรวมของแปลงพืช ปกติมีอุณหภูมิ 28.6 และ 28.7 องศาเซลเซียส ซึ่งต่างจากพื้นที่แปลงโดยรวมที่พบการเกิดโรคมี่ อุณหภูมิ 34.2 และ 34.4 องศาเซลเซียส สำหรับข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลจากดาวเทียม LANDSAT 8 ซึ่งมีรายละเอียดภาพ 100 เมตร นั้น ดังตารางภาคผนวก ข-2 แสดงให้เห็นอุณหภูมิ พื้นผิวมีค่าอยู่ระหว่าง 29.822 29.987 30.081 และ 30.338 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ซึ่งพบว่า มี ลักษณะคล้ายกับภาพที่ได้จากการบันทึกด้วยกล้อง FLIR คือ อุณหภูมิของพืชที่มีการเจริญเติบโต ปกติมีค่าต่ำกว่าอุณหภูมิของพืชที่เกิดโรคเพลี้ยใบ

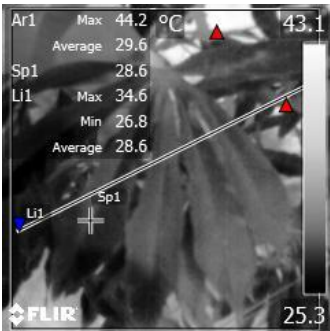
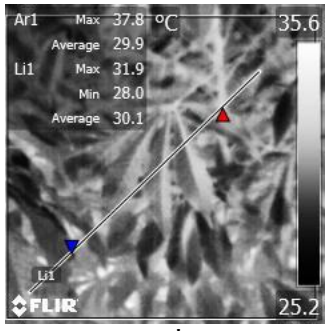
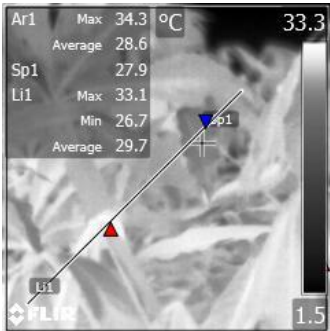
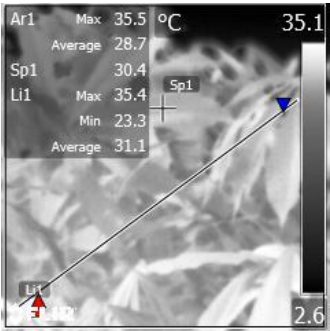
ตารางภาคผนวก ข-1 อุณหภูมิพื้นผิวที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลจากดาวเทียม จุดสำรวจที่ 1

จุดที่	ข้อมูลภาพ	ข้อมูลอุณหภูมิ Band10	ข้อมูลจาก segmentation
1			

## ตารางภาคผนวก ซ-1 (ต่อ)

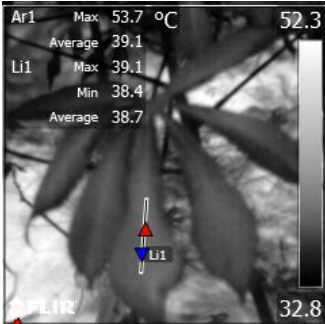
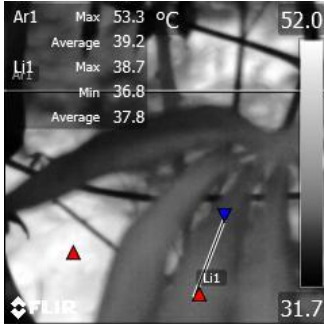
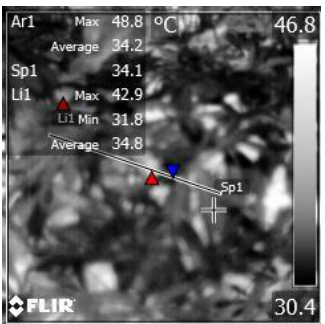
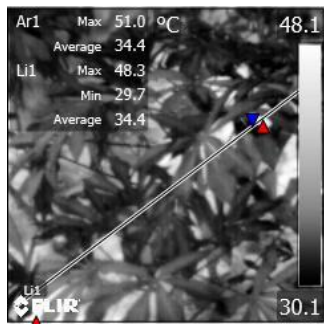
จุดที่	ข้อมูลภาพ	ข้อมูลอุณหภูมิ Band10	ข้อมูลจาก segmentation
	ค่าอุณหภูมิที่ได้จากข้อมูลดาวเทียม		
	Pixel 1. 29.987 °C	Pixel 3. 30.081 °C	อุณหภูมิ 30.09 °C
	Pixel 2. 30.338 °C	Pixel 4. 29.822 °C	

## ตารางภาคผนวก ซ-2 ข้อมูลอุณหภูมิที่สำรวจจากกล้อง FLIR จุดสำรวจที่ 1

คำอธิบาย		ภาพจากกล้อง FLIR	
X	Y		
0293919	1776185		
0293924	1776184		
0293919	1776168		
0293914	1776167		
ใบปกติ ไม่มีโรค		อุณหภูมิเฉลี่ย 29.6 °C	อุณหภูมิเฉลี่ย 29.9 °C
อายุ 4-5 เดือน			
ณ เวลา 11.23 น.			
X	Y		
0293917	1776159		
0293917	1776156		
0293919	1776154		
พื้นที่ปกติ		อุณหภูมิเฉลี่ย 28.6 °C	อุณหภูมิเฉลี่ย 28.7 °C
อายุ 4-5 เดือน			
ณ เวลา 11.28 น.			



