

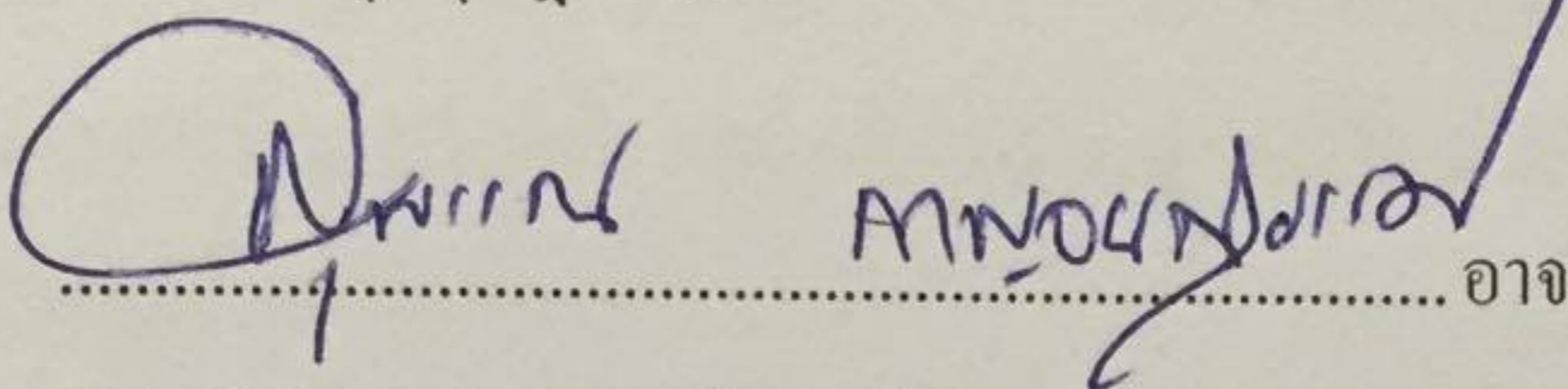
การตรวจวัดอุณหภูมิพื้นผิวของนาข้าวตามระยะการเจริญเติบโต
โดยใช้ช่วงคลื่นอินฟราเรดความร้อน ด้วยข้อมูลจากดาวเทียม
กรณีศึกษา อำเภอบางน้ำเปรี้ยว จังหวัดฉะเชิงเทรา

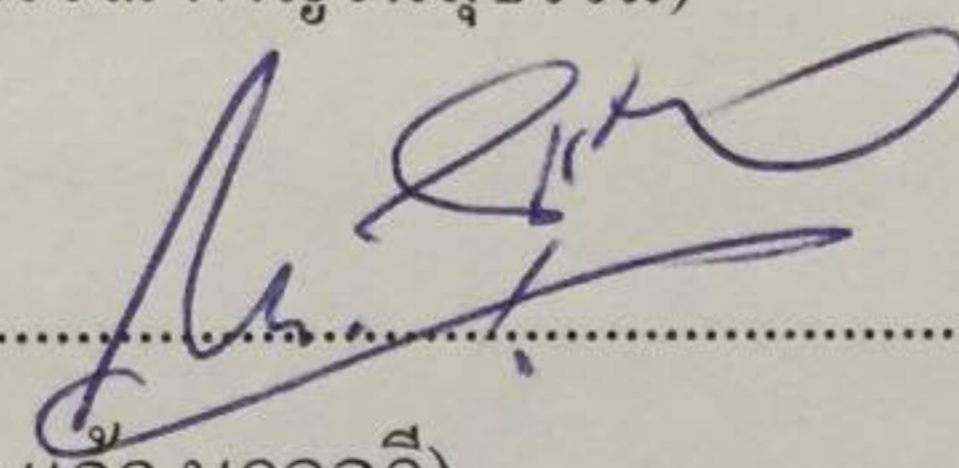
วลดา เศษะพงค์ธนา

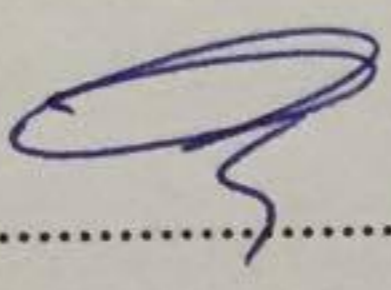
คู่มือฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาตรีบัณฑิต
สาขาวิชาภูมิสารสนเทศศาสตร์
คณะภูมิสารสนเทศศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
กรกฎาคม 2559
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

คณะกรรมการควบคุมคุณวุฒิบัณฑิตและคณะกรรมการสอบคุณวุฒิบัณฑิต ได้พิจารณา
คุณวุฒิบัณฑิตของ วลดา เดชะพงค์ธนา ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตาม
หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาภูมิสารสนเทศศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยบูรพาได้

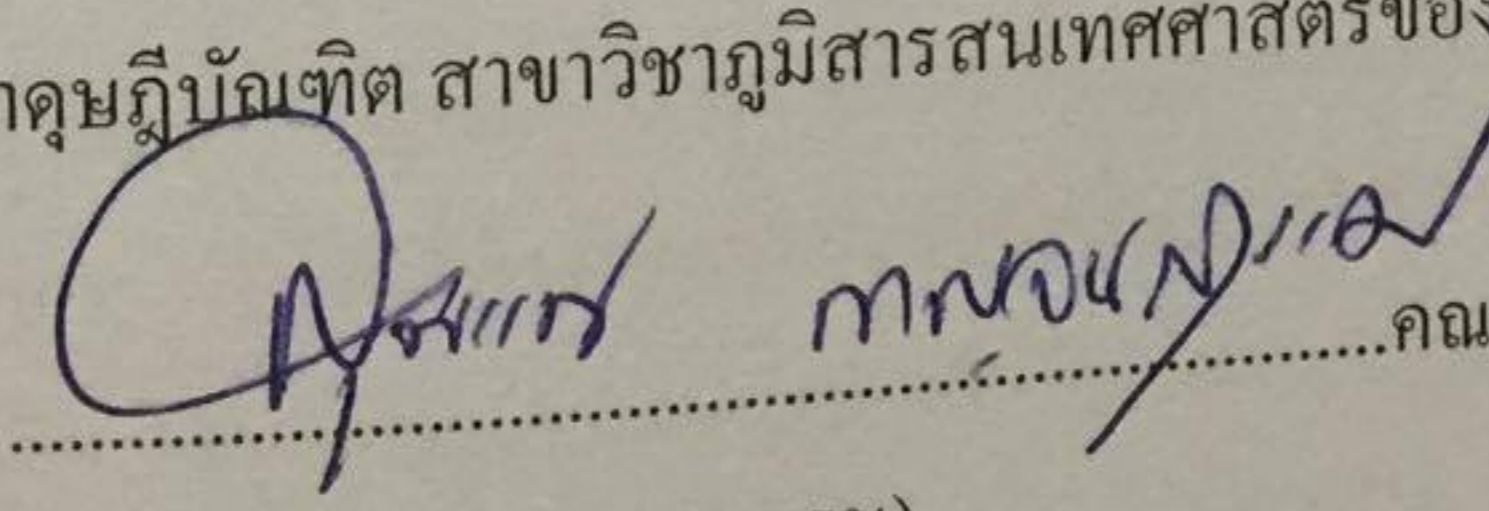
คณะกรรมการควบคุมคุณวุฒิบัณฑิต


..... อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
(ดร.สุพรรณ กาญจนสุธรรม)


..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(รศ.ดร.แก้ว นวลฉวี)


..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(ดร.นฤมล อินทวิเชียร)

คณะภูมิสารสนเทศศาสตร์อนุมัติให้รับคุณวุฒิบัณฑิตฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาภูมิสารสนเทศศาสตร์ของมหาวิทยาลัยบูรพา


..... คณบดีคณะภูมิสารสนเทศศาสตร์
(ดร.สุพรรณ กาญจนสุธรรม)

วันที่ 11 เดือน สิงหาคม พ.ศ. 2559

กิตติกรรมประกาศ

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

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.สุเพชร จิระจรกุล อาจารย์ประจำภาควิชาเทคโนโลยีชนบท คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิโรจน์ เรืองประเทืองสุข ผู้รักษาการแทนรองอธิการบดี มหาวิทยาลัยบูรพา ที่กรุณาให้ความรู้ ให้คำปรึกษา ตรวจสอบแก้ไขและวิจารณ์ผลงาน ทำให้งานวิจัยมีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น และผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่ให้ความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบ รวมทั้งให้คำแนะนำแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยให้มีคุณภาพ นอกจากนี้ ยังได้รับความอนุเคราะห์จากเจ้าหน้าที่สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร เจ้าหน้าที่สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) บริษัท เทอร์โมสแกน จำกัด บริษัท ไลท์ติ้ง แอนด์ อีควิปเมนต์ จำกัด (มหาชน) เจ้าหน้าที่กรมอุตุนิยมวิทยา เจ้าหน้าที่คณะภูมิสารสนเทศศาสตร์ เจ้าหน้าที่กองวิจัยและพัฒนาข้าว เจ้าหน้าที่สำนักงานเกษตรอำเภอบางน้ำเปรี้ยว คุณนพดล ประยูรสุขและเจ้าหน้าที่ศูนย์วิจัยข้าวฉะเชิงเทรา คุณเฉลย แจ่มรุ่งและพี่น้องเกษตรกรอำเภอบางน้ำเปรี้ยวทุกท่าน ที่ให้ความเมตตา เสียสละเวลาในการให้ข้อมูล รวมถึงให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีในการเก็บรวบรวมข้อมูลในภาคสนาม ให้ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย รวมถึงคำแนะนำในการจัดทำข้อมูล ทำให้คุณฉันทิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณ คุณยายกิมท้อ แซ่ลี คุณพ่อธนเดช คุณแม่ณภัค เฉชะพงค์ธนา พี่ๆ น้องๆ ทุกคนในครอบครัววงศ์ตระกูล และเพื่อนๆ ทุกคนที่ให้กำลังใจ และสนับสนุนผู้วิจัยเสมอมา

คุณค่าและประโยชน์ของคุณฉันทิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบน้อมกตัญญูคุณเวทิตาแค้น บุพการี และน้อมเป็นอาจารย์บูชาแด่บูรพาจารย์ รวมถึงผู้มีพระคุณทุกท่านทั้งในอดีตและปัจจุบัน ที่ทำให้ข้าพเจ้าเป็นผู้มีการศึกษา และประสบความสำเร็จมาจนตราบเท่าทุกวันนี้

วลดา เฉชะพงค์ธนา

54810062: สาขาวิชา: ภูมิสารสนเทศศาสตร์; ปร.ด. (ภูมิสารสนเทศศาสตร์)

คำสำคัญ: อุณหภูมิพื้นผิวของนาข้าว/ ระยะการเจริญเติบโต/ ช่วงคลื่นอินฟราเรดความร้อน/
ข้อมูลจากดาวเทียมแลนดส์แซท 8

วลดา เดชะพงศ์ธนา: การตรวจวัดอุณหภูมิพื้นผิวของนาข้าวตามระยะการเจริญเติบโต โดยใช้ช่วงคลื่นอินฟราเรดความร้อน ด้วยข้อมูลจากดาวเทียม ภูมิศึกษา อำเภอบางน้ำเปรี้ยว จังหวัดฉะเชิงเทรา (DETECTION OF RICE FIELD TEMPERATURE FOR STAGES OF GROWTH USING THERMAL INFRARED BANDS FROM SATELLITE DATA, CASE STUDY OF BANG NAM PRAO DISTRICT, CHACHOENGSAO PROVINCE, THAILAND)
คณะกรรมการควบคุมคุชฎินิพนธ์: สุพรรณ กาญจนสุธรรม, D.Tech.Sci., แก้ว นวลฉวี, Ph.D., นฤมล อินทวิเชียร, Ph.D. 137 หน้า. ปี พ.ศ. 2559.

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาพื้นที่เพาะปลูกข้าว หาค่าอุณหภูมิพื้นผิวของนาข้าว และวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่เพาะปลูกข้าวกับอุณหภูมิพื้นผิวของนาข้าวในแต่ละระยะการเจริญเติบโต ด้วยข้อมูลจากดาวเทียม Landsat 8 OLI & TIRS บันทึกเมื่อวันที่ 17 พฤศจิกายน พ.ศ. 2557 วันที่ 4 มกราคม พ.ศ. 2558 วันที่ 20 มกราคม พ.ศ. 2558 และวันที่ 5 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2558 ดำเนินการปรับแก้เชิงเรขาคณิต การทำภาพสีผสม และการเน้นข้อมูลภาพ แล้วทำการจำแนกข้อมูลด้วยการกำกับดูแล พร้อมกับวิเคราะห์ข้อมูลรวมกับการเก็บข้อมูลตัวอย่างจากภาคสนาม เพื่อนำมาจำแนกพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน 4 ประเภท และพื้นที่นาข้าวในแต่ละระยะการเจริญเติบโต แล้วนำมาตรวจสอบความถูกต้องจากการจำแนก จากนั้นนำช่วงคลื่นอินฟราเรดความร้อนแบนด์ที่ 10 และ 11 เข้าสู่หลักการคำนวณค่าอุณหภูมิพื้นผิว แบบ Split-Window Algorithm

ผลการแปลและวิเคราะห์พื้นที่เพาะปลูกข้าว ของอำเภอบางน้ำเปรี้ยว จังหวัดฉะเชิงเทรา ณ วันที่ 17 พฤศจิกายน พ.ศ. 2557 วันที่ 4 มกราคม พ.ศ. 2558 วันที่ 20 มกราคม พ.ศ. 2558 และวันที่ 5 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2558 พบว่า มีจำนวนพื้นที่เพาะปลูกข้าวจำนวน 198,229.10 ไร่ 196,068.54 ไร่ 169,076.96 ไร่ และ 129,365.36 ไร่ ตามลำดับ และมีผลการตรวจสอบความถูกต้องของการจำแนกได้ร้อยละ 85.5 83.5 82.5 และ 85 ตามลำดับ โดยมีค่าอุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยของนาข้าวเท่ากับ 28.49 °เซลเซียส และเมื่อพิจารณาถึงระยะการเจริญเติบโตของนาข้าวร่วมกับอุณหภูมิพื้นผิว พบว่าระยะที่ 3 มีค่าต่ำสุดเท่ากับ 28.03 °เซลเซียส ถัดมาเป็นระยะที่ 4 ระยะที่ 2 และระยะที่ 1 โดยมีค่าอุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยเท่ากับ 28.92 °เซลเซียส 29.49 °เซลเซียส และ 30.20 °เซลเซียส ตามลำดับ ซึ่งแปรผกผันกับค่าดัชนีพืชพรรณ (NDVI) ในแต่ละระยะการเจริญเติบโตด้วย

54810062: MAJOR: GEOINFORMATICS; Ph.D. (GEOINFORMATICS)

KEYWORDS: LAND SURFACE TEMPERATURE OF RICE FIELD/ PHENOLOGICAL STAGE/ THERMAL INFRARED BANDS/ LANDSAT 8 SATELLITE DATA

WALADA DECHAPHONGTHANA: DETECTION OF RICE FIELD TEMPERATURE FOR STAGES OF GROWTH USING THERMAL INFRARED BANDS FROM SATELLITE DATA, CASE STUDY OF BANG NAM PRIAO DISTRICT, CHACHOENSAO PROVINCE, THAILAND. ADVISORY COMMITTEE: SUPAN KARNCHANASUTHAM, D.Tech.Sci., KAEW NUALCHAWEE, Ph.D., NARUMON INTARAWICHIAN, Ph.D. 137 P. 2016.

The research aims to estimate the cultivation area and the land surface temperature of rice field and analyze the relation between the cultivation of rice field with the land surface temperature in each phenological stage of rice field by using Landsat 8 OLI & TIRS data on November 17, 2014, January 4, 2015, January 20, 2015 and February 5, 2015 through geometric correction, band combination and pan-sharpening. The data was then classified by supervised classification, along with analyzing data from the field survey in order to classify the land use into four types one of which is the use for rice field that is further classified in to each phenological stage and verify the accuracy of the data from the classification. Afterward thermal infrared band 10 and 11 were brought into calculation of the land surface temperature by the Split-Window Algorithm.

Data of rice cultivation area of Bangnamprieo district, Chachoengsao province on November 17, 2014, January 4, 2015, January 20, 2015 and February 5, 2015 found 198,229.09, 196,068.53, 169,076.96 and 129,365.37 rai with overall accuracy at 85.5%, 83.5%, 82.5% and 85% respectively. The average land surface temperature (LST) of rice field is at 28.49 °C. Once analyzing the relationship between the cultivation area of rice field with LST of each phenological stage, it is found that the LST of rice during the third term (Booting stage) has the lowest temperature LST at 28.03 °C, followed by the fourth term (Milky and Ripening stage) the second term (Tillering stage) and the first term (Seeding stage) at 28.92 °C, 29.49 °C and 30.20 °C respectively, which is inversely proportional to each rice phenological stage.

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
สารบัญ.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ซ
สารบัญภาพ.....	ฎ
บทที่	
1 บทนำ.....	1
ความเป็นมา และความสำคัญของปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	2
สมมติฐานของการวิจัย.....	2
กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	2
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย.....	4
ขอบเขตของการวิจัย.....	4
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	4
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	7
ข้อมูลพื้นที่ศึกษา.....	7
ความรู้เรื่องข้าว.....	15
ทฤษฎีอุณหภูมิกับความเครียดของพืช.....	20
คุณสมบัติดาวเทียม Landsat 8 OLI และ TIRS.....	22
ทฤษฎีคลื่นอินฟราเรดความร้อน และอุณหภูมิพื้นผิว.....	26
ทฤษฎีกล้องถ่ายภาพความร้อน.....	32
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	33
3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	42
ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา.....	42
อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา.....	43
การเตรียมข้อมูล.....	44

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ขั้นตอนการวิเคราะห์พื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน.....	44
ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลภูมิพื้นที่ผิว และดัชนีพืชพรรณ NDVI	45
4 ผลการวิจัย.....	51
ผลการจำแนกพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน 4 ช่วงเวลา.....	51
ผลการวิเคราะห์ค่าข้อมูลภูมิพื้นที่ผิวกับพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน 4 ช่วงเวลา.....	70
ผลการวิเคราะห์ค่าข้อมูลภูมิพื้นที่ผิวของนาข้าวกับระยะการเจริญเติบโต 4 ช่วงเวลา..	84
ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีพืชพรรณ NDVI กับระยะการเจริญเติบโตของนาข้าว 4 ช่วงเวลา.....	95
5 สรุป อภิปรายและข้อเสนอแนะ.....	109
สรุปผล.....	109
อภิปราย.....	111
ข้อเสนอแนะ.....	112
บรรณานุกรม.....	113
ภาคผนวก.....	118
ประวัติย่อของผู้วิจัย.....	137

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1	จำนวนหมู่บ้าน แบ่งตามเขตการปกครองระดับตำบล ของอำเภอบางน้ำเปรี้ยว..... 10
2	ข้อมูลกลุ่มชุดดิน อำเภอบางน้ำเปรี้ยว..... 11
3	ข้อมูลพื้นที่ปลูกพืชเศรษฐกิจ อำเภอบางน้ำเปรี้ยว..... 14
4	รายชื่อสถาบันเกษตรกร อำเภอบางน้ำเปรี้ยว..... 15
5	ข้อมูลประเภทสัตว์ที่เลี้ยง ในอำเภอบางน้ำเปรี้ยว..... 15
6	ชื่อและชนิดพันธุ์ข้าว แหล่งปลูก อายุเก็บเกี่ยว และผลผลิตข้าวที่นิยมปลูก..... 18
7	ความแตกต่างของระยะเวลาในการเจริญเติบโตและพัฒนาการของข้าวไม่ไวต่อช่วงแสง และข้าวที่ไวต่อช่วงแสง..... 19
8	อุปกรณ์บันทึกข้อมูลดาวเทียม Landsat 8..... 23
9	ค่าคงที่ Metadata File สำหรับช่วงคลื่นอินฟราเรดความร้อน..... 30
10	ค่าคงที่สำหรับหลักการ Split-Window Algorithm..... 31
11	ค่าคงที่ Emissivity..... 32
12	ค่าคงที่ Metadata File สำหรับช่วงคลื่นอินฟราเรดความร้อน..... 46
13	ค่าคงที่สำหรับหลักการ Split-Window Algorithm..... 47
14	ค่าคงที่ Metadata File สำหรับข้อมูลดาวเทียมระบบ OLI..... 48
15	ค่า Emissivity ของช่วงคลื่นอินฟราเรดความร้อนแบนด์ 10 และ 11..... 49
16	พื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน อำเภอบางน้ำเปรี้ยว จังหวัดฉะเชิงเทรา จากข้อมูลดาวเทียม Landsat 8 บันทึกเมื่อวันที่ 17 พฤศจิกายน พ.ศ. 2557..... 53
17	ค่าความคลาดเคลื่อนจากการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดิน ณ วันที่ 17 พฤศจิกายน พ.ศ. 2557..... 54
18	พื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน อำเภอบางน้ำเปรี้ยว จังหวัดฉะเชิงเทรา จากข้อมูลดาวเทียม Landsat 8 บันทึกเมื่อวันที่ 4 มกราคม พ.ศ. 2558..... 57
19	ค่าความคลาดเคลื่อนจากการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดิน ณ วันที่ 4 มกราคม พ.ศ. 2558..... 58
20	พื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน อำเภอบางน้ำเปรี้ยว จังหวัดฉะเชิงเทรา จากข้อมูลดาวเทียม Landsat 8 บันทึกเมื่อวันที่ 20 มกราคม พ.ศ. 2558..... 61

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
21 ค่าความคลาดเคลื่อนจากการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดิน ณ วันที่ 20 มกราคม พ.ศ. 2558.....	62
22 พื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน อำเภอบางน้ำเปรี้ยว จังหวัดฉะเชิงเทรา จากข้อมูลดาวเทียม Landsat 8 บันทึกเมื่อวันที่ 5 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2558.....	65
23 ค่าความคลาดเคลื่อนจากการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดิน ณ วันที่ 5 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2558.....	66
24 ข้อมูลสรุปพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน และค่าความคลาดเคลื่อนจากการจำแนกพื้นที่ การใช้ประโยชน์ที่ดิน 4 ช่วงเวลา.....	69
25 ค่าอุณหภูมิพื้นผิวตามพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน ณ วันที่ 17 พฤศจิกายน พ.ศ. 2557....	71
26 ค่าอุณหภูมิพื้นผิวตามพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน ณ วันที่ 4 มกราคม พ.ศ. 2558.....	75
27 ค่าอุณหภูมิพื้นผิวตามพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน ณ วันที่ 20 มกราคม พ.ศ. 2558.....	78
28 ค่าอุณหภูมิพื้นผิวตามพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน ณ วันที่ 5 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2558.....	81
29 ข้อมูลสรุปค่าอุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ย ตามพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน 4 ช่วงเวลา.....	83
30 อุณหภูมิคุ้มแห้งราย 3 ชั่วโมง จากสถานีตรวจอากาศฉะเชิงเทรา.....	83
31 ค่าอุณหภูมิพื้นผิวตามระยะการเจริญเติบโตของนาข้าว ณ วันที่ 17 พฤศจิกายน พ.ศ. 2557.....	88
32 ค่าอุณหภูมิพื้นผิวตามระยะการเจริญเติบโตของนาข้าว ณ วันที่ 4 มกราคม พ.ศ. 2558...	90
33 ค่าอุณหภูมิพื้นผิวตามระยะการเจริญเติบโตของนาข้าว ณ วันที่ 20 มกราคม พ.ศ. 2558.	92
34 ค่าอุณหภูมิพื้นผิวตามระยะการเจริญเติบโตของนาข้าว ณ วันที่ 5 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2558.....	94
35 ข้อมูลสรุปค่าอุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ย ตามระยะการเจริญเติบโตของนาข้าว 4 ช่วงเวลา.....	95
36 ค่าดัชนีพืชพรรณ NDVI ตามระยะการเจริญเติบโตของนาข้าว ณ วันที่ 17 พฤศจิกายน พ.ศ. 2557.....	97
37 ค่าดัชนีพืชพรรณ NDVI ตามระยะการเจริญเติบโตของนาข้าว ณ วันที่ 4 มกราคม พ.ศ. 2558	100

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
38 ค่าดัชนีพืชพรรณ NDVI ตามระยะการเจริญเติบโตของนาข้าว ณ วันที่ 20 มกราคม พ.ศ. 2558.....	103
39 ค่าดัชนีพืชพรรณ NDVI ตามระยะการเจริญเติบโตของนาข้าว ณ วันที่ 5 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2558.....	106
40 ข้อมูลสรุปค่าดัชนีพืชพรรณ NDVI เฉลี่ย ตามระยะการเจริญเติบโตของนาข้าว 4 ช่วงเวลา.....	108
ภาคผนวก 1 ลักษณะข้าวพันธุ์สุวรรณบุรี1.....	123
ภาคผนวก 2 ลักษณะข้าวพันธุ์พิษณุโลก 2.....	123
ภาคผนวก 3 ลักษณะข้าวพันธุ์ชัยนาท 1.....	124
ภาคผนวก 4 ลักษณะข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1.....	124
ภาคผนวก 5 ลักษณะข้าวพันธุ์ กข 31 หรือปทุมธานี 80.....	125
ภาคผนวก 6 ลักษณะข้าวพันธุ์ กข 53.....	125

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1 กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	3
2 พื้นที่ศึกษาในระดับอำเภอบางน้ำเปรี้ยว จังหวัดฉะเชิงเทรา.....	8
3 พื้นที่ศึกษาในระดับตำบล ของอำเภอบางน้ำเปรี้ยว จังหวัดฉะเชิงเทรา.....	9
4 กลุ่มชุดดิน และตารางทางเลือกการปลูกพืช อำเภอบางน้ำเปรี้ยว จังหวัดฉะเชิงเทรา.....	13
5 ระยะเวลาเจริญเติบโตของข้าว และการปฏิบัติต่างๆ.....	19
6 โรค และแมลงที่พบในแต่ละระยะเวลาเจริญเติบโต.....	20
7 การตอบสนองของพืชต่อความเครียดที่เกิดจากปัจจัยภายนอก.....	21
8 การเปิด - ปิดของปากใบพืช.....	22
9 ดาวเทียม Landsat 8.....	23
10 ภาพจากแบนด์ที่ 8 (ด้านซ้ายมือ) และภาพจากการผสมสี เป็นภาพสีจริง (ด้านขวามือ)....	24
11 ภาพหลังผ่านกระบวนการ Pan Sharpening.....	24
12 ภาพจากช่วงคลื่น Thermal Infrared Sensor (TIRS).....	25
13 การกระจายของสเปกตรัมของการแผ่รังสีจากเทวดุสิตำที่อุณหภูมิต่างๆ.....	27
14 การนำกล้องถ่ายภาพความร้อนไปใช้สำหรับการคัดกรองผู้ติดเชื้อ โรคอีโบลา.....	34
15 ภาพถ่ายจากกล้องถ่ายภาพความร้อน สำหรับตรวจวัดอุณหภูมิของร่างกาย.....	34
16 ภาพถ่ายจากกล้องถ่ายภาพความร้อน สำหรับการตรวจสอบอุตสาหกรรม.....	35
17 การนำกล้องถ่ายภาพความร้อนไปใช้ในอุตสาหกรรมรถยนต์.....	35
18 ตัวอย่างภาพถ่ายความร้อนบริเวณเสาไฟฟ้าแรงสูงหน้าโรงงาน.....	36
19 พื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน บันทึกเมื่อวันที่ 17 พฤศจิกายน พ.ศ. 2557 อำเภอบางน้ำเปรี้ยว จังหวัดฉะเชิงเทรา.....	55
20 จุดตรวจสอบความถูกต้อง บันทึกเมื่อวันที่ 17 พฤศจิกายน พ.ศ. 2557 อำเภอบางน้ำเปรี้ยว จังหวัดฉะเชิงเทรา.....	56
21 พื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน บันทึกเมื่อวันที่ 4 มกราคม พ.ศ. 2558 อำเภอบางน้ำเปรี้ยว จังหวัดฉะเชิงเทรา.....	59
22 จุดตรวจสอบความถูกต้อง บันทึกเมื่อวันที่ 4 มกราคม พ.ศ. 2558 อำเภอบางน้ำเปรี้ยว จังหวัดฉะเชิงเทรา.....	60

สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า	
23	พื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน บันทึกเมื่อวันที่ 20 มกราคม พ.ศ. 2558 อำเภอบางน้ำเปรี้ยว จังหวัดฉะเชิงเทรา.....	63
24	จุดตรวจสอบความถูกต้อง บันทึกเมื่อวันที่ 20 มกราคม พ.ศ. 2558 อำเภอบางน้ำเปรี้ยว จังหวัดฉะเชิงเทรา.....	64
25	พื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน บันทึกเมื่อวันที่ 5 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2558 อำเภอบางน้ำเปรี้ยว จังหวัดฉะเชิงเทรา.....	67
26	จุดตรวจสอบความถูกต้อง บันทึกเมื่อวันที่ 5 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2558 อำเภอบางน้ำเปรี้ยว จังหวัดฉะเชิงเทรา.....	68
27	กราฟแสดงค่าความถี่ของอุณหภูมิพื้นผิว ณ วันที่ 17 พฤศจิกายน พ.ศ. 2557.....	71
28	กราฟแสดงค่าความถี่ของอุณหภูมิพื้นผิว ตามพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน ณ วันที่ 17 พฤศจิกายน พ.ศ. 2557	72
29	อุณหภูมิพื้นผิว บันทึกเมื่อวันที่ 17 พฤศจิกายน พ.ศ. 2557 อำเภอบางน้ำเปรี้ยว จังหวัดฉะเชิงเทรา.....	73
30	กราฟแสดงค่าความถี่ของอุณหภูมิพื้นผิว ณ วันที่ 4 มกราคม พ.ศ. 2558.....	74
31	กราฟแสดงค่าความถี่ของอุณหภูมิพื้นผิว ตามพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน ณ วันที่ 4 มกราคม พ.ศ. 2558.....	75
32	อุณหภูมิพื้นผิว บันทึกเมื่อวันที่ 4 มกราคม พ.ศ. 2558 อำเภอบางน้ำเปรี้ยว จังหวัดฉะเชิงเทรา.....	76
33	กราฟแสดงค่าความถี่ของอุณหภูมิพื้นผิว ณ วันที่ 20 มกราคม พ.ศ. 2558.....	77
34	กราฟแสดงค่าความถี่ของอุณหภูมิพื้นผิว ตามพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน ณ วันที่ 20 มกราคม พ.ศ. 2558.....	78
35	อุณหภูมิพื้นผิว บันทึกเมื่อวันที่ 20 มกราคม พ.ศ. 2558 อำเภอบางน้ำเปรี้ยว จังหวัดฉะเชิงเทรา.....	79
36	กราฟแสดงค่าความถี่ของอุณหภูมิพื้นผิว ณ วันที่ 5 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2558.....	80
37	กราฟแสดงค่าความถี่ของอุณหภูมิพื้นผิว ตามพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน ณ วันที่ 5 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2558.....	81

สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
38	82
อูณหภูมิพื้นผิว บันทึกเมื่อวันที่ 5 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2558 อำเภอบางน้ำเปรี้ยว จังหวัดฉะเชิงเทรา.....	
39	85
แปลงตัวอย่างพื้นที่นาข้าว ระยะที่ 1 อายุ 21 วัน ความสูงต้นข้าว 24 เซนติเมตร.....	
40	85
แปลงตัวอย่างพื้นที่นาข้าว ระยะที่ 2 อายุ 35 วัน ความสูงต้นข้าว 35 เซนติเมตร.....	
41	86
แปลงตัวอย่างพื้นที่นาข้าว ระยะที่ 3 อายุ 61 วัน ความสูงต้นข้าว 63 เซนติเมตร.....	
42	86
แปลงตัวอย่างพื้นที่นาข้าว ระยะที่ 4 อายุ 99 วัน ความสูงต้นข้าว 93 เซนติเมตร.....	
43	87
กราฟแสดงค่าความถี่ของอูณหภูมิพื้นผิวของนาข้าว ณ วันที่ 17 พฤศจิกายน พ.ศ. 2557.	
44	88
กราฟแสดงค่าความถี่ของอูณหภูมิพื้นผิว ตามระยะการเจริญเติบโตของนาข้าว ณ วันที่ 17 พฤศจิกายน พ.ศ. 2557.....	
45	89
กราฟแสดงค่าความถี่ของอูณหภูมิพื้นผิวของนาข้าว ณ วันที่ 4 มกราคม พ.ศ. 2558.....	
46	90
กราฟแสดงค่าความถี่ของอูณหภูมิพื้นผิว ตามระยะการเจริญเติบโตของนาข้าว ณ วันที่ 4 มกราคม พ.ศ. 2558.....	
47	91
กราฟแสดงค่าความถี่ของอูณหภูมิพื้นผิวของนาข้าว ณ วันที่ 20 มกราคม พ.ศ. 2558.....	
48	92
กราฟแสดงค่าความถี่ของอูณหภูมิพื้นผิว ตามระยะการเจริญเติบโตของนาข้าว ณ วันที่ 20 มกราคม พ.ศ. 2558.....	
49	93
กราฟแสดงค่าความถี่ของอูณหภูมิพื้นผิวของนาข้าว ณ วันที่ 5 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2558.....	
50	94
กราฟแสดงค่าความถี่ของอูณหภูมิพื้นผิว ตามระยะการเจริญเติบโตของนาข้าว ณ วันที่ 5 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2558.....	
51	96
กราฟแสดงค่าความถี่ของดัชนีพืชพรรณ NDVI ของนาข้าว ณ วันที่ 17 พฤศจิกายน พ.ศ. 2557.....	
52	97
กราฟแสดงค่าความถี่ของดัชนีพืชพรรณ NDVI ตามระยะการเจริญเติบโตของนาข้าว ณ วันที่ 17 พฤศจิกายน พ.ศ. 2557.....	
53	98
ดัชนีพืชพรรณ NDVI บันทึกเมื่อวันที่ 17 พฤศจิกายน พ.ศ. 2557 อำเภอบางน้ำเปรี้ยว จังหวัดฉะเชิงเทรา.....	
54	99
กราฟแสดงค่าความถี่ของดัชนีพืชพรรณ NDVI ของนาข้าว ณ วันที่ 4 มกราคม พ.ศ. 2558.....	

สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
55 กราฟแสดงค่าความถี่ของดัชนีพืชพรรณ NDVI ตามระยะการเจริญเติบโตของนาข้าว ณ วันที่ 4 มกราคม พ.ศ. 2558.....	100
56 ดัชนีพืชพรรณ NDVI บันทึกเมื่อวันที่ 4 มกราคม พ.ศ. 2558 อำเภอบางน้ำเปรี้ยว จังหวัดฉะเชิงเทรา.....	101
57 กราฟแสดงค่าความถี่ของดัชนีพืชพรรณ NDVI ของนาข้าว ณ วันที่ 20 มกราคม พ.ศ. 2558.....	102
58 กราฟแสดงค่าความถี่ของดัชนีพืชพรรณ NDVI ตามระยะการเจริญเติบโตของนาข้าว ณ วันที่ 20 มกราคม พ.ศ. 2558.....	103
59 ดัชนีพืชพรรณ NDVI บันทึกเมื่อวันที่ 20 มกราคม พ.ศ. 2558 อำเภอบางน้ำเปรี้ยว จังหวัดฉะเชิงเทรา.....	104
60 กราฟแสดงค่าความถี่ของดัชนีพืชพรรณ NDVI ของนาข้าว ณ วันที่ 5 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2558.....	105
61 กราฟแสดงค่าความถี่ของดัชนีพืชพรรณ NDVI ตามระยะการเจริญเติบโตของนาข้าว ณ วันที่ 5 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2558.....	106
62 ดัชนีพืชพรรณ NDVI บันทึกเมื่อวันที่ 5 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2558 อำเภอบางน้ำเปรี้ยว จังหวัดฉะเชิงเทรา.....	107
ภาคผนวก 1 ขนาดของเมล็ดข้าวพันธุ์ กข 31.....	126
ภาคผนวก 2 ลักษณะข้าวพันธุ์ กข 53.....	126
ภาคผนวก 3 หนอนห่อใบข้าว (ซ้าย) และฝีเสื่อหนอนห่อใบข้าว (ขวา).....	127
ภาคผนวก 4 ระยะการเจริญเติบโตของหนอนห่อใบข้าว.....	128
ภาคผนวก 5 ใบข้าวที่แสดงอาการจากการถูกทำลาย.....	128
ภาคผนวก 6 นาข้าวหลังจากถูกทำลายโดยหนอนห่อใบข้าว.....	129
ภาคผนวก 7 ฝีเสื่อหนอนปลูก (ซ้าย) และตัวเต็มวัยของฝีเสื่อหนอนปลูก (ขวา).....	130
ภาคผนวก 8 ไข่หนอนปลูก (ซ้าย) ตัวหนอนระยะแรก (กลาง) ปลูกหุ้มตัวหนอน (ขวา).....	131
ภาคผนวก 9 สภาพนาข้าวที่ถูกหนอนปลูกข้าวทำลายอย่างรุนแรง.....	131

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
ภาคผนวก 10 ลักษณะการทำลายของหนอนปลอกข้าว.....	132
ภาคผนวก 11 หนอนกอสีครีม.....	133
ภาคผนวก 12 หนอนกอแถบลาย.....	134
ภาคผนวก 13 หนอนกอแถบลายสีม่วง.....	134
ภาคผนวก 14 หนอนกอสีชมพู.....	135
ภาคผนวก 15 ต้นข้าวยอดเหี่ยว.....	135
ภาคผนวก 16 ข้าวหัวหงอก.....	136

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมา และความสำคัญของปัญหา

ข้าวเป็นอาหารหลักของคนไทยมาช้านาน มีการบริโภคทั้งภายในประเทศ และเป็นพืชเศรษฐกิจที่เป็นสินค้าส่งออกที่สำคัญของประเทศไทย โดยในปี พ.ศ. 2556 มีเนื้อที่เพาะปลูกจำนวน 80,845,000 ไร่ มีเนื้อที่เก็บเกี่ยวจำนวน 76,648,000 ไร่ ได้ผลผลิตจำนวน 38,247,000 ตัน มีปริมาณการส่งออกจำนวน 6,611,620 ตัน คิดเป็นมูลค่าการส่งออกทั้งสิ้น 149,733,000 บาท จัดเป็นประเทศที่มีการส่งออกข้าวเป็นลำดับที่ 2 ในภูมิภาคอาเซียน รองจากประเทศเวียดนาม (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2557)

สำหรับในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยแล้ว จังหวัดฉะเชิงเทราถือเป็นจังหวัดที่มีผลผลิตข้าวในปี และข้าวนาปรังมากที่สุดในปีพ.ศ. 2556 ถึง 462,467 ตัน และ 344,305 ตัน ตามลำดับ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2557) โดยพื้นที่เพาะปลูกส่วนใหญ่ตั้งอยู่ในอำเภอบางน้ำเปรี้ยว มีพื้นที่เพาะปลูกข้าวนาปีจำนวน 227,292 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 32 ของพื้นที่เพาะปลูกข้าวนาปีในจังหวัดฉะเชิงเทรา และมีพื้นที่เพาะปลูกข้าวนาปรังจำนวน 190,784 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 38 ของพื้นที่เพาะปลูกข้าวนาปรังในจังหวัดฉะเชิงเทรา (ศูนย์สารสนเทศการเกษตร, 2558) อีกทั้งพื้นที่อำเภอบางน้ำเปรี้ยวส่วนใหญ่ยังเป็นพื้นที่ชลประทาน และสภาพดินมีความเหมาะสมในการปลูกข้าวมาก จึงทำให้พื้นที่อำเภอบางน้ำเปรี้ยวเป็นพื้นที่ที่มีความเหมาะสมในการปลูกข้าวทั้งข้าวนาปี และข้าวนาปรัง

ในคุณลักษณะนี้ จึงได้มุ่งเน้นไปที่พื้นที่เพาะปลูกข้าวในอำเภอบางน้ำเปรี้ยว จังหวัดฉะเชิงเทรา ด้วยเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ จากข้อมูลจากดาวเทียม Landsat 8 นำมาตรวจวัดอุณหภูมิพื้นผิวของนาข้าวในแต่ละระยะการเจริญเติบโต และการหาพื้นที่เพาะปลูกข้าว โดยนำข้อมูลจากดาวเทียม Landsat 8 ในหลายช่วงคลื่นมาใช้ประโยชน์ด้วย เช่น ช่วงคลื่นที่ตามองเห็น (Visible Band) จากอุปกรณ์รับสัญญาณ Operational Land Imager (OLI) ของแบนด์ 1-7 นำมาประเมินหาพื้นที่เพาะปลูกข้าว สำหรับช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้ (Near Infrared Band : NIR) ของแบนด์ 5 นำมาใช้ประกอบกับช่วงคลื่นแสงสีแดง (RED) ของแบนด์ 4 เพื่อหาค่าดัชนีพืชพรรณ (Normalized Difference Vegetation Index : NDVI) ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวกับค่าดัชนีพืชพรรณ NDVI และที่สำคัญ คือ ข้อมูลจากช่วงคลื่นอินฟราเรดความร้อน (Thermal Infrared Band) จากอุปกรณ์รับสัญญาณ Thermal Infrared Sensor (TIRS) ของแบนด์ที่ 10 และ 11 มาเข้าสู่

รูปแบบการคำนวณ Split-Window Algorithm เพื่อใช้คำนวณหาอุณหภูมิพื้นผิว (Land Surface Temperature : LST) ของนาข้าวแต่ละช่วงอายุในช่วงเวลาปกติ พร้อมกับการสำรวจความถูกต้องของข้อมูลในพื้นที่ เพื่อตรวจสอบผลการวิเคราะห์ข้อมูล โดยหน่วยงานต่างๆ ที่เกี่ยวข้องสามารถนำรูปแบบของอุณหภูมิพื้นผิวของพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินและข้าวนี้ ไปเป็นแนวทางในการวิเคราะห์พื้นที่ และศึกษาการเจริญเติบโตของข้าวในแต่ละช่วงอายุ ซึ่งอาจนำไปสู่การวิเคราะห์สภาพของข้าวที่มีความเครียดของพืชที่เกิดจากสิ่งแวดล้อมที่มีชีวิต (Biotic) และสิ่งแวดล้อมที่ไม่มีชีวิต (Abiotic) ซึ่งมีผลต่ออุณหภูมิพื้นผิว เนื่องจากปากใบของพืชปิด ทำให้การคายน้ำลดลง รวมถึงการป้องกันการเกิดโรคข้าวในอนาคตอีกด้วย

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อหาพื้นที่เพาะปลูกข้าว ด้วยข้อมูลจากดาวเทียม Landsat 8 OLI
2. เพื่อหาค่าอุณหภูมิพื้นผิวของนาข้าว ด้วยข้อมูลจากดาวเทียม Landsat 8 TIRS
3. เพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่เพาะปลูกข้าวกับอุณหภูมิพื้นผิวของนาข้าว

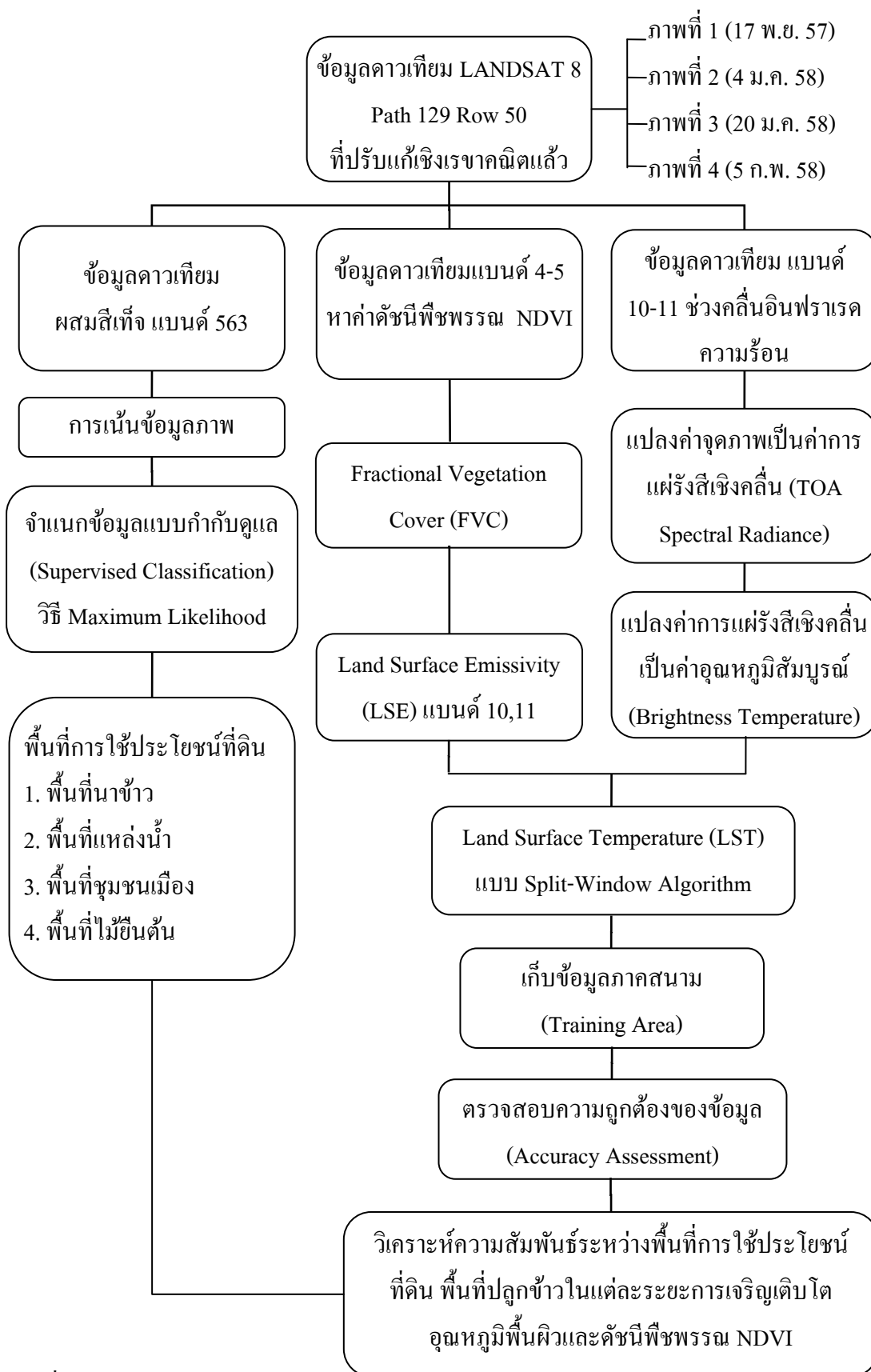
ในแต่ละระยะการเจริญเติบโต

สมมติฐานของการวิจัย

1. ระยะการเจริญเติบโตของข้าว มีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิพื้นผิว
2. ค่าดัชนีพืชพรรณ NDVI ของนาข้าวในแต่ละระยะการเจริญเติบโตมีความสัมพันธ์กับค่าอุณหภูมิพื้นผิว