## ตารางภาคผนวก ซ-2 (ต่อ)


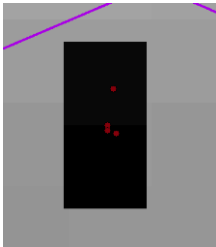
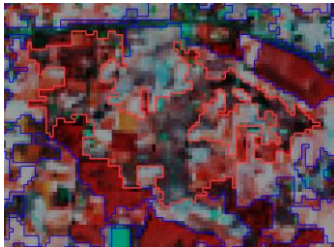
คำอธิบาย		ภาพจากกล้อง FLIR	
X	Y		
293934	1776118		
0293930	1776116	อุณหภูมิเฉลี่ย 39.1 °C	อุณหภูมิเฉลี่ย 39.2 °C
ใบมีโรคอายุ 5-6 เดือน ณ เวลา 11.35 น.			
X	Y		
0293910	1776164		
		อุณหภูมิเฉลี่ย 34.2 °C	อุณหภูมิเฉลี่ย 34.4 °C
พื้นที่มีโรคอายุ 5-6 เดือน ณ เวลา 11.32 น.			

## จุดสำรวจที่ 2

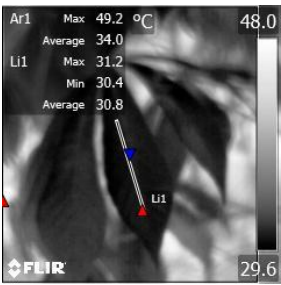
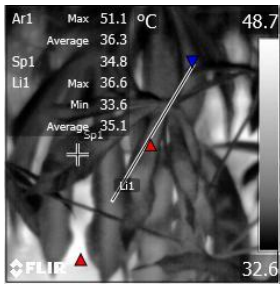
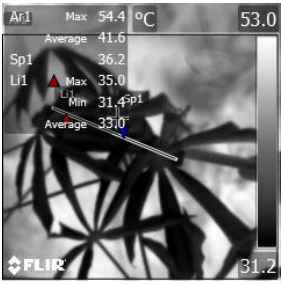
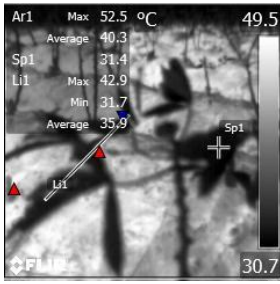
จากจุดสำรวจภาคสนามที่ผู้วิจัยลงเก็บข้อมูลตัวอย่าง วันที่ 30 มกราคม พ.ศ.2557 ในพื้นที่จุดสำรวจที่ 2 จำนวน 4 จุด เป็นจุดที่มีพืชที่เจริญเติบโตมีโรคเปลือกใบปนอยู่บ้าง อายุเฉลี่ย 2-3 เดือน ความสูงเฉลี่ย 40-60 เซนติเมตร มีช่องว่างระหว่างของต้น (ระหว่างปลายใบ) เฉลี่ย 50-60 เซนติเมตร ดังตารางภาคผนวก ซ-3 อุณหภูมิที่วัดได้จากเครื่อง FLIR อุปกรณ์ถ่ายภาพตรวจวัดความร้อน (Thermal Infrared camera) โดยวัดจากใบปกติของพืช และวัดจากภาพโดยรวมของพื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลังโรงงาน ณ ช่วงเวลา 12.58 – 13.01 น. พบว่า ใบพืชปกติ มีอุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ที่ 34.0 และ 36.3 องศาเซลเซียส และพื้นที่โดยรวมของแปลงพืชปกติมีอุณหภูมิ 41.6 และ 40.3 องศาเซลเซียส สำหรับข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลจากดาวเทียม LANDSAT 8 ซึ่งมี

รายละเอียดภาพ 100 เมตร นั้น ดังตารางภาคผนวก ซ-4 แสดงให้เห็นอุณหภูมิพื้นผิวมีค่าอยู่ระหว่าง 29.487 และ 29.487 องศาเซลเซียส ตามลำดับ

ตารางภาคผนวก ซ-3 อุณหภูมิพื้นผิวที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลจากดาวเทียม จุดสำรวจที่ 2

จุดที่	ข้อมูลภาพ	ข้อมูลอุณหภูมิ Band 10	ข้อมูลจาก segmentation
2			
	ค่าอุณหภูมิที่ได้จากข้อมูลดาวเทียม	Pixel 1. 29.593 °C Pixel 2. 29.487 °C	อุณหภูมิ 29.41 °C