กรอบแนวคิดในการวิจัย

การศึกษานี้มุ่งเน้นการตรวจวัดอุณหภูมิพื้นผิวของนาข้าว ด้วยข้อมูลจากดาวเทียม Landsat 8 OLI และ TIRS มีขั้นตอนการศึกษา คือ การปรับแก้ความถูกต้องเชิงเรขาคณิต การทำภาพสีผสม การเน้นข้อมูลดาวเทียม การจำแนกพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน รวมถึงการจำแนกพื้นที่ปลูกข้าว พร้อมกับการประมวลผลค่าอุณหภูมิพื้นผิวของแต่ละพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินและอุณหภูมิพื้นผิวของนาข้าวในแต่ละระยะการเจริญเติบโต การตรวจสอบความถูกต้องของการจำแนกพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินและพื้นที่ปลูกข้าว และทำการสำรวจภาคสนาม การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ปลูกข้าว และอุณหภูมิพื้นผิวของข้าวในแต่ละระยะการเจริญเติบโต ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับการวิจัย

1. รูปแบบของการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิพื้นผิวของนาข้าว ในแต่ละช่วงระยะการเจริญเติบโต
2. สามารถนำข้อมูลที่ได้จากการวิจัยไปใช้ประกอบการประเมินพื้นที่เพาะปลูกข้าว
3. การนำข้อมูลจากดาวเทียม Landsat 8 OLI และ TIRS ในหลายช่วงคลื่นมาใช้ประโยชน์ โดยเฉพาะช่วงคลื่นอินฟราเรดความร้อน
4. สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการศึกษาความผิดปกติในพืช เช่น โรคพืช ความแห้งแล้ง ต่อไป

ขอบเขตของการวิจัย

1. ขอบเขตด้านพื้นที่ศึกษา
พื้นที่ศึกษารอบคลุมบริเวณอำเภอบางน้ำเปรี้ยว จังหวัดฉะเชิงเทรา
2. ขอบเขตด้านเนื้อหา
 - 2.1 ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 8 ที่ใช้ศึกษาอยู่ในช่วงเวลาการทำนาปรัง (วันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ. 2557 ถึง วันที่ 30 มีนาคม พ.ศ. 2558) โดยเลือกข้อมูลดาวเทียมที่สมบูรณ์ที่สุด และมีค่าเมฆปกคลุมน้อยกว่า 5% จึงได้ข้อมูล 4 ช่วงเวลา ได้แก่ วันที่ 17 พฤศจิกายน พ.ศ. 2557 วันที่ 4 มกราคม พ.ศ. 2558 วันที่ 20 มกราคม พ.ศ. 2558 และวันที่ 5 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2558 พร้อมกับเก็บข้อมูลภาคสนามในช่วงวันดังกล่าวด้วย
 - 2.2 ระยะการเจริญเติบโตของข้าว 4 ระยะ คือ
 - 2.2.1 ระยะกล้า
 - 2.2.2 ระยะแตกกอ
 - 2.2.3 ระยะตั้งท้อง
 - 2.2.4 ระยะนํ้านมและข้าวสุก
 - 2.3 งานวิจัยนี้ไม่ได้คำนึงถึงการบริหารจัดการแปลงนา

นิยามศัพท์เฉพาะ

เนื่องจากการศึกษาในครั้งนี้มีความหมายเฉพาะ ดังนั้น เพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกัน และเป็นการกำหนดขอบเขตของหัวข้อการศึกษาเพื่อให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ ผู้วิจัยจึงได้ให้นิยามศัพท์ไว้ ดังนี้

1. ข้าว หมายถึง ต้นข้าวที่ปลูกอยู่ในเขตอำเภอบางน้ำเปรี้ยว จังหวัดฉะเชิงเทรา ไม่ว่าจะ เป็นฤดูนาปี หรือนาปรัง

2. พื้นที่ชลประทาน หมายถึง พื้นที่บริการของกรมชลประทาน จากการควบคุม และ บริหารจัดการน้ำโครงการชลประทานขนาดใหญ่ ขนาดกลาง ขนาดเล็ก โครงการสูบน้ำด้วยไฟฟ้า และโครงการแก้มลิง โดยที่ผู้ใช้น้ำนำไปใช้เพื่อการปลูกพืช การประมง การปศุสัตว์ และการ อุปโภคบริโภค กิจกรรมประปา อุตสาหกรรมการท่องเที่ยว การป้องกัน และบรรเทาภัยที่เกิดจากน้ำ หลาก น้ำเสีย และกิจการอื่นๆ

3. ช่วงคลื่นที่ตามองเห็น (Visible Band) หมายถึง ช่วงคลื่นของดาวเทียม Landsat 8 แบนด์ที่ 2 ช่วงคลื่นแสงสีน้ำเงิน มีความยาวช่วงคลื่นอยู่ระหว่าง 0.45 ถึง 0.51 ไมครอน แบนด์ที่ 3 ช่วงคลื่นแสงสีเขียว มีความยาวช่วงคลื่นอยู่ระหว่าง 0.53 ถึง 0.59 ไมครอน และแบนด์ที่ 4 ช่วงคลื่น แสงสีแดง มีความยาวช่วงคลื่นอยู่ระหว่าง 0.64 ถึง 0.67 ไมครอน

4. ช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้ (Near Infrared : NIR) หมายถึง ช่วงคลื่นของดาวเทียม Landsat 8 แบนด์ที่ 5 ที่มีความยาวช่วงคลื่นอยู่ระหว่าง 0.85 ถึง 0.88 ไมครอน

5. ช่วงคลื่นอินฟราเรดความร้อน (Thermal Infrared) หมายถึง ช่วงคลื่นของดาวเทียม Landsat 8 แบนด์ที่ 10 ที่มีความยาวช่วงคลื่นอยู่ระหว่าง 10.60 ถึง 11.19 ไมครอน และแบนด์ที่ 11 ที่ มีความยาวช่วงคลื่นอยู่ระหว่าง 11.50 ถึง 12.51 ไมครอน

6. ดัชนีพืชพรรณ (Vegetation Index) หมายถึง ค่าตัวเลขที่บอกให้ทราบว่าวัตถุที่จุดนั้น เป็นพืชหรือไม่ ถ้าค่าของดัชนีพืชพรรณสูง แสดงว่าจุดนั้นมีความเขียวของพืชพรรณบนพื้นดินมาก ซึ่งหมายถึงพืชพรรณที่จุดนั้นมีความสมบูรณ์หรือมีความหนาแน่นมาก ดัชนีพืชพรรณ โดยทั่วไป เขียนเป็นสูตรได้หลายสูตร เช่น NDVI (Normalized Difference Vegetation Index), RVI (Ratio Vegetation Index) โดยปกติจะใช้ข้อมูลจากดาวเทียม ช่วงคลื่นสีแดง (Red) และช่วงคลื่นอินฟราเรด ใกล้ (Near Infrared) มาหาความสัมพันธ์กัน โดยในงานวิจัยนี้จะคำนวณเพียงค่าดัชนีพืชพรรณ NDVI เท่านั้น ซึ่งเป็นค่าความแตกต่างของการสะท้อนของพื้นผิวระหว่างช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้ กับช่วงคลื่นตามองเห็นสีแดง มาทำสัดส่วนกับค่าผลบวกของทั้งสองช่วงคลื่น เพื่อปรับให้เป็น ลักษณะการกระจายแบบปกติ โดยค่า NDVI มีค่าอยู่ระหว่าง -1 ถึง 1

7. ความเครียดของพืช (Stress) หมายถึง กลไกในการปรับตัวของพืช ที่เกิดขึ้นจากการ เปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมภายนอก ซึ่งมีผลต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของพืช แบ่ง ออกเป็นสิ่งที่มีชีวิต (Biotic) เช่น โรค และแมลง และสิ่งที่ไม่มีชีวิต (Abiotic) เช่น สภาพอากาศ แสง อุณหภูมิ ดิน น้ำ และมลพิษ เป็นต้น

8. อุณหภูมิพื้นผิว (Land Surface Temperature : LST) หมายถึง อุณหภูมิของพื้นผิว โดยจะรับรู้ได้โดยการสัมผัสหรือจับวัดดูนั้นๆ

9. การแผ่รังสีพื้นผิว (Land Surface Emissivity : LSE) หมายถึง ความสามารถในการสะท้อนรังสีอินฟราเรดของวัตถุ วัสดุที่ต่างกันจะมีค่า Emissivity ต่างกัน

10. กล้องถ่ายภาพความร้อน (Thermal Imaging Camera) หมายถึง กล้องที่สามารถถ่ายภาพจากการแผ่รังสีอินฟราเรดที่ถ่ายทอดออกมาจากวัตถุ ไปสู่สิ่งแวดล้อม และสร้างภาพแถบสี โดยวัตถุที่ร้อนกว่าจะแสดงสีสว่าง และวัตถุที่เย็นกว่าจะแสดงสีมืดกว่า

11. ปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมือง (Urban Heat Island Effect) หมายถึง ปรากฏการณ์ที่ทำให้อุณหภูมิพื้นผิวในพื้นที่เมืองมีค่าสูงกว่าอุณหภูมิพื้นผิวในพื้นที่ชนบทโดยรอบ โดยอุณหภูมิอากาศจะเพิ่มสูงขึ้นเรื่อยๆ จากพื้นที่ชนบทจนมีค่าอุณหภูมิสูงที่สุดบริเวณใจกลางเมืองซึ่งเต็มไปด้วยอาคารสูง ซึ่งอุณหภูมิอากาศของเมืองจะผันแปรไปตามช่วงเวลาและพื้นที่ซึ่งเป็นผลมาจากสภาพทางอุตุนิยมวิทยา ตำแหน่งที่ตั้ง และคุณลักษณะของเมือง

12. พื้นที่นาข้าว หมายถึง พื้นที่ที่อยู่ระหว่างทำการเพาะปลูกข้าว

13. พื้นที่แหล่งน้ำ หมายถึง พื้นที่ที่เป็นแหล่งน้ำตามธรรมชาติ บ่อน้ำ บ่อเลี้ยงกุ้ง หรือพื้นที่นาข้าวที่ยังไม่ได้ทำการปลูกข้าวและมีน้ำขัง เพื่อเตรียมดิน

14. พื้นที่ชุมชนเมือง หมายถึง พื้นที่ปลูกสร้าง บ้าน โรงงาน วัด หรือพื้นที่โล่งที่เก็บเกี่ยวข้าวแล้ว

15. พื้นที่ไผ่ยืนต้น หมายถึง พื้นที่ที่ปลูกต้นไม้อื่นๆ นอกเหนือจากพื้นที่ปลูกข้าว

16. ระยะกล้า หมายถึง ข้าวตั้งแต่ช่วงอายุ 0 - 25 วัน โดยนับจากวันที่ตกลำ จนถึงวันที่ปักดำ ซึ่งเป็นช่วงการเจริญเติบโตทางลำต้น

17. ระยะแตกกอ หมายถึง ข้าวตั้งแต่ช่วงอายุ 26 - 60 วัน โดยนับจากวันที่ปักดำ จนถึงวันที่เริ่มสร้างช่อดอก ซึ่งเป็นช่วงการเจริญเติบโตทางลำต้น

18. ระยะตั้งท้อง หมายถึง ข้าวตั้งแต่ช่วงอายุ 61 - 90 วัน โดยนับจากระยะเริ่มตั้งท้องจนถึงระยะออกดอก ซึ่งเป็นช่วงการเจริญเติบโตทางสืบพันธุ์

19. ระยะน่านมและข้าวสุก หมายถึง ข้าวตั้งแต่ช่วงอายุ 91 - 120 วัน โดยนับจากระยะออกดอกจนถึงเก็บเกี่ยว ซึ่งเป็นช่วงการเจริญเติบโตทางสืบพันธุ์

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษา การตรวจวัดอุณหภูมิพื้นผิวของนาข้าว ตามระยะการเจริญเติบโต โดยใช้ช่วงคลื่นอินฟราเรดความร้อน ด้วยข้อมูลจากดาวเทียม ธรณีศึกษา อำเภอบางน้ำเปรี้ยว จังหวัดฉะเชิงเทรา ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเอกสารและรวบรวมงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

1. ข้อมูลพื้นที่ศึกษา
2. ความรู้เรื่องข้าว
3. ทฤษฎีอุณหภูมิกับความเครียดของพืช
4. คุณสมบัติดาวเทียม Landsat 8 OLI และ TIRS
5. ทฤษฎีคลื่นอินฟราเรดความร้อน และอุณหภูมิพื้นผิว
6. ทฤษฎีกล้องถ่ายภาพความร้อน
7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ข้อมูลพื้นที่ศึกษา

กลุ่มงานข้อมูลสารสนเทศและการสื่อสาร สำนักงานจังหวัดฉะเชิงเทรา (2557) และที่ว่า การอำเภอบางน้ำเปรี้ยว ได้จัดทำข้อมูลเกี่ยวกับอำเภอบางน้ำเปรี้ยว ในปี 2556 โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1. ข้อมูลทางกายภาพ

1.1 ที่ตั้งและอาณาเขต

อำเภอบางน้ำเปรี้ยวเป็นหนึ่งในอำเภอของจังหวัดฉะเชิงเทรา ตั้งอยู่ทางทิศ ตะวันออกเฉียงเหนือ ดังภาพที่ 2 ซึ่งมีระยะห่างจากจังหวัดฉะเชิงเทราประมาณ 19 กิโลเมตร และ ห่างจากกรุงเทพมหานคร 70 กิโลเมตร มีขนาดพื้นที่ 498.66 ตารางกิโลเมตร หรือ 318,760 ไร่ โดยมี อาณาเขตติดต่อ ดังนี้

ทิศเหนือ ติดกับ ตำบลชุมพล ตำบลบึงศาล ตำบลพระอาจารย์ ตำบลบางสมบูรณ์ เขต อำเภองค์รักษ์ จังหวัดนครนายก

ทิศใต้ ติดกับ แขวงกระทู้มราย เขตหนองจอก จังหวัดกรุงเทพมหานคร ตำบลเนื่อง เขต ตำบลบางขวัญ เขตอำเภอมือง จังหวัดฉะเชิงเทรา ตำบลก้อนแก้ว เขตกิ่งอำเภอลองเขื่อน จังหวัดฉะเชิงเทรา

ทิศตะวันออก ติดกับ ตำบลบางยาง ตำบลบางแตน เขตอำเภอบ้านสร้าง จังหวัด
ปราจีนบุรี

ทิศตะวันตก ติดกับ ตำบลลำไทร เขตอำเภอลำลูกกา จังหวัดปทุมธานี แขวงคลองสิบ
สอง แขวงหนองจอก เขตหนองจอก จังหวัดกรุงเทพมหานคร



ภาพที่ 2 พื้นที่ศึกษาในระดับอำเภอบางน้ำเปรี้ยว จังหวัดฉะเชิงเทรา

1.2 ลักษณะภูมิประเทศ

สภาพพื้นที่เป็นที่ราบลุ่มมีความสูงจากระดับทะเลปานกลาง ประมาณ 1-9 เมตร พื้นที่
ทั้งหมดตั้งอยู่ในเขตชลประทาน โครงการชลประทานพระองค์ไชยานุชิต และ โครงการชลประทาน
หลวงรังสิตใต้ มีแม่น้ำและลำคลองไหลผ่านหลายสาย ดังนี้

แม่น้ำบางปะกง อยู่ทางทิศตะวันออกของอำเภอ กั้นเขตระหว่างอำเภอบางน้ำเปรี้ยว
อำเภอบ้านสร้าง จังหวัดปราจีนบุรี

แม่น้ำนครนายก อยู่ทางทิศเหนือของอำเภอ กั้นเขตแดนบางส่วนของอำเภอบางน้ำเปรี้ยว กับอำเภองครักษ์ จังหวัดนครนายก และอำเภอบ้านสร้าง จังหวัดปราจีนบุรี

คลองแสนแสบ หรือคลองบางขนาก เป็นคลองขุดเชื่อมต่อระหว่างแม่น้ำเจ้าพระยากับแม่น้ำบางปะกง

คลองนครเนื่องเขต คลองนี้เป็นคลองที่ขุดเชื่อมแม่น้ำบางปะกง กับคลองแสนแสบ นอกจากนี้ในท้องที่อำเภอบางน้ำเปรี้ยวยังมีคลองขุดคลองซอยไหลผ่านอีกหลายสาย เช่น คลองพระองค์ไชยานุชิต หรือคลองเจ้า คลอง 14 คลอง 15 คลอง 16 คลอง 17 คลอง 18 คลอง 19 คลอง 20 คลอง 21 และคลองหกวา ซึ่งคลองต่างๆ เหล่านี้เชื่อมโยงติดต่อกันได้ทั่วอำเภอ



ภาพที่ 3 พื้นที่ศึกษาในระดับตำบล ของอำเภอบางน้ำเปรี้ยว จังหวัดฉะเชิงเทรา

1.3 ลักษณะภูมิอากาศ

มีลักษณะภูมิอากาศเป็นแบบมรสุมมี 3 ฤดู คือ

1.3.1 ฤดูร้อน เริ่มตั้งแต่ มีนาคม – มิถุนายน

1.3.2 ฤดูฝน เริ่มตั้งแต่ กรกฎาคม – ตุลาคม

1.3.3 ฤดูหนาว เริ่มตั้งแต่ พฤศจิกายน – กุมภาพันธ์

1.4 การปกครอง

แบ่งเขตการปกครองตาม พ.ร.บ.ลักษณะปกครองท้องที่ พ.ศ. 2457 ออกเป็น 10 ตำบล (ภาพที่ 3) รวม 148 หมู่บ้าน ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 จำนวนหมู่บ้าน แบ่งตามเขตการปกครองระดับตำบล ของอำเภอบางน้ำเปรี้ยว

ตำบล	จำนวนหมู่บ้าน
บางน้ำเปรี้ยว	16
ศาลาแดง	22
ดอนเกาะกา	14
ดอนฉิมพลี	19
โพรงอากาศ	18
สิงโตทอง	8
หมอนทอง	11
โยธะกา	13
บึงน้ำรักษ์	15
บางขนาก	12
รวม	148

ที่มา : ที่ว่าการอำเภอบางน้ำเปรี้ยว, ม.ป.ป.

1.5 ข้อมูลกลุ่มชุดดิน

ลักษณะดินในอำเภอบางน้ำเปรี้ยว ส่วนใหญ่เป็นดินเหนียว สภาพดินมีความเหมาะสมในการปลูกข้าว โดยสามารถแยกเป็นกลุ่มชุดดินได้ ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ข้อมูลกลุ่มชุดดิน อำเภอบางน้ำเปรี้ยว

กลุ่มชุดดินที่	เนื้อที่ (ไร่)
2	85,908
2/3	111,584
2/11	87,184
3	19,852
8	1,366
11	5,521

ที่มา : สถานีพัฒนาที่ดินฉะเชิงเทรา, 2558

ซึ่งแต่ละกลุ่มชุดดินมีรายละเอียดและคุณสมบัติของกลุ่มชุดดิน / ความเหมาะสมและคุณภาพ ดังนี้

1.5.1 กลุ่มชุดดินที่ 2

กลุ่มชุดดินนี้เป็นกลุ่มดินที่มีเนื้อดินเป็นพวกดินเหนียว ดินบนมีสีเทาหรือ เทาแก่ ดินล่างสีเทามีจุดประสีน้ำตาล และสีเหลืองหรือสีแดง ถ้าเกิดบริเวณชายฝั่งทะเลหรือที่ราบลุ่มภาคกลาง พบจุดประสีเหลืองของสารจาโรไซท์ ในระดับความลึกประมาณ 100 – 150 เซนติเมตร จากผิวดิน และได้ลงไปเป็นตะกอนน้ำทะเลมีสีเทาปนเขียว ดินกลุ่มนี้เป็นดินลึก มีการระบายน้ำเร็ว มีความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติ ปานกลาง ปฏิกริยาเป็นกรดจัด มีค่าความเป็นกรดเป็นด่าง ประมาณ 4.5 – 5.0

ปัญหาหลักในการใช้ประโยชน์ที่ดินของกลุ่มชุดดินนี้ได้แก่ ดินเป็นกรดจัดซึ่งมีผลกระทบต่อผลผลิต ปัจจุบันบริเวณดังกล่าวใช้ทำนา บางแห่งยกร่องปลูกไม้ยืนต้นและไม้ผล บางชนิด ถ้ามีการจัดการที่ดี ดินนี้จะให้ผลผลิตค่อนข้างสูง

1.5.2 กลุ่มชุดดินที่ 3

กลุ่มชุดดินนี้เป็นกลุ่มดินที่มีเนื้อดินเป็นพวกดินเหนียว ดินบนมีสีดำ ส่วนดินล่างมีสีเทาหรือน้ำตาลอ่อน มีจุดประสีเหลืองและสีน้ำตาลหรือสีแดง บางแห่งพบเปลือกหอยในดินชั้นล่าง พบบริเวณที่ราบลุ่มหรือที่ราบเรียบ เป็นดินลึก มีการระบายน้ำเร็วถึงค่อนข้างเร็ว ดินมีความ

อุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติปานกลาง ปฏิกริยาดินเป็นกรดแก่ถึงด่างปานกลาง มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างประมาณ 5.5 – 8.0

ปัจจุบัน บริเวณดังกล่าวส่วนใหญ่ใช้ทำนา หรือยกร่องปลูกพืชผักและไม้ผล ซึ่งมักไม่พบปัญหาในการใช้ประโยชน์ที่ดิน แต่ถ้าเป็นที่ลุ่มมากๆ จะมีปัญหาเรื่องน้ำท่วมในฤดูฝน

1.5.3 กลุ่มชุดดินที่ 8

กลุ่มชุดดินนี้เป็นกลุ่มดินที่มีเนื้อดินเป็นพวกดินเหนียว เกิดจากตะกอนลำน้ำพบในบริเวณที่ราบน้ำท่วมในฤดูฝน ดินมีความสามารถให้น้ำซึมผ่านได้ปานกลาง มีการไหลบ่าของน้ำบนผิวดินเร็ว มีลักษณะและคุณสมบัติของดินเหมือนกลุ่มดินที่ 2,3 และ 11 แต่ได้ถูกยกร่องเพื่อใช้ทำสวนไม้ผล หรือปลูกพืชผัก ดินบนมีปฏิกริยาเป็นกรดปานกลางถึงเป็นกรดเล็กน้อย มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างประมาณ 6.0 – 6.5 เนื่องจากมีการใส่ปุ๋ยบำรุงดินเป็นอย่างดีเป็นประจำทุกปี จึงมักไม่พบปัญหาในเรื่องคุณภาพดิน

ปัจจุบันบริเวณดังกล่าวใช้ปลูกไม้ผล เช่น ส้มเขียวหวาน มะม่วง ส้มโอ และพืชผักต่างๆ เป็นต้น

1.5.4 กลุ่มชุดดินที่ 11

กลุ่มชุดดินนี้เป็นกลุ่มดินที่มีเนื้อดินเป็นพวกดินเหนียว ดินบนมีสีดำหรือสีเทาแก่ ดินล่างมีสีเทาและมีจุดประสีน้ำตาล สีเหลืองหรือสีแดงปะปนอยู่เป็นจำนวนมากในช่วงดินล่างตอนบน และพบจุดประสีเหลืองฟางข้าวของสารจาโรไซท์ในระดับความลึก 50 – 100 เซนติเมตร จากผิวดิน พบบริเวณที่ราบตามชายฝั่งทะเล หรือที่ราบลุ่มภาคกลาง เป็นดินลึก มีการระบายน้ำแลว มีความอุดมสมบูรณ์ค่อนข้างต่ำ เนื่องจากดินมีปฏิกริยาเป็นกรดจัดมากถึงเป็นกรดจัด ค่าความเป็นกรดเป็นด่างประมาณ 4.5 – 5.0

ปัญหาสำคัญในการใช้ประโยชน์ที่ดินของกลุ่มชุดดินนี้ได้แก่ ดินเป็นกรดจัดอาจขาดแร่ธาตุอาหารพืช พวกไนโตรเจนและฟอสฟอรัส หรืออาจมีสารละลายพวกอะลูมิเนียม และเหล็กมากเกินไปจนเป็นพิษต่อพืช จัดได้ว่าเป็นดินเปรี้ยวจัดหรือดินกรดกำมะถัน

2. ข้อมูลทางเศรษฐกิจ

2.1 การเกษตรกรรม

ข้อมูลพื้นฐานทั่วไป

2.1.1 พื้นที่ถือครอง	จำนวน	311,662	ไร่
2.1.2 พื้นที่การเกษตร	จำนวน	247,610	ไร่

โดยประชากรส่วนใหญ่ประกอบอาชีพการเกษตร มีพื้นที่ปลูกข้าวประมาณร้อยละ 90 ของพื้นที่การเกษตรทั้งหมด และปลูกพืชเศรษฐกิจสำคัญอื่นๆ ตามสถิติข้อมูลปี 2556/ 57 ดังตารางที่ 3 (สำนักงานเกษตรอำเภอบางน้ำเปรี้ยว, ม.ป.ป.)

2.1.3 เกษตรกร	จำนวน	10,255	ครัวเรือน
2.1.4 สถาบันเกษตรกร	มีรายละเอียดดังตารางที่ 4		

2.2 การปศุสัตว์ มีข้อมูลสัตว์ที่เลี้ยงแบ่งตามประเภท รายละเอียดดังตารางที่ 5

2.3 การประมง ได้แก่ การเลี้ยงกุ้ง เลี้ยงปลา รวมพื้นที่การประมงประมาณ 11,523 ไร่

2.4 การอุตสาหกรรม มีโรงงานอุตสาหกรรมที่ได้รับอนุญาตดำเนินการและ

ประกอบการ จำนวน 135 โรงงาน

ตารางที่ 3 ข้อมูลพื้นที่ปลูกพืชเศรษฐกิจ อำเภอบางน้ำเปรี้ยว

พื้นที่ปลูก	จำนวน (ไร่)
ข้าวนาปี	227,292
ข้าวนาปรัง	196,655
ยางพารา	15
มะม่วง	1,945
ปาล์มน้ำมัน	336
มะพร้าวอ่อน	1,873
มะพร้าวแก่	1,585
อื่นๆ (พืชผัก, ไม้ยืนต้น)	1,260
รวม	430,961

ที่มา : สำนักงานเกษตรอำเภอบางน้ำเปรี้ยว, ม.ป.ป.

ตารางที่ 4 รายชื่อสถาบันเกษตรกร อำเภอบางน้ำเปรี้ยว

ลำดับ	รายชื่อกลุ่ม	จำนวน (กลุ่ม)	สมาชิก (คน)
1	กลุ่มเกษตรกร	15	320
2	กลุ่มแม่บ้านเกษตรกร	11	214
3	กลุ่มยุวเกษตรกร	9	241
4	กลุ่มส่งเสริมอาชีพ	16	747
5	กลุ่มวิสาหกิจชุมชน	36	442

ที่มา : ที่ว่าการอำเภอบางน้ำเปรี้ยว, ม.ป.ป.

ตารางที่ 5 ข้อมูลประเภทสัตว์ที่เลี้ยง ในอำเภอบางน้ำเปรี้ยว

ประเภทสัตว์	จำนวน (ตัว)
โค	11,552
สุกร	1,160
ไก่	1,401,750
เป็ด	40,876
แพะ	968
ห่าน	113
กระบือ	136

ที่มา : ที่ว่าการอำเภอบางน้ำเปรี้ยว, ม.ป.ป.

ความรู้เรื่องข้าว

คณะกรรมการการเกษตรและสหกรณ์ วุฒิสภา (2555) ได้ทำการรวบรวม และจัดทำ รายงานการพิจารณาศึกษา เรื่อง แนวทางการพัฒนาศักยภาพชาวนา ในเขตภาคกลาง (หมายรวมถึง จังหวัดฉะเชิงเทราด้วย) ปี พ.ศ. 2556 ซึ่งมีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

การปลูกข้าวในประเทศไทยมีมานานก่อนยุคประวัติศาสตร์ และได้มีการพัฒนาสืบเนื่องมาจนปัจจุบัน ซึ่งสมัยก่อนสามารถปลูกข้าวได้ปีละครั้ง เป็นข้าวพันธุ์ไวต่อช่วงแสง ประกอบกับมีเทคโนโลยีที่ใช้ในการเพาะปลูกจำกัด และต้องพึ่งพาดินฟ้าอากาศเป็นหลัก ต่อมาจำนวนประชากรเพิ่มขึ้นทำให้เกิดการขยายพื้นที่ปลูกจนเข้าสู่ยุคปฏิวัติเขียวเกิดการเปลี่ยนแปลงในภาคการผลิตข้าวของไทย โดยเริ่มจากสถาบันวิจัยข้าวนานาชาติ (IRRI) ในประเทศฟิลิปปินส์ ได้ค้นพบพันธุ์ข้าวที่ไม่ไวต่อช่วงแสง สามารถปลูกได้ทุกฤดู พร้อมกับมีการตอบสนองต่อปุ๋ยเคมีได้ดี ให้ผลผลิตสูงเมื่อนำมาเพาะปลูกในพื้นที่ชลประทาน ซึ่งกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ของไทยได้นำข้าวพันธุ์ IR8 เข้ามาปรับปรุงผสมพันธุ์กับข้าวพันธุ์เหลืองทอง ซึ่งเป็นข้าวพันธุ์พื้นเมืองของไทย เกิดเป็นพันธุ์ข้าวลูกผสม และตั้งชื่อข้าวพันธุ์นี้ว่า ข้าว กข 1 และได้้นำออกเผยแพร่ในปี พ.ศ. 2512 หลังจากนั้นได้พัฒนาปรับปรุงพันธุ์ข้าวไม่ไวแสงเพิ่มขึ้นมากมาย และเปลี่ยนการตั้งชื่อพันธุ์ตามชื่อพื้นที่ตั้งของศูนย์วิจัยที่ปรับปรุงพันธุ์ขึ้นมา เช่น ปทุมธานี 1 สุพรรณบุรี 60 ชัยนาท 1 เป็นต้น ซึ่งจากอดีตจนถึงปี พ.ศ. 2553 สำนักวิจัยและพัฒนาข้าว กรมการข้าว ได้ดำเนินการปรับปรุงพันธุ์ข้าวมาอย่างต่อเนื่องจนได้ข้าวพันธุ์รับรอง พันธุ์แนะนำ และพันธุ์ทั่วไป ให้เกษตรกรปลูกในระบบนิเวศน์ต่างๆ ซึ่งมีทั้งพันธุ์ข้าวนาสวน ข้าวไร่ ข้าวขึ้นน้ำ ข้าวน้ำลึก รัชฎ์พืชเมืองหนาว และข้าวญี่ปุ่น จำนวนรวมทั้งสิ้น 118 พันธุ์ โดยมีจำนวนพันธุ์ข้าวนาสวนมากที่สุดจำนวน 82 พันธุ์ แบ่งออกเป็นข้าวนาสวนไวต่อช่วงแสงจำนวน 44 พันธุ์ และข้าวนาสวนไม่ไวต่อช่วงแสงจำนวน 38 พันธุ์ (ฐานข้อมูลพันธุ์ข้าวรับรองของไทย, 2552)

โดยมีรายละเอียดพันธุ์ข้าวที่นิยมปลูก ดังตารางที่ 6 ซึ่งสามารถแบ่งได้ตามลักษณะการเจริญเติบโตของพันธุ์และแบ่งได้ตามลักษณะของชนิดเนื้อแป้งของเมล็ด ได้แก่ ข้าวเจ้า ข้าวเหนียว เป็นต้น ปัจจุบันการแบ่งตามลักษณะที่เกษตรกรคุ้นเคยเป็น 2 ลักษณะ ดังนี้

1. ข้าวนาปี (พันธุ์ข้าวไวต่อช่วงแสง) เป็นพันธุ์ข้าวที่ปลูกได้เฉพาะในฤดูฝน หรือที่เกษตรกรเรียกว่า ข้าวนาปีนี้เป็นพันธุ์ข้าวที่มีการออกดอกตรงตามฤดูกาล เพราะต้องการช่วงแสงจำเพาะเพื่อการออกดอก ไม่ว่าจะปลูกข้าวพันธุ์นั้นเมื่อใด เช่น พันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105 (ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ) จะออกดอกประมาณวันที่ 20 ตุลาคม ซึ่งไม่ว่าจะปลูกข้าวพันธุ์นี้เมื่อใดก็จะออกดอกในช่วงเดือนตุลาคมเท่านั้น
2. ข้าวนาปรัง (พันธุ์ข้าวไม่ไวต่อช่วงแสง) เป็นพันธุ์ข้าวที่มีอายุการเก็บเกี่ยวค่อนข้างแน่นอน เมื่อมีอายุครบถึงระยะเวลาออกดอก ข้าวพันธุ์นั้นจะออกดอกได้โดยไม่จำเป็นต้องอาศัยช่วงแสงเป็นตัวกำหนด ทำให้ข้าวชนิดนี้สามารถปลูกได้ตลอดปี เกษตรกรมักจะเรียกว่าข้าวนาปรัง อีกทั้งพันธุ์ข้าวไม่ไวแสงก็ยังสามารถปลูกในช่วงข้าวนาปีได้ พันธุ์ข้าวที่เกษตรกรใช้ปลูกในขณะนี้

ส่วนใหญ่เป็นพันธุ์ข้าวที่ดีของทางราชการที่ได้รับการรับรองจากกรมการข้าว และส่งเสริมให้เกษตรกรปลูก สามารถขยายละเอียดข้าวเพิ่มเติมได้ที่ภาคผนวก

สำหรับการทำนาในจังหวัดฉะเชิงเทรา พื้นที่ส่วนใหญ่อยู่ในเขตชลประทาน ชาวนาจึงมีการทำนาเพิ่มขึ้นเป็น 2-3 ครั้งต่อปี และใช้พันธุ์ข้าวชนิดไม่ไวต่อช่วงแสง ซึ่งเป็นข้าวที่ออกดอกเมื่อข้าวมีระยะเวลาการเจริญเติบโต และให้ผลผลิตตามอายุ จึงใช้ปลูกและให้ผลผลิตได้ตลอดทั้งปี หรือปลูกได้ในฤดูนาปรัง โดยพันธุ์ข้าวชนิดนี้ที่ให้ผลผลิตสูงระหว่าง 800 – 1,000 กิโลกรัมต่อไร่

ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี สถาบันวิจัยข้าว สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 5 และสำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 6 กรมวิชาการเกษตร (2548) ได้สำรวจและเก็บข้อมูลการปลูกข้าว การใช้ปุ๋ย การใช้พันธุ์ข้าว การควบคุมวัชพืช การป้องกันกำจัดโรค แมลง ศัตรูข้าวต่างๆ ของเกษตรกรในจังหวัดฉะเชิงเทรา รวม 36 ราย จาก 6 อำเภอ ได้แก่ อำเภอเมือง อำเภอบางน้ำเปรี้ยว อำเภอบ้านโพธิ์ อำเภอรสาธิน อำเภอนวมสารคาม และกิ่งอำเภอลองเขื่อน ในฤดูนาปี พ.ศ. 2545 พบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่ เกือบร้อยละ 70 ปลูกข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1 โดยเฉพาะในพื้นที่อำเภอบางน้ำเปรี้ยว และอำเภอเมือง พันธุ์ข้าวอื่นๆ ที่ปลูกรองลงมา ได้แก่ พันธุ์พิษณุโลก 2 พันธุ์สุพรรณบุรี 90 พันธุ์ชัยนาท 1 และข้าวสายพันธุ์ดีเด่น ตามลำดับ

ผลการรวม ควรประเสริฐ (2551) ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อความพึงพอใจของเกษตรกรในการใช้พันธุ์ข้าวปลูก เขตอำเภอบางน้ำเปรี้ยว จังหวัดฉะเชิงเทรา โดยมีวัตถุประสงค์ ดังนี้ 1) เพื่อศึกษาปัจจัยด้านข้อมูลทั่วไปของเกษตรกรที่เลือกใช้พันธุ์ข้าวปลูก ในเขตอำเภอบางน้ำเปรี้ยว จังหวัดฉะเชิงเทรา 2) เพื่อศึกษาปัจจัยการผลิต และปัจจัยการสนับสนุนส่งเสริมการตลาดที่มีผลต่อความพึงพอใจของเกษตรกรในการเลือกใช้พันธุ์ข้าวปลูก 6 พันธุ์ 3) เพื่อเปรียบเทียบความพึงพอใจของเกษตรกรในการใช้พันธุ์ข้าวปลูกเขตอำเภอบางน้ำเปรี้ยว จังหวัดฉะเชิงเทรา จำแนกตามข้อมูลทั่วไป ปัจจัยการผลิต และปัจจัยการสนับสนุนส่งเสริมการตลาด โดยให้เกษตรกรเขตอำเภอบางน้ำเปรี้ยว จังหวัดฉะเชิงเทรา จำนวน 400 คน ตอบแบบสอบถาม แล้วนำมาวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูปทางสถิติ ซึ่งผลการวิจัยพบว่า เกษตรกรในเขตอำเภอบางน้ำเปรี้ยว จังหวัดฉะเชิงเทรา มีความพึงพอใจต่อการใช้พันธุ์ข้าวปลูกในภาพรวมของพันธุ์ข้าวทั้ง 6 พันธุ์ข้าว อยู่ในระดับค่อนข้างน้อย สาเหตุมาจากปัจจัยหลายด้าน เช่น รายได้จากการทำนา ประสบการณ์ในการปลูกข้าวแต่ละพันธุ์ การใช้ หรือ ไม่ใช้สารกำจัดแมลง เป็นต้น และเมื่อพิจารณาในแต่ละพันธุ์ข้าวพบว่า พันธุ์ข้าวพิษณุโลก 2 มีความพึงพอใจอยู่ในระดับค่อนข้างมาก พันธุ์ข้าวปทุมธานี 1 และพันธุ์ข้าวสุพรรณบุรี 1 มีความพึงพอใจอยู่ในระดับค่อนข้างน้อย ส่วนพันธุ์ข้าวสุพรรณบุรี 2 พันธุ์ข้าวชัยนาท 1 และพันธุ์ข้าวกข 31 (ปทุมธานี 80) มีความพึงพอใจอยู่ในระดับน้อย

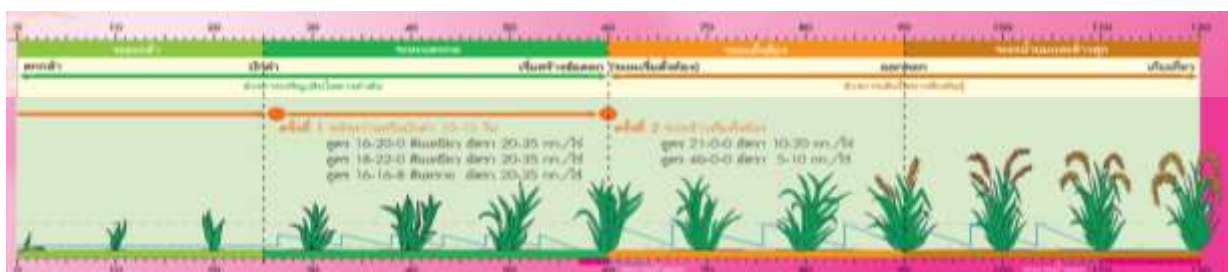
ตารางที่ 6 ชื่อและชนิดพันธุ์ข้าว แหล่งปลูก อายุเก็บเกี่ยว และผลผลิตข้าวที่นิยมปลูก

ชื่อพันธุ์ข้าว	ชนิดพันธุ์ข้าว	แหล่งปลูก	อายุเก็บเกี่ยว (วัน)	ผลผลิต (กก./ไร่)
ชัยนาท 1	ข้าวเจ้าไม่ไวต่อช่วงแสง	ภาคกลาง, ภาคเหนือตอนล่าง	120 – 130	670
สุพรรณบุรี 1	ข้าวเจ้าไม่ไวต่อช่วงแสง	เขตชลประทานทุกภาค	120	750
สุพรรณบุรี 2	ข้าวเจ้าไม่ไวต่อช่วงแสง	ภาคกลาง, ตะวันออก, ตะวันตก	115	700
ปทุมธานี 1	ข้าวเจ้าไม่ไวต่อช่วงแสง	เขตชลประทานภาคกลาง	120 - 125	712
พิษณุโลก 2	ข้าวเจ้าไม่ไวต่อช่วงแสง	ภาคกลาง, ภาคเหนือตอนล่าง	115 – 120	807
กข 29	ข้าวเจ้าไม่ไวต่อช่วงแสง	เขตชลประทานภาคกลาง, ภาคเหนือตอนล่าง	100 - 105	876
กข 31	ข้าวเจ้าไม่ไวต่อช่วงแสง	เขตชลประทานภาคกลาง	110 - 120	745
หันตรา 60	ข้าวเจ้าไวต่อช่วงแสง	ภาคกลาง, น้ำลึกไม่เกิน 100 ซม.	20 – 25 ธ.ค.	425
ปราจีนบุรี 1	ข้าวเจ้าไวต่อช่วงแสง	ภาคกลาง – เหนือตอนล่าง น้ำลึก ไม่เกิน 100 ซม.	25 ธ.ค.	500
ปราจีนบุรี 2	ข้าวเจ้าไวต่อช่วงแสง	ภาคกลาง, ภาคตะวันออก น้ำลึก ไม่เกิน 25 – 100 ซม.	20 – 25 ธ.ค.	846
ขาวดอกมะลิ 105	ข้าวเจ้าไวต่อช่วงแสง	ทุกภาค, ปลูกในพื้นที่อาศัย น้ำฝน	20 พ.ย.	515

ที่มา : คณะกรรมการการเกษตรและสหกรณ์ วุฒิสภา, 2555

ภราดร กาญจนสุธรรม นิพนธ์ ตั้งธรรม และเรืองไร โศกฤษณะ (2554) ได้อธิบายถึงระยะการเจริญเติบโต (Stage of Growth) ของพื้นที่ปลูกข้าวนาปรัง โดยสอดคล้องกับข้อมูลจากสำนักส่งเสริมการผลิตข้าว กรมการข้าว (2551) กำหนดไว้ ซึ่งแบ่งระยะการเจริญเติบโตของข้าวออกเป็น 4 ระยะ ดังภาพที่ 5 โดยที่การวางแผนการปลูกข้าว (2554) ได้สรุปความแตกต่างของระยะเวลาในการเจริญเติบโตและพัฒนาการการของข้าวไม่ไวต่อช่วงแสง และข้าวที่ไวต่อช่วงแสง (ดังตารางที่ 7)

1. ระยะกล้า หมายถึง ข้าวตั้งแต่ช่วงอายุ 0 - 25 วัน โดยนับจากวันที่ตกล้ำจนถึงวันที่ปักดำ ซึ่งเป็นช่วงการเจริญเติบโตทางลำต้น
2. ระยะแตกกอ หมายถึง ข้าวตั้งแต่ช่วงอายุ 25 - 60 วัน โดยนับจากวันที่ปักดำจนถึงวันที่เริ่มสร้างช่อดอก ซึ่งเป็นช่วงการเจริญเติบโตทางลำต้น
3. ระยะตั้งท้อง หมายถึง ข้าวตั้งแต่ช่วงอายุ 60 - 90 วัน โดยนับจากระยะเริ่มตั้งท้องจนถึงระยะออกดอก ซึ่งเป็นช่วงการเจริญเติบโตทางสืบพันธุ์
4. ระยะนํ้านมและข้าวสุก หมายถึง ข้าวตั้งแต่ช่วงอายุ 90 - 120 วัน โดยนับจากระยะออกดอกจนถึงเก็บเกี่ยว ซึ่งเป็นช่วงการเจริญเติบโตทางสืบพันธุ์



ภาพที่ 5 ระยะการเจริญเติบโตของข้าว และการปฏิบัติต่างๆ

ที่มา : สำนักส่งเสริมการผลิตข้าว กรมการข้าว, 2551

ตารางที่ 7 ความแตกต่างของระยะเวลาในการเจริญเติบโตและพัฒนาการของข้าวไม่ไวต่อช่วงแสง และข้าวที่ไวต่อช่วงแสง

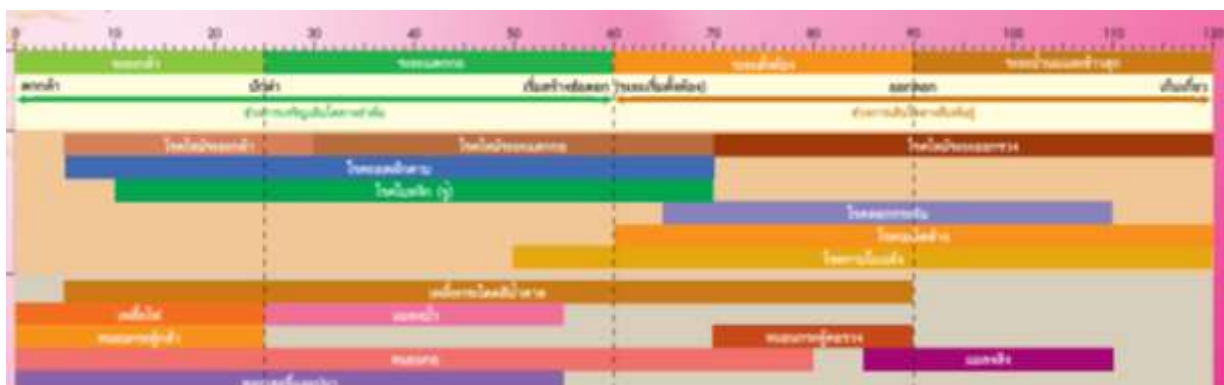
ประเภทของข้าว	ระยะเจริญเติบโตและพัฒนาการทางลำต้นและใบ (วัน)		ระยะเจริญเติบโตและพัฒนาการทางการติดดอก ออกรวง (วัน)	
	ระยะกล้า – ปักดำ	ปักดำ – ตั้งท้อง	ตั้งท้อง – ออกดอก	ออกดอก – เก็บเกี่ยว
	ข้าวไม่ไวต่อช่วงแสง	20 - 25	40	30
ข้าวไวต่อช่วงแสง	25 - 30	40 - 70 (ผันแปร)	30	30

ที่มา : การวางแผนการปลูกข้าว, 2554

ทฤษฎีอุณหภูมิกับความเครียดของพืช

ปัจจัยภายนอกที่มีผลต่อการเจริญเติบโตหรือผลผลิตของพืช แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. สิ่งมีชีวิต (Biotic) ซึ่งเกี่ยวกับโรค และแมลง โดยโรคพืชที่พบในนาข้าว เช่น โรคไหม้ โรคถอดฝักดาบ โรคใบหงิก โรคดอกกระถิน โรคเมล็ดด่าง โรคกาบใบแห้ง ส่วนแมลงที่พบในนาข้าว เช่น เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล เพลี้ยไฟ แมลงบั่ว หนอนกระทู้กล้า หนอนกระทู้คอรวง หนอนกอ แมลงสิง หอยเชอรี่ และปูนา โดยโรคและแมลงจะพบในแต่ละระยะการเจริญเติบโตของข้าว ดังภาพที่ 6 ซึ่งเกษตรกรต้องเฝ้าระวังโรคและแมลงดังกล่าว (สำนักส่งเสริมการผลิตข้าว กรมการข้าว, 2551)

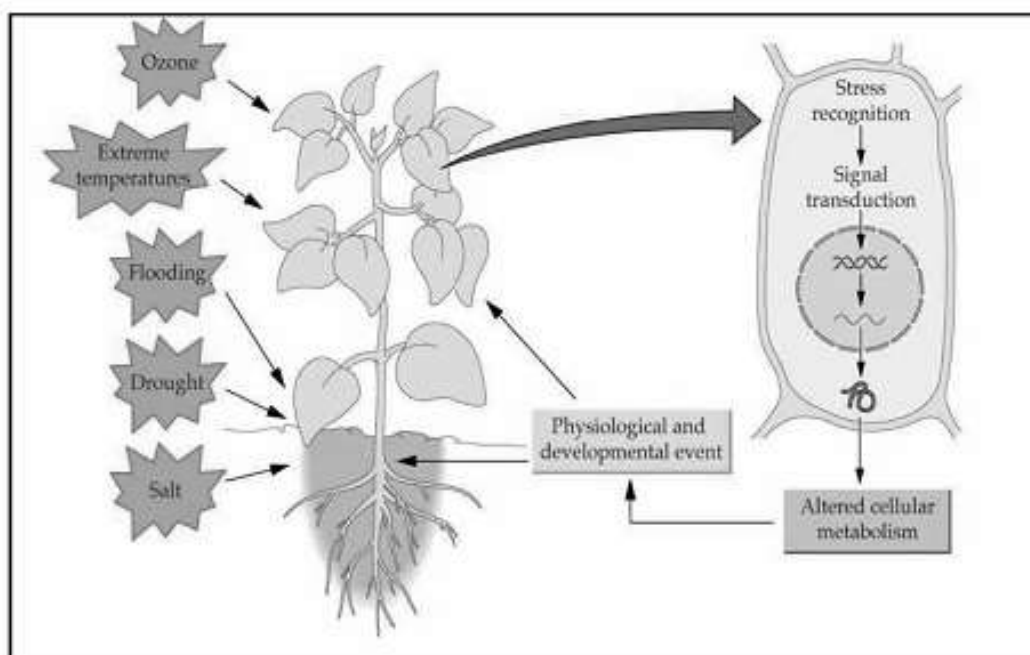


ภาพที่ 6 โรค และแมลงที่พบในแต่ละระยะการเจริญเติบโต

ที่มา : สำนักส่งเสริมการผลิตข้าว กรมการข้าว, 2551

2. สิ่งไม่มีชีวิต (Abiotic) ซึ่งเกี่ยวกับสภาพอากาศ แสง อุณหภูมิ ดิน น้ำ และมลพิษ เช่น สภาพขาดน้ำ ซึ่งเป็นสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช โดยพืชมีอัตราการคายน้ำมากกว่าอัตราการดูดน้ำ เป็นผลให้ปริมาณน้ำในพืชลดลงจนมีผลต่อสรีรวิทยาของพืช เป็นต้น (Kramer และ Boyer, 1995 อ้างถึงใน อรพิน เกิดชูชื่น ฉัญฐา เลาหกุลจิตต์ และอุบลรัตน์ กล่ำศรี, 2550)

ตัวอย่างการศึกษาการตอบสนอง (Response) ของพืชต่อความเครียด (Stress) หลายลักษณะที่เป็นปัจจัยภายนอก (ภาพที่ 7) โดยเมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมภายนอกแล้ว พืชมีกลไกในการปรับตัว เพื่อรับสภาพความเครียดแล้วจะเกิดการรับรู้ และจดจำการเกิดลักษณะความเครียดดังกล่าว เมื่อเกิดความเครียดอีก พืชจะมีการแปลงและส่งสัญญาณ ทำให้มีการเกิดการเปลี่ยนแปลงระดับยีนของพืช (เอ็จ สโรบล, 2554)



ภาพที่ 7 การตอบสนองของพืชต่อความเครียดที่เกิดจากปัจจัยภายนอก

ที่มา : เอ็จ สโรบล, 2554

ความเครียดของพืชมี 2 ระดับ คือ

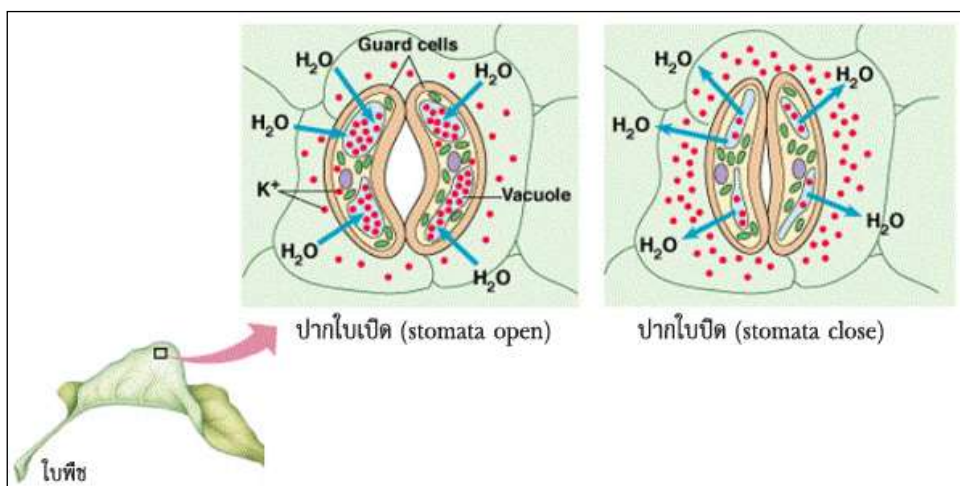
1. Mild Stress เป็นระดับที่ไม่รุนแรง พืชจะมีการตอบสนองโดยควบคุมการเปิด - ปิดของปากใบ (Stomata Stress) ซึ่งเกี่ยวกับปริมาณของน้ำที่รากพืชดูดน้ำเข้าไปไม่ทันกับการระเหยออกทางปากใบ

2. Severe Stress เป็นความเครียดที่รุนแรงขึ้นต่อจาก Mild Stress ซึ่งถ้ามีความรุนแรงมากจนพืชทนไม่ไหวจะทำให้อัตราการสังเคราะห์แสงและการหายใจลดลง

การตอบสนองต่อสภาวะความเครียดของพืชจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับธรรมชาติ ความรุนแรงที่เกิดขึ้น และความเครียดมักจะเกิดขึ้นพร้อมกันเป็น Interaction of stresses ส่วนปัจจัยในด้านการเจริญเติบโต ถ้าเจอในช่วง Seeding, Vegetative และ Reproductive จะเกิดสภาวะเครียดในระดับ Mild Stress พืชจะมีการปรับตัวและมีการเปลี่ยนแปลงขึ้นอยู่กับความสามารถของพันธุกรรมของพืชเอง

การเปิด-ปิดของปากใบพืช (ภาพที่ 8) เกิดจากการเปลี่ยนแปลงแรงดันเต่งภายในเซลล์คุม โดยการเคลื่อนเข้า และออกของน้ำ โดยมีแสงเป็นตัวกระตุ้น (การเปิดปิดของปากใบ, ม.ป.ป.) ซึ่งถ้าพืชอยู่ในสภาวะความเครียด เช่นความเครียดน้ำของต้นลำไย จะส่งผลให้ปากใบปิด เพื่อลดการคาย

น้ำ ถ้าการคายน้ำน้อยอุณหภูมิใบจะสูงขึ้น ซึ่งผลกระทบนี้อาจมองเห็นได้ด้วยภาพถ่ายความร้อน (วินัย วิริยะอลงกรณ์ ธนะชัย พันธุ์เกษมสุข สมชาย องค์กรประเสริฐ และ โวลฟรัม สแปร์, 2556)



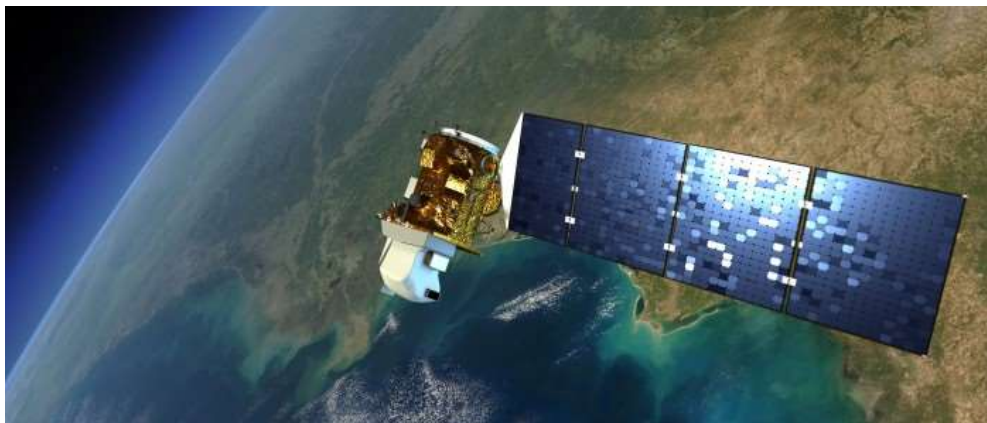
ภาพที่ 8 การเปิด - ปิดของปากใบพืช

ที่มา : อริสา เจริญกิจจาทร, ม.ป.ป.

คุณสมบัติดาวเทียม Landsat 8 OLI และ TIRS

Landsat 8 เป็นดาวเทียมสำรวจทรัพยากรธรรมชาติของประเทศสหรัฐอเมริกา ดังภาพที่ 9 ได้รับการพัฒนาโดยความร่วมมือระหว่างองค์กร National Aeronautics and Space Administration (NASA) และ United States Geological Survey (USGS) ถูกส่งขึ้นสู่อวกาศในวันที่ 11 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2556 และเริ่มปฏิบัติการวันที่ 30 พฤษภาคม พ.ศ. 2556 (ศูนย์ปฏิบัติการภูมิสารสนเทศ สำนักบริหารพื้นที่อนุรักษ์ที่ 9 (อุบลราชธานี), 2557)

ดาวเทียม Landsat 8 มีวงโคจรแบบสัมพันธ์กับดวงอาทิตย์ที่ความสูงประมาณ 438 ไมล์ หรือ 705 กิโลเมตร โดยจะโคจรซ้ำตำแหน่งเดิมทุกๆ 16 วัน ความกว้างของแนวถ่ายภาพ 185 กิโลเมตร ประกอบด้วยระบบบันทึกภาพ 2 ชนิด คือ OLI และ TIRS มีทั้งหมด 11 ช่วงคลื่น ดังตารางที่ 8



ภาพที่ 9 ดาวเทียม Landsat 8

ที่มา : สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน), 2557

ตารางที่ 8 อุปกรณ์บันทึกข้อมูลดาวเทียม Landsat 8

แบนด์	ความยาวคลื่น (ไมโครเมตร)	รายละเอียดภาพ 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
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

ที่มา : สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน), 2557

ในแต่ละแบนด์จะมีคุณลักษณะแตกต่างกันออกไป ตัวอย่างเช่น แบนด์ที่ 8 เป็น Panchromatic Band มีลักษณะเป็นสีขาว – ดำ แต่เป็นแบนด์ที่มีความคมชัดมากที่สุด โดยมีรายละเอียดภาพถึง 15 เมตร (ดังภาพที่ 10 ด้านซ้ายมือ) ซึ่งสามารถนำมารวมกับภาพที่ทำการผสมสี แล้ว (ดังภาพที่ 10 ด้านขวามือ) เกิดกระบวนการที่เรียกว่า Pan Sharpening ทำให้ได้ภาพสีที่มีรายละเอียดภาพสูง (ดังภาพที่ 11)

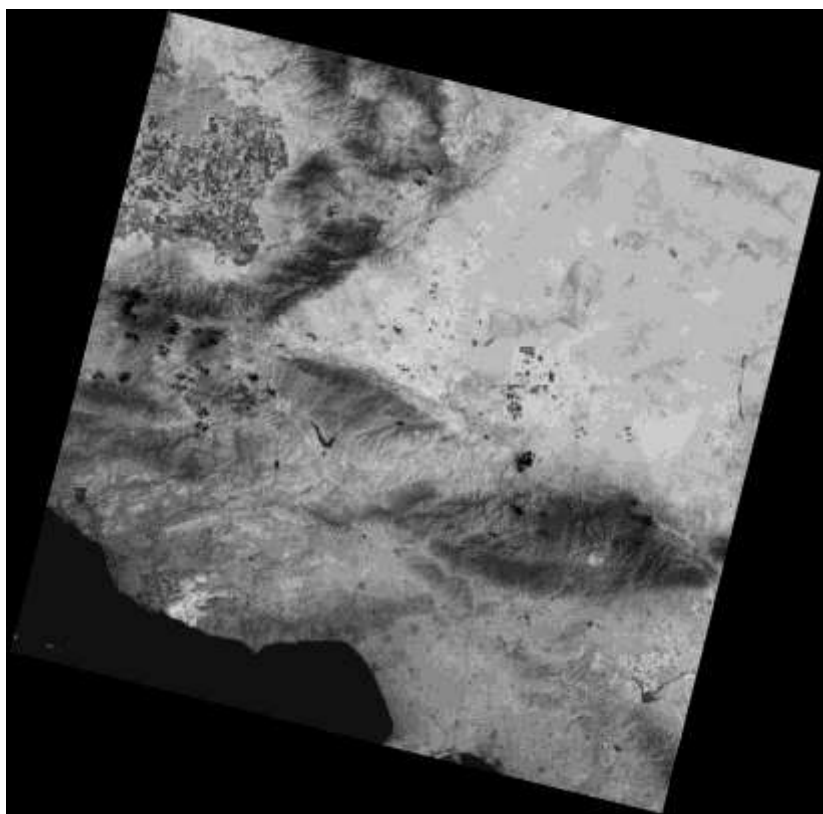


ภาพที่ 10 ภาพจากแบนด์ที่ 8 (ด้านซ้ายมือ) และภาพจากการผสมสี เป็นภาพสีจริง (ด้านขวามือ)
ที่มา : United States Geological Survey, 2013



ภาพที่ 11 ภาพหลังผ่านกระบวนการ Pan Sharpening
ที่มา : United States Geological Survey, 2013

สำหรับระบบ TIRS จะมี 2 แบนด์ คือแบนด์ 10 และแบนด์ 11 โดยสามารถเห็นความร้อนได้ทันทีแทนการวัดอุณหภูมิในอากาศ ซึ่งบริเวณที่มีลักษณะจุดภาพสีเข้ม จะแสดงถึงพื้นที่ที่มีอุณหภูมิต่ำ ส่วนจุดภาพสีสว่าง จะแสดงถึงพื้นที่ที่มีอุณหภูมิสูง มักจะนำไปใช้ในการหาแหล่งน้ำในพื้นที่แห้งแล้ง หรือการหาพื้นที่ที่มีอุณหภูมิสูงในตัวเมือง เป็นต้น (United States Geological Survey, 2013) ดังภาพที่ 12 จะเห็นได้ว่าบริเวณที่มีสีเข้มมากจะมีอุณหภูมิต่ำ คือ บริเวณก้อนเมฆ ซึ่งจะสัมพันธ์กับแบนด์ที่ 9 ส่วนพืชที่ปลูกในเขตชลประทานจะมีอุณหภูมิที่ต่ำกว่าพืชจากแหล่งน้ำธรรมชาติ การเผาพื้นที่ใกล้เมืองมาลินู ซึ่งปกคลุมไปด้วยเถาถ่าน ใบไม้ที่แห้งตายแล้วก็จะมีอุณหภูมิพื้นผิวสูง สำหรับภายในตัวเมือง สวนสาธารณะจะมีอุณหภูมิที่เย็นกว่าแหล่งอุตสาหกรรม ผลกระทบต่ออุณหภูมิในช่วงคลื่นนี้ ถือเป็นประโยชน์ในการศึกษาเป็นอย่างมาก (NASA, 2015)



ภาพที่ 12 ภาพจากช่วงคลื่น Thermal Infrared Sensor (TIRS)

ที่มา : United States Geological Survey, 2013

ทฤษฎีคลื่นอินฟราเรดความร้อน และอุณหภูมิพื้นผิว

คลื่นอินฟราเรดความร้อน เป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าชนิดหนึ่งที่เกิดจากการแผ่รังสีของพลังงานแม่เหล็กไฟฟ้า ซึ่งสสารทุกชนิดที่มีอุณหภูมิสูงกว่าองศาสัมบูรณ์ (0 K หรือ -273°C) จะสามารถเปล่งพลังงานแม่เหล็กไฟฟ้าได้อย่างต่อเนื่อง โดยมีขนาดและส่วนประกอบของช่วงคลื่นแตกต่างกันไป ซึ่งพลังงานที่วัตถุแผ่ออกมามากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของผิววัตถุ สามารถคำนวณได้จากกฎของ Stefan Boltzmann ดังตัวอย่าง สมการที่ 1 ดังนี้

$$W = \sigma T^4 \quad (1)$$

โดยที่ W = พลังงานทั้งหมดที่เปล่งออกมาจากผิววัตถุ Wm^{-2}
 σ = ค่าคงที่ Stefan-Boltzmann ซึ่งมีค่าเท่ากับ $5.6697 \times 10^{-8} \text{ Wm}^{-2} \text{ K}^{-4}$
 T = อุณหภูมิสัมบูรณ์ของวัตถุ (K)

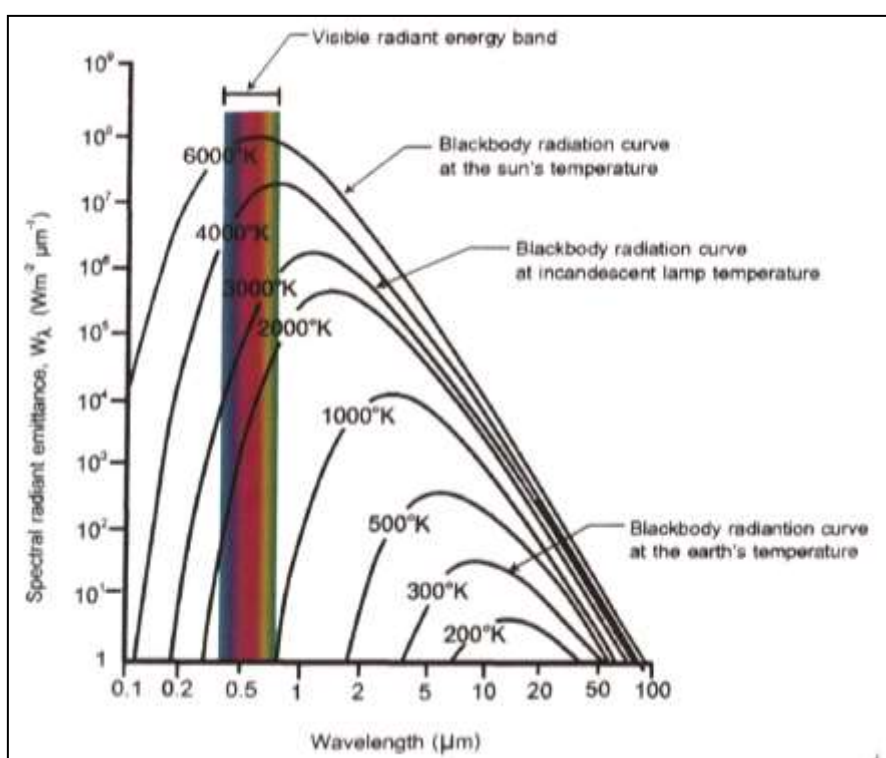
พลังงานทั้งหมดที่แผ่จากวัตถุจะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับอุณหภูมิสัมบูรณ์ยกกำลัง 4 ดังนั้น พลังงานที่แผ่ออกมาจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น โดยความจริงกฎนี้จะใช้กับเทหวัตถุสีดำ (Black Body) ซึ่งหมายถึง “วัตถุหรือมวลๆ หนึ่งที่สามารถดูดกลืนพลังงานทั้งหมดที่กระทบและจะแผ่พลังงานในปริมาณที่มากที่สุดที่ทุกๆ อุณหภูมิ” เทหวัตถุสีดำจึงเป็นวัตถุสมมติขึ้น เพราะไม่มีสสารใดๆ ในโลกที่มีคุณสมบัติดังกล่าว แต่มีสภาพใกล้เคียงเท่านั้น (อัมชา ก.บัวเกษร, 2541)

พลังงานที่แผ่ออกมาจะแปรผันกับอุณหภูมิของวัตถุ และความยาวช่วงคลื่น ซึ่งสามารถคำนวณหาพลังงานต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่สำหรับความยาวคลื่นที่กำหนดได้จากกฎของพลังค์ (Planck) ดังตัวอย่าง สมการที่ 2 ดังนี้

$$W_{\lambda} = c_1 \lambda^{-5} \left[\exp \left[\frac{c_2}{\lambda T} \right] - 1 \right]^{-1} \quad (2)$$

โดยที่ c_1 = ค่าคงที่ ($3.74 \times 10^{-16} \text{ Wm}^{-2}$)
 c_2 = ค่าคงที่ ($1.44 \times 10^{-2} \text{ mK}$)
 T = อุณหภูมิ (K)
 W_{λ} = พลังงานที่ความยาวคลื่น λ

ความสัมพันธ์ของความยาวคลื่นกับพลังงานทั้งหมดที่เปล่งออกมาจากผิววัตถุ และพลังงานสูงสุดของวัตถุ การกระจายของสเปกตรัมตั้งแต่อุณหภูมิจาก 200 K ถึง 6,000 K (ภาพที่ 13) ซึ่งแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความยาวคลื่นกับพลังงานที่แผ่รังสีออกมาต่อ 1 ไมโครเมตรของช่วงคลื่น ซึ่งมีหน่วยเป็น $\text{Wm}^{-2} \mu\text{m}^{-1}$ ดังนั้น พื้นที่ใต้เส้นโค้งจะเป็นพลังงานที่แผ่ออกมาทั้งหมด จะเห็นได้ว่าวัตถุหรือตัวแผ่รังสีมีอุณหภูมิสูงให้พลังงานทั้งหมดออกมาสูงกว่า (สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน), 2552)



ภาพที่ 13 การกระจายของสเปกตรัมของการแผ่รังสีจากเทหวัตถุสีดำที่อุณหภูมิต่างๆ

ที่มา : สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน), 2552

เนื่องจากพลังงานที่แผ่รังสีออกมาแปรผันไปตามอุณหภูมิ และความยาวช่วงคลื่น ดังนั้นเมื่อทราบอุณหภูมิก็สามารถคำนวณหาความยาวคลื่นที่ให้พลังงานสูงสุดได้จาก กฎการแทนที่ของเวียน (Wien's displacement law) ดังตัวอย่าง สมการที่ 3 ดังนี้

$$\lambda_m = c/T \quad (3)$$

โดยที่ λ_m = ความยาวคลื่นที่จะให้พลังงานสูงสุด
 c = ค่าคงที่ (2.898×10^{-3} mK)

ดังนั้นอุณหภูมิของพื้นผิวโลก (พืช ดิน และน้ำ) ประมาณ 300 K มีพลังงานที่แผ่ออกมาสูงสุดเกิดขึ้นที่ความยาวคลื่นประมาณ 10 ไมโครเมตร หรือที่ช่วงคลื่นอินฟราเรดความร้อน เนื่องจากการแผ่รังสีออกมามีความสัมพันธ์กับความร้อนของพื้นผิวโลก จึงเรียกรังสีที่แผ่ออกมานี้ว่า พลังงานอินฟราเรดความร้อน (Thermal infrared energy) และพบว่า การแผ่รังสีของวัตถุปกคลุมพื้นผิวส่วนใหญ่เกิดขึ้นสูงสุดในย่านช่วงคลื่นระหว่าง 8 – 14 μm ซึ่งตกอยู่ในช่วงอินฟราเรดความร้อน ทำให้ดาวเทียมสำรวจทรัพยากรและอุตุนิยมวิทยาส่วนใหญ่นิยมนำมากำหนดขนาดช่วงคลื่นอินฟราเรดความร้อน (ศุทธิณี คนตรี และชาคริต โชติอมรศักดิ์, 2552) ตัวอย่างเช่น ดาวเทียม NOAA AVHRR เลือกใช้ช่วงคลื่นขนาด 10.5 – 11.5 μm เป็นช่วงคลื่นอินฟราเรดความร้อน (ช่วงคลื่นที่ 4) ดาวเทียม Landsat 5 TM เลือกใช้ช่วงคลื่นขนาด 10.4 – 12.5 μm เป็นช่วงคลื่นอินฟราเรดความร้อน (ช่วงคลื่นที่ 6) ในขณะที่ดาวเทียม Landsat 8 เลือกใช้ช่วงคลื่นขนาด 10.60 – 11.19 μm เป็นช่วงคลื่นอินฟราเรดความร้อน (ช่วงคลื่นที่ 10) และช่วงคลื่นขนาด 11.50 – 12.51 μm เป็นช่วงคลื่นอินฟราเรดความร้อน (ช่วงคลื่นที่ 11)

สำหรับอุณหภูมิพื้นผิวมักจะถูกตีความเป็นอุณหภูมิของดิน ซึ่งค่าอุณหภูมิพื้นผิวนั้นแท้จริงแล้วคือ ค่าอุณหภูมิที่พื้นผิวที่เซ็นเซอร์สามารถตรวจจับได้ โดยบนพื้นดินซึ่งมีการปลูกพืชหนาแน่น เซ็นเซอร์จะสามารถตรวจจับบริเวณเรือนยอดของต้นไม้เป็นอุณหภูมิพื้นผิว ส่วนในบริเวณพื้นดินที่มีการเพาะปลูกพืชประปรายจะเฉลี่ยค่าอุณหภูมิของพืชที่ปกคลุมดินร่วมกับพื้นดินด้วย (Laboratory for Terrestrial Remote Sensing, 2557 อ้างถึงใน สุจิตรา เจริญศิริอุทัยยศ, 2559)

ในการคำนวณอุณหภูมิพื้นผิวมีวิธีการคำนวณหลายวิธีด้วยกัน โดยหน่วยงาน USGS ได้นำสูตรการคำนวณที่ใช้สำหรับข้อมูลดาวเทียม Landsat 8 ใช้ค่าการสะท้อนของบรรยากาศด้านบน (Top of Atmosphere : TOA) ค่าการแผ่รังสี และได้กำหนดค่าสัมประสิทธิ์ในการแปลงค่าไว้ในข้อมูลแล้ว (Metadata File : MTL file) ซึ่ง MTL file ที่ให้มานั้นมีค่าคงที่ความร้อนที่จะใช้ในการแปลงค่าข้อมูลช่วงคลื่นอินฟราเรดความร้อน เพื่อดูค่าความสว่างของอุณหภูมิจากภาพถ่ายดาวเทียมได้ (United States Geological Survey, 2013) และเนื่องจากมีหลักการคำนวณอุณหภูมิพื้นผิว LST หลายสูตรด้วยกัน (Md Shahid Latif, 2014) เช่น Split-Window algorithm (SW) Dual

Angle algorithm (DA) Single-Channel algorithm (SC) ฯลฯ สำหรับในงานวิจัยนี้ใช้หลักการของ Split-Window algorithm ซึ่งเป็นหลักการที่เป็นที่นิยมมากที่สุด เพื่อนำมาคำนวณค่าอุณหภูมิพื้นผิว โดยมีขั้นตอนในการคำนวณ ดังนี้

1. การคำนวณค่าการแผ่รังสีเชิงคลื่น (TOA Spectral Radiance)

ข้อมูลแบนด์ TIRS สามารถนำมาคำนวณค่าการแผ่รังสีเชิงคลื่นโดยใช้ค่าปัจจัยในการแผ่รังสีจากข้อมูลที่ได้ให้มา (Metadata File) ดังตัวอย่าง สมการที่ 4 นี้

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

โดยที่ L_λ = ค่าการแผ่รังสีเชิงคลื่น (TOA Spectral Radiance)
 มีหน่วยเป็น (Watts / (m² * srad * μ m))
 M_L = ค่าการคูณสำหรับการแปลงค่าเฉพาะแบนด์นั้น โดยดูจากค่า
 Radiance_Mult_Band_X ซึ่ง X คือ จำนวนแบนด์
 A_L = ค่าการเพิ่มสำหรับการแปลงค่าเฉพาะแบนด์นั้น โดยดูจากค่า
 Radiance_Add_Band_X ซึ่ง X คือ จำนวนแบนด์
 Q_{cal} = ค่าการวัด และการนับจำนวนขนาดภาพ (DN)

2. การคำนวณอุณหภูมิสัมบูรณ์จากการแผ่รังสีเชิงคลื่น (Brightness Temperature : TB)

ข้อมูลจากแบนด์ TIRS สามารถแปลงจากค่าการแผ่รังสีเชิงคลื่นเป็นอุณหภูมิสัมบูรณ์ โดยใช้ข้อมูลความร้อนจากข้อมูล Metadata และค่าคงที่ช่วงคลื่นอินฟราเรดความร้อน ในตารางที่ 9 ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้จะมีหน่วยเป็นองศาเซลเซียส ดังตัวอย่าง สมการที่ 5 ดังนี้

$$TB = \frac{K_2}{\ln\left(\frac{K_1}{L_\lambda} + 1\right)} - 273.15 \quad (5)$$

โดยที่ TB = ค่าอุณหภูมิสัมบูรณ์จากการแผ่รังสีเชิงคลื่น โดยปกติแล้วจะมีหน่วยเป็นเคลวิน แต่เนื่องจากในสมการมีการแปลงหน่วยแล้ว จึงทำให้มีหน่วยเป็นองศาเซลเซียส (°C)

- L_λ = ค่าการแผ่รังสีเชิงคลื่น (TOA Spectral radiance)
มีหน่วยเป็น (Watts / (m² * srad * μ m))
- K_1 = ค่าคงที่ในการแปลงของแบนด์ความร้อน โดยดูจากค่า
K1_Constant_Band_X ซึ่ง X คือแบนด์ 10 หรือ 11
- K_2 = ค่าคงที่ในการแปลงของแบนด์ความร้อน โดยดูจากค่า
K2_Constant_Band_X ซึ่ง X คือแบนด์ 10 หรือ 11

ตารางที่ 9 ค่าคงที่ Metadata File สำหรับช่วงคลื่นอินฟราเรดความร้อน

Band	Radiance		K_1	K_2
	Mult_Band	Add_Band		
10	0.0003342	0.1	774.89	1321.08
11	0.0003342	0.1	480.89	1201.14

3. การคำนวณค่าอุณหภูมิพื้นผิว LST

เนื่องจากข้อมูลภาพดาวเทียม Landsat 8 มีช่วงคลื่นความร้อน 2 ช่วงคลื่น คือ ช่วงคลื่นความร้อนแบนด์ 10 และช่วงคลื่นความร้อนแบนด์ 11 ดังนั้น ในสมการของ Split-Window Algorithm จึงนำช่วงคลื่นความร้อนนี้มาคำนวณร่วมกัน และมีการกำหนดค่าคงที่สำหรับหลักการคำนวณในตารางที่ 10 ดังตัวอย่าง สมการที่ 6 นี้

$$LST = TB_{10} + C_1(TB_{10} - TB_{11}) + C_2(TB_{10} - TB_{11})^2 + C_0 + (C_3 + C_4W)(1 - m) + (C_5 + C_6W)\Delta m$$

(6)

- โดยที่ TB_{10}, TB_{11} = อุณหภูมิสัมบูรณ์ (Brightness Temperature) ของแบนด์ 10 และ 11
- C_0 ถึง C_6 = ค่าคงที่สำหรับ Split-Window algorithm
- W = ค่าคงที่ไอน้ำในชั้นบรรยากาศ (Atmospheric water-vapour content)
- m = ค่าเฉลี่ยของ LSE
- Δm = ผลต่างของค่า LSE

LSE = ค่าการแผ่รังสีพื้นผิว (Land Surface Emissivity)

ตารางที่ 10 ค่าคงที่สำหรับหลักการ Split-Window Algorithm

ค่าคงที่	ค่าของค่าคงที่
C_0	-0.268
C_1	1.378
C_2	0.183
C_3	54.300
C_4	-2.238
C_5	-129.200
C_6	16.400

3.1 การประมาณค่าดัชนีพืชพรรณ NDVI ซึ่งใช้ช่วงคลื่นสีแดง (RED) และช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้ (NIR) เข้าสู่สมการ โดยค่าที่ได้จะอยู่ในช่วงระหว่าง -1 ถึง 1 ดังตัวอย่าง สมการที่ 7 ดังนี้

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED} \quad (7)$$

3.2 การประมาณค่า Fractional Vegetation Cover (FVC) ดังตัวอย่าง สมการที่ 8 ดังนี้

$$FVC = \frac{NDVI - NDVI(soil)}{NDVI(Vegetation) - NDVI(Soil)} \quad (8)$$

โดยที่ $NDVI(Vegetation)$ = ค่าสูงสุดของ $NDVI$
 $NDVI(Soil)$ = ค่าต่ำที่สุดของ $NDVI$

3.3 การประมาณค่าการแผ่รังสีพื้นผิว Land Surface Emissivity (LSE) ซึ่งมีการกำหนดค่า Emissivity ไว้ในตารางที่ 11 เพื่อเข้าสู่ตัวอย่าง สมการที่ 9 ดังนี้

$$LSE = \epsilon_s * (1 - FVC) + \epsilon_v * FVC \quad (9)$$

โดยที่ ϵ_s = Emissivity for soil
 ϵ_v = Emissivity for vegetation

ตารางที่ 11 ค่า Emissivity

Emissivity	Band 10	Band 11
ϵ_s	0.971	0.977
ϵ_v	0.987	0.989

3.4 การประมาณค่าเฉลี่ยและค่าผลต่างของ LSE ดังตัวอย่าง สมการที่ 10 และ 11
 ดังนี้

$$m = \frac{LSE_{10} + LSE_{11}}{2} \quad (10)$$

$$\Delta m = LSE_{10} - LSE_{11} \quad (11)$$

ทฤษฎีกล้องถ่ายภาพความร้อน

กล้องถ่ายภาพความร้อน หรือกล้องถ่ายภาพด้วยแสงอินฟราเรด (Thermal Imaging Camera) กล้องถ่ายภาพนี้สามารถสร้างภาพจากการแผ่รังสีอินฟราเรดที่ถ่ายทอดออกมาจากวัตถุ ไปสู่สิ่งแวดลอม และสร้างภาพแถบสี ที่วัตถุที่ร้อนกว่าจะแสดงสีสว่าง และวัตถุที่เย็นกว่าจะแสดงสีมืดกว่า โดยพลังงานอินฟราเรดนี้ สร้างมาจากการสั่นสะเทือนของอะตอมและโมเลกุล มีพฤติกรรมคล้ายกับแสงสว่างที่มองเห็น ซึ่งสามารถสะท้อน หักเห ดูดซับ และเปล่งแสง ยิ่งโมเลกุลเหล่านี้ เคลื่อนไหวมากก็จะยิ่งทำให้อุณหภูมิของวัตถุสูงขึ้น ซึ่งเมื่อนำภาพที่ได้จากกล้องถ่ายภาพความร้อน มาเปรียบเทียบกับกล้องถ่ายภาพธรรมดาแล้วพบว่า กล้องถ่ายภาพธรรมดาใช้การสร้างภาพจากแสงที่มองเห็น ได้ ซึ่งมีความยาวคลื่นอยู่ในช่วง 450 – 750 นาโนเมตร แต่กล้องถ่ายภาพความร้อน ทำงานกับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความยาวคลื่นประมาณ 14,000 นาโนเมตร ซึ่งไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า และสามารถนำภาพถ่ายความร้อนนี้ไปทำการสแกนพื้นผิวของวัตถุ โดยที่ไม่มี

ทำลายวัตถุ และเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ทำให้ตรวจสอบปัญหาที่อาจเกิดขึ้นได้อย่างรวดเร็ว และลดความเสียหายที่จะเกิดขึ้นในการแก้ไขปัญหากล้องถ่ายภาพความร้อนมีสีหลายสี เช่น ขาว/ดำ สีเหลือง หรือสีรุ้ง ซึ่งสามารถเลือกสีได้ตามวัตถุประสงค์ที่ใช้งาน สีแบบเหลืองมักจะใช้ในการตรวจสอบบ้าน สีขาว/ดำจะช่วยในการตรวจหารายละเอียดในรูปภาพ และสีรุ้งจะเป็นสีที่ดีที่สุดที่สามารถบอกความแตกต่างของอุณหภูมิได้

ปัจจัยที่มีผลต่อการใช้งานกล้องถ่ายภาพความร้อน มี 5 ปัจจัย ดังนี้

1. ระยะห่างระหว่างผู้ส่งกับอุปกรณ์
2. สภาพพื้นที่ที่ต้องเข้าตรวจสอบ
3. สภาพมลภาวะของพื้นที่
4. สภาพอากาศขณะตรวจสอบ
5. แสงสว่างบริเวณที่ตรวจสอบ

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

บริษัท เทอร์โมสแกน จำกัด (2555) ได้นำกล้องถ่ายภาพความร้อนมาตรวจวัดอุณหภูมิร่างกาย โดยใช้ตรวจคัดกรองผู้สงสัยที่เป็นโรคไข้หวัดใหญ่สายพันธุ์ใหม่ 2009 (H1N1) หรือโรคอีโบลา (Ebola) เพื่อคัดแยกผู้ที่มีอุณหภูมิสูงออกจากผู้ป่วยทั่วไป และบุคคลปกติโดยไม่ต้องสัมผัสผู้ป่วย ซึ่งในปัจจุบันจะใช้วิธีการตรวจวัดอุณหภูมิจากปรอทวัดไข้ หรือใช้เครื่องวัดอุณหภูมิที่เสียบเข้าทางหูทำให้ต้องสัมผัสผู้ป่วย โดยเสี่ยงต่อการแพร่กระจายของเชื้อโรค ดังนั้น เทคโนโลยีดังกล่าว จึงช่วยคัดกรองผู้ป่วยได้หลายคนพร้อมกัน และให้บริการตรวจวัดได้อย่างรวดเร็วปลอดภัย เพื่อแยกผู้ป่วยไปเข้ารับการรักษาต่อไป ดังภาพที่ 14 แสดงผู้สงสัยที่มีอุณหภูมิของร่างกายที่สูง ดูจากสีเขียวที่บริเวณร่างกาย และสามารถตรวจสอบอุณหภูมิร่างกายได้ที่ระดับความร้อนที่แถบขาวมือ (ภาพที่ 15) อีกทั้งยังนำมาใช้เป็นเครื่องมือในการตรวจสอบอุตสาหกรรม (ภาพที่ 16) เช่น ตรวจสอบอาคารว่ามีประสิทธิภาพตามข้อกำหนด ใช้ตรวจสอบประสิทธิภาพการติดตั้งฉนวนไฟฟ้า ใช้หาตำแหน่งของอากาศที่รั่วไหล ใช้ตรวจสอบการออกแบบโครงสร้างและหาตำแหน่งที่มีความชื้นซึมออกมา ใช้ในการตรวจสอบความร้อนที่สูญเสียในอาคาร ใช้ในการหาตำแหน่งของสายไฟหรือท่อที่มีความร้อน ใช้ในการหาตำแหน่งที่เชื้อราเติบโต เป็นต้น หรือนำกล้องถ่ายภาพความร้อน มาประยุกต์กับงานตรวจสอบไฟฟ้า และเครื่องกล ตัวอย่างเช่น ใช้สำหรับการตรวจสอบหม้อแปลงไฟฟ้า หม้อแปลงเครื่องวัด ลูกถ้วยไฟฟ้า (Electrical insulator) ฟีวส์ สวิตช์ตัดตอนแรงสูง คาปาซิเตอร์ ใช้สำหรับการตรวจสอบการเชื่อมต่อของสายเคเบิล สายแลน แมก

เนติกคอนแทรกเตอร์ในแต่ละจุดขั้วต่อไฟฟ้า ใช้สำหรับการตรวจสอบมอเตอร์ ใช้สำหรับการตรวจสอบระบบความร้อนต่างๆ ของเครื่องยนต์ในอุตสาหกรรมรถยนต์ (ภาพที่ 17)



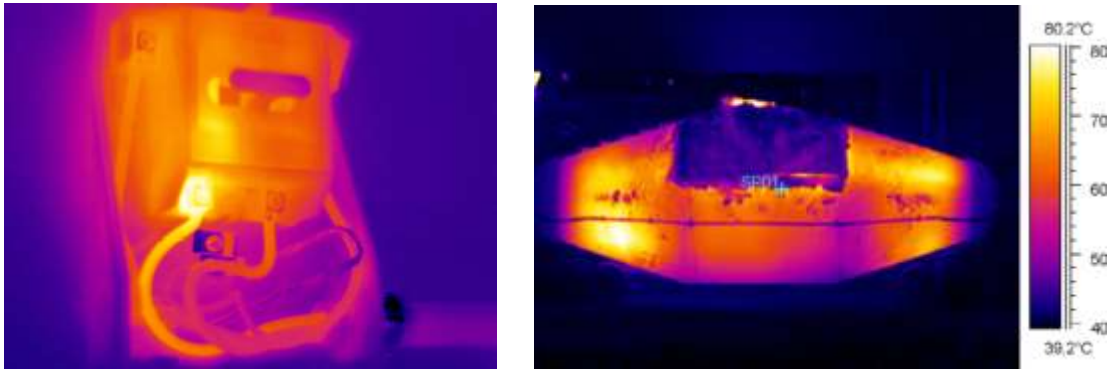
ภาพที่ 14 การนำกล้องถ่ายภาพความร้อนไปใช้สำหรับการคัดกรองผู้ติดเชื้อโรคโควิด-19
ที่มา : บริษัท เทอร์โมสแกน จำกัด, 2555