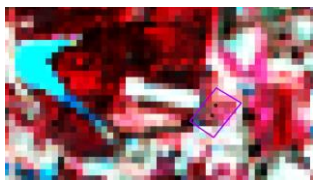
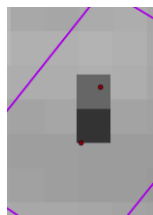
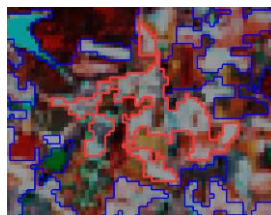
ตารางภาคผนวก ซ-4 ข้อมูลอุณหภูมิที่สำรวจจากกล้อง FLIR จุดสำรวจที่ 2

คำอธิบาย	ภาพจากกล้อง FLIR
<p>X                      Y</p> <p>0292488            1776265</p> <p>0292486            1776252</p> <p>ใบปกคิอายุ 2-3 เดือน</p> <p>ณ เวลา 12.54 น.</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>อุณหภูมิเฉลี่ย 34.0 °C</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>อุณหภูมิเฉลี่ย 36.3 °C</p> </div> </div>
<p>X                      Y</p> <p>0292486            1776249</p> <p>0292489</p> <p>Y</p> <p>ใบปกคิอายุ 2-3 เดือน</p> <p>ณ เวลา 13.01 น.</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>อุณหภูมิเฉลี่ย 41.6 °C</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>อุณหภูมิเฉลี่ย 40.3 °C</p> </div> </div>

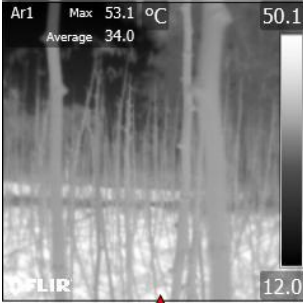
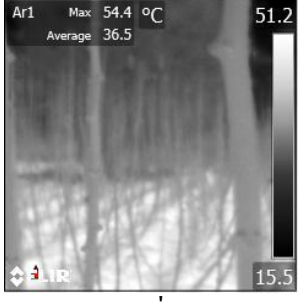

### จุดสำรวจที่ 3

จากจุดสำรวจภาคสนามที่ผู้วิจัยลงเก็บข้อมูลตัวอย่าง วันที่ 30 มกราคม พ.ศ.2557 ในพื้นที่ที่ 3 จำนวน 2 จุด เป็นจุดที่มีการระบาดของโรค ไบร่วง เหลือแต่ลำต้น เหง้า แกรีน อายุเฉลี่ย 7-8 เดือน ความสูงเฉลี่ย 100-150 เซนติเมตร ดังตารางภาคผนวก ซ-5 อุณหภูมิที่วัดได้จากเครื่อง FLIR อุปกรณ์ถ่ายภาพตรวจวัดความร้อน (Thermal Infrared camera) โดยวัดจากใบปกติของพืช และวัดจากภาพโดยรวมของพื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลังโรงงาน ณ ช่วงเวลา 13.52 น. พบว่า ใบพืชปกติ มีอุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ที่ 34.0 และ 36.5 องศาเซลเซียส และพื้นที่โดยรวมของแปลงพืชปกติมีอุณหภูมิ 34.8 องศาเซลเซียส สำหรับข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลจากดาวเทียม LANDSAT 8 ซึ่งมีรายละเอียดภาพ 100 เมตร นั้น ดังตารางภาคผนวก ซ-6 แสดงให้เห็นอุณหภูมิพื้นผิวมีค่าอยู่ระหว่าง 30.062 และ 29.805 องศาเซลเซียส ตามลำดับ

ตารางภาคผนวก ซ-5 อุณหภูมิพื้นผิวที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลจากดาวเทียม จุดสำรวจที่ 3

จุดที่	ข้อมูลภาพ	ข้อมูลอุณหภูมิ Band 10	ข้อมูลจาก Segmentation
1			
	ค่าอุณหภูมิที่ได้จากข้อมูลดาวเทียม	Pixel 1. 30.062 °C Pixel 2. 29.805 °C	29.87 °C


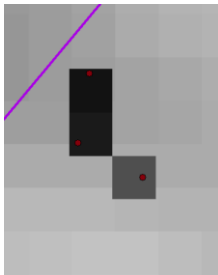
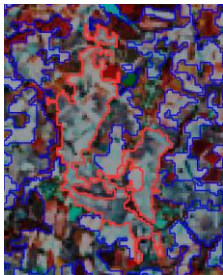
ตารางภาคผนวก ซ-6 ข้อมูลอุณหภูมิที่สำรวจจากกล้อง FLIR จุดสำรวจที่ 3

คำอธิบาย	ภาพจากกล้อง FLIR	
<p>1. X 0291441 Y 1775641 มีโรค ไม่มีใบ อายุ 7-8 เดือน และ ณ เวลา 13.52 น.</p>	 <p>อุณหภูมิเฉลี่ย 34 °C</p>	 <p>อุณหภูมิเฉลี่ย 36.5 °C</p>
<p>2. X 0291424 Y 1775592 มีโรค ไม่มีใบ อายุ 7-8 เดือน ณ เวลา 13.52 น.</p>	 <p>อุณหภูมิเฉลี่ย 34.8 °C</p>	