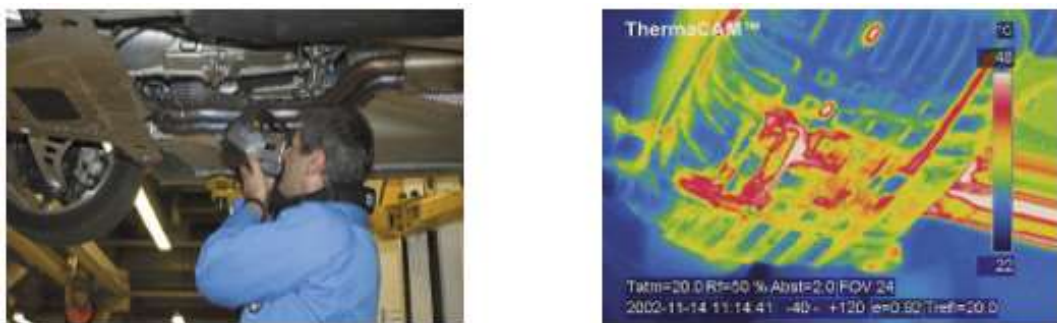
ภาพที่ 15 ภาพถ่ายจากกล้องถ่ายภาพความร้อน สำหรับตรวจวัดอุณหภูมิของร่างกาย
ที่มา : บริษัท เทอร์โมสแกน จำกัด, 2555

ยุทธพงศ์ ทัพผดุง และศิริวัฒน์ โทศิริกุล (2555) ได้ใช้กล้องถ่ายภาพความร้อน ในงานฉนวนกันความร้อน โดยที่ฉนวนกันความร้อน มีหน้าที่ป้องกันความร้อน มีจุดประสงค์เพื่อไม่ให้ความร้อนจากภายในหรือภายนอกถ่ายเทเข้าไปหรือออกจากระบบหรือห้องที่ต้องการควบคุมอุณหภูมิได้ ซึ่งมีการประยุกต์ในอุตสาหกรรมต่างๆ มากมาย อาทิเช่น อุตสาหกรรมปิโตรเคมี อุตสาหกรรมอาหาร และอุตสาหกรรมอื่นๆ ซึ่งจะเกี่ยวข้องกับระบบปรับอากาศและระบบทำความเย็นต่างๆ หรือระบบแลกเปลี่ยนความร้อนต่างๆ ซึ่งการซำรุดของฉนวนกันความร้อน ทำให้ความร้อนสามารถเข้าหรือออกไปในบริเวณที่เราต้องการควบคุม และส่งผลโดยตรง ทำให้ระบบทำความร้อน หรือความเย็นต้องทำงานและสิ้นเปลืองพลังงานเพิ่มขึ้น ดังนั้น ควรหมั่นตรวจสอบฉนวนกัน

ความร้อนด้วยกล้องถ่ายภาพความร้อนอย่างสม่ำเสมอ เพื่อทราบถึงการชำรุดของฉนวนได้อย่าง
ทันทั่วทั้งที่



ภาพที่ 16 ภาพถ่ายจากกล้องถ่ายภาพความร้อน สำหรับการตรวจสอบอุตสาหกรรม
ที่มา : บริษัท เทอร์โมสแกน จำกัด, 2555



ภาพที่ 17 การนำกล้องถ่ายภาพความร้อนไปใช้ในอุตสาหกรรมรถยนต์
ที่มา : บริษัท เทอร์โมสแกน จำกัด, 2555

ยุทธศักดิ์ ทอดทอง และคณะ (2554) ได้ศึกษาการตรวจจับรอยขีดข่วนบนแผ่นแม่เหล็ก
บันทึกข้อมูล โดยอาศัยกล้องตรวจจับความร้อน (Thermal Infrared Camera) ซึ่งจะอาศัยคลื่น
อินฟราเรดที่อยู่ระหว่างความยาวคลื่น 0.75 – 14 ไมโครเมตร กล้องถ่ายภาพความร้อนจะรับคลื่น
อินฟราเรดที่แผ่จากผิวหน้าของวัตถุ กล่าวคือ เมื่อมีความแตกต่างของอุณหภูมิบนผิวหน้ากับรอยขีด
ข่วนคลื่นอินฟราเรด ที่แผ่ออกมาจากสองบริเวณย่อมต่างกัน จึงสามารถเห็นความแตกต่างของสีที่
แสดงออกมาจากภาพความร้อนได้

ธีรยุทธ นนทวงษ์ วิรุฬห์ พันวงษา และสุทธิกานต์ พิกุลทอง (2556) ได้ทำการศึกษาการถ่ายภาพความร้อนของอุปกรณ์ไฟฟ้าด้วยเทอร์โมสแกน ร่วมกับบริษัท นนกรูป จำกัด ระหว่างโครงการสหกิจศึกษาของมหาวิทยาลัยสยาม ได้นำเทอร์โมสแกนมาใช้ในการตรวจสอบหาความร้อนของอุปกรณ์ไฟฟ้าของอาคารและโรงงานอุตสาหกรรมตั้งแต่ระบบแรงสูงหน้าโรงงานจนถึงระบบแรงต่ำภายในโรงงาน (ภาพที่ 18) เพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพของระบบ เช่น การตรวจสอบสภาพฉนวนในระบบไฟฟ้า การหาตำแหน่งอากาศรั่วไหล เป็นต้น



ภาพที่ 18 ตัวอย่างภาพถ่ายความร้อนบริเวณเสาไฟฟ้าแรงสูงหน้าโรงงาน

ที่มา : ธีรยุทธ นนทวงษ์ วิรุฬห์ พันวงษา และสุทธิกานต์ พิกุลทอง, 2556

สุจิตรา เจริญหิรัญยิ่งยศ (2559) ได้ศึกษาการตรวจหาพื้นที่ระบาศของเพ็ลี่ยเป็งน้ำมันลำปะหลังด้วยช่วงคลื่นอินฟราเรดความร้อน โดยที่อุณหภูมิพื้นผิวจากภาพถ่ายดาวเทียม สามารถแสดงความแตกต่างของอุณหภูมิเรือนยอดของต้นไม้ และสามารถแสดงความเครียดที่เกิดกับพืชได้ ข้อมูลที่ใช้ คือ ภาพถ่ายจากดาวเทียมแลนด์แซท 8 และเทอร์ราโมดิส บันทึกข้อมูลในช่วงเดือนเมษายน ปี พ.ศ. 2557 เนื่องจาก เป็นช่วงที่พบการระบาศของเพ็ลี่ยเป็ง ผลจากการวิจัยพบว่าความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวกับร้อยละของพื้นที่ระบาศของเพ็ลี่ยเป็งเป็นแบบแปรตามกัน กล่าวคือ ในบริเวณที่มีอุณหภูมิพื้นผิวที่สูง ค่าร้อยละของพื้นที่ระบาศของเพ็ลี่ยเป็งจะสูงตามไปด้วย ซึ่งอุณหภูมิพื้นผิวแบนด์ 10 ($R^2 = 0.788$) ของภาพถ่ายจากดาวเทียมแลนด์แซท 8 มีประสิทธิภาพในการตรวจหาพื้นที่ระบาศได้ดีกว่า อุณหภูมิพื้นผิวแบนด์ 11 ($R^2 = 0.557$) ในขณะที่พบว่าอุณหภูมิพื้นผิวจากภาพถ่ายดาวเทียมเทอร์ราโมดิสช่วงคลื่นอินฟราเรดความร้อนแบนด์ 31 (อุณหภูมิกลางวัน) และแบนด์ 32 (อุณหภูมิกกลางคืน) ไม่สามารถตรวจหาพื้นที่ระบาศได้ เนื่องจากพบว่าอุณหภูมิกกลางวันภาพถูกปกคลุมด้วยเมฆจนไม่มีข้อมูล ส่วนอุณหภูมิกกลางคืน มีค่าความ

แตกต่างของอุณหภูมิกลางคืนเพียง 1.6 องศาเซลเซียส ทำให้ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกลางคืนกับร้อยละการระเหยที่ได้ต่ำมาก ($R^2 = 0.017$) จนไม่สามารถนำไปใช้ตรวจหาการระเหยได้ โดยสรุปพบว่าช่วงคลื่นอินฟราเรดความร้อนจากภาพถ่ายจากดาวเทียมแลนดส์แซท 8 มีศักยภาพในการตรวจหาพื้นที่ระเหยของเปลือยแข็งในมันสำปะหลังได้ดีกว่าภาพถ่ายจากดาวเทียมเทอร์ราโมดิส

กนกกร สุขสบาย และกาญจนา นาคะภากร (2557) ได้ศึกษาการตรวจวัดพื้นที่ที่เกิดไฟป่าด้วยช่วงคลื่นเทอร์มอลอินฟราเรดของภาพถ่ายดาวเทียมแลนดส์แซท : กรณีศึกษาอำเภอไทรโยค จังหวัดกาญจนบุรี ประเทศไทย ได้อธิบายถึงประโยชน์ว่า ปกติดาวเทียมที่นิยมใช้ในการตรวจหาไฟป่า ได้แก่ ดาวเทียม GOES, ดาวเทียม MODIS และดาวเทียม NOAA ซึ่งเป็นดาวเทียมทางอุตุนิยมวิทยา และการสำรวจทรัพยากรธรรมชาติ ตัวอย่างเช่น ดาวเทียม NOAA จะโคจรรอบโลกที่ระดับความสูงประมาณ 850 กิโลเมตร และโคจรกลับมาที่จุดเดิมในทุกๆ 100 นาที แต่พื้นที่ที่เกิดไฟป่าจะต้องมีเนื้อที่อย่างน้อยที่สุด 1.21 ตารางกิโลเมตร จึงจะตรวจพบไฟได้ซึ่งพบว่าแก้ปัญหาไม่ทันการณ์พร้อมกับจะเกิดความเสียหายเป็นอย่างมาก อีกทั้งยังควบคุมไฟลำบาก ค่าใช้จ่ายสูง ดังนั้นจึงใช้เทคโนโลยีการสำรวจระยะไกลเข้ามาในช่วยในการศึกษาด้วยการใช้ช่วงคลื่นความร้อนของดาวเทียม Landsat เนื่องจากสามารถช่วยในการตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงได้อย่างรวดเร็ว โดยที่ไม่จำเป็นต้องออกไปเก็บข้อมูลในพื้นที่จริง และยังให้ความถูกต้องในระดับที่ยอมรับได้ ทำให้ประหยัดเวลาและค่าใช้จ่ายอีกด้วย สำหรับในงานวิจัยนี้ได้ใช้ข้อมูล Landsat 5 TM จำนวน 2 ช่วงเวลา และ Landsat 8 OLI Band 10 และ Band 11 ในวันเดียวกัน มาวิเคราะห์หาค่าความส่องสว่างของอุณหภูมิ (Brightness Temperature : TB) พร้อมกับการตรวจสอบความถูกต้องจากการสำรวจพื้นที่ศึกษาจากการเก็บข้อมูลภาคสนามบริเวณจุดที่เกิดไฟป่า ซึ่งผลการวิจัยพบว่า ค่าความส่องสว่างของอุณหภูมิจากภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 8 Band 10 มีค่าสูงที่สุดที่บริเวณป่าวังใหญ่ และป่าแม่ น้ำน้อย มีค่าเท่ากับ 301.6 K และในส่วนของ การ Extract บริเวณที่เกิดไฟป่าจากดาวเทียม Landsat ทุกภาพ โดยเลือก Pixel ที่มีค่าการส่องสว่างของอุณหภูมิมากกว่า 288 K (อุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยของโลกโดยปกติ) พบว่า นอกจากบริเวณที่เกิดไฟป่าตามพิกัดอ้างอิงแล้ว ยังพบพื้นที่ที่มีโอกาสเกิดไฟป่าอีกหลายจุด และมีอุณหภูมิที่ค่อนข้างสูง ซึ่งหลังจากการตรวจสอบข้อมูลภาคสนาม และประมวลผลด้วยสถิติ RMSE ได้ค่าความถูกต้องเท่ากับ 93.0 แสดงว่าไฟที่เกิดขึ้นนั้นเป็นไฟที่เกิดจากไฟป่าทั้งสิ้น

วิษณุ ก่อพิมพ์ (2556) ได้ศึกษาอิทธิพลของการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินต่อการเกิดปรากฏการณ์เกาะความร้อนพื้นผิวของกรุงเทพมหานคร โดยประยุกต์ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Landsat ในช่วงคลื่นอินฟราเรดความร้อน แบนด์ 6 จากภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 5 TM

ความละเอียด 120 x 120 เมตร และ ในช่วงคลื่นอินฟราเรดความร้อน แบนด์ 10 จากภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 8 Thermal Infrared Sensor (TIRS) ความละเอียด 100 x 100 เมตร มาใช้ในการประมาณค่าอุณหภูมิพื้นผิว รวมทั้งทำการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ จนถึงการศึกษาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวและสัดส่วนการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน ผลการศึกษาพบว่า พื้นที่ใดมีสัดส่วนความเป็นเมืองมาก ยิ่งส่งผลทำให้อุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้น ทั้งภาพถ่ายจากดาวเทียม Landsat 5 TM และ Landsat 8 ในช่วงคลื่นอินฟราเรดความร้อน

ภราดร กาญจนสุธรรม นิพนธ์ ตั้งธรรม และเรืองโร โตกฤษณะ (2554) ได้ศึกษาการประมาณผลผลิตต่อไร่ของข้าวนาปรังด้วยข้อมูลดาวเทียม SMMS โดยใช้ดัชนีความแตกต่างพืชพรรณ (NDVI) : กรณีศึกษาอำเภอเมือง จังหวัดสุพรรณบุรี ซึ่งในการวิจัยนี้ได้มีการสำรวจภาคพื้นดิน และเปรียบเทียบกับภาพถ่ายดาวเทียม SMMS ในช่วงเวลาการเจริญเติบโต (Stage of Growth) ของพื้นที่ปลูกข้าวนาปรังแบ่งออกเป็น 4 ระยะ ตามระยะการเจริญเติบโตของข้าว คือ ระยะเวลาประมาณ 30 วันหลังจากหว่านหรือดำ เป็นการเจริญเติบโตทางต้น และใบ (Vegetation Phase) ระยะเวลาประมาณ 60 วันหลังจากหว่านหรือดำ เป็นการเจริญเติบโตทางต้น และใบ เช่นเดียวกัน ระยะเวลาประมาณ 90 วันหลังจากหว่านหรือดำ เป็นการเจริญเติบโตทางการเจริญพันธุ์ (Reproduction Phase) และระยะเวลาประมาณ 120 วัน หลังจากหว่านหรือดำ เป็นการเจริญเติบโตของเมล็ด (Ripening Phase) หลังจากนั้นจึงนำค่าสะท้อนพลังงานคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่บันทึกโดยข้อมูลจากภาพถ่ายดาวเทียม SMMS ไปคำนวณหาค่า NDVI พร้อมกับนำผลลัพธ์เปรียบเทียบกับข้อมูลสำรวจภาคพื้นดินติดตามการเจริญเติบโตของพื้นที่ปลูกข้าวนาปรัง ซึ่งเมื่อข้าวยุอายุ 30, 60, 90 และ 120 วัน ได้ค่า NDVI เฉลี่ย เท่ากับ 0.3286 0.4041 0.4734 และ 0.4565 ตามลำดับ แล้วทำการคำนวณค่าผลผลิตต่อไร่ ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1,299 กิโลกรัม/ไร่

ศุทธิณี ดนตรี และชาคริต ไซตอมรสศักดิ์ (2552) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวและรูปแบบการใช้ที่ดินจากข้อมูลระยะไกลในแอ่งเชิงใหม่ – ลำพูน ซึ่งในการวิจัยนี้ได้ใช้ข้อมูลอุณหภูมิพื้นผิวจากคลื่นอินฟราเรดความร้อนของข้อมูลดาวเทียม Landsat 7 ETM+ และ Landsat 5 TM นำมาเปรียบเทียบกับข้อมูลสภาพอากาศราย 6 ชั่วโมงจากสถาบันวิจัยบรรยากาศแห่งชาติและศูนย์การพยากรณ์ด้านสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ประเทศสหรัฐอเมริกา (แบบจำลอง MM5) การศึกษาพบว่า ไม่มีความแตกต่างกันมากระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวจากข้อมูลดาวเทียม Landsat และจากแบบจำลอง MM5 และมีรูปแบบการกระจายตัวของอุณหภูมิผิวเชิงพื้นที่ที่เหมือนกันในแอ่ง

เชียงใหม่ – ถ้าพูน ข้อมูลดาวเทียม Landsat จึงมีความน่าเชื่อถือในด้านความถูกต้อง และให้รายละเอียดเชิงพื้นที่ได้มากกว่าข้อมูลจากแบบจำลอง MM5

ปฐมพงษ์ สุขทอง (2551) ได้ศึกษาการประยุกต์ใช้ข้อมูลระยะไกล ช่วงคลื่นความร้อน เพื่อศึกษาปรากฏการณ์โดมความร้อนของเมือง กรณีศึกษา : พื้นที่เมืองปทุมธานี มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลภาพดาวเทียมเชิงตัวเลขช่วงคลื่นความร้อนกับค่าอุณหภูมิพื้นผิว ประเภทสิ่งปกคลุมดิน และการเกิดปรากฏการณ์โดมความร้อนของเมือง บริเวณพื้นที่เมืองของจังหวัดปทุมธานี โดยใช้ข้อมูลภาพดาวเทียมเชิงตัวเลข TERRA (ASTER) ช่วงคลื่นความร้อน แบนด์ 10 ถึงแบนด์ 14 ความละเอียดของจุดภาพ 90 เมตร ช่วงเวลากลางคืนบันทึกข้อมูลวันที่ 7 ธันวาคม พ.ศ. 2550 เวลา 22.40 น. และช่วงเวลากลางวันบันทึกข้อมูลวันที่ 8 ธันวาคม พ.ศ. 2550 เวลา 10.55 น. นำมาศึกษาความสัมพันธ์ทางสถิติกับข้อมูลอุณหภูมิพื้นผิวภาคสนามที่ทำการตรวจวัด ณ เวลาเดียวกันกับการบันทึกข้อมูลดาวเทียม เพื่อใช้ในการทำนายค่าอุณหภูมิพื้นผิวของพื้นที่ศึกษา ซึ่งในงานวิจัยนี้เลือกช่วงคลื่นความร้อนแบนด์ 12 (มีช่วงความยาวคลื่นอยู่ระหว่าง 8.925 ถึง 9.275 ไมโครเมตร) เนื่องจาก เป็นแบนด์ที่มีช่วงความยาวคลื่นใกล้เคียงกับความยาวคลื่นในการสำรวจอุณหภูมิพื้นผิวภาคสนามมากที่สุด โดยอุณหภูมิพื้นผิวภาคสนามมีค่าระหว่าง 23.50 ถึง 32.12 องศาเซลเซียส นำมาคำนวณหาช่วงความยาวคลื่นที่วัดอุณหภูมิแผ่รังสีสูงที่สุดตามกฎการแทนที่ของวินอยู่ระหว่าง 9.493 ถึง 9.769 ไมโครเมตร ประกอบกับการนำมาวิเคราะห์ร่วมกับข้อมูลประเภทสิ่งปกคลุมดิน ที่ได้จากการจำแนกประเภทข้อมูลดาวเทียมเชิงตัวเลข SPOT-5 หลายช่วงคลื่น โดยวิธีการจำแนกประเภทข้อมูลภาพแบบกำกับดูแล (Supervised Classification) ด้วยเทคนิค Maximum Likelihood โดยนำข้อมูลพื้นที่ตัวอย่างจากการสำรวจข้อมูลภาคสนาม มาใช้เป็นค่าตัวแทนทางสถิติในการจำแนกประเภทของสิ่งปกคลุมดินออกเป็น 4 ประเภท คือ แหล่งน้ำ พืชพรรณ สิ่งก่อสร้าง และที่โล่ง ตามมาตรฐานของ USGS ในระดับที่ 1 และคำนวณค่าดัชนีแหล่งน้ำ (Normalized Difference Water Index : NDWI) ค่าดัชนีพืชพรรณ NDVI และดัชนีสิ่งก่อสร้าง (Normalized Difference Built-up Index : NDBI) เพื่อใช้จำแนกพื้นที่เมืองกับพื้นที่ชนบทโดยรอบ แล้วนำมาศึกษาความสัมพันธ์กับข้อมูลอุณหภูมิพื้นผิว รวมถึงการอธิบายการเกิดปรากฏการณ์โดมความร้อนของพื้นที่เมืองปทุมธานี พบว่าอุณหภูมิพื้นผิวจากการตรวจวัดภาคสนามมีความสัมพันธ์กับข้อมูลภาพดาวเทียมเชิงตัวเลข TERRA (ASTER) ช่วงคลื่นความร้อน แบนด์ 12 อย่างมีนัยสำคัญ ด้วยรูปแบบความสัมพันธ์ของสมการเส้นตรง โดยบริเวณพื้นที่ศึกษามีอุณหภูมิพื้นผิวทำนายสัมพันธ์กับประเภทสิ่งปกคลุมดิน ในช่วงเวลากลางคืน แหล่งน้ำมีค่าอุณหภูมิพื้นผิวทำนายเฉลี่ยสูงสุด รองลงมาคือ สิ่งก่อสร้าง ที่โล่ง และพืชพรรณ มีค่าอุณหภูมิพื้นผิวทำนายเฉลี่ย 26.87 26.13

26.00 และ 25.76 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ส่วนในช่วงเวลากลางวัน พบว่า ที่โล่งและสิ่งก่อสร้าง มีค่าอุณหภูมิพื้นผิวนายเฉลี่ยใกล้เคียงกันมากและมีค่าสูงที่สุด รองลงมาคือ พืชพรรณและแหล่งน้ำ มีค่าอุณหภูมิพื้นผิวนายเฉลี่ย 30.52 30.51 29.73 และ 29.13 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ส่วนปรากฏการณ์โดมความร้อนของเมือง บริเวณพื้นที่เมืองปทุมธานีพบว่า ช่วงเวลากลางคืนอุณหภูมิพื้นผิวนายเฉลี่ยของพื้นที่เมืองสูงกว่าพื้นที่ชนบท 0.60 องศาเซลเซียส ในขณะที่ช่วงเวลากลางวัน อุณหภูมิพื้นผิวนายเฉลี่ยของพื้นที่เมืองสูงกว่าพื้นที่ชนบท 1.26 องศาเซลเซียส และการวิจัยนี้ได้ให้ข้อเสนอแนะว่าควรเก็บข้อมูลปัจจัยอื่นๆ เช่น ความชื้นสัมพัทธ์ ทิศทางและความเร็วลม หรือปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อค่าอุณหภูมิพื้นผิวนาย และใช้เทอร์โมมิเตอร์บรรจุในเรือนเทอร์โมมิเตอร์ที่เป็นมาตรฐานสากลตรวจวัดอุณหภูมิพื้นผิวนายภาคสนาม ณ เวลาเดียวกันกับการบันทึกข้อมูลของดาวเทียม จะเป็นประโยชน์ และมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น เพราะสามารถนำไปใช้หาค่าอุณหภูมิพื้นผิวนาย หรือนำไปใช้ตรวจสอบความถูกต้องของอุณหภูมิพื้นผิวนาย แต่อาจจะทำให้เพิ่มขึ้นตอนในการปฏิบัติงาน ต้องใช้กำลังคน และงบประมาณที่สูงมากยิ่งขึ้น

กนกวรรณ โคมลวีระเกตุ (2541) ได้ศึกษาผลของสิ่งปกคลุมดินต่อการเกิดปรากฏการณ์เกาะความร้อนของเมืองในกรุงเทพมหานคร โดยการหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าอุณหภูมิพื้นผิวนาย ค่าดัชนีพืชพรรณ ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมที่คำนวณได้จากข้อมูลดาวเทียม Landsat TM แบ่งการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินออกเป็น 9 ประเภท ดังนี้ 1) พื้นที่ที่อยู่อาศัย 2) พื้นที่อุตสาหกรรม 3) พื้นที่ที่อยู่อาศัยปะปนกับอุตสาหกรรม 4) พื้นที่ที่มีพืชปกคลุม 5) นาข้าวที่เก็บเกี่ยวแล้ว 6) พื้นดินเปิดโล่ง 7) นาที่ข้าวกำลังเจริญเติบโต หรือพื้นที่ชุ่มน้ำ 8) บ่อเลี้ยงสัตว์น้ำ และ 9) แหล่งน้ำ ซึ่งผลจากการศึกษาพบว่า ค่าดัชนีพืชพรรณ มีความสัมพันธ์แบบผกผันกับค่าอุณหภูมิพื้นผิวนาย นอกจากนี้ค่าดัชนีพืชพรรณ และค่าอุณหภูมิพื้นผิวนายยังแปรผันไปตามลักษณะ และคุณสมบัติของพื้นที่ที่ปกคลุมด้วย โดยพื้นที่ที่มีพืชปกคลุมจะมีค่าดัชนีพืชพรรณสูง และมีค่าอุณหภูมิพื้นผิวนายต่ำ ในขณะที่พื้นที่สิ่งก่อสร้าง และพื้นดินเปิดโล่งจะมีค่าดัชนีพืชพรรณต่ำ และมีค่าอุณหภูมิพื้นผิวนายสูง ดังนั้นจากลักษณะดังกล่าวทำให้เห็นว่า บริเวณที่มีพืช ค่าอุณหภูมิพื้นผิวนายจะต่ำกว่าบริเวณที่ไม่มีพืช

Rajeshwari and Mani (2014) ได้ศึกษาการประมาณค่าอุณหภูมิพื้นผิวนายของ Dindigul District โดยใช้ข้อมูลจากดาวเทียม Landsat 8 ซึ่งอุณหภูมิพื้นผิวนายจากหลักการ Split-Window Algorithm นั้นต้องใช้ข้อมูล OLI เพื่อหาค่า Emissivity และค่าดัชนีพืชพรรณ NDVI ส่วนข้อมูล TIR แบนด์ 10 และแบนด์ 11 ใช้ในการประมาณค่า Spectral Radiance ผลการศึกษาพบว่าค่าอุณหภูมิพื้นผิวนายสูงในพื้นที่ที่แห้งแล้ง และอุณหภูมิพื้นผิวนายต่ำในพื้นที่เนินเขาเนื่องจากมีพืชปกคลุม

และพบว่าหลักการ Split-Window Algorithm ที่ใช้ช่วงคลื่นอินฟราเรดความร้อน แบนด์ 10 และ แบนด์ 11 พร้อมกับข้อมูล OLI แบนด์ 2-5 เพื่อทำการหาอุณหภูมิพื้นผิวมีความน่าเชื่อถือและถูกต้อง

Md Shahid Latif (2014) ได้ศึกษาอุณหภูมิพื้นผิวของข้อมูลดาวเทียม Landsat 8 โดยใช้ หลักการ Split-Window Algorithm กรณีศึกษา Rancho District ในงานวิจัยนี้ได้ กล่าวถึงว่าอุณหภูมิพื้นผิวเป็นปัจจัยสำคัญในติดตามการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลก การเจริญเติบโตของพืช รวมถึงน้ำแข็งบริเวณขั้วโลก ซึ่งผลการศึกษาพบว่า พื้นที่ร้อยละ 51.596 ของพื้นที่ทั้งหมดมีอุณหภูมิระหว่าง 35-40 °เซลเซียส และอีกร้อยละ 41.048 มีอุณหภูมิระหว่าง 40-45 °เซลเซียส ดังนั้นร้อยละ 92.644 ของพื้นที่ทั้งหมดมีอุณหภูมิพื้นผิวอยู่ที่ประมาณ 40 °เซลเซียส ในวันที่ 4 เมษายน ค.ศ. 2014

Reiji, Masao, and Satoru (2015) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวและคุณภาพของข้าวใน Tottori Prefecture ประเทศญี่ปุ่น โดยใช้ข้อมูลจากดาวเทียม MODIS ช่วงเดือนสิงหาคม ระยะข้าวสุก (Ripening Stage) ซึ่งโดยปกติคุณภาพของข้าวพื้นที่ Tottori Prefecture จะมีคุณภาพต่ำกว่าพื้นที่อื่นๆ ที่ใกล้เคียงกัน ผลการศึกษาพบว่า คุณภาพข้าวลดลงเมื่อค่าอุณหภูมิพื้นผิวเพิ่มขึ้น และค่าอุณหภูมิพื้นผิวของข้าวที่มีคุณภาพต่ำกว่าร้อยละ 50 จะมีอุณหภูมิ 33.9 °เซลเซียส สำหรับในเดือนสิงหาคม พบว่า อุณหภูมิพื้นผิวมีค่ามากกว่า 33.9 °เซลเซียส กระจายอยู่มากในพื้นที่ชายฝั่ง พื้นที่ลุ่ม ส่วนพื้นที่ที่มีคุณภาพของข้าวสูงที่สุดจะอยู่บริเวณพื้นที่ระหว่างภูเขาที่มีค่าอุณหภูมิพื้นผิวน้อยกว่า 33.9 °เซลเซียส

จากงานวิจัยที่ได้ศึกษามานี้มีการนำช่วงคลื่นอินฟราเรดความร้อนมาใช้ในการตรวจสอบพื้นที่ระบาดของโรคพืชในด้านการเกษตร การหาพื้นที่เกิดไฟป่า การเกิดปรากฏการณ์เกาะความร้อนพื้นผิว การตรวจสอบคุณภาพของข้าว ด้วยหลักการและข้อมูลดาวเทียมที่แตกต่างกันไป แต่ยังไม่มียานวิจัยใดที่นำข้อมูลดาวเทียม Landsat 8 OLI และ TIRS แบนด์ 10-11 มาหาค่าอุณหภูมิพื้นผิวด้วยหลักการ Split-Window Algorithm เพื่อตรวจวัดอุณหภูมิพื้นผิวของพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน และพื้นที่นาข้าวตามระยะการเจริญเติบโต โดยจะอธิบายถึงวิธีดำเนินการวิจัยในบทต่อไป

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการศึกษา การตรวจวัดอุณหภูมิพื้นผิวของนาข้าวตามระยะการเจริญเติบโต โดยใช้ช่วงคลื่นอินฟราเรดความร้อน ด้วยข้อมูลจากดาวเทียม ประกอบด้วยกระบวนการและขั้นตอนในการวิเคราะห์และจำแนกประเภทข้อมูล ดังต่อไปนี้

1. ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา
2. อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา
3. การเตรียมข้อมูล
4. ขั้นตอนการวิเคราะห์พื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน
5. ขั้นตอนการวิเคราะห์อุณหภูมิพื้นผิว และดัชนีพืชพรรณ NDVI

ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา

การตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิพื้นผิวของข้าวในช่วงคลื่นอินฟราเรดความร้อน ด้วยข้อมูลจากดาวเทียม Landsat 8 ได้แบ่งลักษณะของข้อมูลออกเป็น 2 ลักษณะ ดังนี้

1. ข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Data)
 - 1.1 แผนที่ขอบเขตการปกครองระดับตำบล อำเภอ และจังหวัด ของอำเภอบางน้ำเปรี้ยว จังหวัดฉะเชิงเทรา มาตรฐาน 1: 50,000 จากสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร
 - 1.2 แผนที่ภูมิประเทศ (Topographic Map) มาตรฐาน 1: 50,000 ชุด L7018 จากกรมแผนที่ทหาร
 - 1.3 แผนที่ชุดดิน อำเภอบางน้ำเปรี้ยว จังหวัดฉะเชิงเทรา จากกรมพัฒนาที่ดิน
 - 1.4 แผนที่แสดงความเหมาะสมในการเพาะปลูกข้าวนาปี และข้าวนาปรัง อำเภอบางน้ำเปรี้ยว จังหวัดฉะเชิงเทรา จากศูนย์สารสนเทศการเกษตร สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร
 - 1.5 แผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน อำเภอบางน้ำเปรี้ยว จังหวัดฉะเชิงเทรา จากศูนย์สารสนเทศการเกษตร สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร
 - 1.6 ข้อมูลจากดาวเทียมในโปรแกรม Google Map
 - 1.7 ข้อมูลจากดาวเทียม Landsat 8 ระบบ OLI และ TIRS Path 129 Row 50 จำนวน 4 ภาพ โดยบันทึกเมื่อวันที่ 17 พฤศจิกายน พ.ศ. 2557 วันที่ 4 มกราคม พ.ศ. 2558 วันที่ 20 มกราคม พ.ศ. 2558 และวันที่ 5 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2558 อย่างละ 1 ภาพ ข้อมูลดังกล่าวมีเมฆปกคลุมน้อยกว่า

ร้อยละ 5 ความละเอียดเชิงพื้นที่ของข้อมูลจากดาวเทียมในช่วงคลื่นที่ตามองเห็น OLI 30 x 30 เมตร และช่วงคลื่นอินฟราเรดความร้อน TIRS ความละเอียด 100 x 100 เมตร จากหน่วยงาน USGS

2. ข้อมูลเชิงบรรยาย (Attribute Data) รวบรวมข้อมูลจากเอกสารต่างๆ ที่เกี่ยวข้องจากหน่วยงานภาครัฐและเอกชน รวมถึงการสัมภาษณ์จากบุคคลที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

2.1 ข้อมูลสถิติการเกษตร ปี พ.ศ. 2556 และพ.ศ. 2557 จากสำนักงานเกษตรอำเภอบางน้ำเปรี้ยว

2.2 ข้อมูลสถิติการเพาะปลูกข้าว ปี พ.ศ. 2556 และพ.ศ. 2557 จากสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร

2.3 ข้อมูลอุณหภูมิกอากาศ ปี พ.ศ. 2557 - พ.ศ. 2558 ของสถานีอุตุนิยมวิทยา ฉะเชิงเทรา จากกรมอุตุนิยมวิทยา

2.4 ข้อมูลการเพาะปลูกข้าว โดยรวบรวมข้อมูลจากการสำรวจภาคสนาม และการสัมภาษณ์เกษตรกรในพื้นที่ และเจ้าหน้าที่ศูนย์วิจัยข้าว จังหวัดฉะเชิงเทรา

อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

1. อุปกรณ์คอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการปฏิบัติงานด้านภูมิสารสนเทศศาสตร์ (Hardware)

1.1 ชุดเครื่องคอมพิวเตอร์ (PC Computer) หรือ Notebook

1.2 เครื่องพิมพ์ชนิดสี และขาวดำ (Printer)

1.3 เครื่องกราดภาพ (Scanner)

2. โปรแกรมการประมวลผลในด้านภูมิสารสนเทศศาสตร์ และโปรแกรมสนับสนุน (Software)

2.1 โปรแกรมด้านภูมิสารสนเทศศาสตร์ สำหรับการจัดเก็บ การจัดการ การวิเคราะห์ ข้อมูลเชิงพื้นที่ การสร้างแผนที่ การแสดงผล การแปลภาพถ่ายดาวเทียม และการนำเสนอผลการวิเคราะห์ พร้อมกับแปลงข้อมูลจากดาวเทียมเป็นชนิดไฟล์ในการวิเคราะห์อุณหภูมิ โดยแสดงเป็นข้อมูลไฟล์ภาพ ข้อมูลค่าตัวเลข ได้แก่ โปรแกรม ArcGIS for Desktop เวอร์ชัน 10.0 จากคณะภูมิสารสนเทศศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

2.2 โปรแกรมสนับสนุน ได้แก่ โปรแกรม Microsoft Excel, Microsoft Word, Microsoft PowerPoint, Microsoft Project จากคณะภูมิสารสนเทศศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

2.3 โปรแกรมสำหรับ GPS จากคณะภูมิสารสนเทศศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา เพื่อใช้ในการนำเข้าข้อมูล แสดงผลข้อมูล

2.4 โปรแกรมในการประมวลผลทางสถิติ SPSS for Windows เวอร์ชัน 17.0 จาก
วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา มหาวิทยาลัยบูรพา

3. เครื่องมือเก็บข้อมูลภาคสนาม

3.1 เครื่องกำหนดตำแหน่งบนโลก (GPS)

3.2 กล้องถ่ายภาพนิ่งแบบดิจิทัล (Digital Camera) เพื่อบันทึกข้อมูลในภาคสนาม
ประกอบการวิเคราะห์ และรายงาน

3.3 รถยนต์ใช้สำหรับการสำรวจข้อมูลภาคสนาม

3.4 เทอร์โมมิเตอร์ใช้สำหรับวัดอุณหภูมิพื้นที่ และเครื่องวัดความชื้นในอากาศ

3.5 เข็มทิศ

3.6 กล้องถ่ายภาพความร้อน

การเตรียมข้อมูล

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษา เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลจากดาวเทียม Landsat 8 ระบบ OLI Path 129 Row 50 บริเวณอำเภอบางน้ำเปรี้ยว จังหวัดฉะเชิงเทรา วันที่ 17 พฤศจิกายน พ.ศ. 2557 วันที่ 4 มกราคม พ.ศ. 2558 วันที่ 20 มกราคม พ.ศ. 2558 และวันที่ 5 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2558 จำนวนอย่างละ 1 ภาพ โดยมีทั้งหมด 11 แบนด์ ซึ่งช่วงคลื่นที่นำมาใช้ในการศึกษา คือ แบนด์ 1-7 เพื่อจำแนกพื้นที่เพาะปลูกข้าว และหาค่าดัชนีพืชพรรณ NDVI มีรายละเอียด 30 x 30 เมตร ช่วงคลื่น Panchromatic แบนด์ 8 ใช้สำหรับการปรับภาพให้มีรายละเอียดคมชัดมากยิ่งขึ้น มีรายละเอียด 15 x 15 เมตร และข้อมูลจากดาวเทียม Landsat 8 ระบบ TIRS ช่วงคลื่นอินฟราเรดความร้อน (Thermal Infrared Band) แบนด์ 10 และแบนด์ 11 มีความละเอียด 100 x 100 เมตร ในที่นี้อ้างอิงระบบพิกัดกริด UTM หมุดหลักฐานอ้างอิง WGS 1984 โซน 47 และทำการสุ่มตัวอย่างเกษตรกรจำนวน 36 ราย โดยได้รับคำแนะนำจากเจ้าหน้าที่เกษตรอำเภอบางน้ำเปรี้ยว และเจ้าหน้าที่ศูนย์วิจัยข้าวฉะเชิงเทรา เพื่อเป็นตัวแทนในการเก็บข้อมูลการเพาะปลูกของข้าวในพื้นที่อำเภอบางน้ำเปรี้ยว จังหวัดฉะเชิงเทรา

ขั้นตอนการวิเคราะห์พื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน

1. การรวมช่วงคลื่น แบนด์ 1-7 แล้วทำภาพสีผสมเท็จ (False Color Composite) โดยแบนด์ 5 ให้สีแดง แบนด์ 6 ให้สีเขียว และแบนด์ 3 ให้สีน้ำเงิน ซึ่งบริเวณที่มีพืชพรรณปกคลุมจะแสดงเป็นสีแดง

2. นำภาพที่ได้จากการผสมสีแล้ว ทำ Pan Sharpening โดยใช้ภาพสีผสมเท็จ แบนด์ 563 รายละเอียดภาพ 30 x 30 เมตร มาผ่านกระบวนการ Fusion กับแบนด์ 8 (Panchromatic) ที่เป็นภาพถ่ายดาวเทียมขาว - ดำ รายละเอียดภาพ 15 x 15 เมตร ทำให้ได้ผลลัพธ์เป็นภาพถ่ายดาวเทียมสี แบนด์ 563 ที่มีรายละเอียดภาพ 15 x 15 เมตร วิธีการนี้จะทำให้ได้ที่มีความชัดเจนมากยิ่งขึ้น ทำให้สะดวกในการนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป

3. การจำแนกพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินแบบกำกับดูแล (Supervised Classification) โดยกำหนดพื้นที่ต้นแบบ (Training Area) ออกเป็น 4 ประเภท ได้แก่ พื้นที่นาข้าว พื้นที่แหล่งน้ำ พื้นที่ชุมชนเมือง และพื้นที่ไม้ยืนต้น

4. การตรวจสอบความถูกต้อง (Accuracy Assessment) โดยใช้การสุ่มข้อมูลแบบระดับชั้น (Stratified Random Sampling) จำนวน 200 จุด แบ่งเป็นการสุ่มประเภทละ 50 จุด

ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลภูมิพื้นผิว และดัชนีพืชพรรณ NDVI

1. คำนวณค่าการแผ่รังสีเชิงคลื่น (TOA Spectral Radiance) ดังตัวอย่าง สมการที่ 12 และค่าคงที่ดังตารางที่ 12

$$L_\lambda = M_L Q_{cal} + A_L \quad (12)$$

โดยที่	L_λ	= ค่าการแผ่รังสีเชิงคลื่น (TOA Spectral Radiance) มีหน่วยเป็น (Watts / (m ² * srad * μm))
	M_L	= ค่าการคูณสำหรับการแปลงค่าเฉพาะแบนด์นั้น โดยดูจากค่า Radiance_Mult_Band_X ซึ่ง X คือ จำนวนแบนด์
	A_L	= ค่าการเพิ่มสำหรับการแปลงค่าเฉพาะแบนด์นั้น โดยดูจากค่า Radiance_Add_Band_X ซึ่ง X คือ จำนวนแบนด์
	Q_{cal}	= ค่าการวัด และการนับจำนวนขนาดภาพ (DN)

2. คำนวณอุณหภูมิสัมบูรณ์จากการแผ่รังสีเชิงคลื่น (Brightness Temperature : TB) ข้อมูลจากช่วงคลื่นอินฟราเรดความร้อน สามารถแปลงจากค่าการแผ่รังสีเชิงคลื่นเป็นอุณหภูมิสัมบูรณ์ โดยใช้ข้อมูลช่วงคลื่นความร้อนจาก Metadata File ดังตารางที่ 12 แล้วทำการแปลงค่าอุณหภูมิสัมบูรณ์จากหน่วยเคลวิน เป็นองศาเซลเซียส ดังตัวอย่าง สมการที่ 13 ดังนี้

$$TB = \frac{K_2}{\ln\left(\frac{K_1}{L_\lambda} + 1\right)} - 273.15 \quad (13)$$

โดยที่ TB = ค่าอุณหภูมิสัมบูรณ์จากการแผ่รังสีเชิงคลื่น โดยปกติแล้วจะมีหน่วยเป็น เคลวิน แต่เนื่องจากในสมการมีการแปลงหน่วยแล้ว จึงทำให้มีหน่วยเป็นองศา เซลเซียส ($^{\circ}\text{C}$)

L_λ = ค่าการแผ่รังสีเชิงคลื่น (TOA Spectral radiance)
มีหน่วยเป็น (Watts / (m² * srad * μm))

K_1 = ค่าคงที่ในการแปลงของแบนด์ความร้อน โดยดูจากค่า
K1_Constant_Band_X ซึ่ง X คือแบนด์ 10 หรือ 11

K_2 = ค่าคงที่ในการแปลงของแบนด์ความร้อน โดยดูจากค่า
K2_Constant_Band_X ซึ่ง X คือแบนด์ 10 หรือ 11

ตารางที่ 12 ค่าคงที่ Metadata File สำหรับช่วงคลื่นอินฟราเรดความร้อน

Band	Radiance		K_1	K_2
	Multi_Band	Add_Band		
10	0.0003342	0.1	774.89	1321.08
11	0.0003342	0.1	480.89	1201.14

3. คำนวณค่าอุณหภูมิพื้นผิว (Land Surface Temperature)

เนื่องจากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 8 มีช่วงคลื่นความร้อน 2 ช่วงคลื่น คือ ช่วงคลื่น ความร้อนแบนด์ 10 และช่วงคลื่นความร้อนแบนด์ 11 ดังนั้น ในสมการของหลักการ Split-Window Algorithm จึงนำช่วงคลื่นความร้อนนี้มาคำนวณร่วมกัน ดังตัวอย่าง สมการที่ 14 และค่าคงที่สำหรับ หลักการนี้ ดังตารางที่ 13

$$LST = TB_{10} + C_1(TB_{10} - TB_{11}) + C_2(TB_{10} - TB_{11})^2 + C_0 + (C_3 + C_4W)(1-m) + (C_5 + C_6W)\Delta m \quad (14)$$

โดยที่	TB_{10}, TB_{11}	= อุณหภูมิสัมบูรณ์ (Brightness Temperature) ของแบนด์ 10 และ 11
	C_0 ถึง C_6	= ค่าคงที่สำหรับหลักการ Split-Window Algorithm
	W	= ค่าคงที่ไอน้ำในชั้นบรรยากาศ = 0.013 (Md Shahid Latif, 2014) (Atmospheric water-vapour content)
	m	= ค่าเฉลี่ยของ LSE
	Δm	= ผลต่างของค่า LSE
	LSE	= ค่า Land Surface Emissivity

ตารางที่ 13 ค่าคงที่สำหรับหลักการ Split-Window Algorithm

ค่าคงที่	ค่าของค่าคงที่
C_0	-0.268
C_1	1.378
C_2	0.183
C_3	54.300
C_4	-2.238
C_5	-129.200
C_6	16.400

3.1 คำนวณค่าการสะท้อนรังสี (TOA Planetary Reflectance) สำหรับแปลงค่าการนับจำนวนขนาดภาพ (Digital Number : DN) ของข้อมูลดาวเทียมระบบ OLI โดยสามารถแทนค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนจาก Metadata (ตารางที่ 14) ในสมการที่ 15 ดังนี้

$$P\lambda' = M_p Q_{cal} + A_p \quad (15)$$

โดยที่	$P\lambda'$	= ค่าการสะท้อนรังสี (TOA Planetary Reflectance) โดยที่ค่านี้ยังไม่ได้ถูกปรับแก้ด้วยมุมของดวงอาทิตย์
	M_p	= ค่าการคูณสำหรับการแปลงค่าเฉพาะแบนด์นั้น โดยดูจากค่า Reflectance_Mult_Band_X ซึ่ง X คือ จำนวนแบนด์

- A_p = ค่าการเพิ่มสำหรับการแปลงค่าเฉพาะแบนด์นั้น โดยดูจากค่า
 Reflectance_Add_Band_X ซึ่ง X คือ จำนวนแบนด์
- Q_{cat} = ค่าการวัด และการนับจำนวนขนาดภาพ (DN)

ตารางที่ 14 ค่าคงที่ Metadata File สำหรับข้อมูลดาวเทียมระบบ OLI

Band	Reflectance	
	Multi_Band	Add_Band
4 (RED)	0.00002	-0.1
5 (NIR)	0.00002	0.1

3.2 คำนวณค่าการสะท้อนรังสีที่ถูกปรับแก้ด้วยมุมดวงอาทิตย์ ตามสมการที่ 16 ดังนี้

$$P\lambda = \frac{P\lambda'}{\cos(\theta_{SZ})} = \frac{P\lambda'}{\sin(\theta_{SE})} \quad (16)$$

- โดยที่ $P\lambda$ = ค่าการสะท้อนรังสี (TOA Planetary Reflectance)
- $P\lambda'$ = ค่าการสะท้อนรังสี (TOA Planetary Reflectance) โดยที่ค่านี้ยังไม่ได้ถูกปรับแก้ด้วยมุมของดวงอาทิตย์
- θ_{SE} = ค่ามุมของความสูงดวงอาทิตย์ จากข้อมูล Metadata (Sun_Elevation)
- θ_{SZ} = $90^\circ - \theta_{SE}$

3.3 คำนวณค่าดัชนีพืชพรรณ NDVI ซึ่งใช้ช่วงคลื่นสีแดง (RED) และช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้ (NIR) ที่ผ่านการหาค่าการสะท้อนรังสีแล้ว นำมาเข้าสู่สมการที่ 17 โดยค่าที่ได้จะอยู่ในช่วงระหว่าง -1 ถึง 1 ดังนี้

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED} \quad (17)$$

3.4 คำนวณค่า Fractional Vegetation Cover (FVC) ดังตัวอย่าง สมการที่ 18 ดังนี้

$$FVC = \frac{NDVI - NDVI(SOIL)}{NDVI(VEGETATION) - NDVI(SOIL)} \quad (18)$$

3.5 คำนวณค่า Land Surface Emissivity (LSE) ดังตัวอย่าง สมการที่ 19 ดังนี้

$$LSE = \epsilon_s * (1 - FVC) + \epsilon_v * FVC \quad (19)$$

โดยที่ ϵ_s = Emissivity for soil
 ϵ_v = Emissivity for vegetation

ตารางที่ 15 ค่า Emissivity ของช่วงคลื่นอินฟราเรดความร้อนแบนด์ 10 และ 11

Emissivity	Band 10	Band 11
ϵ_s	0.971	0.977
ϵ_v	0.987	0.989

3.6 คำนวณค่าเฉลี่ยและค่าผลต่างของ LSE ดังตัวอย่าง สมการที่ 20 และ 21 ดังนี้

$$m = \frac{LSE_{10} + LSE_{11}}{2} \quad (20)$$

$$\Delta m = LSE_{10} - LSE_{11} \quad (21)$$

3.7 ตรวจสอบจุดอุณหภูมิพื้นผิวของพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน 4 ประเภท ได้แก่ พื้นที่นาข้าว พื้นที่แหล่งน้ำ พื้นที่สิ่งปลูกสร้าง และพื้นที่ไม้ยืนต้น โดยใช้จุดตัวอย่างประเภทละ 50 จุด รวมทั้งสิ้น 200 จุดตัวอย่าง ทำการตรวจสอบอุณหภูมิพื้นผิว ณ พื้นดินนั้น แล้วทำการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวกับพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน

3.8 ตรวจสอบจุดอุณหภูมิพื้นผิวของพื้นที่นาข้าว ตามระยะการเจริญเติบโตที่ได้จากการเก็บข้อมูลภาคสนาม ระยะการเจริญเติบโตละ 25 จุด รวมทั้งสิ้น 100 จุดตัวอย่าง ทำการตรวจวัด

อุณหภูมิพื้นผิว ณ พื้นที่นาข้าว นั้น แล้วทำการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวกับพื้นที่นาข้าว ตามระยะการเจริญเติบโต

3.9 ตรวจสอบค่าดัชนีพืชพรรณของพื้นที่นาข้าว ตามระยะการเจริญเติบโตจากจุดตัวอย่างเดิมในข้อที่ 3.8 แล้วทำการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีพืชพรรณของพื้นที่นาข้าว ตามระยะการเจริญเติบโตและอุณหภูมิพื้นผิว ณ จุดนั้นๆ

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การตรวจวัดอุณหภูมิพื้นผิวของนาข้าวตามระยะการเจริญเติบโต โดยใช้ช่วงคลื่นอินฟราเรดความร้อน ด้วยข้อมูลจากดาวเทียม เป็นการศึกษาโดยใช้ข้อมูลภาพดาวเทียม Landsat 8 ทุกช่วงคลื่น โดยเฉพาะช่วงคลื่นอินฟราเรดความร้อน ช่วงคลื่นสีแดง และช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้ นำมาวิเคราะห์ร่วมกับการเก็บข้อมูลในภาคสนาม เพื่อจำแนกพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน ระยะการเจริญเติบโตของข้าว คำนวณค่าอุณหภูมิพื้นผิว คำนวณค่าดัชนีพืชพรรณ NDVI พร้อมกับวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างค่าอุณหภูมิพื้นผิวกับพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน ความสัมพันธ์ระหว่างค่าอุณหภูมิพื้นผิวของนาข้าวกับระยะการเจริญเติบโต และความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีพืชพรรณกับพื้นที่นาข้าว มีรายละเอียดของผลการศึกษา ดังต่อไปนี้

1. ผลการจำแนกพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน 4 ช่วงเวลา
2. ผลการวิเคราะห์ค่าอุณหภูมิพื้นผิวกับพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน 4 ช่วงเวลา
3. ผลการวิเคราะห์ค่าอุณหภูมิพื้นผิวของนาข้าวกับระยะการเจริญเติบโต 4 ช่วงเวลา
4. ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีพืชพรรณ NDVI กับระยะการเจริญเติบโตของนาข้าว

4 ช่วงเวลา

ผลการจำแนกพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน 4 ช่วงเวลา

ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ ประกอบด้วยข้อมูลจากดาวเทียมเชิงตัวเลข ดาวเทียม Landsat 8 Path ที่ 129 Row ที่ 50 บันทึกเมื่อวันที่ 17 พฤศจิกายน พ.ศ. 2557 วันที่ 4 มกราคม พ.ศ. 2558 วันที่ 20 มกราคม พ.ศ. 2558 และวันที่ 5 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2558 ตามลำดับ ซึ่งเป็นข้อมูลภาพดาวเทียมที่มีเมฆน้อยกว่าร้อยละ 5 มาดำเนินการ ดังนี้

หลังจากการปรับแก้ความถูกต้องเชิงเรขาคณิต การรวมช่วงคลื่น แบนด์ 1-7 แล้วทำภาพสีผสมเท็จ (False Color Composite) โดย แบนด์ 5 ให้สีแดง แบนด์ 6 ให้สีเขียว และแบนด์ 3 ให้สีน้ำเงิน ประกอบกับการเน้นข้อมูลภาพ (แบนด์ 8) แล้ว จำแนกพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยวิธีการจำแนกประเภทข้อมูลด้วยการกำกับดูแล ซึ่งมีการกำหนดพื้นที่ตัวอย่าง (Training Area) จากการเก็บข้อมูลจากภาคสนาม ประกอบกับการวิเคราะห์จากคอมพิวเตอร์ โดยภาพที่นำมาใช้ต้องผ่านกระบวนการข้างต้น ประกอบกับพิจารณาปัจจัยต่างๆ เช่น ชนิดสี (Color) ระดับสี (Tone) ขนาด

(Size) รูปร่าง (Shape) ความหยาบละเอียด (Texture) รูปแบบ (Pattern) เงา (Shadow) ทำเลที่ตั้ง (Site) และความสัมพันธ์เกี่ยวเนื่อง (Association) ของรายละเอียดภาพ เพื่อจำแนกพื้นที่ ออกเป็น 4 ประเภท ได้แก่ พื้นที่นาข้าว พื้นที่แหล่งน้ำ พื้นที่ชุมชนเมือง และพื้นที่ไม้ยืนต้นจาก ข้อมูลดาวเทียมให้มีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น พร้อมทั้งคำนวณหาพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินในแต่ละ ประเภท และค่าความคลาดเคลื่อนจากผลการจำแนกพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินทั้ง 4 ช่วงเวลา

1. ผลการจำแนกพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยใช้ข้อมูลจากดาวเทียมซึ่งบันทึกไว้

ณ วันที่ 17 พฤศจิกายน พ.ศ. 2557

การจำแนกประเภทข้อมูลภาพแบบกำกับดูแลการใช้ประโยชน์ที่ดิน ณ วันที่ 17 พฤศจิกายน พ.ศ. 2557 มีขนาดพื้นที่ทั้งหมด 318,760 ไร่ แบ่งออกเป็น 4 ประเภท และมีรายละเอียด พื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินจำแนกตามขอบเขตตำบล ดังตารางที่ 16 และภาพที่ 19 ดังนี้

- 1.1 พื้นที่นาข้าว มีขนาดพื้นที่ 198,229.10 ไร่
- 1.2 พื้นที่แหล่งน้ำ มีขนาดพื้นที่ 2,237.75 ไร่
- 1.3 พื้นที่ชุมชนเมือง มีขนาดพื้นที่ 50,024.90 ไร่
- 1.4 พื้นที่ไม้ยืนต้น มีขนาดพื้นที่ 68,268.25 ไร่

ตารางที่ 16 พื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน อำเภอบางน้ำเปรี้ยว จังหวัดฉะเชิงเทรา จากข้อมูลดาวเทียม Landsat 8 บันทึกเมื่อวันที่ 17 พฤศจิกายน พ.ศ. 2557

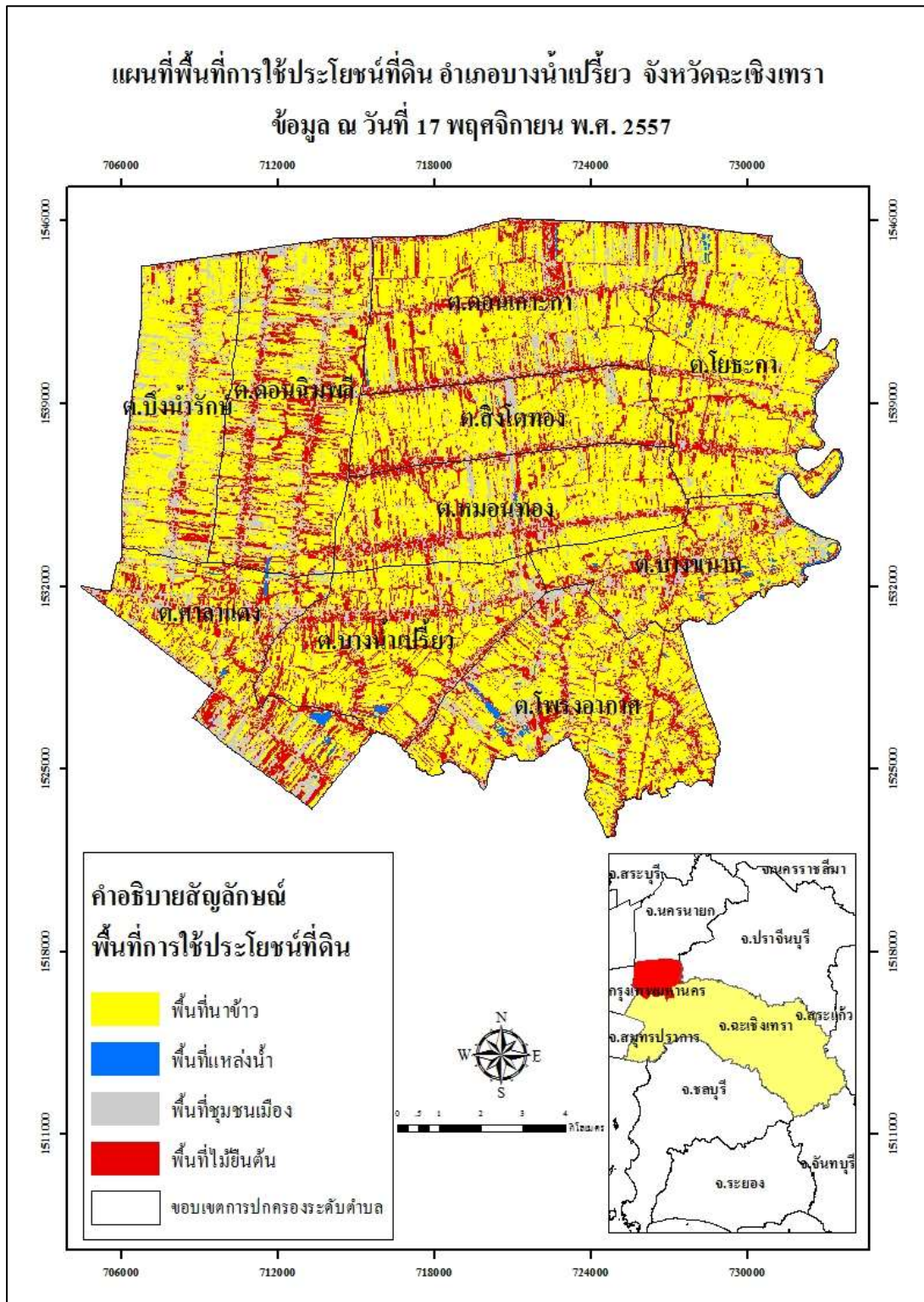
หน่วย : ไร่

ลำดับ	ชื่อตำบล	นาข้าว	แหล่งน้ำ	ชุมชนเมือง	ไม้ยืนต้น	รวม
1	บางน้ำเปรี้ยว	19,030.02	126.20	3,557.02	7,663.28	30,376.51
2	บางขนาก	13,651.67	428.06	3,743.20	4,747.55	22,570.47
3	สิงโตทอง	14,606.05	69.02	3,057.84	4,575.39	22,308.30
4	หมอนทอง	19,870.83	90.87	4,369.33	6,605.59	30,936.62
5	บึงน้ำรักษ์	17,726.76	4.20	6,139.17	2,890.83	26,760.95
6	ดอนเกาะกา	27,201.80	127.92	5,534.78	9,184.61	42,049.11
7	โยธะกา	26,285.97	469.48	3,818.55	6,670.63	37,244.63
8	ดอนนิมพลี	22,271.17	74.41	7,836.44	9,488.72	39,670.74
9	ศาลาแดง	13,454.74	430.19	6,423.66	7,921.86	28,230.45
10	โพรงอากาศ	24,130.09	417.42	5,544.92	8,519.80	38,612.21
	รวม	198,229.10	2,237.75	50,024.90	68,268.25	318,760

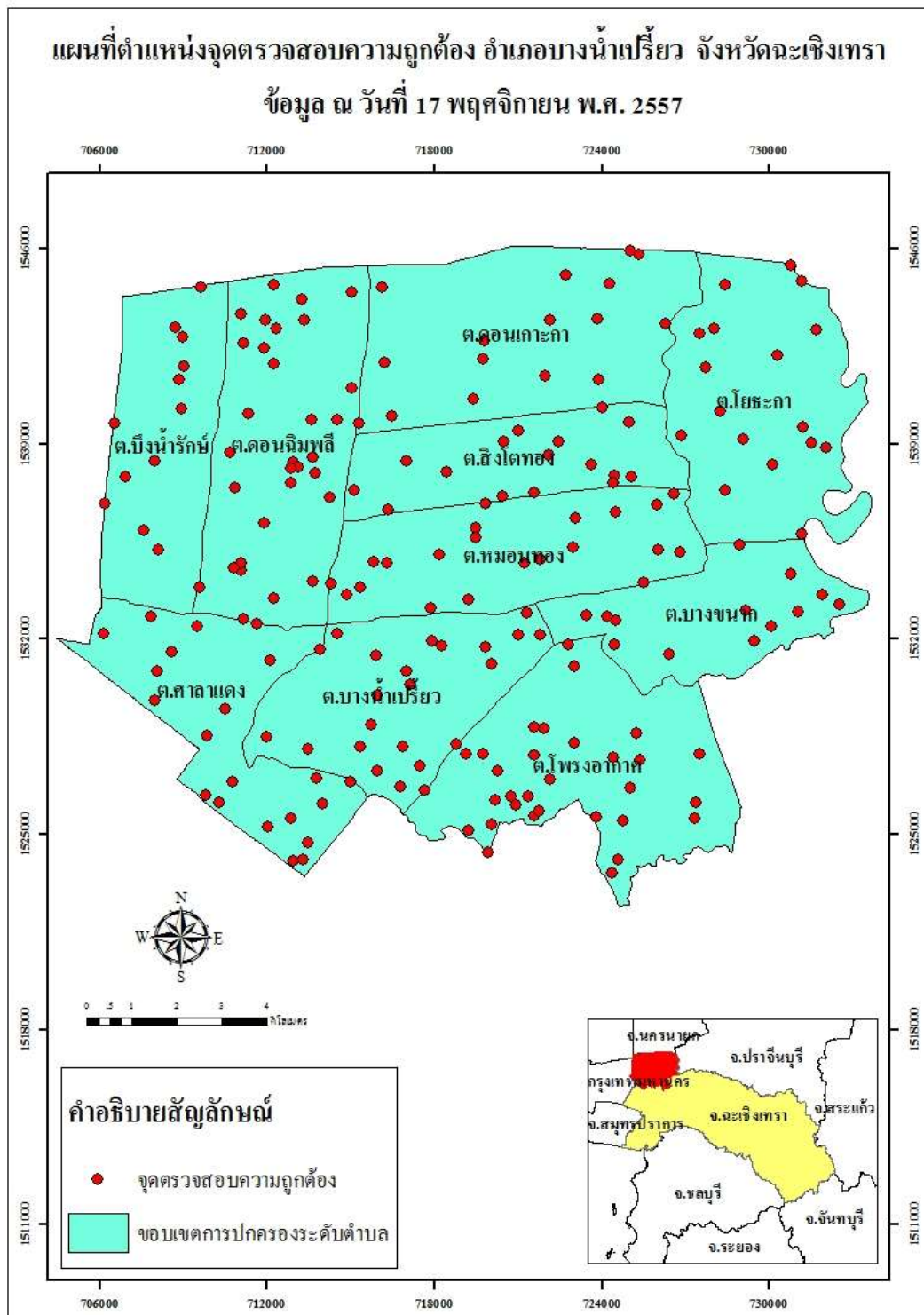
หลังจากนั้นทำการสุ่มจุดเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของการจำแนกประเภทข้อมูลภาพแบบกำกับดูแล โดยทำการสุ่มข้อมูลแบบระดับชั้น (Stratified Random Sampling) จำนวน 200 จุด แบ่งเป็นการสุ่มประเภทละ 50 จุด ซึ่งมีจุดตัวอย่างที่ทำการสุ่มตามภาพที่ 20 ซึ่งผลสรุปการใช้ตารางคำนวณค่าความคลาดเคลื่อน (Error Matrix) จากการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินแบบกำกับดูแลจากข้อมูลภาพดาวเทียม Landsat 8 พบว่า มีความถูกต้องทั้งหมด (Overall Accuracy) 85.5 เปอร์เซ็นต์ ส่วนค่าความถูกต้องในการจำแนกที่ขาดหายไป (Producer's Accuracy) พบว่า พื้นที่ชุมชนเมืองมีค่าความถูกต้องสูงสุด 98 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาได้แก่ พื้นที่นาข้าว 96 เปอร์เซ็นต์ และค่าต่ำที่สุด คือ พื้นที่แหล่งน้ำ 62 เปอร์เซ็นต์ ส่วนค่าความถูกต้องในการจำแนกที่เกินมา (User's Accuracy) พบว่าพื้นที่แหล่งน้ำมีค่าความถูกต้องสูงสุด 100 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาได้แก่ พื้นที่ไม้ยืนต้น 91.49 เปอร์เซ็นต์ และค่าต่ำที่สุด คือ พื้นที่นาข้าว 75 เปอร์เซ็นต์ ดังตารางที่ 17

ตารางที่ 17 ค่าความคลาดเคลื่อนจากการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดิน ณ วันที่ 17 พฤศจิกายน
พ.ศ. 2557

ข้อมูล การจำแนก	พื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน					
	ข้อมูลพื้นที่ตัวอย่างอ้างอิง					
	นาข้าว	แหล่งน้ำ	ชุมชนเมือง	ไม้ยืนต้น	ผลรวม แนวนอน	User's Accuracy (%)
นาข้าว	48	11	1	4	64	75
แหล่งน้ำ	-	31	-	-	31	100
ชุมชนเมือง	1	5	49	3	58	84.48
ไม้ยืนต้น	1	3	-	43	47	91.49
ผลรวมแนวตั้ง	50	50	50	50	200	
Producer's Accuracy (%)	96	62	98	86		
Overall Accuracy (%)				85.5		



ภาพที่ 19 พื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน บันทึกเมื่อวันที่ 17 พฤศจิกายน พ.ศ. 2557
 อำเภอบางน้ำเปรี้ยว จังหวัดฉะเชิงเทรา



ภาพที่ 20 จุดตรวจสอบความถูกต้อง บันทึกเมื่อวันที่ 17 พฤศจิกายน พ.ศ. 2557
 อำเภอบางน้ำเปรี้ยว จังหวัดฉะเชิงเทรา

2. ผลการจำแนกพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยใช้ข้อมูลจากดาวเทียมซึ่งบันทึกไว้

ณ วันที่ 4 มกราคม พ.ศ. 2558

การจำแนกประเภทข้อมูลภาพแบบกำกับดูแลการใช้ประโยชน์ที่ดิน ณ วันที่ 4 มกราคม พ.ศ. 2558 มีขนาดพื้นที่ทั้งหมด 318,760 ไร่ แบ่งออกเป็น 4 ประเภท และมีรายละเอียดพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินจำแนกตามขอบเขตตำบล ดังตารางที่ 18 และภาพที่ 21 ดังนี้

- 2.1 พื้นที่นาข้าว มีขนาดพื้นที่ 196,068.54 ไร่
- 2.2 พื้นที่แหล่งน้ำ มีขนาดพื้นที่ 9,237.66 ไร่
- 2.3 พื้นที่ชุมชนเมือง มีขนาดพื้นที่ 43,388.23 ไร่
- 2.4 พื้นที่ไม้ยืนต้น มีขนาดพื้นที่ 70,065.57 ไร่

ตารางที่ 18 พื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน อำเภอบางน้ำเปรี้ยว จังหวัดฉะเชิงเทรา จากข้อมูลดาวเทียม Landsat 8 บันทึกเมื่อวันที่ 4 มกราคม พ.ศ. 2558

หน่วย : ไร่

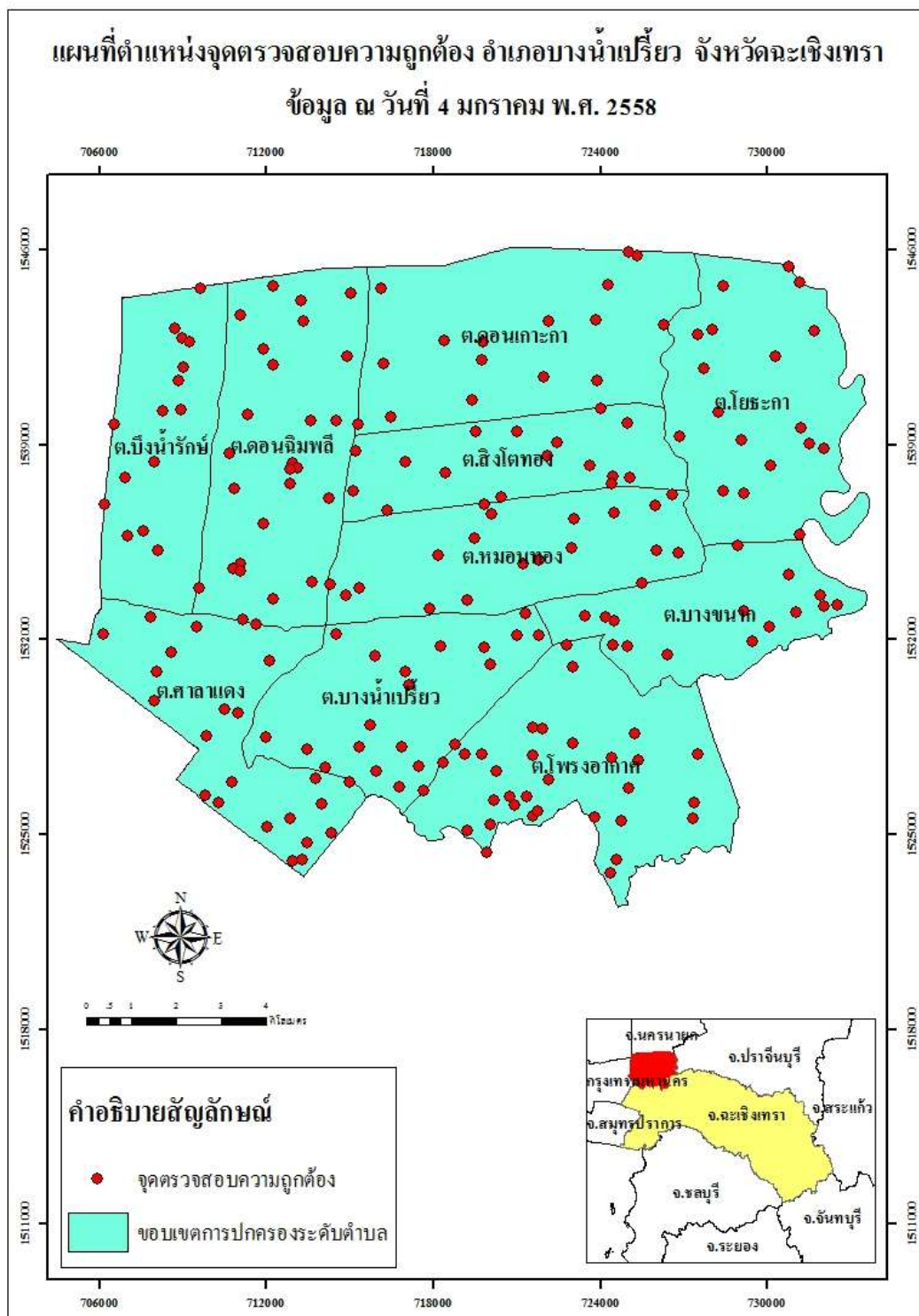
ลำดับ	ชื่อตำบล	นาข้าว	แหล่งน้ำ	ชุมชนเมือง	ไม้ยืนต้น	รวม
1	บางน้ำเปรี้ยว	15,357.66	701.76	6,712.50	7,597.76	30,366.31
2	บางนก	12,929.14	1,491.46	3,515.08	4,634.42	22,566.46
3	สิงโตทอง	14,977.66	749.29	2,428.28	4,145.83	22,302.28
4	หมอนทอง	20,973.58	669.03	2,562.31	6,720.38	30,928.26
5	บึงน้ำรักษ์	18,653.89	245.90	1,739.88	6,130.65	26,774.43
6	ดอนเกาะคา	28,913.68	835.54	4,079.67	8,254.76	42,088.44
7	โยธะกา	27,790.97	1,250.91	3,243.00	4,975.79	37,266.14
8	ดอนฉิมพลี	23,643.57	710.21	4,142.97	11,182.82	39,679.74
9	ศาลาแดง	11,329.67	1,067.52	7,328.31	8,488.99	28,206.51
10	โพรงอากาศ	21,498.72	1,516.04	7,636.22	7,934.17	38,581.44
	รวม	196,068.54	9,237.66	43,388.23	70,065.57	318,760

หลังจากนั้นทำการสุ่มจุดเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของการจำแนกประเภทข้อมูลภาพแบบกำกับดูแล โดยทำการสุ่มข้อมูลแบบระดับชั้น (Stratified Random Sampling) จำนวน 200 จุด

แบ่งเป็นการสุ่มประเภทละ 50 จุด ซึ่งมีจุดตัวอย่างที่ทำการสุ่มตามภาพที่ 22 ซึ่งผลสรุปการใช้ตารางคำนวณค่าความคลาดเคลื่อน (Error Matrix) จากการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินแบบกำกับดูแลจากข้อมูลภาพดาวเทียม Landsat 8 พบว่า มีความถูกต้องทั้งหมด (Overall Accuracy) 83.5 เปอร์เซ็นต์ ส่วนค่าความถูกต้องในการจำแนกที่ขาดหายไป (Producer's Accuracy) พบว่า พื้นที่นาข้าวมีค่าความถูกต้องสูงที่สุด 96 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาได้แก่ พื้นที่ชุมชนเมือง 94 เปอร์เซ็นต์ และค่าต่ำที่สุด คือ พื้นที่ไม้ยืนต้น 60 เปอร์เซ็นต์ ส่วนค่าความถูกต้องในการจำแนกที่เกินมา (User's Accuracy) พบว่าพื้นที่แหล่งน้ำมีค่าความถูกต้องสูงที่สุด 97.67 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาได้แก่ พื้นที่ชุมชนเมือง 88.68 เปอร์เซ็นต์ และค่าต่ำที่สุด คือ พื้นที่นาข้าว 70.59 เปอร์เซ็นต์ ดังตารางที่ 19

ตารางที่ 19 ค่าความคลาดเคลื่อนจากการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดิน ณ วันที่ 4 มกราคม พ.ศ. 2558

ข้อมูล การจำแนก	พื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน					
	ข้อมูลพื้นที่ตัวอย่างอ้างอิง					
	นาข้าว	แหล่งน้ำ	ชุมชนเมือง	ไม้ยืนต้น	ผลรวม แนวนอน	User's Accuracy (%)
นาข้าว	48	-	-	20	68	70.59
แหล่งน้ำ	1	42	-	-	43	97.67
ชุมชนเมือง	-	6	47	-	53	88.68
ไม้ยืนต้น	1	2	3	30	36	83.33
ผลรวมแนวตั้ง	50	50	50	50	200	
Producer's Accuracy (%)	96	84	94	60		
Overall Accuracy (%)				83.5		



ภาพที่ 22 จุดตรวจสอบความถูกต้อง บันทึกเมื่อวันที่ 4 มกราคม พ.ศ. 2558 อำเภอบางน้ำเปรี้ยว จังหวัดฉะเชิงเทรา

3. ผลการจำแนกพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยใช้ข้อมูลจากดาวเทียมซึ่งบันทึกไว้

ณ วันที่ 20 มกราคม พ.ศ. 2558

การจำแนกประเภทข้อมูลภาพแบบกำกับดูแลการใช้ประโยชน์ที่ดิน ณ วันที่ 20 มกราคม พ.ศ. 2558 มีขนาดพื้นที่ทั้งหมด 318,760 ไร่ แบ่งออกเป็น 4 ประเภท และมีรายละเอียดพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินจำแนกตามขอบเขตตำบล ดังตารางที่ 20 และภาพที่ 23 ดังนี้

- 3.1 พื้นที่นาข้าว มีขนาดพื้นที่ 169,076.96 ไร่
- 3.2 พื้นที่แหล่งน้ำ มีขนาดพื้นที่ 5,114.48 ไร่
- 3.3 พื้นที่ชุมชนเมือง มีขนาดพื้นที่ 77,069.71 ไร่
- 3.4 พื้นที่ไม้ยืนต้น มีขนาดพื้นที่ 67,498.85 ไร่

ตารางที่ 20 พื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน อำเภอบางน้ำเปรี้ยว จังหวัดฉะเชิงเทรา จากข้อมูลดาวเทียม Landsat 8 บันทึกเมื่อวันที่ 20 มกราคม พ.ศ. 2558

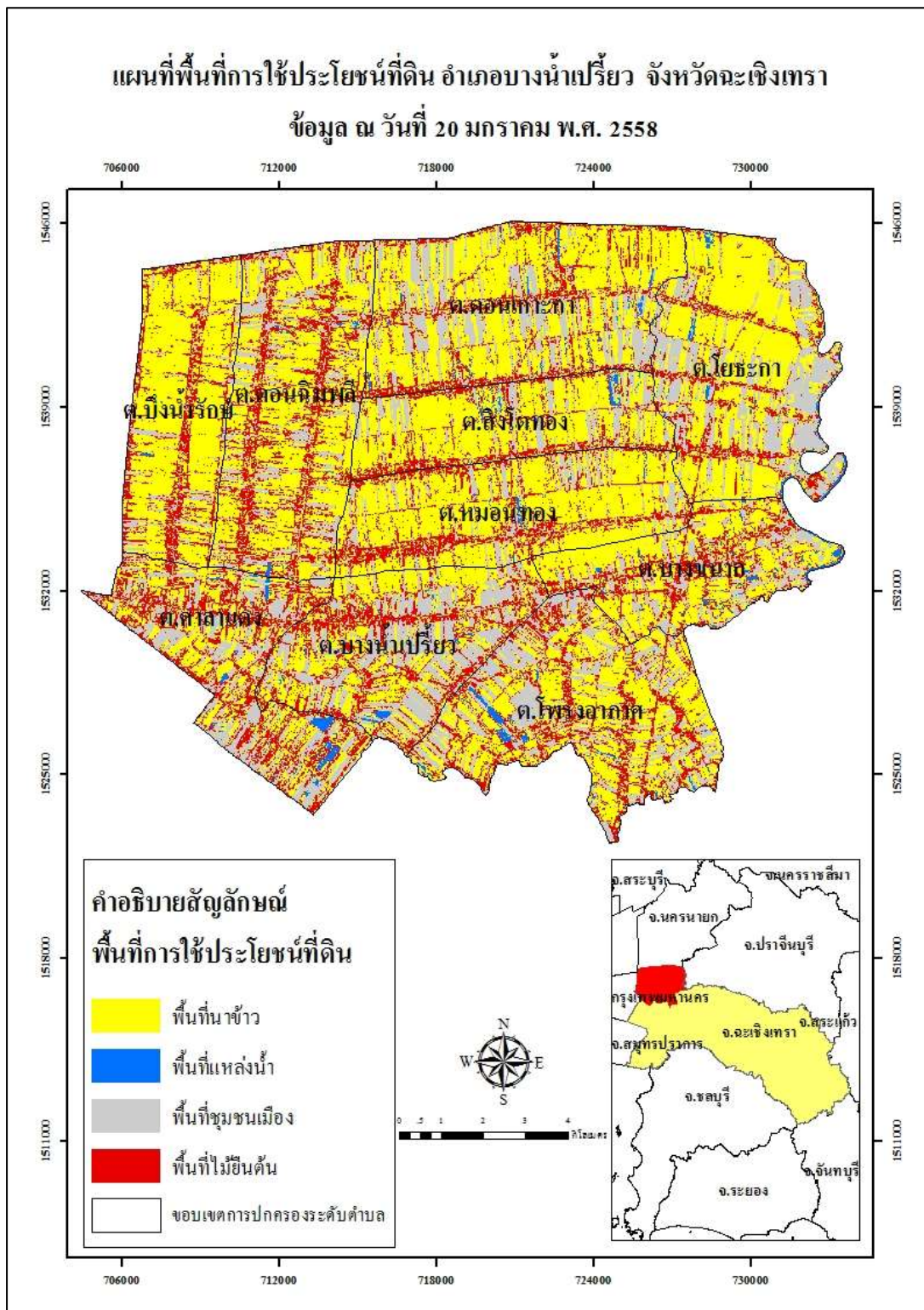
						หน่วย : ไร่
ลำดับ	ชื่อตำบล	นาข้าว	แหล่งน้ำ	ชุมชนเมือง	ไม้ยืนต้น	รวม
1	บางน้ำเปรี้ยว	11,171.45	388.48	11,351.02	7,457.13	30,368.08
2	บางนก	11,762.84	659.42	5,091.36	5,054.49	22,568.12
3	สิงโตทอง	13,795.21	417.93	4,056.67	4,033.82	22,303.64
4	หมอนทอง	19,835.58	221.66	4,481.19	6,391.72	30,930.15
5	บึงน้ำรักษ์	18,806.29	65.03	2,673.11	5,226.99	26,771.42
6	ดอนเกาะกา	23,972.37	713.73	10,286	7,116.31	42,088.41
7	โยชะกา	20,416.16	709.11	11,269.46	4,862.81	37,257.54
8	ดอนฉิมพลี	21,591.99	269.91	7,735.25	10,084.58	39,681.73
9	ศาลาแดง	9,481.72	876.55	9,237.54	8,612.58	28,208.39
10	โพรงอากาศ	18,243.35	792.66	10,888.11	8,658.41	38,582.53
	รวม	169,076.96	5,114.48	77,069.71	67,498.85	318,760

หลังจากนั้นทำการสุ่มจุดเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของการจำแนกประเภทข้อมูลภาพแบบกำกับดูแล โดยทำการสุ่มข้อมูลแบบระดับชั้น (Stratified Random Sampling) จำนวน 200 จุด

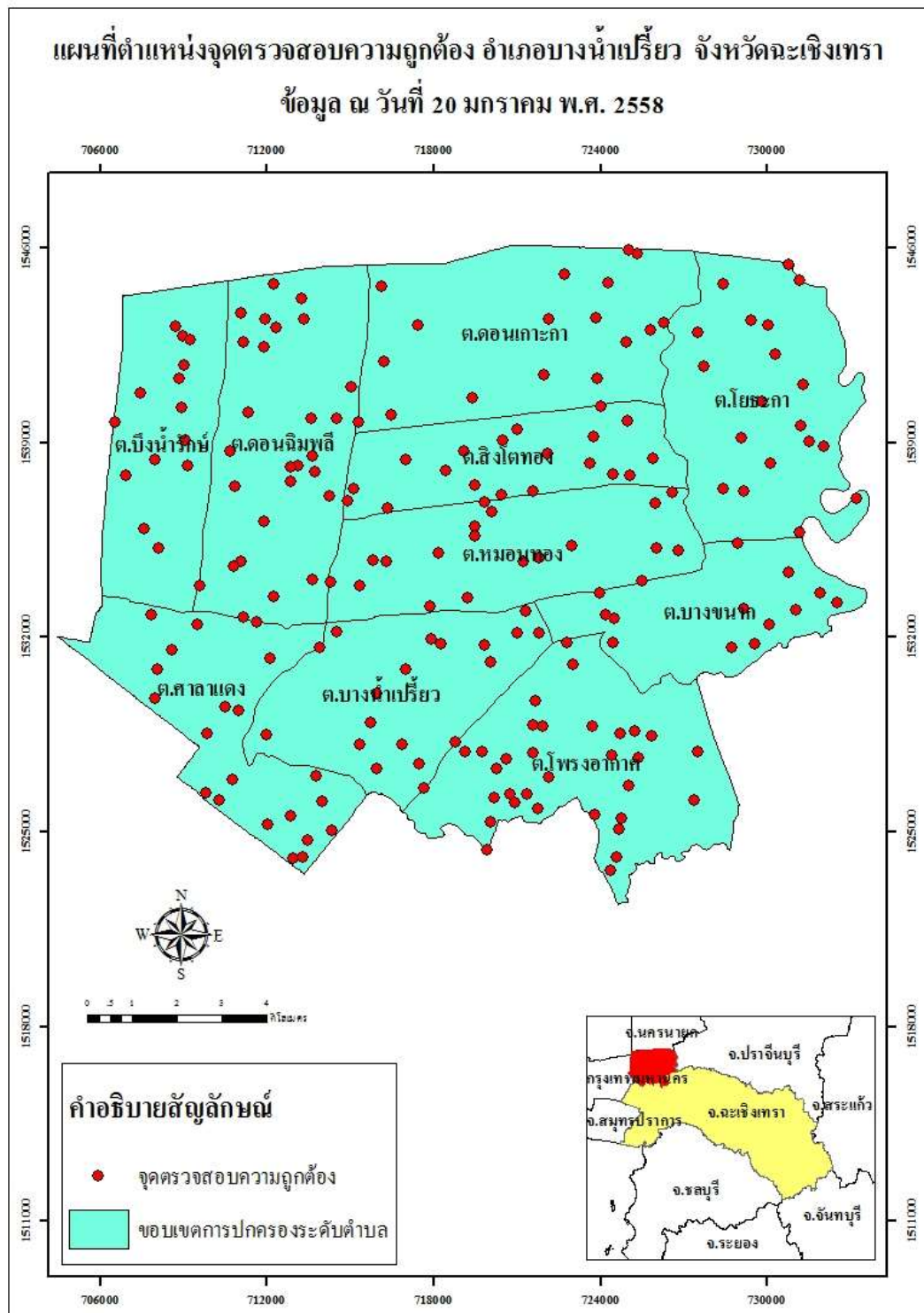
แบ่งเป็นการสุ่มประเภทละ 50 จุด ซึ่งมีจุดตัวอย่างที่ทำการสุ่มตามภาพที่ 24 ซึ่งผลสรุปการใช้ตารางคำนวณค่าความคลาดเคลื่อน (Error Matrix) จากการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินแบบกำกับดูแลจากข้อมูลภาพดาวเทียม Landsat 8 พบว่า มีความถูกต้องทั้งหมด (Overall Accuracy) 82.5 เปอร์เซ็นต์ ส่วนค่าความถูกต้องในการจำแนกที่ขาดหายไป (Producer's Accuracy) พบว่า พื้นที่ชุมชนเมืองมีค่าความถูกต้องสูงสุด 100 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาได้แก่ พื้นที่นาข้าว 96 เปอร์เซ็นต์ และค่าต่ำที่สุด คือ พื้นที่แหล่งน้ำ 66 เปอร์เซ็นต์ ส่วนค่าความถูกต้องในการจำแนกที่เกินมา (User's Accuracy) พบว่าพื้นที่แหล่งน้ำมีค่าความถูกต้องสูงสุด 100 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาได้แก่พื้นที่ไม้ยืนต้น 94.44 เปอร์เซ็นต์ และค่าต่ำที่สุด คือ พื้นที่นาข้าว 62.34 เปอร์เซ็นต์ ดังตารางที่ 21

ตารางที่ 21 ค่าความคลาดเคลื่อนจากการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดิน ณ วันที่ 20 มกราคม พ.ศ. 2558

ข้อมูล การจำแนก	พื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน				ผลรวม แนวนอน	User's Accuracy (%)
	ข้อมูลพื้นที่ตัวอย่างอ้างอิง					
	นาข้าว	แหล่งน้ำ	ชุมชนเมือง	ไม้ยืนต้น		
นาข้าว	48	14	-	15	77	62.34
แหล่งน้ำ	-	33	-	-	33	100
ชุมชนเมือง	1	2	50	1	54	92.59
ไม้ยืนต้น	1	1	-	34	36	94.44
ผลรวมแนวตั้ง	50	50	50	50	200	
Producer's Accuracy (%)	96	66	100	68		
Overall Accuracy (%)				82.5		



ภาพที่ 23 พื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน บันทึกเมื่อวันที่ 20 มกราคม พ.ศ. 2558 อำเภอบางน้ำเปรี้ยว จังหวัดฉะเชิงเทรา



ภาพที่ 24 จุดตรวจสอบความถูกต้อง บันทึกเมื่อวันที่ 20 มกราคม พ.ศ. 2558 อำเภอบางน้ำเปรี้ยว จังหวัดฉะเชิงเทรา

4. ผลการจำแนกพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยใช้ข้อมูลจากดาวเทียมซึ่งบันทึกไว้

ณ วันที่ 5 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2558

การจำแนกประเภทข้อมูลภาพแบบกำกับดูแลการใช้ประโยชน์ที่ดิน ณ วันที่ 5 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2558 มีขนาดพื้นที่ทั้งหมด 318,760 ไร่ แบ่งออกเป็น 4 ประเภท และมีรายละเอียดพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินจำแนกตามขอบเขตตำบล ดังตารางที่ 22 และภาพที่ 25 ดังนี้