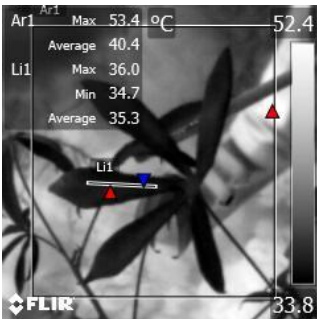

จุดสำรวจที่ 4

จากจุดสำรวจภาคสนามที่ผู้วิจัยลงเก็บข้อมูลตัวอย่าง วันที่ 30 มกราคม พ.ศ.2557 ในพื้นที่ ที่ 4 จำนวน 3 จุด เป็นจุดที่มีพืชที่เจริญเติบโตตามปกติไม่มีโรค อายุเฉลี่ย 2-3 เดือน ความสูงเฉลี่ย 30-50 เซนติเมตร มีช่องว่างระยะห่างของต้น (ระหว่างปลายใบ) เฉลี่ย 60-80 เซนติเมตร ดังตารางภาคผนวก ซ-7 อุณหภูมิที่วัดได้จากเครื่อง FLIR อุปกรณ์ถ่ายภาพตรวจวัดความร้อน (Thermal Infrared camera) โดยวัดจากใบปกติของพืช และวัดจากภาพโดยรวมของพื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลังโรงงาน ณ ช่วงเวลา 14.45 – 14.51 น. พบว่า ใบพืชปกติ มีอุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ที่ 40.4 และ 37.9 องศาเซลเซียส และพื้นที่โดยรวมของแปลงพืชปกติมีอุณหภูมิ 34.5 และ 35.6 องศาเซลเซียส สำหรับข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลจากดาวเทียม LANDSAT 8 ซึ่งมีรายละเอียดภาพ 100 เมตร นั้น ดังตารางภาคผนวก ซ-8 แสดงให้เห็นอุณหภูมิพื้นผิวมีค่าอยู่ระหว่าง 29.641 29.680 และ 29.950 องศาเซลเซียส ตามลำดับ

ตารางภาคผนวก ซ-7 อุณหภูมิพื้นผิวที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลจากดาวเทียม จุดสำรวจที่ 4

จุดที่	ข้อมูลภาพ	ข้อมูลอุณหภูมิ Band 10	ข้อมูลจาก Segmentation
1			
	ค่าอุณหภูมิที่ได้จากข้อมูลดาวเทียม	Pixel 1. 29.641 °C Pixel 2. 29.680 °C Pixel 3. 29.950 °C	30.1 °C

ตารางภาคผนวก ซ-8 ข้อมูลอุณหภูมิที่สำรวจจากกล้อง FLIR จุดสำรวจที่ 4

คำอธิบาย	ภาพจากกล้อง FLIR
1. X 0290924 Y 1773909 ใบปกติ ไม่มีโรค อายุ 2-3 เดือน ณ เวลา 14.45 น.	 
	อุณหภูมิเฉลี่ย 40.4 °C      อุณหภูมิเฉลี่ย 37.9 °C


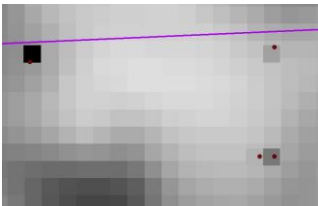
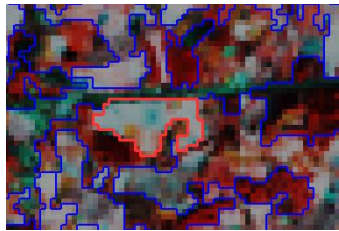
## ตารางภาคผนวก ซ-8 (ต่อ)

คำอธิบาย	ภาพจากกล้อง FLIR	
2. X 0290916 Y 1773861 X 0290961 Y 1773837 แปลงปกติ ไม่มีโรค อายุ 2-3 เดือน ณ เวลา 14.51 น.		
	อุณหภูมิเฉลี่ย 34.5 °C	อุณหภูมิเฉลี่ย 35.6 °C

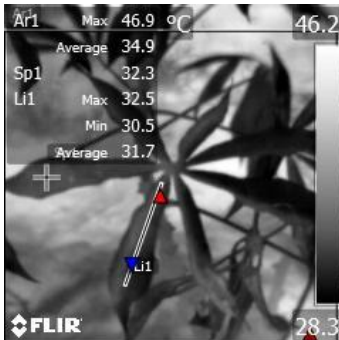
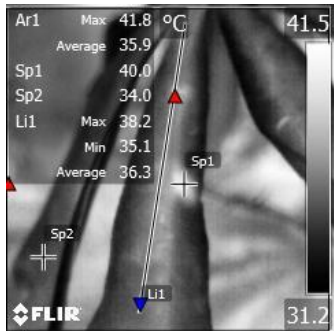
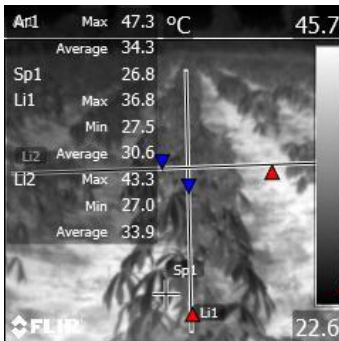
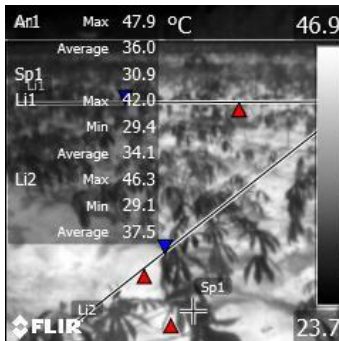
## จุดสำรวจที่ 5

จากจุดสำรวจภาคสนามที่ผู้วิจัยลงเก็บข้อมูลตัวอย่าง วันที่ 31 มกราคม พ.ศ.2557 ในพื้นที่ ที่ 5 จำนวน 4 จุด เป็นจุดที่มีพืชที่เจริญเติบโตตามปกติ แต่มีโรคจุดบ้างเล็กน้อย อายุเฉลี่ย 2-3 เดือน ความสูงเฉลี่ย 40-50 เซนติเมตร มีช่องว่างระยะห่างระหว่างแถว 80-100 เซนติเมตร ดังตารางภาคผนวก ซ-9 อุณหภูมิที่วัดได้จากเครื่อง FLIR อุปกรณ์ถ่ายภาพตรวจวัดความร้อน (Thermal Infrared camera) โดยวัดจากใบปกติของพืช และวัดจากภาพโดยรวมของพื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลัง โรงงาน ณ ช่วงเวลา 11.03 - 11.17 น. พบว่า ใบพืชปกติ มีอุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ที่ 31.7 และ 36.3 องศาเซลเซียส ส่วนใบที่มีจุดเพลี้ย พบว่า จุดที่ไม่เป็นเพลี้ย และจุดที่เป็นเพลี้ย อุณหภูมิ 34.0 และ 40.0 องศาเซลเซียส ตามลำดับ และพื้นที่โดยรวมของแปลงพืช หากวัดค่าเฉลี่ยตามแนวของพืช (Li1) มีอุณหภูมิ 30.6 และ 34.1 องศาเซลเซียส และหากวัดตามค่าแนวตัดขวางของแปลง จะมีข้อมูลบางส่วนที่เป็นค่าสะท้อนของดินที่เป็นช่องระหว่างแถวของการปลูก (Li2) มีอุณหภูมิเฉลี่ย 33.9 และ 37.5 องศาเซลเซียส สำหรับข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลจากดาวเทียม LANDSAT 8 ซึ่งมีรายละเอียดภาพ 100 เมตร นั้น ดังตารางภาคผนวก ซ-10 แสดงให้เห็นอุณหภูมิพื้นผิวมีค่าอยู่ระหว่าง 29.545 30.360 30.443 และ 30.153 องศาเซลเซียส ตามลำดับ

ตารางภาคผนวก ซ-9 อุณหภูมิพื้นผิวที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลจากดาวเทียม จุดสำรวจที่ 5

จุดที่	ข้อมูลภาพ	ข้อมูลอุณหภูมิ Band 10	ข้อมูลจาก Segmentation
1			
	Pixel 1. 29.545 °C Pixel 2. 30.443 °C	Pixel 3. 30.360 °C Pixel 4. 30.153 °C	30.30 °C


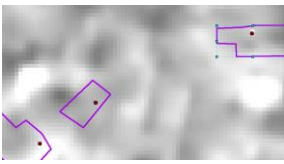
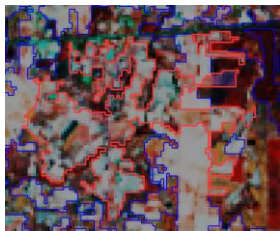
ตารางภาคผนวก ซ-10 ข้อมูลอุณหภูมิที่สำรวจจากกล้อง FLIR จุดสำรวจที่ 5

คำอธิบาย	ภาพจากกล้อง FLIR
<p>1. X 0288881 Y 1776043 X 0289310 Y 1776069 ใบมีโรคเป็นจุดๆ อายุ 2-3 เดือน ณ เวลา 11.03 น.</p>	 <p>อุณหภูมิเฉลี่ย 34.9 °C</p>  <p>อุณหภูมิเฉลี่ย 35.9 °C</p>
<p>2. X 0289284 Y 1775878 X 0289310 Y 1775878 แปลงเพาะปลูก อายุ 2-3 เดือน ณ เวลา 11.17 น.</p>	 <p>อุณหภูมิเฉลี่ย 34.3 °C</p>  <p>อุณหภูมิเฉลี่ย 36.0 °C</p>