- 4.1 พื้นที่นาข้าว มีขนาดพื้นที่ 129,365.36 ไร่
- 4.2 พื้นที่แหล่งน้ำ มีขนาดพื้นที่ 10,903.85 ไร่
- 4.3 พื้นที่ชุมชนเมือง มีขนาดพื้นที่ 112,400.91 ไร่
- 4.4 พื้นที่ไม้ยืนต้น มีขนาดพื้นที่ 66,089.88 ไร่

ตารางที่ 22 พื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน อำเภอบางน้ำเปรี้ยว จังหวัดฉะเชิงเทรา จากข้อมูลดาวเทียม Landsat 8 บันทึกเมื่อวันที่ 5 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2558

หน่วย : ไร่

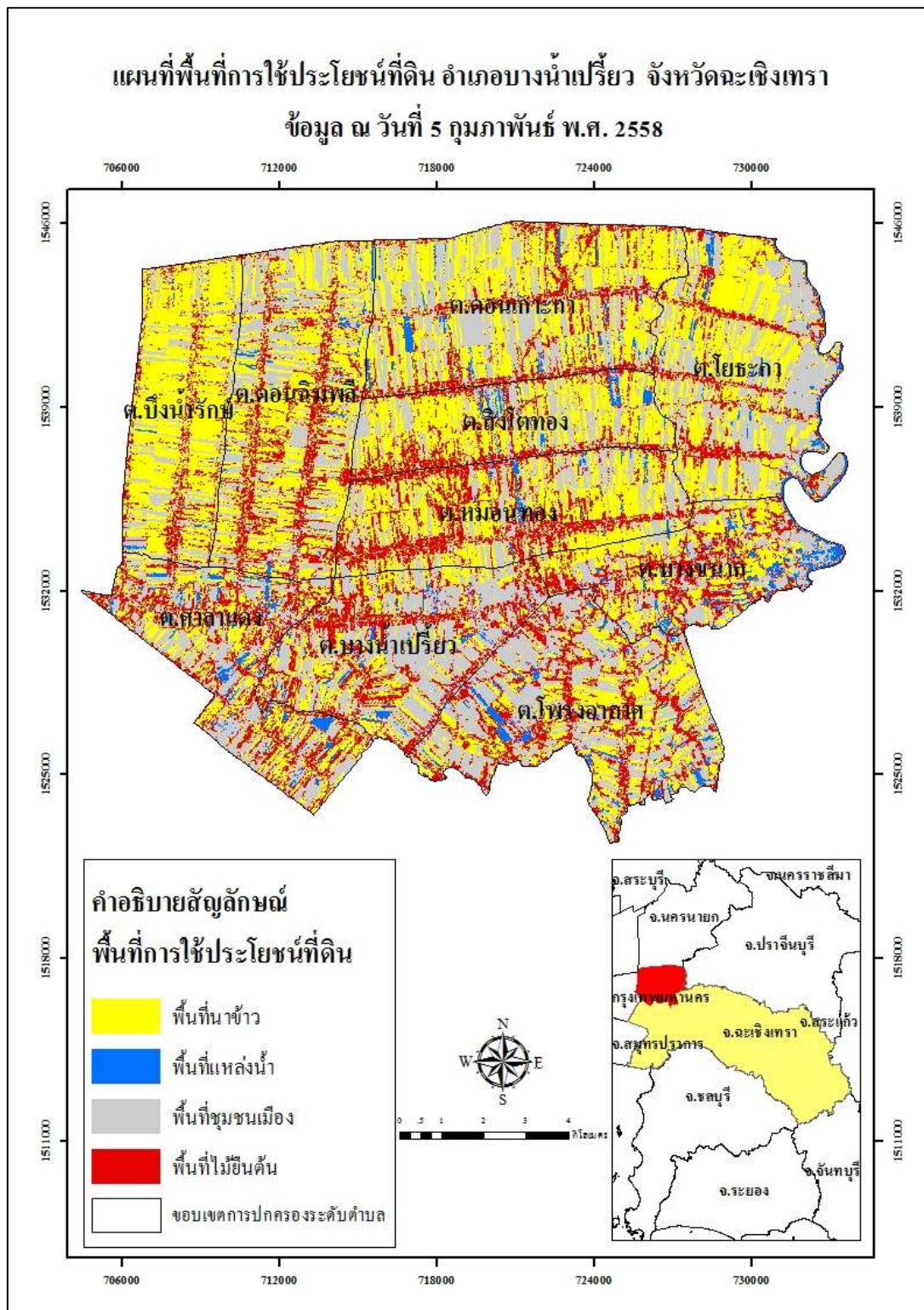
ลำดับ	ชื่อตำบล	นาข้าว	แหล่งน้ำ	ชุมชนเมือง	ไม้ยืนต้น	รวม
1	บางน้ำเปรี้ยว	7,178.38	907.15	14,530.33	7,751.87	30,367.73
2	บางนกนก	7,790.60	1,772.04	7,182.02	5,823.03	22,567.69
3	สิงโตทอง	10,991.68	758.59	6,047.56	4,505.15	22,302.97
4	หมอนทอง	13,149.50	560.55	8,701.11	8,518.07	30,929.23
5	บึงน้ำรักษ์	17,974.75	260.59	5,231.56	3,301.90	26,768.81
6	ดอนเกาะกา	19,454.93	1,248.69	14,822.39	6,561.62	42,087.63
7	โยธะกา	15,610.07	1,341.10	15,453.25	4,858.71	37,263.14
8	ดอนฉิมพลี	17,731.14	730.90	13,078.46	8,139.21	39,679.71
9	ศาลาแดง	8,180.21	1,609.46	10,620.85	7,798.90	28,209.42
10	โพรงอากาศ	11,304.10	1,714.78	16,733.36	8,831.41	38,583.67
	รวม	129,365.36	10,903.85	112,400.91	66,089.88	318,760

หลังจากนั้นทำการสุ่มจุดเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของการจำแนกประเภทข้อมูลภาพแบบกำกับดูแล โดยทำการสุ่มข้อมูลแบบระดับชั้น (Stratified Random Sampling) จำนวน 200 จุด

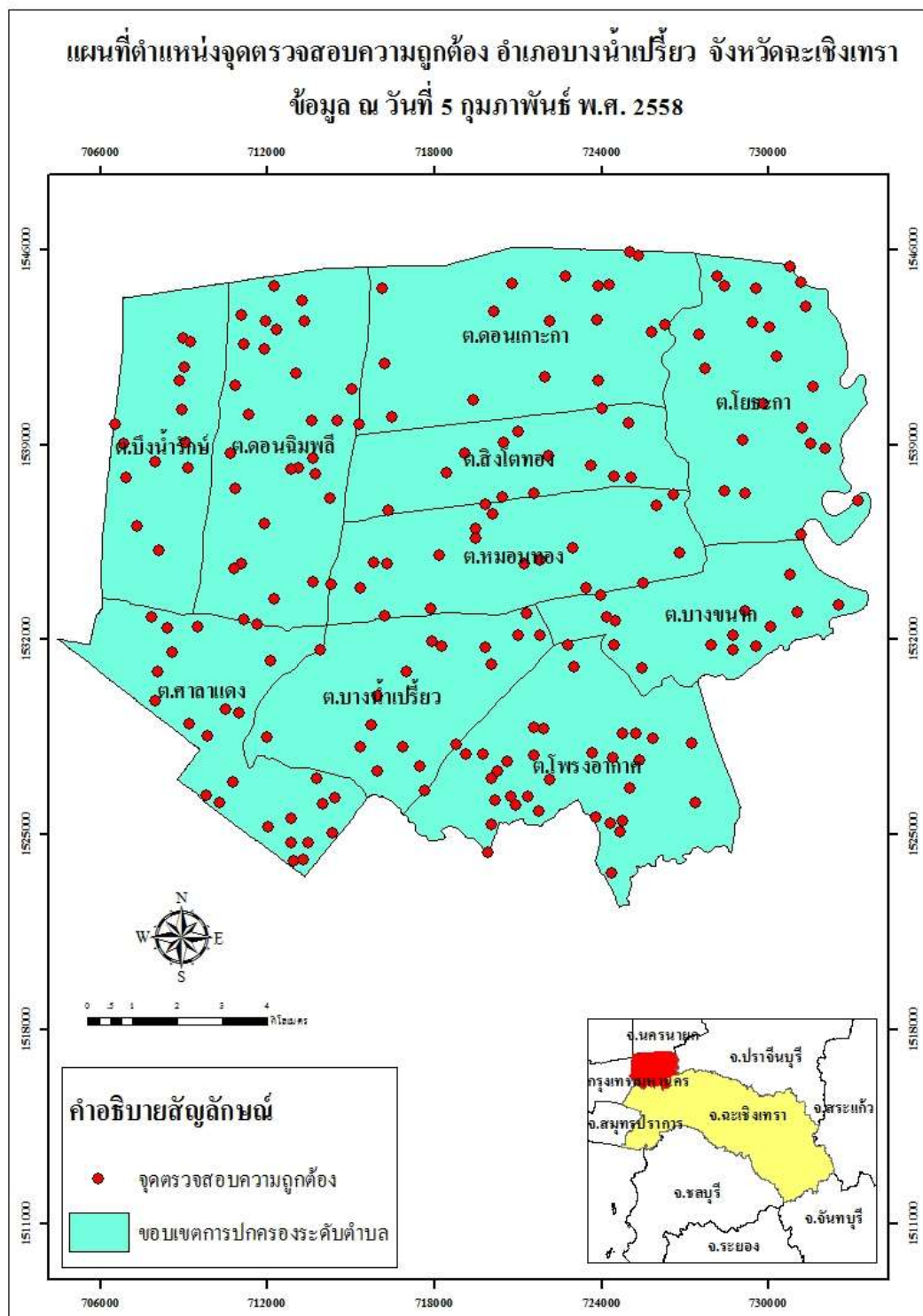
แบ่งเป็นการสุ่มประเภทละ 50 จุด ซึ่งมีจุดตัวอย่างที่ทำการสุ่มตามภาพที่ 26 ซึ่งผลสรุปการใช้ตารางคำนวณค่าความคลาดเคลื่อน (Error Matrix) จากการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินแบบกำกับดูแลจากข้อมูลภาพดาวเทียม Landsat 8 พบว่า มีความถูกต้องทั้งหมด (Overall Accuracy) 85 เปอร์เซ็นต์ ส่วนค่าความถูกต้องในการจำแนกที่ขาดหายไป (Producer's Accuracy) พบว่า พื้นที่ชุมชนเมืองมีค่าความถูกต้องสูงสุด 94 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาได้แก่ พื้นที่นาข้าว 90 เปอร์เซ็นต์ และค่าต่ำที่สุด คือ พื้นที่แหล่งน้ำและพื้นที่ไม้ยืนต้น 78 เปอร์เซ็นต์ ส่วนค่าความถูกต้องในการจำแนกที่เกินมา (User's Accuracy) พบว่าพื้นที่แหล่งน้ำมีค่าความถูกต้องสูงสุด 100 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาได้แก่ พื้นที่ไม้ยืนต้น 88.64 เปอร์เซ็นต์ และค่าต่ำที่สุด คือ พื้นที่นาข้าว 73.77 เปอร์เซ็นต์ ดังตารางที่ 23

ตารางที่ 23 ค่าความคลาดเคลื่อนจากการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดิน ณ วันที่ 5 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2558

ข้อมูล การจำแนก	พื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน				ผลรวม แนวนอน	User's Accuracy (%)
	ข้อมูลพื้นที่ตัวอย่างอ้างอิง					
	นาข้าว	แหล่งน้ำ	ชุมชนเมือง	ไม้ยืนต้น		
นาข้าว	45	2	3	11	61	73.77
แหล่งน้ำ	-	39	-	-	39	100
ชุมชนเมือง	-	9	47	-	56	83.93
ไม้ยืนต้น	5	-	-	39	44	88.64
ผลรวมแนวตั้ง	50	50	50	50	200	
Producer's Accuracy (%)	90	78	94	78		
Overall Accuracy (%)				85		



ภาพที่ 25 พื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน บันทึกเมื่อวันที่ 5 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2558 อำเภอบางน้ำเปรี้ยว จังหวัดฉะเชิงเทรา



ภาพที่ 26 จุดตรวจสอบความถูกต้อง บันทึกเมื่อวันที่ 5 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2558 อำเภอบางน้ำเปรี้ยว จังหวัดฉะเชิงเทรา

ตารางที่ 24 ข้อมูลสรุปพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน และค่าความคลาดเคลื่อนจากการจำแนกพื้นที่
การใช้ประโยชน์ที่ดิน 4 ช่วงเวลา

วันที่บันทึก ข้อมูลจาก ดาวเทียม	การใช้ประโยชน์ที่ดิน (ไร่)				รวม (ไร่)	Overall Accuracy
	นาข้าว	แหล่งน้ำ	ชุมชนเมือง	ไม้ยืนต้น		
17 พ.ย. 57	198,229.10	2,237.75	50,024.90	68,268.25	318,760	85.5 %
4 ม.ค. 58	196,068.54	9,237.66	43,388.23	70,065.57	318,760	83.5 %
20 ม.ค. 58	169,076.96	5,114.48	77,069.71	67,498.85	318,760	82.5 %
5 ก.พ. 58	129,365.36	10,903.85	112,400.91	66,089.88	318,760	85 %

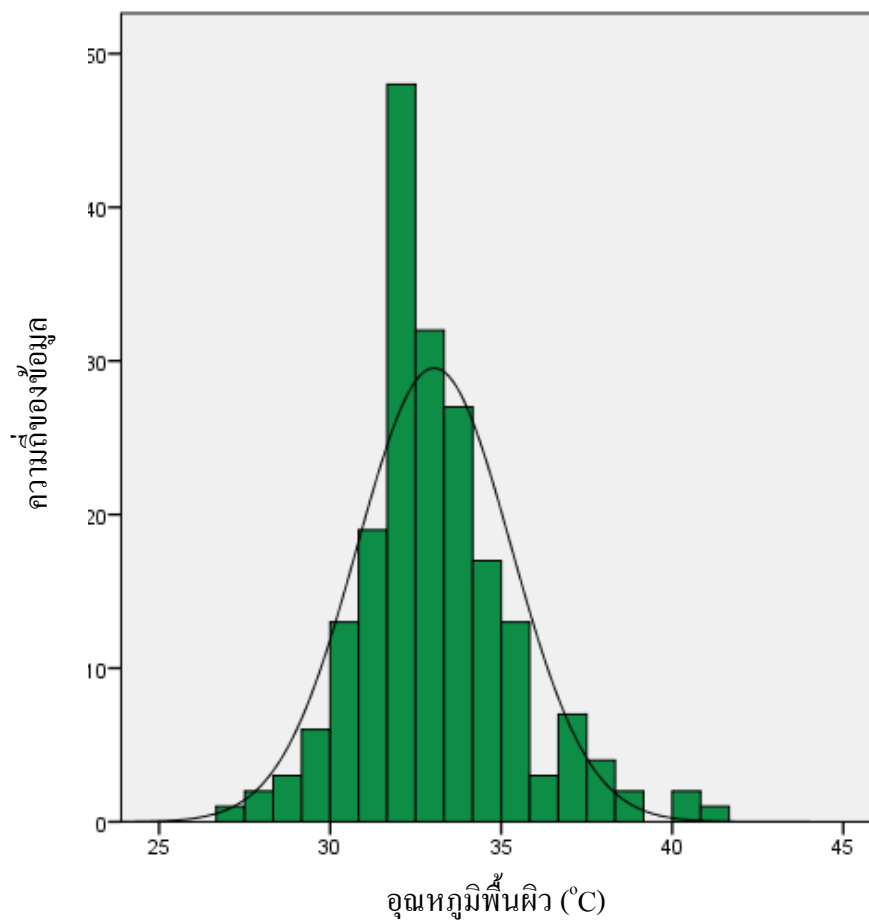
จากตารางที่ 24 สามารถสรุปได้ว่าพื้นที่นาข้าวของวันที่ 17 พฤศจิกายน พ.ศ. 2557 ซึ่งเป็นช่วงต้นของฤดูนาปรังมีจำนวนพื้นที่เพาะปลูกข้าวทั้งหมด 198,229.10 ไร่ สอดคล้องกับแบบสรุปข้อมูลพืชเศรษฐกิจที่สำคัญปี พ.ศ. 2556 และพ.ศ. 2557 จากสำนักงานเกษตรอำเภอบางน้ำเปรี้ยว (ข้อมูล ณ วันที่ 30 เมษายน พ.ศ. 2557) ที่มีรายงานพื้นที่เพาะปลูกข้าวนาปรังของอำเภอบางน้ำเปรี้ยวจำนวน 195,129 ไร่ มีความแตกต่างกันประมาณร้อยละ 0.78 สำหรับข้อมูลดาวเทียมวันที่ 20 มกราคม พ.ศ. 2558 และวันที่ 5 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2558 พบว่า มีพื้นที่นาข้าวลดลงจากวันที่ 17 พฤศจิกายน พ.ศ. 2557 เนื่องจากเกษตรกรเริ่มทำการเก็บเกี่ยว สำหรับพื้นที่แหล่งน้ำของวันที่ 17 พฤศจิกายน พ.ศ. 2557 มีจำนวน 2,237.75 ไร่ หลังจากนั้นมีการเพิ่มขึ้น และลดลงจนในวันที่ 5 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2558 มีจำนวนพื้นที่แหล่งน้ำ 10,903.85 ไร่ เนื่องมาจากในอำเภอบางน้ำเปรี้ยวมีการปลูกข้าวที่ไม่พร้อมกัน จึงทำให้บางแปลงอยู่ระหว่างการนำน้ำเข้านา การทำนาในระยะต่างๆ กัน และในวันที่ 5 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2558 เกษตรกรเริ่มทำการเก็บเกี่ยวเรียบร้อยแล้ว จึงอยู่ในระยะการแช่แปลงนา เป็นต้น สำหรับพื้นที่ชุมชนเมืองของวันที่ 17 พฤศจิกายน พ.ศ. 2557 มีจำนวน 50,024.90 ไร่ จนวันที่ 5 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2558 มีพื้นที่ 112,400.91 ไร่ ซึ่งมีลักษณะเหมือนกันกับพื้นที่แหล่งน้ำ เพราะเกิดจากเก็บเกี่ยวของเกษตรกร หลังจากนั้นพื้นที่นาข้าวก็กลายเป็นพื้นที่ว่างเปล่า หรือพื้นที่ที่เก็บเกี่ยวไปแล้ว ส่งผลให้พื้นที่ชุมชนเมืองมีจำนวนมากขึ้น สำหรับพื้นที่ไม้ยืนต้นนั้นมีจำนวนใกล้เคียงกันทั้งวันที่ 17 พฤศจิกายน พ.ศ. 2557 ที่มีจำนวน 68,268.25 ไร่ และวันที่ 5 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2558 มีพื้นที่ 66,089.88 ไร่

ผลการวิเคราะห์ค่าอุณหภูมิพื้นผิวกับพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน 4 ช่วงเวลา

ผลการคำนวณค่าอุณหภูมิพื้นผิว (Land Surface Temperature : LST) ตามสมการที่ 6 ในเอกสารบทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย ด้วยหลักการ Split-Window Algorithm จากข้อมูลดาวเทียม Landsat 8 Path ที่ 129 Row ที่ 50 บันทึกเมื่อวันที่ 17 พฤศจิกายน พ.ศ. 2557 วันที่ 4 มกราคม พ.ศ. 2558 วันที่ 20 มกราคม พ.ศ. 2558 และวันที่ 5 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2558 ในช่วงคลื่นอินฟราเรดความร้อน แบนด์ที่ 10 ความยาวช่วงคลื่น 10.60 – 11.19 μm และช่วงคลื่นอินฟราเรดความร้อน แบนด์ที่ 11 ความยาวช่วงคลื่น 11.50 – 12.51 μm ได้ผลการวิเคราะห์ค่าอุณหภูมิพื้นผิวกับพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน ดังต่อไปนี้

1. ผลการวิเคราะห์ค่าอุณหภูมิพื้นผิวกับพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยใช้ข้อมูลจากดาวเทียมซึ่งบันทึกไว้ ณ วันที่ 17 พฤศจิกายน พ.ศ. 2557

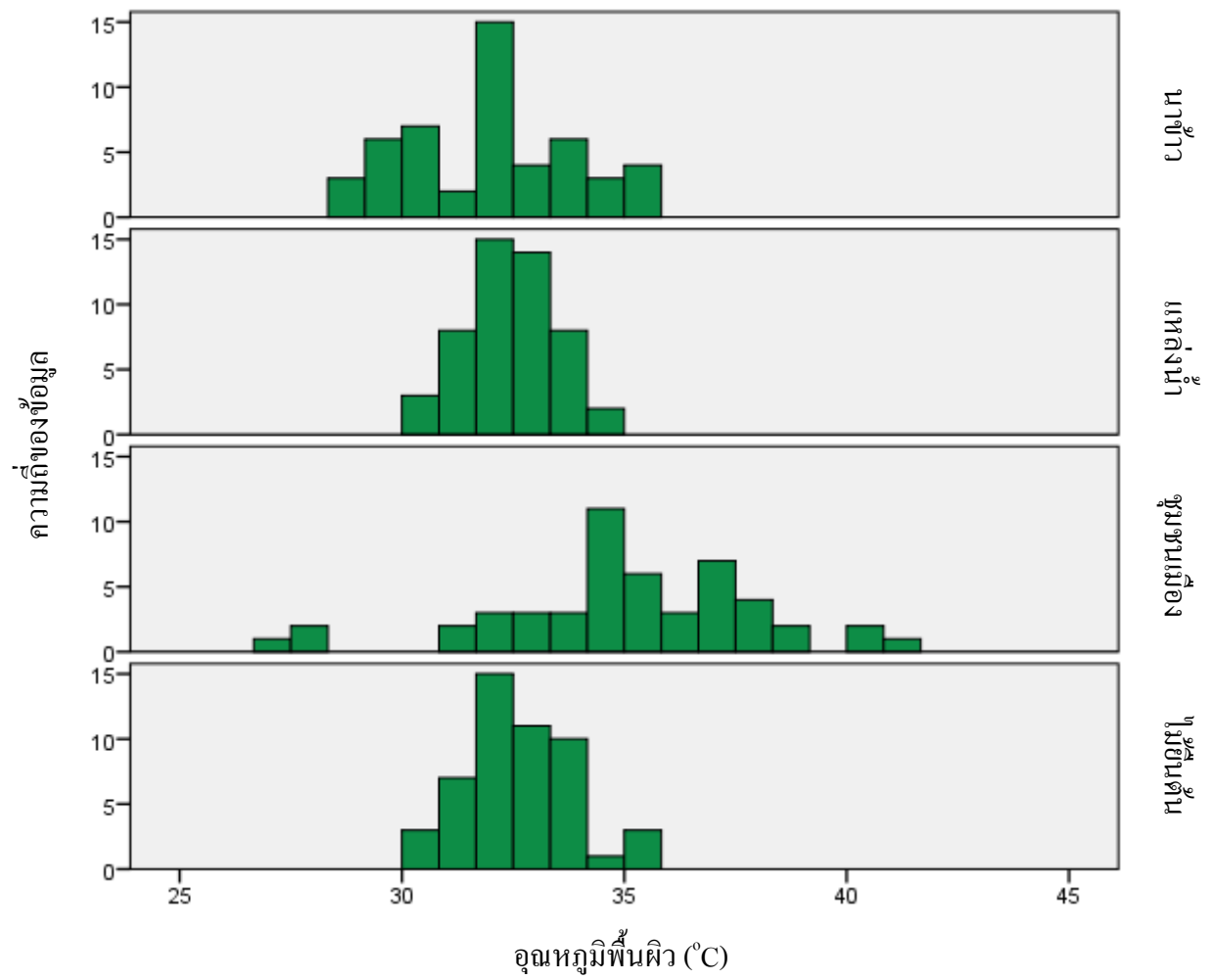
ค่าอุณหภูมิพื้นผิวของอำเภอบางน้ำเปรี้ยวมีค่าอยู่ระหว่าง 25.07 ถึง 45.35 องศาเซลเซียส ดังภาพที่ 29 หลังจากนั้นจึงทำการวิเคราะห์ข้อมูลร่วมกับกลุ่มตัวอย่าง (Training Area) จำนวน 200 จุด ซึ่งพบว่าค่าอุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ย 33.04 องศาเซลเซียส ตามภาพที่ 27 ซึ่งหากแบ่งตามพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินพบว่า อุณหภูมิพื้นผิวของพื้นที่นาข้าวมีค่าอุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยต่ำที่สุดเท่ากับ 32.01 องศาเซลเซียส ถัดมาคือ พื้นที่แหล่งน้ำ พื้นที่ไม้ยืนต้น และพื้นที่สิ่งปลูกสร้าง โดยมีค่าอุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ย 32.46, 32.65 และ 35.04 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ดังตารางที่ 25 และภาพที่ 28



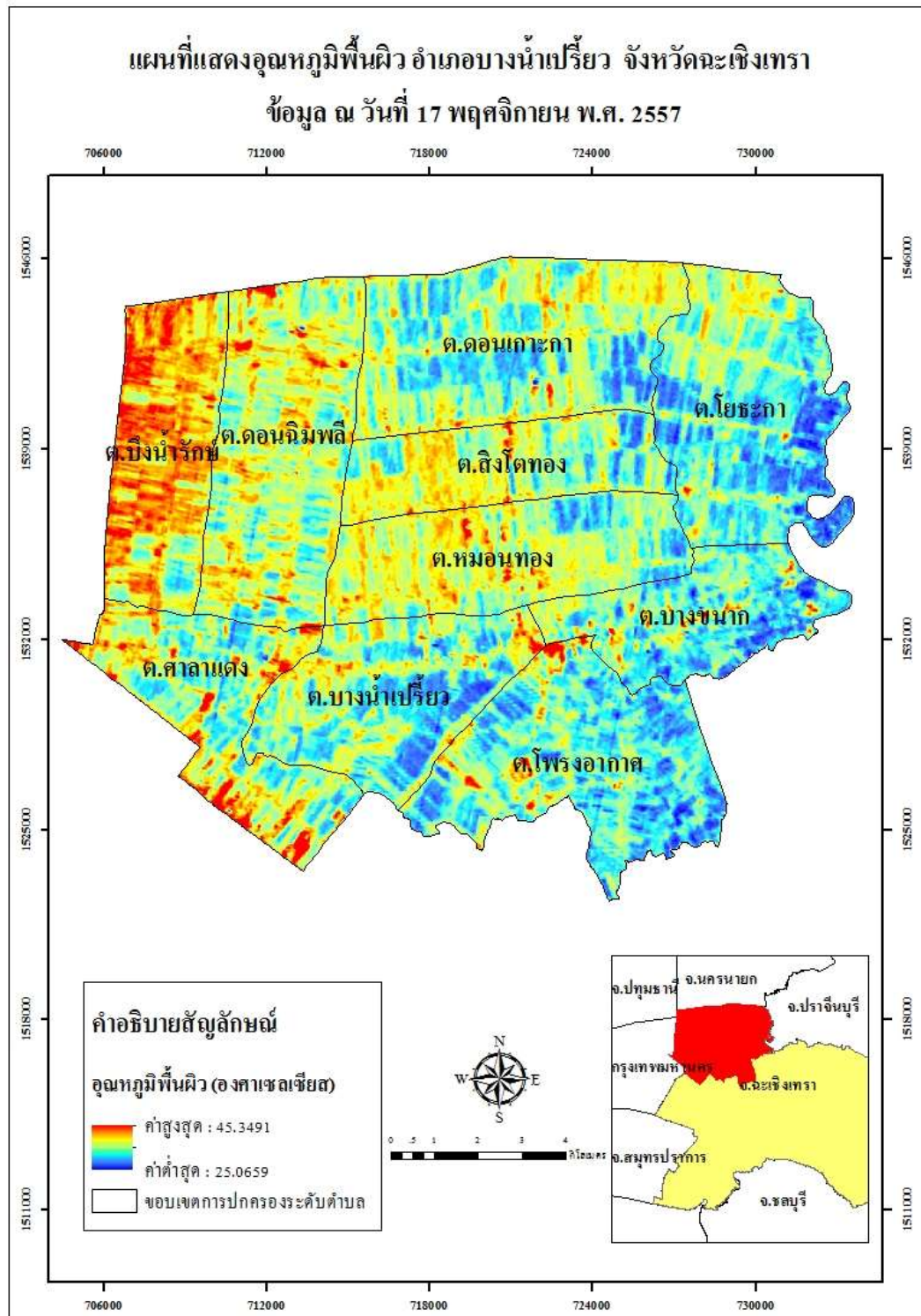
ภาพที่ 27 กราฟแสดงค่าความถี่ของอุณหภูมิพื้นผิว ณ วันที่ 17 พฤศจิกายน พ.ศ. 2557

ตารางที่ 25 ค่าอุณหภูมิพื้นผิวตามพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน ณ วันที่ 17 พฤศจิกายน พ.ศ. 2557

ประเภท	อุณหภูมิพื้นผิว (°C)		
	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าเฉลี่ย
นาข้าว	28.34	35.56	32.01
แหล่งน้ำ	30.47	34.84	32.46
ชุมชนเมือง	26.99	41.04	35.04
ไม้ยืนต้น	30.47	35.17	32.65



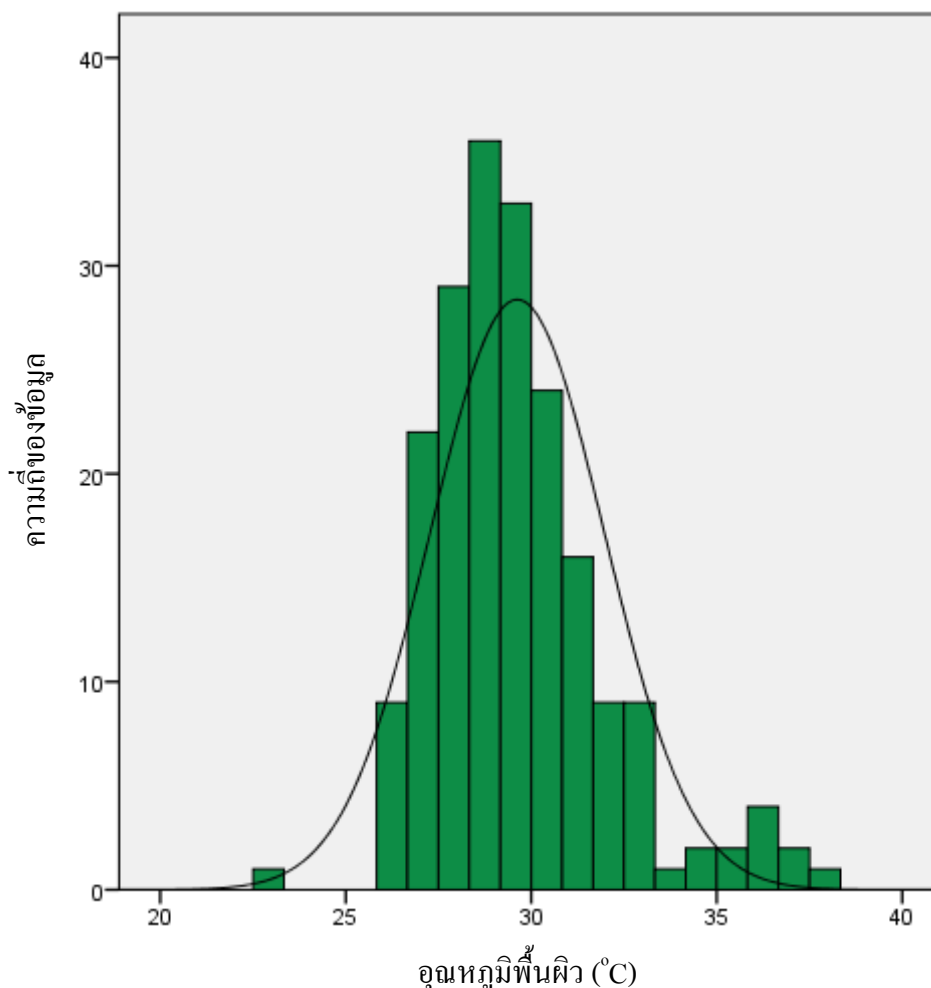
ภาพที่ 28 กราฟแสดงค่าความถี่ของอุณหภูมิพื้นผิว ตามพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน ณ วันที่ 17 พฤศจิกายน พ.ศ. 2557



ภาพที่ 29 อุณหภูมิพื้นผิว บันทึกเมื่อวันที่ 17 พฤศจิกายน พ.ศ. 2557 อำเภอบางน้ำเปรี้ยว จังหวัดฉะเชิงเทรา

2. ผลการวิเคราะห์ค่าอุณหภูมิพื้นผิวกับพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยใช้ข้อมูลจากดาวเทียมซ่งบันทีกไว้ ณ วันที่ 4 มกราคม พ.ศ. 2558

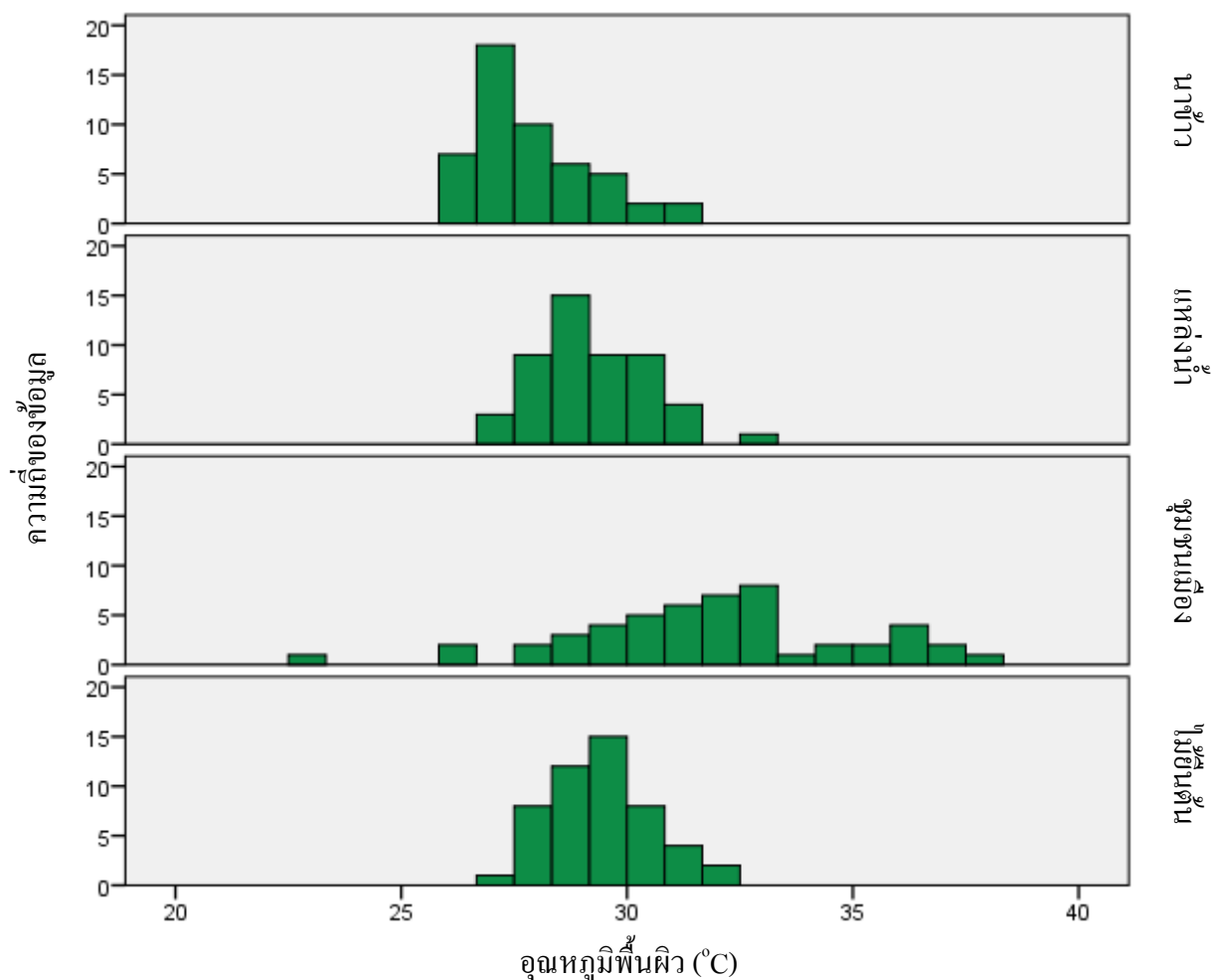
ค่าอุณหภูมิพื้นผิวของอำเภอบางน้ำเปรี้ยวมีค่าอยู่ระหว่าง 19.22 ถึง 42.36 องศาเซลเซียส ดังภาพที่ 32 หลังจากนั้นจึงทำการวิเคราะห์ข้อมูลร่วมกับกลุ่มตัวอย่าง (Training Area) จำนวน 200 จุด ซึ่งมีค่าอุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ย 29.62 องศาเซลเซียส ตามภาพที่ 30 และหากแบ่งตามพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินพบว่า อุณหภูมิพื้นผิวของพื้นที่นาข้าวมีค่าอุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยต่ำที่สุดเท่ากับ 27.85 องศาเซลเซียส ถัดมาคือ พื้นที่แหล่งน้ำ พื้นที่ไม้ยืนต้น และพื้นที่สิ่งปลูกสร้าง โดยมีค่าอุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ย 29.23, 29.50 และ 31.91 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ดังตารางที่ 26 และภาพที่ 31



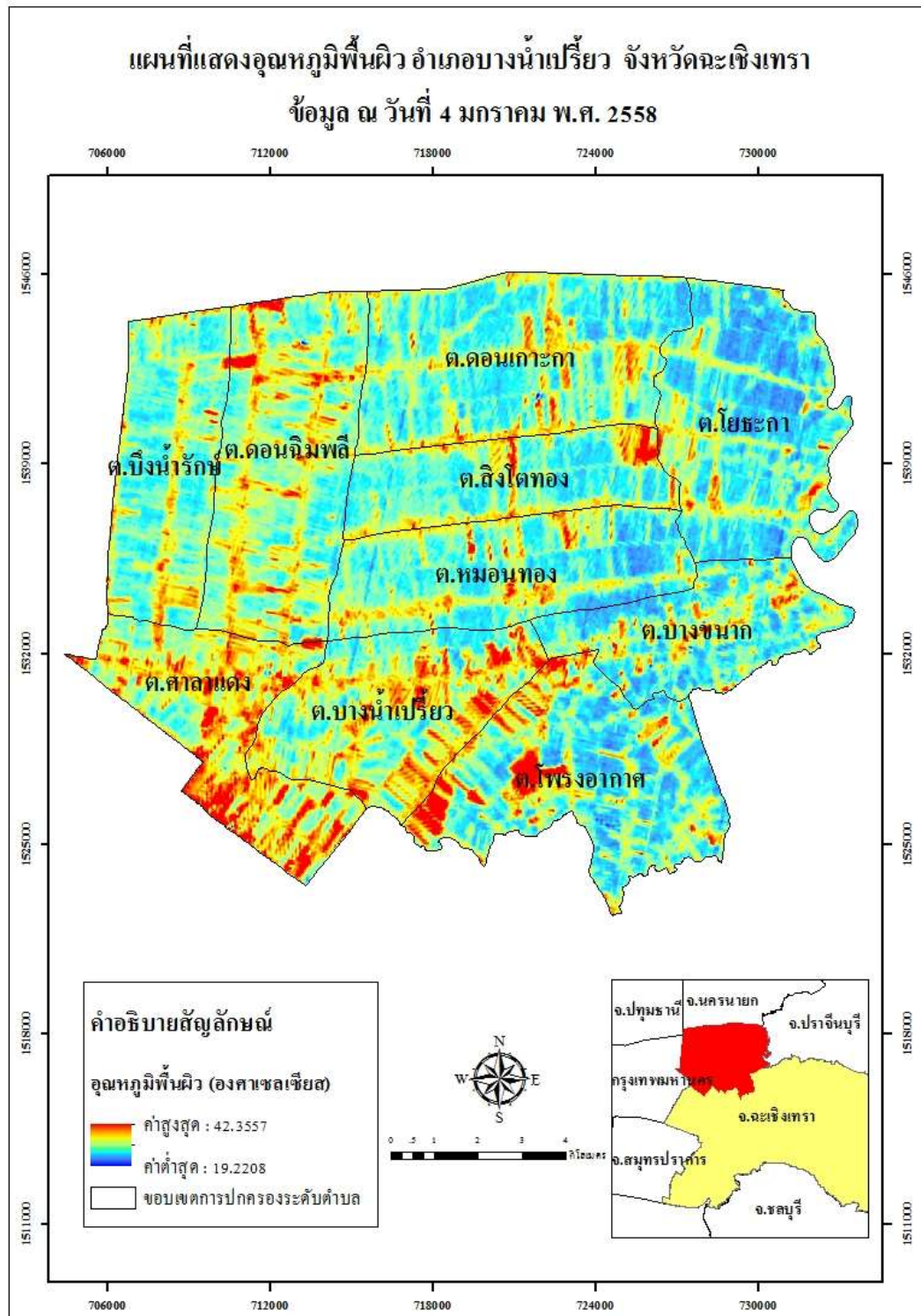
ภาพที่ 30 กราฟแสดงค่าความถี่ของอุณหภูมิพื้นผิว ณ วันที่ 4 มกราคม พ.ศ. 2558

ตารางที่ 26 ค่าอุณหภูมิพื้นผิวตามพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน ณ วันที่ 4 มกราคม พ.ศ. 2558

ประเภท	อุณหภูมิพื้นผิว (°C)		
	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าเฉลี่ย
นาข้าว	26.01	31.66	27.85
แหล่งน้ำ	26.85	33.27	29.23
ชุมชนเมือง	22.62	38.00	31.91
ไม้ยืนต้น	27.32	32.09	29.50



ภาพที่ 31 กราฟแสดงค่าความถี่ของอุณหภูมิพื้นผิว ตามพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน ณ วันที่ 4 มกราคม พ.ศ. 2558

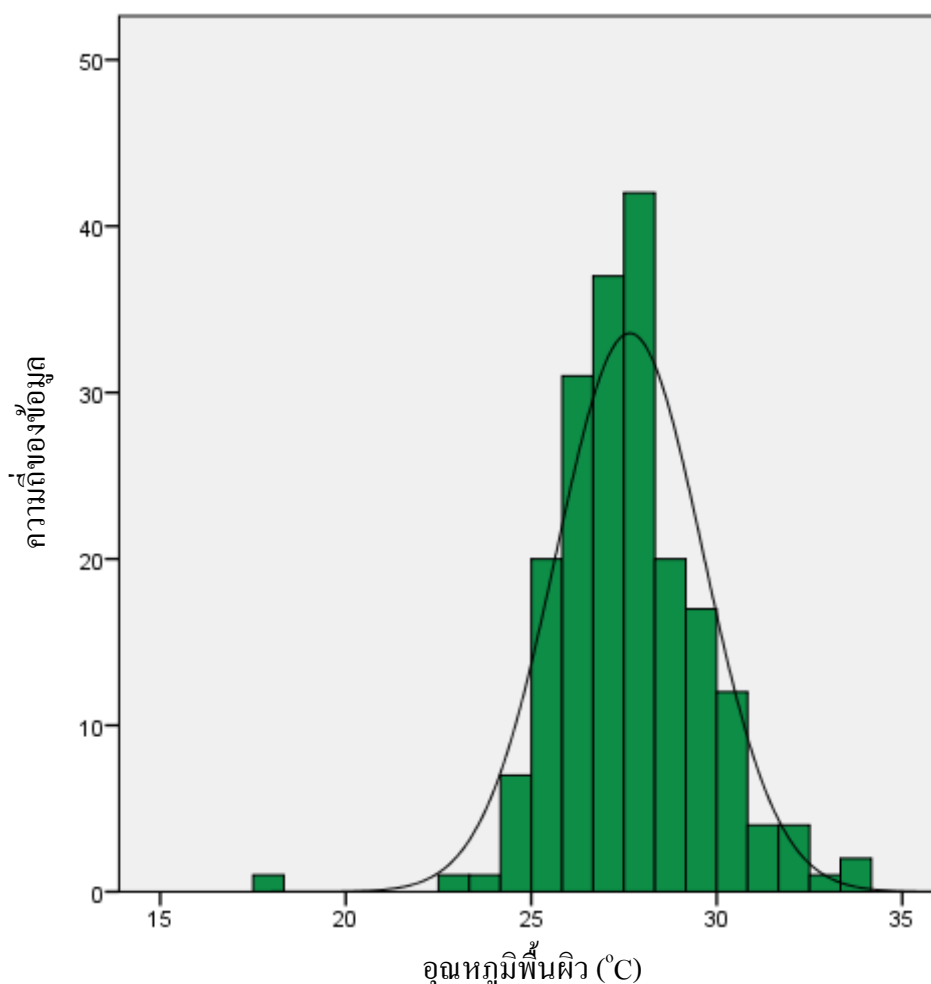


ภาพที่ 32 อุณหภูมิพื้นผิว บันทึกเมื่อวันที่ 4 มกราคม พ.ศ. 2558 อำเภอบางน้ำเปรี้ยว
จังหวัดฉะเชิงเทรา

3. ผลการวิเคราะห์ค่าอุณหภูมิพื้นผิวกับพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน ณ วันที่