### จุดสำรวจที่ 6

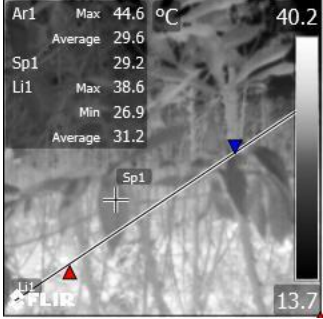
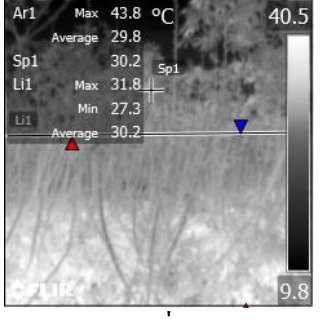
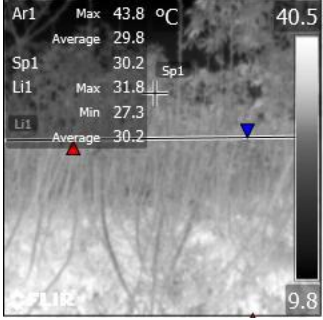
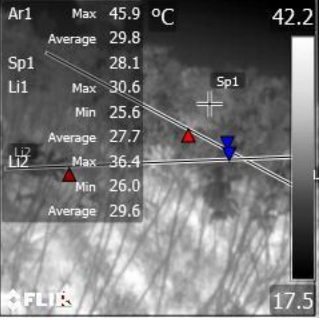
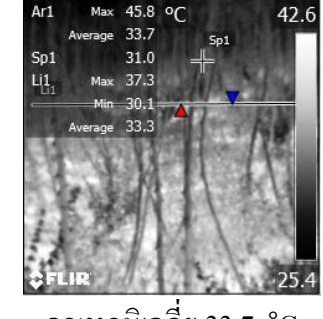
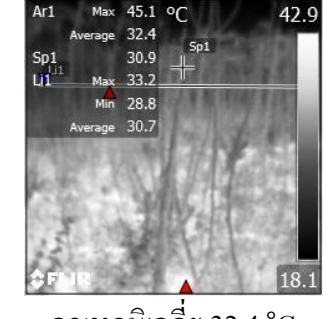
จากจุดสำรวจภาคสนามที่ผู้วิจัยลงเก็บข้อมูลตัวอย่าง วันที่ 31 มกราคม พ.ศ.2557 ในพื้นที่ที่ 5 จำนวน 3 จุด เป็นจุดที่มีพืชที่เจริญเติบโตแบบมีโรค อายุเฉลี่ย 7-9 เดือน ความสูงเฉลี่ย 150-180 เซนติเมตร มีใบค่อนข้างน้อยไม่หนาแน่น ดังตารางภาคผนวก ซ-11 อุณหภูมิที่วัดได้จากเครื่อง FLIR อุปกรณ์ถ่ายภาพตรวจวัดความร้อน (Thermal Infrared camera) โดยวัดจากใบปกติของพืช และวัดจากภาพโดยรวมของพื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลังโรงงาน ณ ช่วงเวลา 11.30 - 11.40 น. พบว่า พื้นที่โดยรวมของแปลงพืช มีอุณหภูมิเฉลี่ย แปลงที่ 1 29.6 และ 29.8 องศาเซลเซียส แปลงที่ 2 มีอุณหภูมิ 29.8 และ 29.8 องศาเซลเซียส และแปลงที่ 3 มีอุณหภูมิ 33.7 และ 32.4 องศาเซลเซียส สำหรับข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลจากดาวเทียม LANDSAT 8 ซึ่งมีรายละเอียดภาพ 100 เมตร นั้น ดังตารางภาคผนวก ซ-12 แสดงให้เห็นอุณหภูมิพื้นผิวมีค่าอยู่ระหว่าง 30.823 30.36 และ 31.670 องศาเซลเซียส ตามลำดับ

ตารางภาคผนวก ซ-11 อุณหภูมิพื้นผิวที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลจากดาวเทียม จุดสำรวจที่ 6

จุดที่	ข้อมูลภาพ	ข้อมูลอุณหภูมิ Band 10	ข้อมูลจาก Segmentation
1			
	ค่าอุณหภูมิที่ได้จากข้อมูลดาวเทียม	Pixel 1. 30.823 °C Pixel 2. 30.336 °C Pixel 3. 31.670 °C	30.7 °C 30.79 °C



ตารางภาคผนวก ซ-12 ข้อมูลอุณหภูมิที่สำรวจจากกล้อง FLIR จุดสำรวจที่ 6

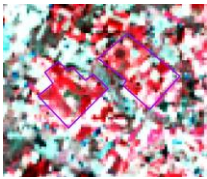
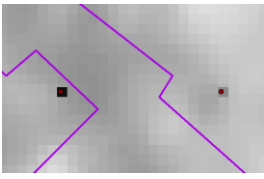
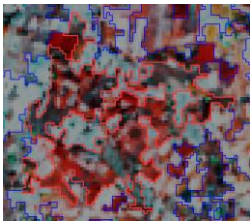
คำอธิบาย	ภาพจากกล้อง FLIR	
<p>1. X 0283061 Y 1775652</p> <p>แปลงเพาะปลูก</p> <p>อายุ 7-9 เดือน</p> <p>ณ เวลา 11.30 น.</p>	 <p>อุณหภูมิเฉลี่ย 29.6 °C</p>	 <p>อุณหภูมิเฉลี่ย 29.8 °C</p>
<p>2. X 0281870 Y 1775124</p> <p>แปลงเพาะปลูก</p> <p>อายุ 7-9 เดือน</p> <p>ณ เวลา 11.33 น.</p>	 <p>อุณหภูมิเฉลี่ย 29.8 °C</p>	 <p>อุณหภูมิเฉลี่ย 29.8 °C</p>
<p>3. X 0281445 Y 1774811</p> <p>แปลงเพาะปลูก</p> <p>อายุ 7-9 เดือน</p> <p>ณ เวลา 11.40 น.</p>	 <p>อุณหภูมิเฉลี่ย 33.7 °C</p>	 <p>อุณหภูมิเฉลี่ย 32.4 °C</p>