20 มกราคม พ.ศ. 2558

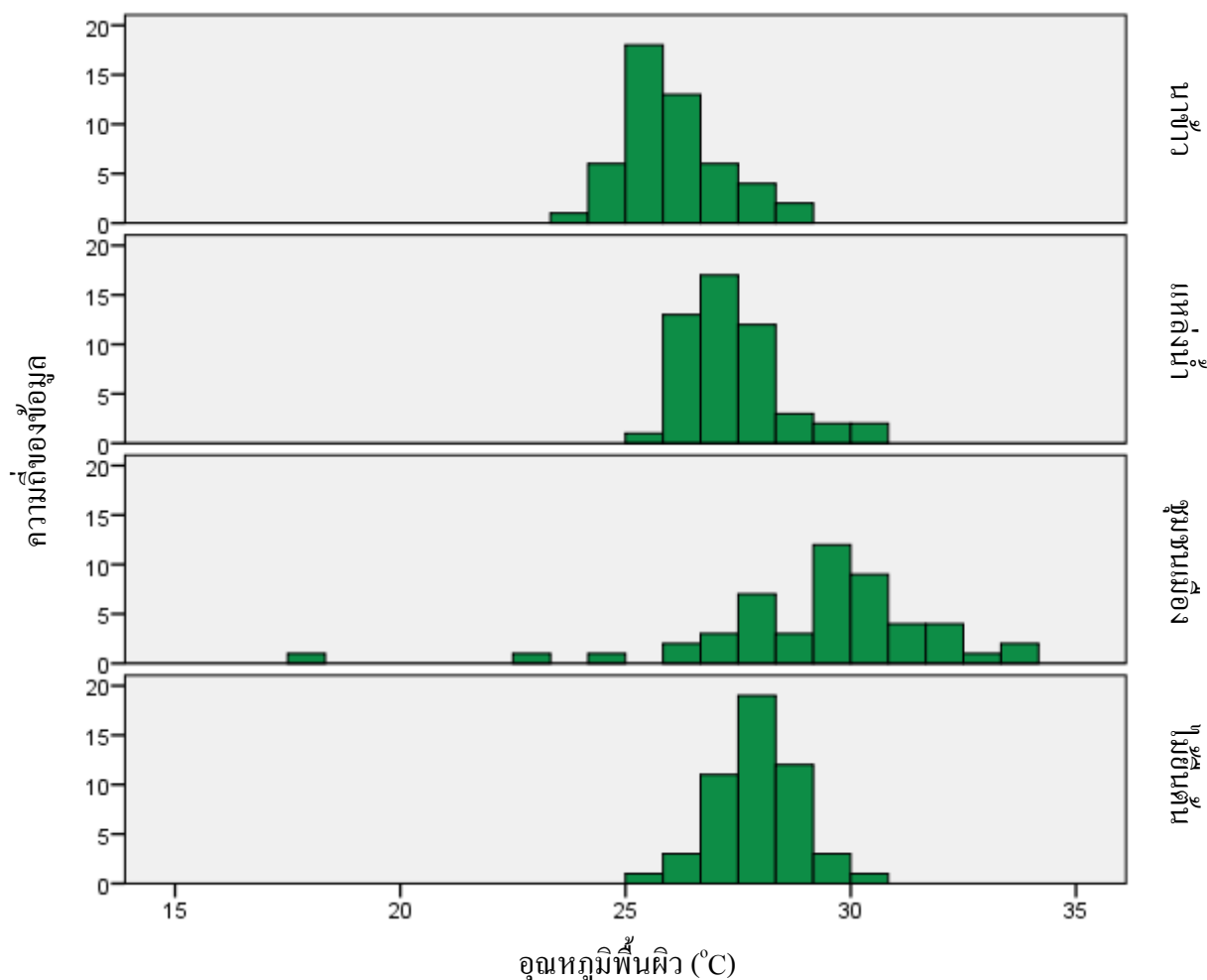
ค่าอุณหภูมิพื้นผิวของอำเภอบางน้ำเปรี้ยวมีค่าอยู่ระหว่าง 14.68 ถึง 38.97 องศาเซลเซียส ดังภาพที่ 35 หลังจากนั้นจึงทำการวิเคราะห์ข้อมูลร่วมกับกลุ่มตัวอย่าง (Training Area) จำนวน 200 จุด ซึ่งมีค่าอุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ย 27.65 องศาเซลเซียส ตามภาพที่ 33 ซึ่งหากแบ่งตามพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินพบว่า อุณหภูมิพื้นผิวของพื้นที่นาข้าวมีค่าอุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยต่ำที่สุดเท่ากับ 26.10 องศาเซลเซียส ถัดมาคือ พื้นที่แหล่งน้ำ พื้นที่ไม้ยืนต้น และพื้นที่สิ่งปลูกสร้าง โดยมีค่าอุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ย 27.37, 27.87 และ 29.27 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ดังตารางที่ 27 และภาพที่ 34



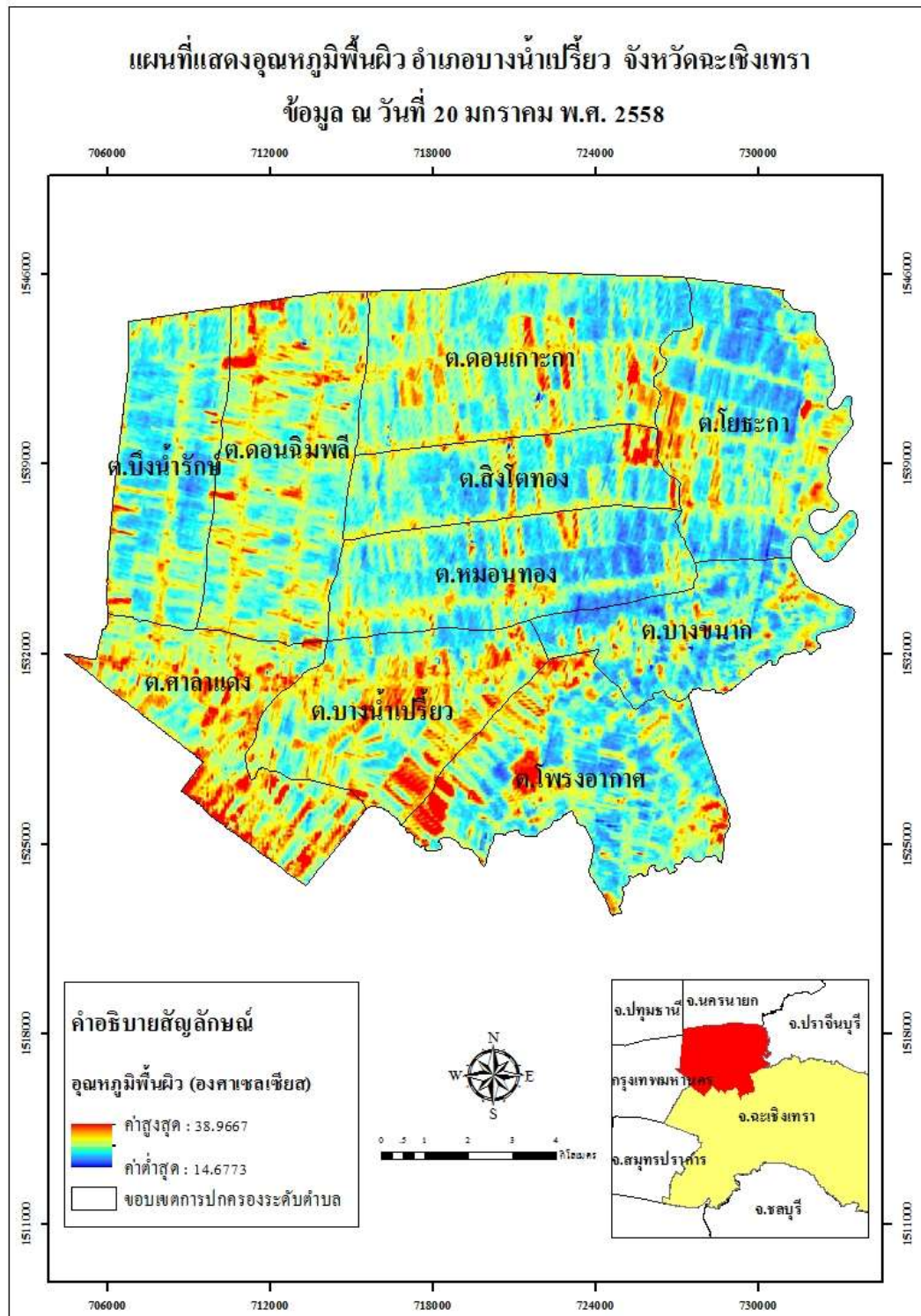
ภาพที่ 33 กราฟแสดงค่าความถี่ของอุณหภูมิพื้นผิว ณ วันที่ 20 มกราคม พ.ศ. 2558

ตารางที่ 27 ค่าอุณหภูมิพื้นผิวตามพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน ณ วันที่ 20 มกราคม พ.ศ. 2558

ประเภท	อุณหภูมิพื้นผิว (°C)		
	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าเฉลี่ย
นาข้าว	24.15	28.70	26.10
แหล่งน้ำ	25.77	30.09	27.37
ชุมชนเมือง	17.72	33.94	29.27
ไม้ยืนต้น	25.77	30.09	27.87



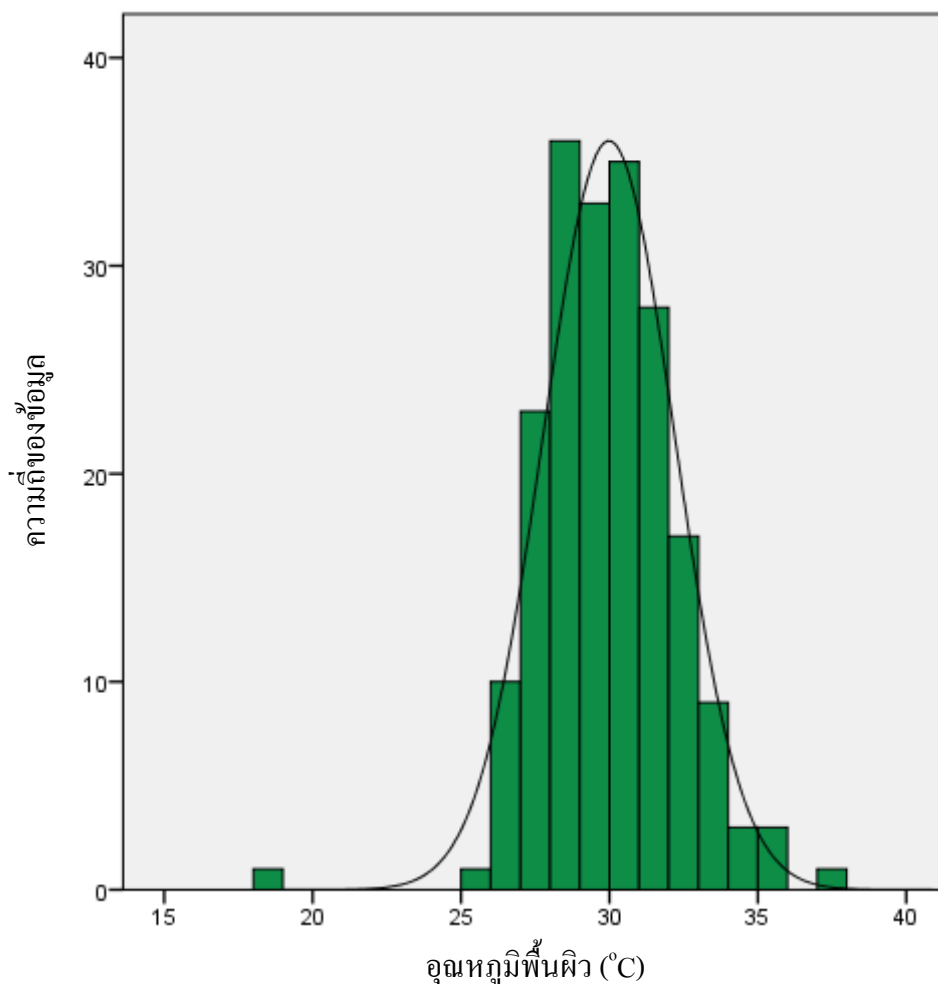
ภาพที่ 34 กราฟแสดงค่าความถี่ของอุณหภูมิพื้นผิว ตามพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน ณ วันที่ 20 มกราคม พ.ศ. 2558



ภาพที่ 35 อุณหภูมิพื้นผิว บันทึกเมื่อวันที่ 20 มกราคม พ.ศ. 2558 อำเภอบางน้ำเปรี้ยว
 จังหวัดฉะเชิงเทรา

4. ผลการวิเคราะห์ค่าอุณหภูมิพื้นผิวกับพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยใช้ข้อมูลจากดาวเทียมซิงก์บันทึกรั้ว ณ วันที่ 5 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2558

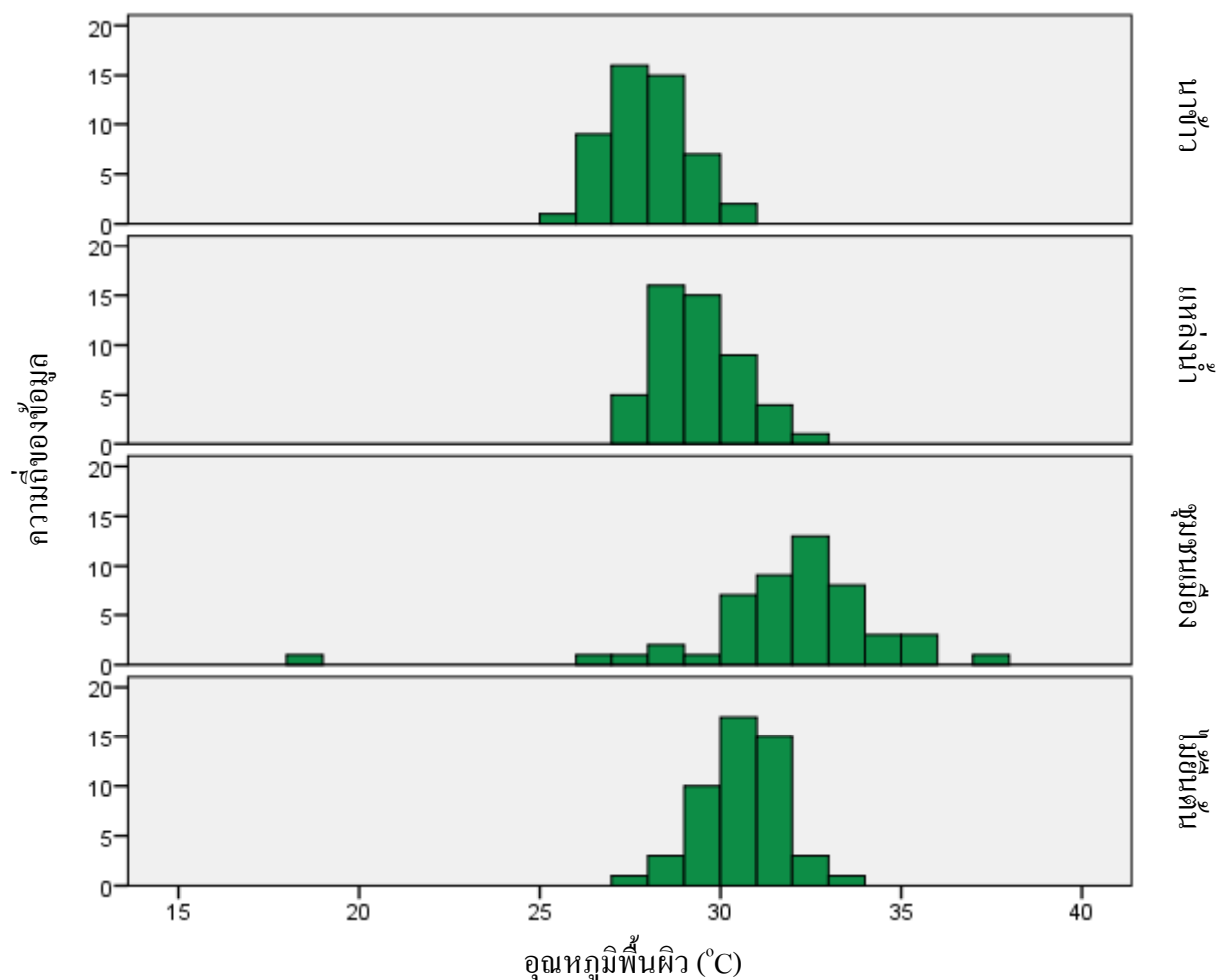
ค่าอุณหภูมิพื้นผิวของอำเภอบางน้ำเปรี้ยวมีค่าอยู่ระหว่าง 18.08 ถึง 44.35 องศาเซลเซียส ดังภาพที่ 38 หลังจากนั้นจึงทำการวิเคราะห์ข้อมูลร่วมกับกลุ่มตัวอย่าง (Training Area) จำนวน 200 จุด ซึ่งมีค่าอุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ย 29.98 องศาเซลเซียส ตามภาพที่ 36 ซึ่งหากแบ่งตามพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินพบว่า อุณหภูมิพื้นผิวของพื้นที่นาข้าวมีค่าอุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยต่ำที่สุดเท่ากับ 28.01 องศาเซลเซียส ถัดมาคือ พื้นที่แหล่งน้ำ พื้นที่ไม้ยืนต้น และพื้นที่สิ่งปลูกสร้าง โดยมีค่าอุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ย 29.46, 30.57 และ 31.89 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ดังตารางที่ 28 และภาพที่ 37



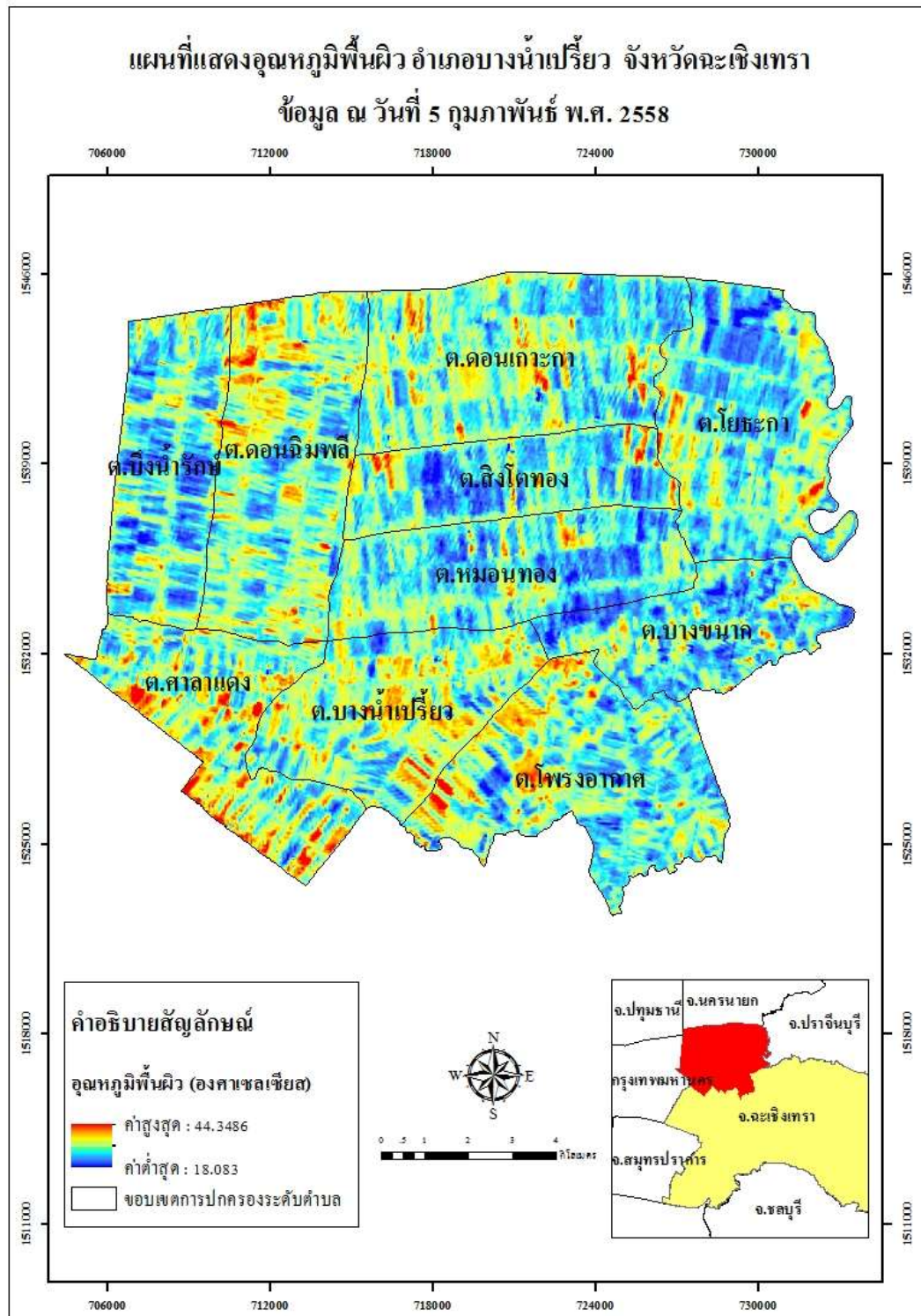
ภาพที่ 36 กราฟแสดงค่าความถี่ของอุณหภูมิพื้นผิว ณ วันที่ 5 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2558

ตารางที่ 28 ค่าอุณหภูมิพื้นผิวตามพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน ณ วันที่ 5 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2558

ประเภท	อุณหภูมิพื้นผิว (°C)		
	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าเฉลี่ย
นาข้าว	25.99	30.70	28.01
แหล่งน้ำ	27.68	32.22	29.46
ชุมชนเมือง	18.56	37.89	31.89
ไม้ยืนต้น	27.97	33.63	30.57



ภาพที่ 37 กราฟแสดงค่าความถี่ของอุณหภูมิพื้นผิว ตามพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน ณ วันที่ 5 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2558



ภาพที่ 38 อุณหภูมิพื้นผิว บันทึกเมื่อวันที่ 5 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2558 อำเภอบางน้ำเปรี้ยว
 จังหวัดฉะเชิงเทรา

ตารางที่ 29 ข้อมูลสรุปค่าอุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ย ตามพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน 4 ช่วงเวลา

วันที่บันทึกข้อมูล	ค่าอุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ย ตามพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน (°C)			
	นาข้าว	แหล่งน้ำ	ชุมชนเมือง	ไม้ยืนต้น
ดาวเทียม				
17 พ.ย. 57	32.01	32.46	35.04	32.65
4 ม.ค. 58	27.85	29.23	31.91	29.50
20 ม.ค. 58	26.10	27.37	29.27	27.87
5 ก.พ. 58	28.01	29.46	31.89	30.57
ค่าเฉลี่ย	28.49	29.63	32.03	30.15

ตารางที่ 30 อุณหภูมิคุ้มแห้งราย 3 ชั่วโมง จากสถานีตรวจอากาศจะเชิงเทรา

ลำดับ	เวลาที่เก็บข้อมูล	17 พ.ย. 57	4 ม.ค. 58	20 ม.ค. 58	5 ก.พ. 58
		(°C)	(°C)	(°C)	(°C)
1	01:00	23.5	19.5	18.0	20.8
2	04:00	22.8	18.1	16.7	19.0
3	07:00	22.8	16.9	18.0	19.0
4	10:00	28.8	26.3	25.1	27.0
5	13:00	31.7	31.1	29.1	31.1
6	16:00	32.2	32.5	30.5	32.9
7	19:00	27.7	26.5	25.6	28.0
8	22:00	24.8	21.3	24.8	24.0
	อุณหภูมิเฉลี่ย (°C)	26.8	24.0	23.5	25.2

จากตารางที่ 29 สามารถสรุปได้ว่าข้อมูลอุณหภูมิพื้นผิวตามพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน จำนวน 4 ประเภทในวันที่ 17 พฤศจิกายน พ.ศ. 2557 นั้นมีค่าสูงกว่าวันอื่นๆ อีก 3 วัน ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลอุณหภูมิกอากาศ (องศาเซลเซียส) จากอุณหภูมิตุ่มแห้ง ของสถานีตรวจอากาศจะเชิงเทรา ในวันที่ 17 พฤศจิกายน พ.ศ. 2557 วันที่ 4 มกราคม พ.ศ. 2558 วันที่ 20 มกราคม พ.ศ. 2558 และ

วันที่ 5 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2558 ดังรายละเอียดในตาราง ที่ 30 ก็พบว่ามียุทธภูมิอากาศเฉลี่ยสูงกว่า ยุทธภูมิอากาศเฉลี่ยอีก 3 วันเช่นเดียวกัน และสำหรับข้อมูลยุทธภูมิพื้นผิวจากที่ได้ทำการวิเคราะห์ ผลของข้อมูลมานั้นพบว่าพื้นที่ชุมชนเมืองมีค่ายุทธภูมิพื้นผิวสูงที่สุด โดยมียุทธภูมิพื้นผิวเฉลี่ย เท่ากับ 32.03 องศาเซลเซียส รองลงมาคือพื้นที่ไม้ยืนต้น มียุทธภูมิพื้นผิวเฉลี่ย เท่ากับ 30.15 องศาเซลเซียส และถัดมาเป็นพื้นที่แหล่งน้ำ มียุทธภูมิพื้นผิวเฉลี่ยเท่ากับ 29.63 องศาเซลเซียส ส่วนพื้นที่ นาข้าว มียุทธภูมิพื้นผิวเฉลี่ยต่ำที่สุด เท่ากับ 28.49 องศาเซลเซียส ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ปฐมพงศ์ สุขทอง (2551) โดยวิเคราะห์ข้อมูลภาพถ่ายเทียมเชิงตัวเลข TERRA (ASTER) ช่วงคลื่น ความร้อน แบนด์ 12 ช่วงเวลากลางวัน บันทึกข้อมูลเมื่อวันที่ 8 ธันวาคม พ.ศ. 2550 เวลา 10.55 น. พบว่าที่โล่งและสิ่งก่อสร้าง มีค่ายุทธภูมิพื้นผิวทำนายเฉลี่ยใกล้เคียงกันมากและมีค่าสูงที่สุด รองลงมาคือ พืชพรรณและแหล่งน้ำ มีค่ายุทธภูมิพื้นผิวทำนายเฉลี่ย 30.52, 30.51, 29.73 และ 29.13 องศาเซลเซียส ตามลำดับ

ผลการวิเคราะห์ค่ายุทธภูมิพื้นผิวของนาข้าวกับระยะการเจริญเติบโต 4 ช่วงเวลา

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างค่ายุทธภูมิพื้นผิวของนาข้าวกับระยะการเจริญเติบโต ในอำเภอบางน้ำเปรี้ยว จังหวัดฉะเชิงเทรานั้น ต้องทราบถึงระยะการเจริญเติบโตของพื้นที่นาข้าวใน พื้นที่จริง โดยการลงสำรวจภาคสนาม ซึ่งได้รับคำแนะนำและคัดเลือกแปลงตัวอย่างจำนวน 36 แปลงจากเจ้าหน้าที่สำนักงานเกษตรอำเภอ เจ้าหน้าที่ศูนย์วิจัยข้าวจังหวัดฉะเชิงเทรา พร้อมทั้งได้รับความร่วมมือเป็นอย่างดีจากเกษตรกรอำเภอบางน้ำเปรี้ยว ทำให้ได้ข้อมูลจากแปลงตัวอย่าง เพื่อนำมาติดตามการเจริญเติบโตของข้าว โดยแบ่งระยะการเจริญเติบโตของข้าว ออกเป็น 4 ระยะ ดังนี้

- ระยะที่ 1 ระยะกล้า หมายถึง ระยะตกกล้า จนถึงระยะปักดำ ซึ่งเป็นช่วงการเจริญเติบโตทางลำต้น อายุข้าวประมาณ 0 - 25 วัน (ดังภาพที่ 39)
- ระยะที่ 2 ระยะแตกกอ หมายถึง ระยะปักดำ จนถึงระยะเริ่มสร้างช่อดอก ซึ่งเป็นระยะการเจริญเติบโตทางลำต้น อายุข้าวประมาณ 26 - 60 วัน (ดังภาพที่ 40)
- ระยะที่ 3 ระยะตั้งท้อง หมายถึง ระยะที่ข้าวเริ่มตั้งท้อง จนถึงระยะออกดอก เป็นระยะการเติบโตทางสืบพันธุ์ อายุข้าวประมาณ 61 - 90 วัน (ดังภาพที่ 41)
- ระยะที่ 4 ระยะนํ้านมและข้าวสุก หมายถึงระยะที่ข้าวออกดอก จนถึงเก็บเกี่ยว เป็นระยะการเติบโตทางสืบพันธุ์ อายุข้าวประมาณ 91 - 120 วัน (ดังภาพที่ 42)



ภาพที่ 39 แปลงตัวอย่างพื้นที่นาข้าว ระยะที่ 1 อายุ 21 วัน ความสูงต้นข้าว 24 เซนติเมตร



ภาพที่ 40 แปลงตัวอย่างพื้นที่นาข้าว ระยะที่ 2 อายุ 35 วัน ความสูงต้นข้าว 35 เซนติเมตร



ภาพที่ 41 แปลงตัวอย่างพื้นที่นาข้าว ระยะที่ 3 อายุ 61 วัน ความสูงต้นข้าว 63 เซนติเมตร

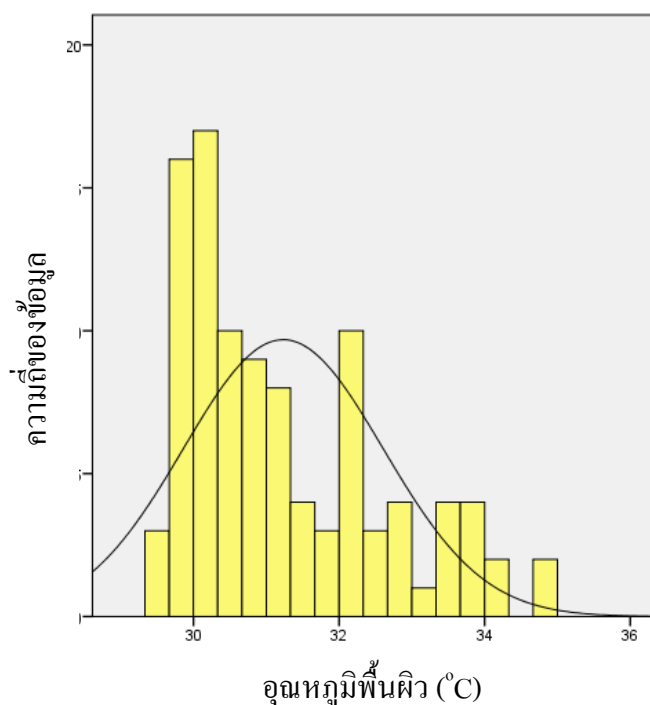


ภาพที่ 42 แปลงตัวอย่างพื้นที่นาข้าว ระยะที่ 4 อายุ 99 วัน ความสูงต้นข้าว 93 เซนติเมตร

จากข้อมูลที่ได้จากการสำรวจภาคสนามในวันที่ 17 พฤศจิกายน พ.ศ. 2557 วันที่ 4 มกราคม พ.ศ. 2558 วันที่ 20 มกราคม พ.ศ. 2558 และวันที่ 5 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2558 ตามวันที่ ดาวเทียม Landsat 8 ผ่านนั้น นำมาเป็นจุดตัวอย่างจำนวน 100 จุด แบ่งเป็นระยะละ 25 จุด วิเคราะห์ ร่วมกับค่าอุณหภูมิพื้นผิวจากช่วงคลื่นอินฟราเรดความร้อนที่ผ่านกระบวนการคำนวณด้วยหลักการ Split-Window Algorithm มีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

1. ผลการวิเคราะห์ค่าอุณหภูมิพื้นผิวกับระยะการเจริญเติบโตของนาข้าว โดยใช้ข้อมูล จากดาวเทียมซึ่งบันทึกไว้ ณ วันที่ 17 พฤศจิกายน พ.ศ. 2557

การวิเคราะห์ค่าอุณหภูมิพื้นผิวร่วมกับกลุ่มตัวอย่าง (Training Area) จำนวน 100 จุด พบว่ามีค่าอุณหภูมิพื้นผิวของพื้นที่นาข้าวอยู่ระหว่าง 29.46 ถึง 34.88 องศาเซลเซียส มีค่าอุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ย 31.23 องศาเซลเซียส ดังภาพที่ 43 ซึ่งหากแบ่งระยะการเจริญเติบโตของนาข้าวแล้ว พบว่า อุณหภูมิพื้นผิวของนาข้าวระยะที่ 3 มีค่าต่ำที่สุด อยู่ระหว่าง 29.76 ถึง 30.78 องศาเซลเซียส มีค่าอุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ย 30.15 องศาเซลเซียส ถัดมาคือนาข้าวช่วงระยะที่ 4 ระยะที่ 2 และระยะที่ 1 โดยมีค่าอุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ย 30.93, 31.23 และ 32.62 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ดังตารางที่ 31 และ ภาพที่ 44

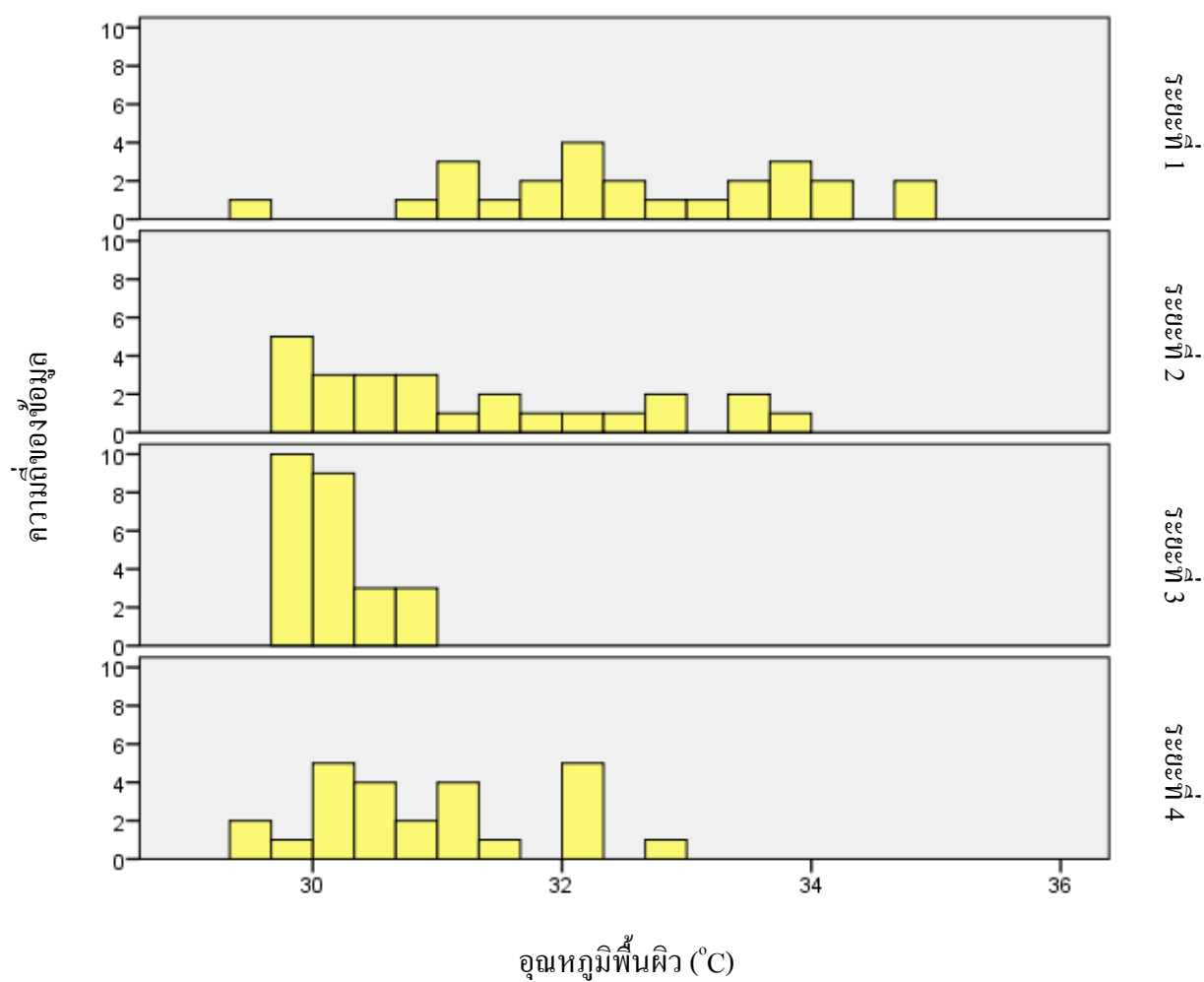


ภาพที่ 43 กราฟแสดงค่าความถี่ของอุณหภูมิพื้นผิวของนาข้าว ณ วันที่ 17 พฤศจิกายน พ.ศ. 2557

ตารางที่ 31 ค่าอุณหภูมิพื้นผิวตามระยะการเจริญเติบโตของนาข้าว ณ วันที่ 17 พฤศจิกายน

พ.ศ. 2557

ระยะการเจริญเติบโต	ค่าอุณหภูมิพื้นผิว (°C)		
	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าเฉลี่ย
1	29.46	34.88	32.62
2	29.82	33.70	31.23
3	29.76	30.78	30.15
4	29.58	32.78	30.93

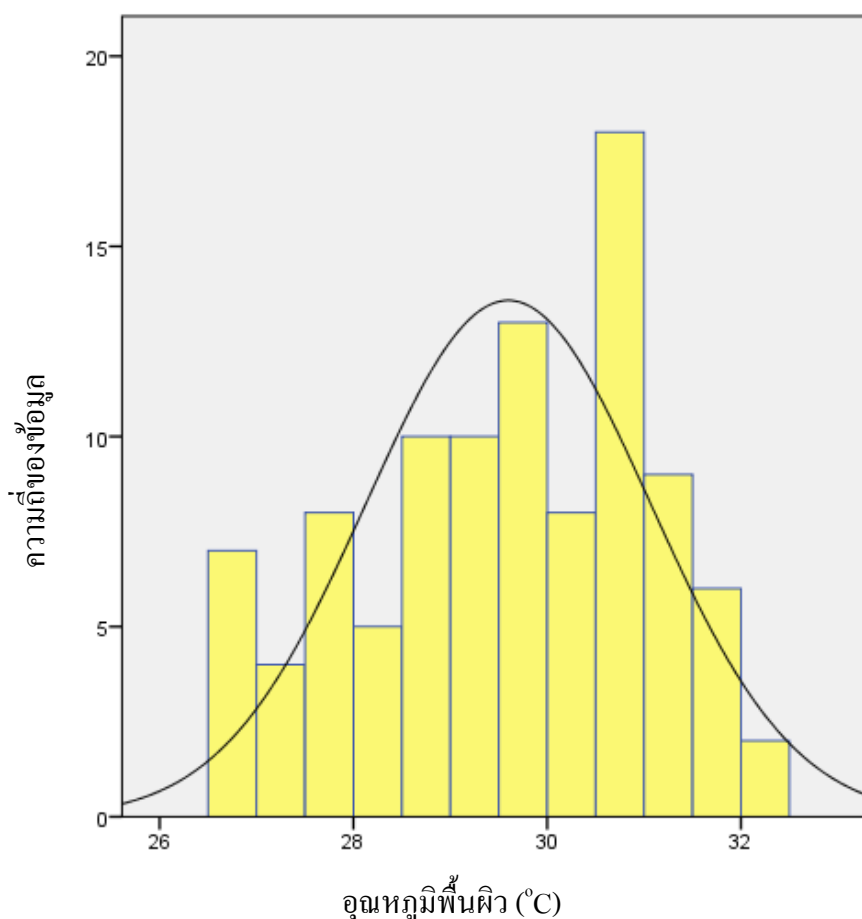


ภาพที่ 44 กราฟแสดงค่าความถี่ของอุณหภูมิพื้นผิว ตามระยะการเจริญเติบโตของนาข้าว ณ วันที่

17 พฤศจิกายน พ.ศ. 2557

2. ผลการวิเคราะห์ค่าอุณหภูมิพื้นผิวกับระยะการเจริญเติบโตของนาข้าว โดยใช้ข้อมูลจากดาวเทียมซึ่งบันทึกไว้ ณ วันที่ 4 มกราคม พ.ศ. 2558

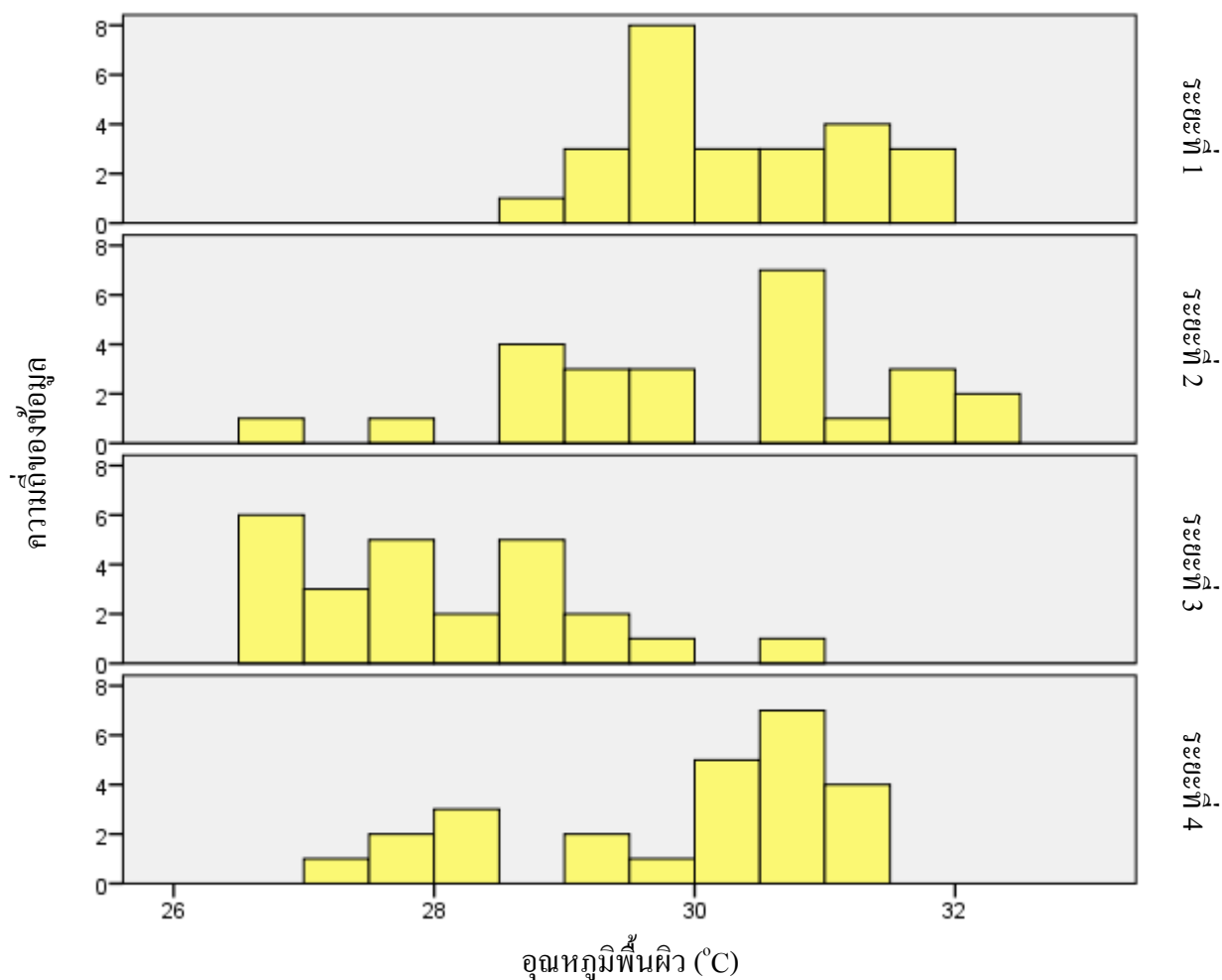
การวิเคราะห์ค่าอุณหภูมิพื้นผิวร่วมกับกลุ่มตัวอย่าง (Training Area) จำนวน 100 จุด พบว่ามีค่าอุณหภูมิพื้นผิวของพื้นที่นาข้าวอยู่ระหว่าง 26.69 ถึง 32.38 องศาเซลเซียส มีค่าอุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ย 29.60 องศาเซลเซียส ดังภาพที่ 45 ซึ่งหากแบ่งระยะการเจริญเติบโตของนาข้าวแล้ว พบว่า อุณหภูมิพื้นผิวของนาข้าวระยะที่ 3 มีค่าต่ำที่สุด อยู่ระหว่าง 26.69 ถึง 30.63 องศาเซลเซียส มีค่าอุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ย 28.05 องศาเซลเซียส ถัดมาคือนาข้าวช่วงระยะที่ 4 ระยะที่ 2 และระยะที่ 1 โดยมีค่าอุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ย 29.92, 30.13 และ 30.28 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ดังตารางที่ 32 และภาพที่ 46