จุดสำรวจที่ 7

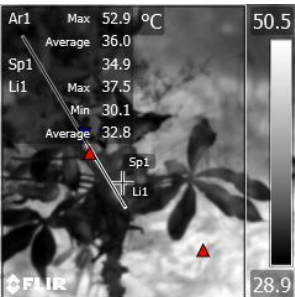
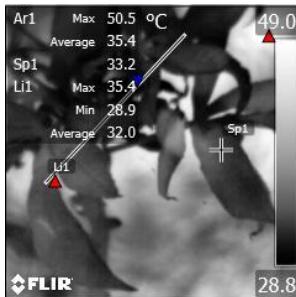
จากจุดสำรวจภาคสนามที่ผู้วิจัยลงเก็บข้อมูลตัวอย่าง วันที่ 31 มกราคม พ.ศ.2557 ในพื้นที่ที่ 7 จำนวน 2 จุด เป็นจุดที่มีพืชที่เจริญเติบโตแบบมีโรคเพลี้ยใบ มีใบค่อนข้างน้อยไม่หนาแน่น ใบมีลักษณะเหลือง และหงิกงอ ลำต้นเล็กแคระแกร็น อายุเฉลี่ย 2-3 เดือน ความสูงเฉลี่ย 30-40 เซนติเมตร ดังตารางภาคผนวก ซ-13 อุณหภูมิที่วัดได้จากเครื่อง FLIR อุปกรณ์ถ่ายภาพ

ตรวจวัดความร้อน (Thermal Infrared camera) โดยวัดจากใบปกติของพืช และวัดจากภาพโดยรวมของพื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลังโรงงาน ณ เวลาช่วงเวลา 12.46 น. พบว่า พื้นที่โดยรวมของแปลงพืช มีอุณหภูมิเฉลี่ย แปลงที่ 1 36.0 35.4 31.5 และ 34.0 องศาเซลเซียส แปลงที่ 2 มีอุณหภูมิ 29.2 และ 33.4 องศาเซลเซียส สำหรับข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลจากดาวเทียม LANDSAT 8 ซึ่งมีรายละเอียดภาพ 100 เมตร นั้น ดังตารางภาคผนวก ซ-14 แสดงให้เห็นอุณหภูมิพื้นผิวมีค่าอยู่ระหว่าง 29.619 และ 30.233 องศาเซลเซียส ตามลำดับ

ตารางภาคผนวก ซ-13 อุณหภูมิพื้นผิวที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลจากดาวเทียม จุดสำรวจที่ 7

จุดที่	ข้อมูลภาพ	ข้อมูลอุณหภูมิ Band10	ข้อมูลจาก Segmentation
1			
	ค่าอุณหภูมิที่ได้จากข้อมูลดาวเทียม	Pixel 1. 29.619 °C Pixel 2. 30.233 °C	29.96 °C

ตารางภาคผนวก ซ-14 ข้อมูลอุณหภูมิที่สำรวจจากกล้อง FLIR จุดสำรวจที่ 7

คำอธิบาย	ภาพจากกล้อง FLIR
1. X 028881 Y 1778878 ใบมีโรค อายุ 2-3 เดือน ณ เวลา 12.46 น.	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>อุณหภูมิเฉลี่ย 36.0 °C</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>อุณหภูมิเฉลี่ย 35.4 °C</p> </div> </div>

ตารางภาคผนวก ซ-14 (ต่อ)

คำอธิบาย	ภาพจากกล้อง FLIR	
และ แปลงเพาะปลูก		
2. X 0289360 Y 1778878 แปลงเพาะปลูก อายุ 3-4 เดือน ณ เวลา 12.50 น.		

ข้อสังเกต อุณหภูมิที่ได้จากกล้องตรวจวัดอุณหภูมิ (Thermal Infrared Camera) ผู้วิจัยได้ตรวจวัดค่าอุณหภูมิของส่วนที่เป็นใบเดี่ยวและกลุ่มของใบ และตรวจวัดค่าอุณหภูมิแบบแปลงปลูกในมุมกว้าง และการตรวจวัดค่าอุณหภูมิในภาพ 1 ภาพ โดยหาค่าเฉลี่ยส่วนยอดของต้นพืช และค่าเฉลี่ยส่วนกลางลำต้นที่มีค่าการสะท้อนของดินในแปลงปลูกด้วย ผลการทดลองพบว่า ในข้อมูลพืชที่มีความหนาแน่นหรือมีส่วนที่ใบปกคลุมหนาแน่นจะมีอุณหภูมิต่ำกว่า ส่วนบริเวณที่มีมีใบหนาแน่นน้อยหรือระยะห่างระหว่างต้นหรือร่องแปลงมากมีค่าสะท้อนของดินรวมอยู่ด้วยจะมีอุณหภูมิค่อนข้างสูง

**ภาคผนวก ฅ**  
**ค่าอุณหภูมิพื้นผิว**

จากการวิเคราะห์อุณหภูมิพื้นผิวด้วยข้อมูลจากดาวเทียม และค่าอุณหภูมิที่ได้จากการ  
สำรวจภาคสนามด้วยกล้อง FLIR สามารถสรุปได้ดังตารางภาคผนวก ฅ-1

ตารางภาคผนวก ฅ-1 ค่าอุณหภูมิ LANDSAT 8 และอุณหภูมิ FLIR ของพืชพรรณ ณ จุดสำรวจ

จุด สำรวจ	ค่าพิกัด	LANDSAT 8 30/01/2557	FLIR 10/01/2557		พืชพรรณ
				10.30 น.	
1	X 0293919 Y 1776185	29.987	29.6	29.9	ใบปกติ
	X 0293924 Y 1776184	30.081	28.6	28.7	อายุ 6-7 เดือน
	X 0293919 Y 1776168		28.7	29.6	สูง 60-100 ซม.
	X 0293914 Y 1776167		28.9	30.7	เวลา 11.20-11.30 น.
	X 0293917 Y 1776159		28.7	30.1	
	X 0293917 Y 1776156		28.6	29.5	
	X 0293919 Y 1776154		เฉลี่ย	29.35	
	X 293934 Y 1776118	30.338	39.1	39.2	ใบมีโรค
	X 0293930 Y 1776116	29.822	34.2	34.4	อายุ 6-7 เดือน
	Y 0293910 Y 1776164		34.2	34.4	สูง 60-100 ซม.
			39.1	36.6	เวลา 11.20-11.30 น.
			39.2	36.1	
			36	35.8	
			เฉลี่ย	37.00	
2	X 0292488 Y 1776265	29.593	34.0	41.6	ใบปกติ
	X 0292486 Y 1776252		30.8	31.1	อายุ 3-4 เดือน
			30.1	33.2	สูง 50-60 ซม.
			33.1	30.8	เวลา 12.54 น.
			เฉลี่ย	32.54	

## ตารางภาคผนวก ฅ-1 (ต่อ)

จุด สำรวจ	ค่าพิกัด	LANDSAT 8	FLIR	พืชพรรณ
		10/01/2557 10.30 น.	30/01/2557	
	X 0292486 Y 1776250	29.487	36.3 40.3	ใบมีโรค
	X 0292489 Y 1776249		33 33	อายุ 3-4 เดือน
			35 35	สูง 50-60 ซม.
			เฉลี่ย 35.43	เวลา 13.01 น.
3	X 0290924 Y 1773909	29.641	40.4 37.9	แปลงปกติ
	X 0290916 Y 1773861	29.680	34.5 35.6	อายุ 2-3 เดือน
	X 0290961 Y 1773837	29.950	41.6 35.5	สูง 30-50 ซม.
			36.3 35.6	เวลา 14.45 – 14.51
			35.9 35.7	น.
			เฉลี่ย 36.21	
4	X 0288881 Y 1776043	29.545	34.9 35.9	ใบมีโรค
	X 0289310 Y 1776069	30.360	34.3 36.0	อายุ 2-3 เดือน
	X 0290916 Y 1773861	30.443	35.8 33.2	สูง 30-40 ซม.
	X 0290961 Y 1773837	30.153	34.6 34.2	เวลา 11.03 - 11.17
			เฉลี่ย 34.86	น.
5	X 0283061 Y 1775652	30.823	29.6 29.8	ใบมีโรค
			29.8 29.8	อายุ 7-8 เดือน
			33.7 32.4	สูง 150-180 ซม.
			เฉลี่ย 30.85	เวลา 11.30 - 11.40
				น.
	X 0281870 Y 1775124	30.36	31.1 30.2	แปลงมีโรค
			31.6 32.9	อายุ 7-8 เดือน
			33.9 35.8	สูง 150-180 ซม.
			33.2	เวลา 11.33 น.
			เฉลี่ย 32.67	

## ตารางภาคผนวก ฅ-1 (ต่อ)

จุด สำรวจ	ค่าพิกัด	LANDSAT 8 30/01/2557	FLIR 10/01/2557		พืชพรรณ
				10.30 น.	
	X 0281445 Y 1774811	31.670	30.2	29.6	ใบมีโรค
			29.8	29.8	อายุ 7-8 เดือน
			28.4	28.4	สูง 150-180 ซม.
			33.6	29.6	เวลา 11.40 น.
			33.7	34.5	
			33.7	32.4	
			เฉลี่ย	31.14	
6	X 028881 Y 1778878	29.619	36.0	35.4	ใบมีโรค
			31.5	34.0	อายุ 7-8 เดือน
			35.4	33.3	สูง 150-180 ซม.
			33.1	37.1	เวลา 12.46 น.
			35.2	32.4	
			33.7	33.5	
			เฉลี่ย	35.06	
	X 0289360 Y 1778878	30.233	29.2	34.4	แปลงมีโรค
			31.6	31.5	อายุ 7-8 เดือน
			34	34.7	สูง 150-180 ซม.
			37.8	35.9	เวลา 12.50 น.
			35.4	37.8	
			34.7	35.6	
			เฉลี่ย	34.49	