ภาพที่ 45 กราฟแสดงค่าความถี่ของอุณหภูมิพื้นผิวของนาข้าว ณ วันที่ 4 มกราคม พ.ศ. 2558

ตารางที่ 32 ค่าอุณหภูมิพื้นผิวตามระยะการเจริญเติบโตของนาข้าว ณ วันที่ 4 มกราคม พ.ศ. 2558

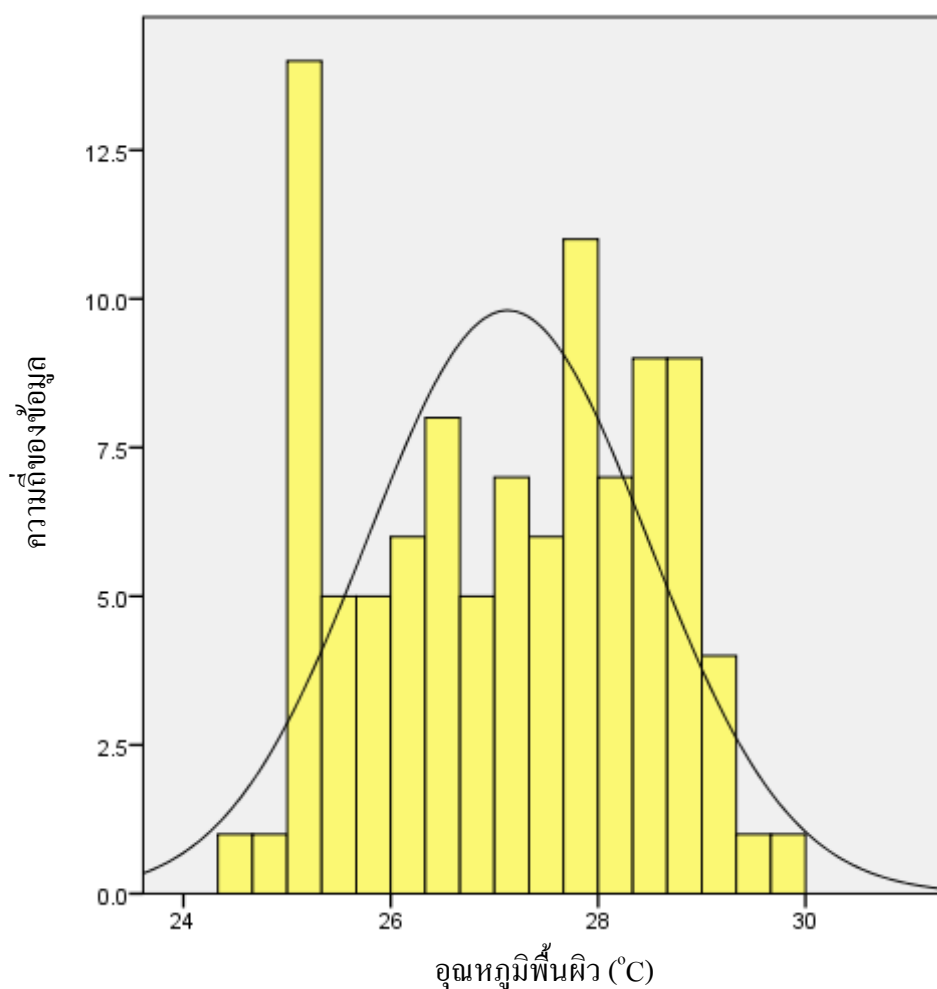
ระยะการเจริญเติบโต	ค่าอุณหภูมิพื้นผิว (°C)		
	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าเฉลี่ย
1	28.76	31.74	30.28
2	26.96	32.38	30.13
3	26.69	30.63	28.05
4	27.06	31.26	29.92



ภาพที่ 46 กราฟแสดงค่าความถี่ของอุณหภูมิพื้นผิว ตามระยะการเจริญเติบโตของนาข้าว ณ วันที่ 4 มกราคม พ.ศ. 2558

3. ผลการวิเคราะห์ค่าอุณหภูมิพื้นผิวกับระยะการเจริญเติบโตของนาข้าว โดยใช้ข้อมูลจากดาวเทียมซึ่งบันทึกไว้ ณ วันที่ 20 มกราคม พ.ศ. 2558

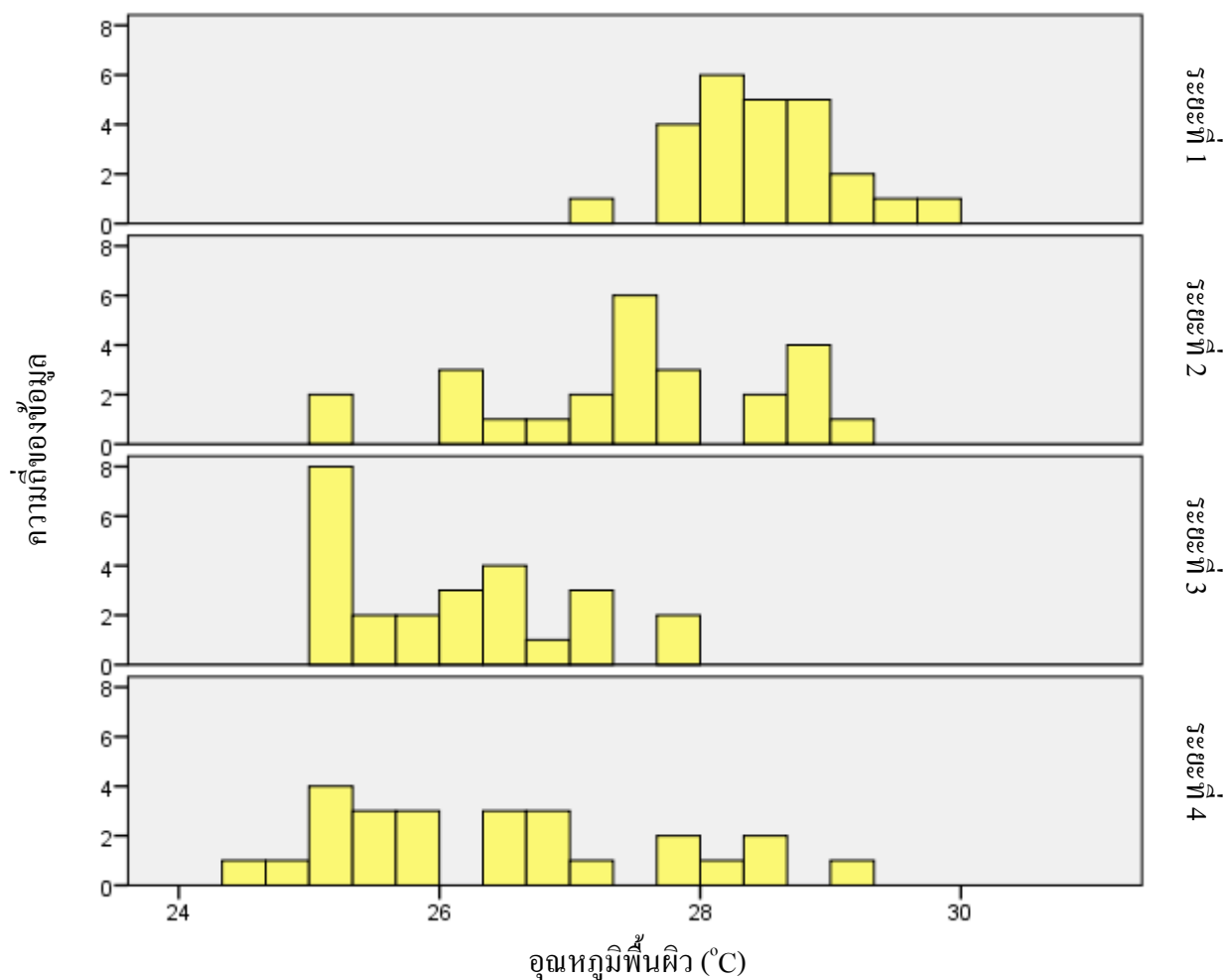
การวิเคราะห์ค่าอุณหภูมิพื้นผิวร่วมกับกลุ่มตัวอย่าง (Training Area) จำนวน 100 จุด พบว่ามีค่าอุณหภูมิพื้นผิวของพื้นที่นาข้าวอยู่ระหว่าง 24.66 ถึง 29.90 องศาเซลเซียส มีค่าอุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ย 27.13 องศาเซลเซียส ดังภาพที่ 47 ซึ่งหากแบ่งระยะการเจริญเติบโตของนาข้าวแล้ว พบว่า อุณหภูมิพื้นผิวของนาข้าวระยะที่ 3 มีค่าต่ำที่สุด อยู่ระหว่าง 25.08 ถึง 27.96 องศาเซลเซียส มีค่าอุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ย 26.12 องศาเซลเซียส ถัดมาคือนาข้าวช่วงระยะที่ 4 ระยะที่ 2 และระยะที่ 1 โดยมีค่าอุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ย 26.47, 27.45 และ 28.47 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ดังตารางที่ 33 และภาพที่ 48



ภาพที่ 47 กราฟแสดงค่าความถี่ของอุณหภูมิพื้นผิวของนาข้าว ณ วันที่ 20 มกราคม พ.ศ. 2558

ตารางที่ 33 ค่าอุณหภูมิพื้นผิวตามระยะการเจริญเติบโตของนาข้าว ณ วันที่ 20 มกราคม พ.ศ. 2558

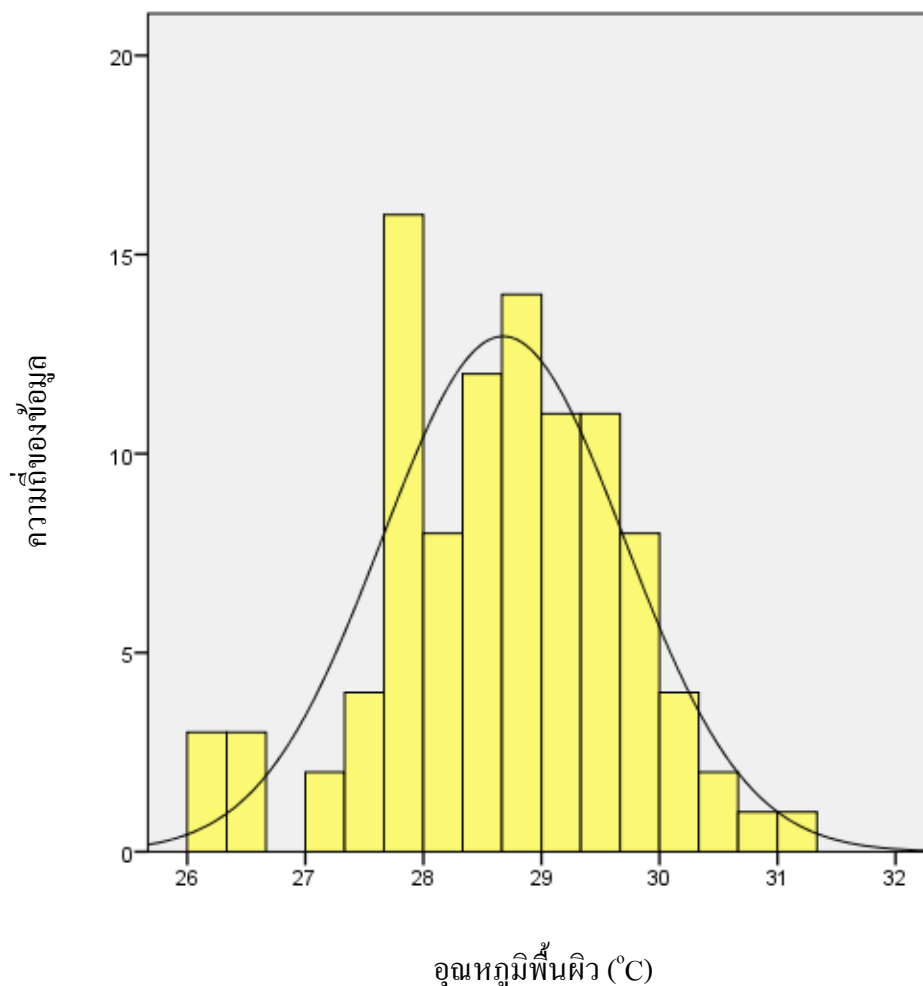
ระยะการเจริญเติบโต	ค่าอุณหภูมิพื้นผิว (°C)		
	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าเฉลี่ย
1	27.03	29.90	28.47
2	25.02	29.01	27.45
3	25.08	27.96	26.12
4	24.66	29.24	26.47



ภาพที่ 48 กราฟแสดงค่าความถี่ของอุณหภูมิพื้นผิว ตามระยะการเจริญเติบโตของนาข้าว ณ วันที่ 20 มกราคม พ.ศ. 2558

4. ผลการวิเคราะห์ค่าอุณหภูมิพื้นผิวกับระยะการเจริญเติบโตของนาข้าว โดยใช้ข้อมูลจากดาวเทียมซึ่งบันทึกไว้ ณ วันที่ 5 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2558

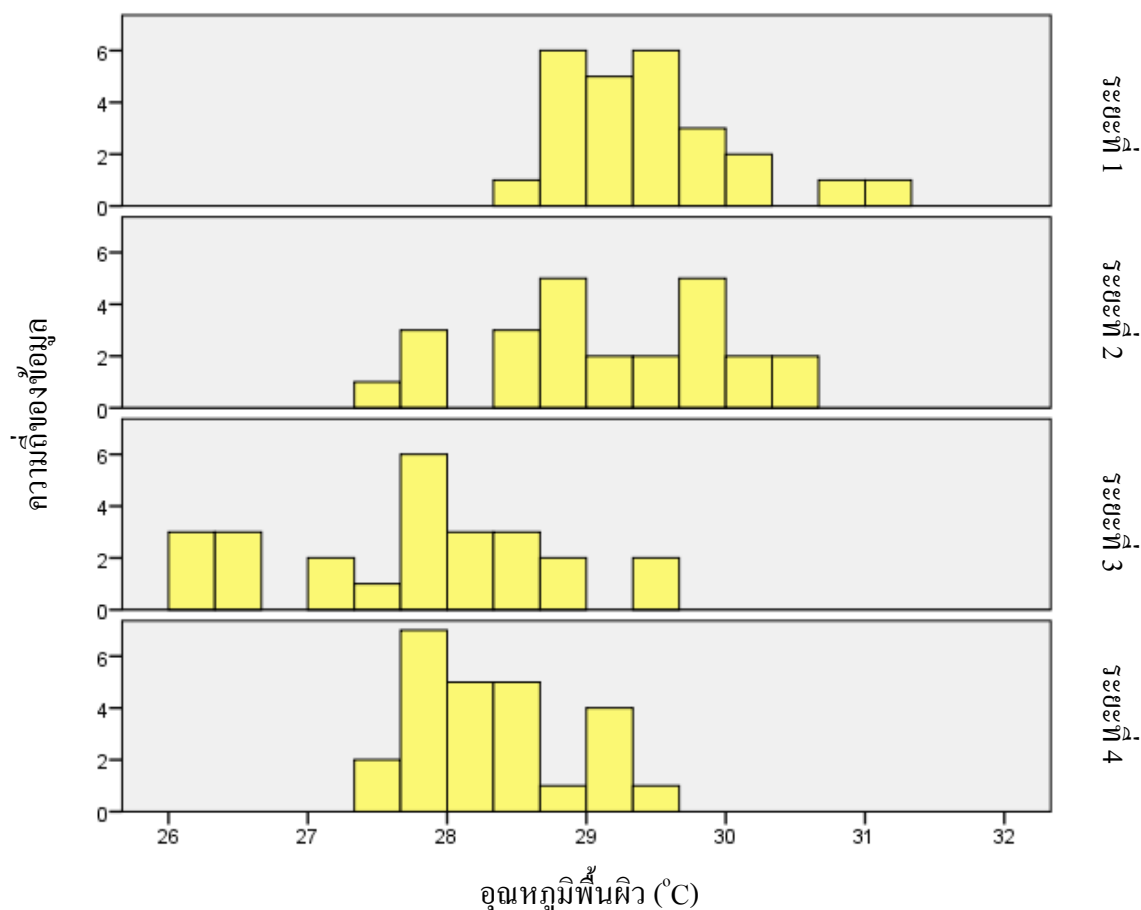
การวิเคราะห์ค่าอุณหภูมิพื้นผิวร่วมกับกลุ่มตัวอย่าง (Training Area) จำนวน 100 จุด พบว่ามีค่าอุณหภูมิพื้นผิวของพื้นที่นาข้าวอยู่ระหว่าง 26.19 ถึง 31.07 องศาเซลเซียส มีค่าอุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ย 28.68 องศาเซลเซียส ดังภาพที่ 49 ซึ่งหากแบ่งระยะการเจริญเติบโตของนาข้าวแล้ว พบว่า อุณหภูมิพื้นผิวของนาข้าวระยะที่ 3 มีค่าต่ำที่สุด อยู่ระหว่าง 26.19 ถึง 29.66 องศาเซลเซียส มีค่าอุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ย 27.78 องศาเซลเซียส ถัดมาคือนาข้าวช่วงระยะที่ 4 ระยะที่ 2 และระยะที่ 1 โดยมีค่าอุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ย 28.34, 29.14 และ 29.44 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ดังตารางที่ 34 และภาพที่ 50



ภาพที่ 49 กราฟแสดงค่าความถี่ของอุณหภูมิพื้นผิวของนาข้าว ณ วันที่ 5 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2558

ตารางที่ 34 ค่าอุณหภูมิพื้นผิวตามระยะการเจริญเติบโตของนาข้าว ณ วันที่ 5 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2558

ระยะการเจริญเติบโต	ค่าอุณหภูมิพื้นผิว (°C)		
	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าเฉลี่ย
1	28.41	31.07	29.44
2	27.48	30.54	29.14
3	26.19	29.66	27.78
4	27.54	29.47	28.34



ภาพที่ 50 กราฟแสดงค่าความถี่ของอุณหภูมิพื้นผิว ตามระยะการเจริญเติบโตของนาข้าว ณ วันที่ 5 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2558

ตารางที่ 35 ข้อมูลสรุปค่าอุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ย ตามระยะการเจริญเติบโตของนาข้าว 4 ช่วงเวลา

วันที่บันทึกข้อมูล	ค่าอุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ย ตามระยะการเจริญเติบโตของข้าว (°C)			
	ระยะที่ 1	ระยะที่ 2	ระยะที่ 3	ระยะที่ 4
ดาวเทียม				
17 พ.ย. 57	32.62	31.23	30.15	30.93
4 ม.ค. 58	30.28	30.13	28.05	29.92
20 ม.ค. 58	28.47	27.45	26.12	26.47
5 ก.พ. 58	29.44	29.14	27.78	28.34
ค่าเฉลี่ย	30.20	29.49	28.03	28.92

จากตารางที่ 35 พบว่าข้อมูลอุณหภูมิพื้นผิวจากที่ได้ทำการวิเคราะห์ผลของข้อมูลนั้น นาข้าวระยะที่ 1 (ระยะกล้า) มีอุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 30.20 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นระยะที่มีน้ำขังอยู่ในนาข้าวเป็นจำนวนมาก จึงทำให้มีอุณหภูมิพื้นผิวสูงสุด รองลงมาคือนาข้าวระยะที่ 2 (ระยะแตกกอ) มีอุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ย เท่ากับ 29.49 องศาเซลเซียส ระยะนี้ก็ยังมียังมีน้ำขังในนาข้าวอยู่ แต่ต้นข้าวก็จะเติบโตขึ้นกว่าระยะที่ 1 ทำให้มีอุณหภูมิพื้นผิวดำกว่าระยะที่ 1 และถัดมาเป็นนาข้าวระยะที่ 4 (ระยะนํานมและข้าวสุก) มีอุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยเท่ากับ 28.92 องศาเซลเซียส เป็นระยะข้าวสุก ใกล้เก็บเกี่ยวที่แปลงนาข้าวมีสีเหลืองปกคลุมทั่วบริเวณจึงมีอุณหภูมิพื้นผิวสูงกว่านาข้าวที่เป็นสีเขียวทั่วบริเวณ ส่วนนาข้าวระยะที่ 3 (ระยะตั้งท้อง) มีอุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยต่ำที่สุด เท่ากับ 28.03 องศาเซลเซียส เป็นระยะที่นาข้าวมีสีเขียวและปกคลุมทั่วบริเวณ จึงทำให้มีอุณหภูมิพื้นผิวต่ำที่สุด

ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีพืชพรรณ NDVI กับระยะการเจริญเติบโตของนาข้าว

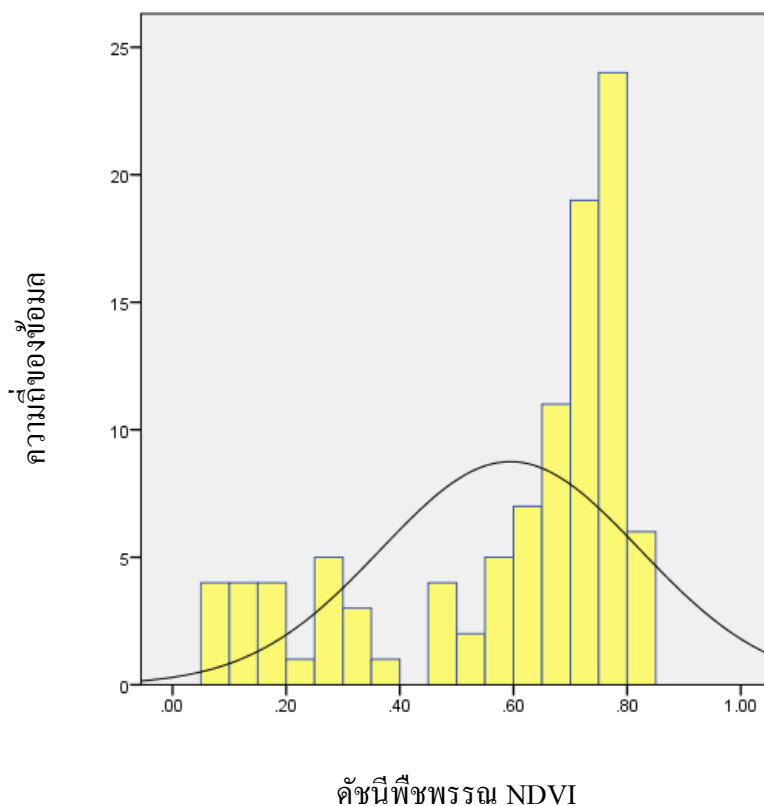
4 ช่วงเวลา

จากข้อมูลดาวเทียม Landsat 8 Path ที่ 129 Row ที่ 50 บันทึกเมื่อวันที่ 17 พฤศจิกายน พ.ศ. 2557 วันที่ 4 มกราคม พ.ศ. 2558 วันที่ 20 มกราคม พ.ศ. 2558 และวันที่ 5 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2558 นำมาคำนวณค่าดัชนีพืชพรรณ NDVI ตามสมการที่ 7 ในเอกสารบทที่ 3 วิเคราะห์การวิจัยโดยใช้ช่วงคลื่นของดาวเทียม Landsat 8 แบนด์ที่ 4 ช่วงคลื่นแสงสีแดง (RED) มีความยาวช่วงคลื่นอยู่ระหว่าง 0.64 ถึง 0.67 ไมครอน และแบนด์ที่ 5 ช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้ (Near Infrared หรือ NIR) มีความยาวช่วงคลื่นอยู่ระหว่าง 0.85 ถึง 0.88 ไมครอน มาวิเคราะห์ร่วมกับระยะการ

เจริญเติบโตของนาข้าว 4 ระยะ ตามจุดตัวอย่างเดิม 100 จุดที่ได้กล่าวมาแล้วในการวิเคราะห์ ค่าอุณหภูมิพื้นผิว มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีพืชพรรณ NDVI กับระยะการเจริญเติบโตของนาข้าว โดยใช้ ข้อมูลจากดาวเทียมซึ่งบันทึกไว้ ณ วันที่ 17 พฤศจิกายน พ.ศ. 2557

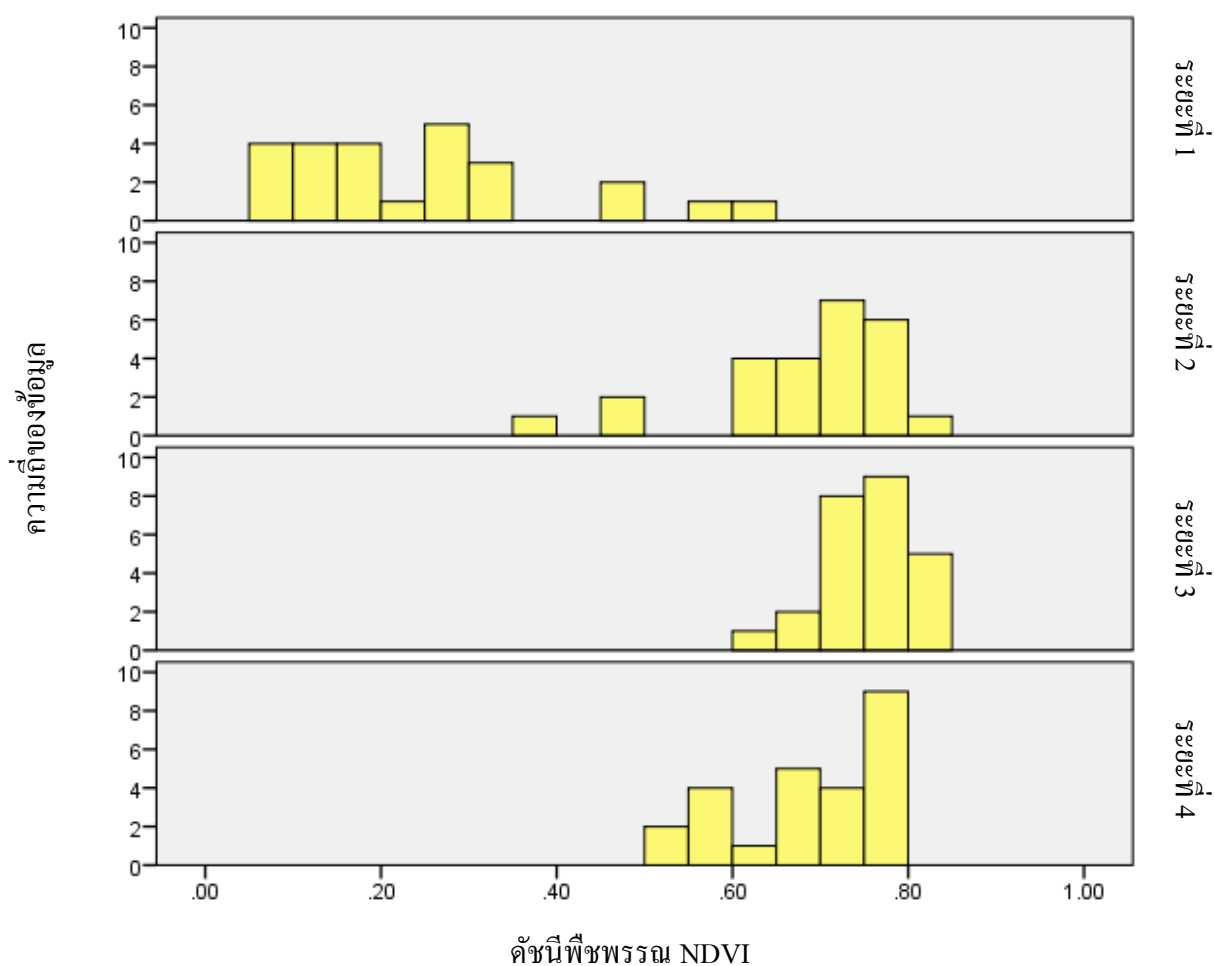
ค่าดัชนีพืชพรรณ NDVI ของอำเภอบางน้ำเปรี้ยวมีค่าอยู่ระหว่าง -0.82 ถึง 0.87 ดังภาพที่ 53 หลังจากนั้นจึงทำการวิเคราะห์ค่าดัชนีพืชพรรณ NDVI ร่วมกับกลุ่มตัวอย่าง (Training Area) จำนวน 100 จุด พบว่ามีค่าดัชนีพืชพรรณ NDVI เฉลี่ยเท่ากับ 0.59 ดังภาพที่ 51 ซึ่งหากแบ่งระยะการเจริญเติบโตของนาข้าวแล้ว พบว่า อุณหภูมิพื้นผิวของนาข้าวระยะที่ 1 มีค่าดัชนีพืชพรรณ NDVI ต่ำที่สุด อยู่ระหว่าง 0.06 ถึง 0.61 มีค่าดัชนีพืชพรรณ NDVI เฉลี่ย 0.25 ถัดมาคือนาข้าวช่วงระยะที่ 2 ระยะที่ 4 และระยะที่ 3 โดยมีค่าดัชนีพืชพรรณ NDVI เฉลี่ย 0.68, 0.69 และ 0.76 ตามลำดับ ดังตารางที่ 36 และภาพที่ 52



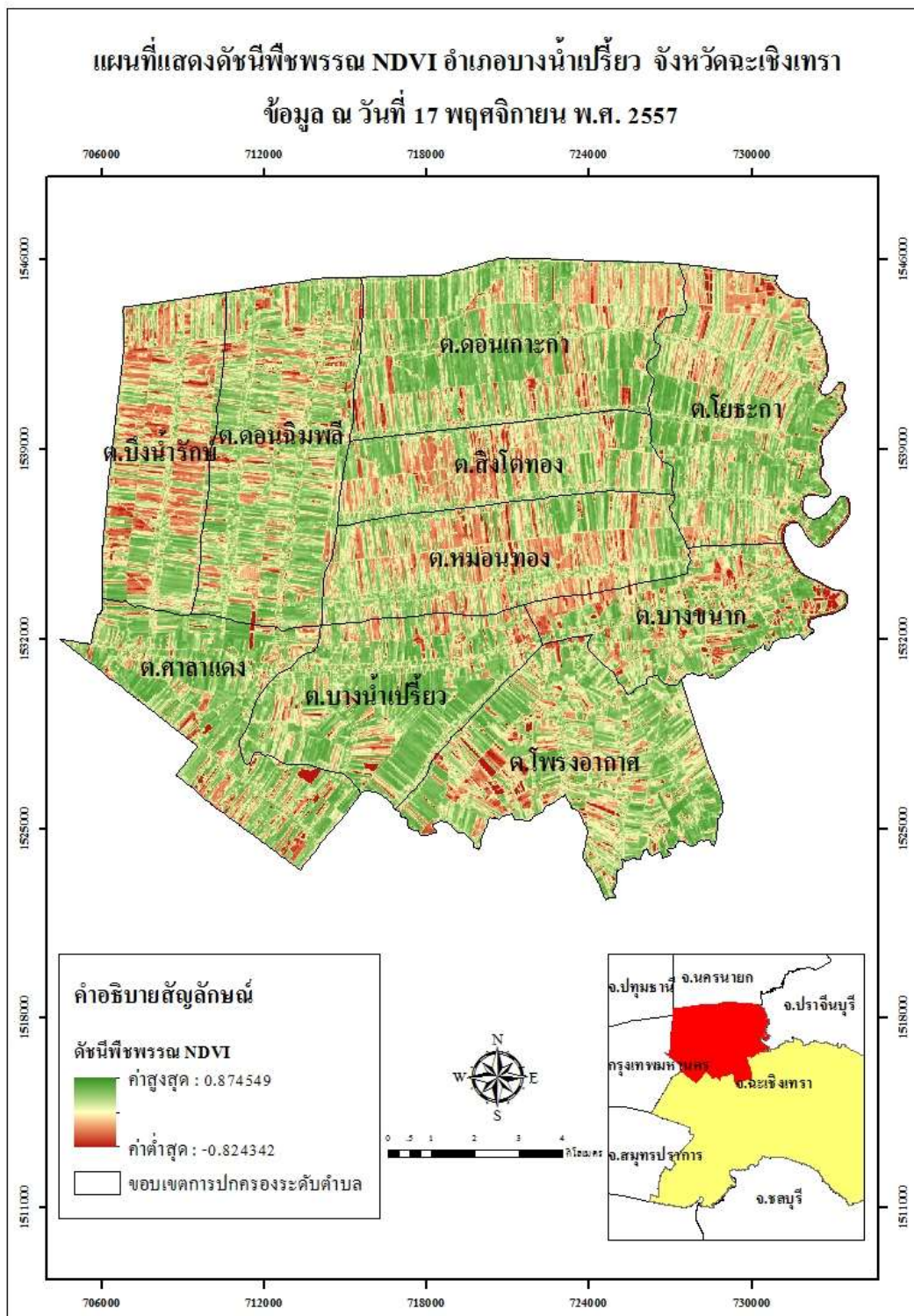
ภาพที่ 51 กราฟแสดงค่าความถี่ของดัชนีพืชพรรณ NDVI ของนาข้าว ณ วันที่ 17 พฤศจิกายน พ.ศ. 2557

ตารางที่ 36 ค่าดัชนีพืชพรรณ NDVI ตามระยะการเจริญเติบโตของนาข้าว ณ วันที่
17 พฤศจิกายน พ.ศ. 2557

ระยะการเจริญเติบโต	ค่าดัชนีพืชพรรณ NDVI		
	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าเฉลี่ย
1	0.06	0.61	0.25
2	0.35	0.81	0.68
3	0.65	0.83	0.76
4	0.52	0.79	0.69



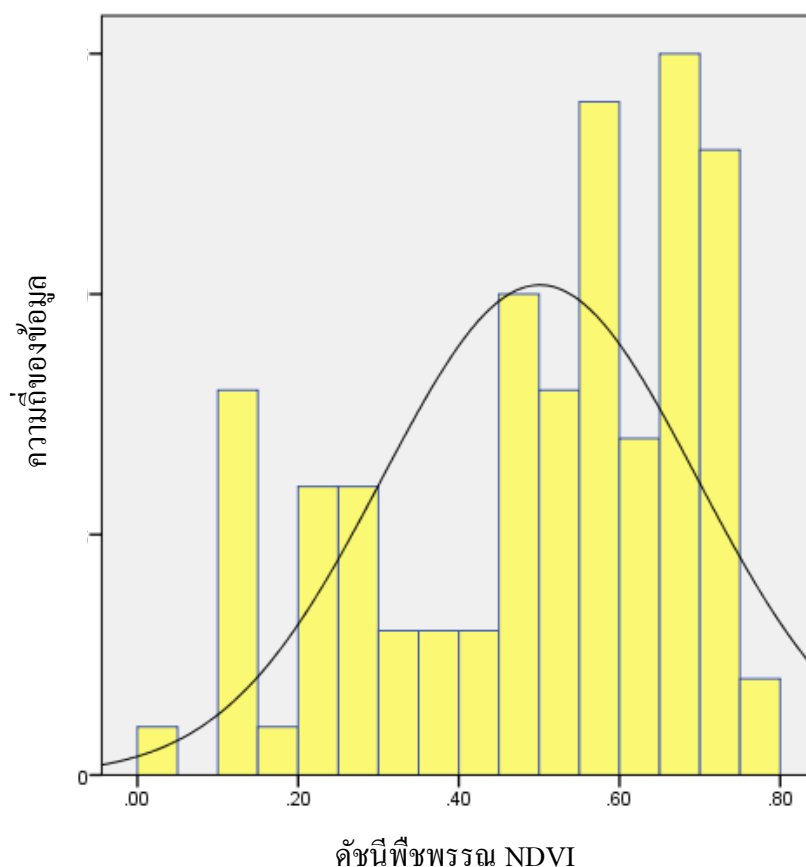
ภาพที่ 52 กราฟแสดงค่าความถี่ของดัชนีพืชพรรณ NDVI ตามระยะการเจริญเติบโตของนาข้าว
ณ วันที่ 17 พฤศจิกายน พ.ศ. 2557



ภาพที่ 53 ดัชนีพืชพรรณ NDVI บันทึกเมื่อวันที่ 17 พฤศจิกายน พ.ศ. 2557 อำเภอบางน้ำเปรี้ยว จังหวัดฉะเชิงเทรา

2. ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีพืชพรรณ NDVI กับระยะการเจริญเติบโตของข้าว โดยใช้ข้อมูลจากดาวเทียมซึ่งบันทึกไว้ ณ วันที่ 4 มกราคม พ.ศ. 2558

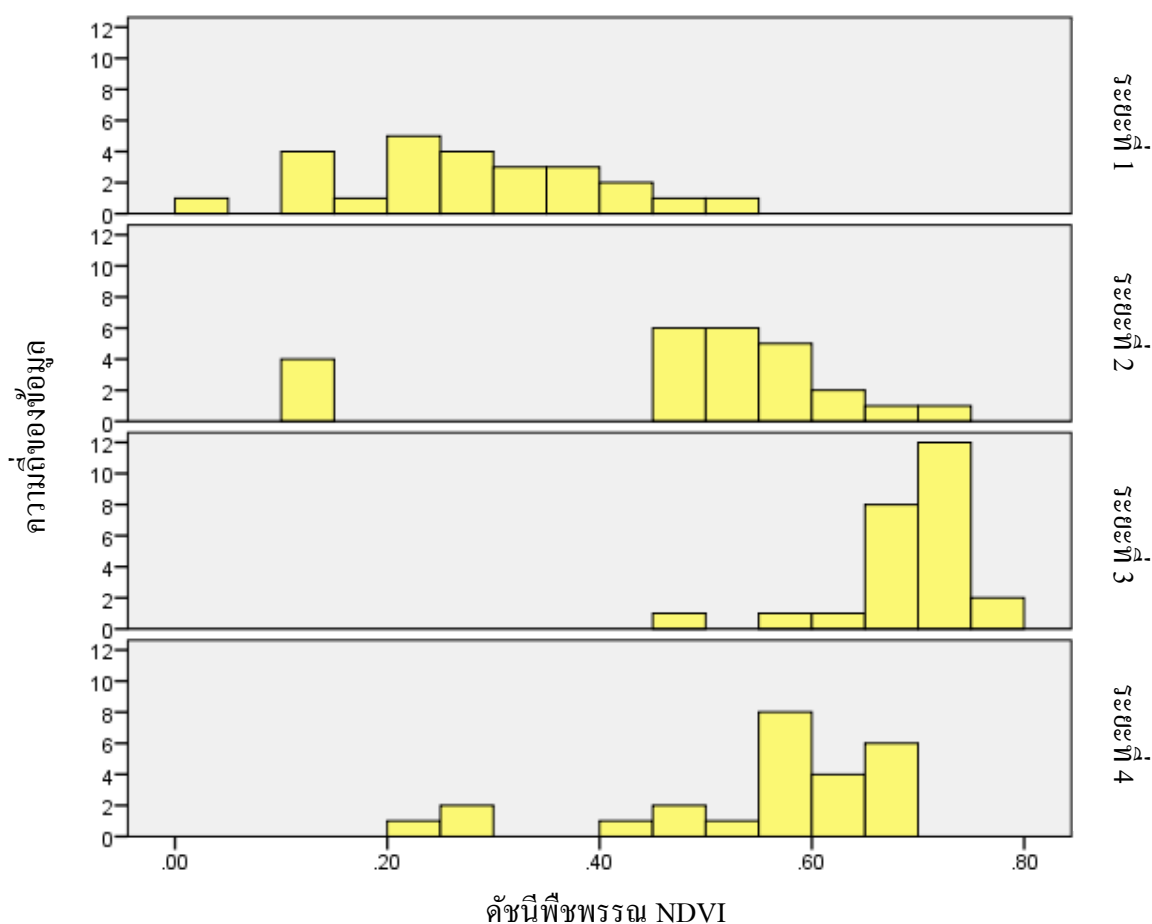
ค่าดัชนีพืชพรรณ NDVI ของอำเภอบางน้ำเปรี้ยวมีค่าอยู่ระหว่าง -0.7 ถึง 0.84 ดังภาพที่ 56 หลังจากนั้นจึงทำการวิเคราะห์ค่าดัชนีพืชพรรณ NDVI ร่วมกับกลุ่มตัวอย่าง (Training Area) จำนวน 100 จุด พบว่ามีค่าดัชนีพืชพรรณ NDVI เฉลี่ยเท่ากับ 0.50 ดังภาพที่ 54 ซึ่งหากแบ่งระยะการเจริญเติบโตของนาข้าวแล้ว พบว่า อุดมภูมิพื้นผิวของนาข้าวระยะที่ 1 มีค่าดัชนีพืชพรรณ NDVI ต่ำที่สุด อยู่ระหว่าง 0.05 ถึง 0.52 มีค่าดัชนีพืชพรรณ NDVI เฉลี่ย 0.28 ถัดมาคือนาข้าวช่วงระยะที่ 2 ระยะที่ 4 และระยะที่ 3 โดยมีค่าดัชนีพืชพรรณ NDVI เฉลี่ย 0.48, 0.55 และ 0.69 ตามลำดับ ดังตารางที่ 37 และภาพที่ 55



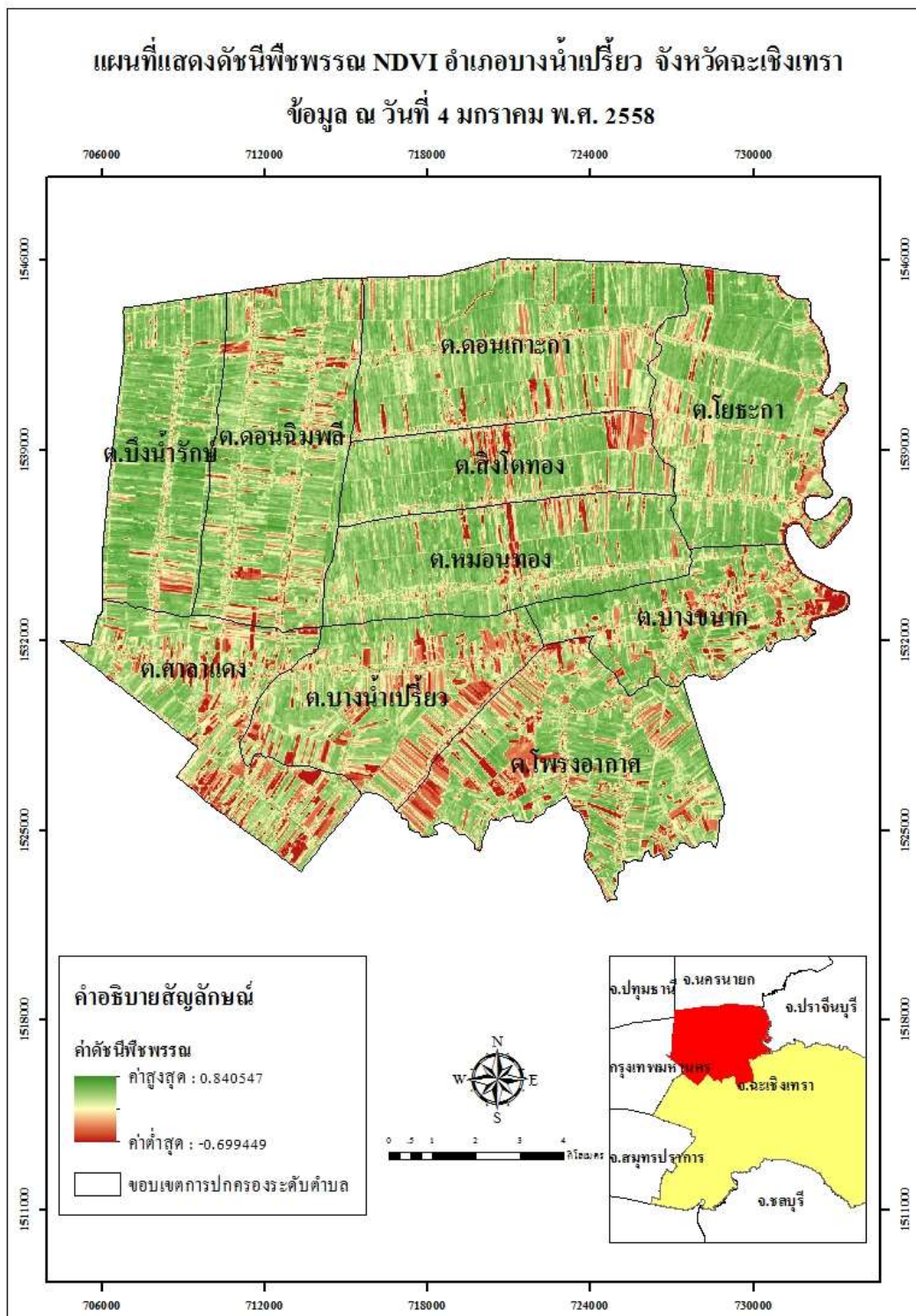
ภาพที่ 54 กราฟแสดงค่าความถี่ของดัชนีพืชพรรณ NDVI ของนาข้าว ณ วันที่ 4 มกราคม พ.ศ. 2558

ตารางที่ 37 ค่าดัชนีพืชพรรณ NDVI ตามระยะการเจริญเติบโตของนาข้าว ณ วันที่ 4 มกราคม พ.ศ. 2558

ระยะการเจริญเติบโต	ค่าดัชนีพืชพรรณ NDVI		
	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าเฉลี่ย
1	0.05	0.52	0.28
2	0.10	0.70	0.48
3	0.48	0.77	0.69
4	0.23	0.68	0.55



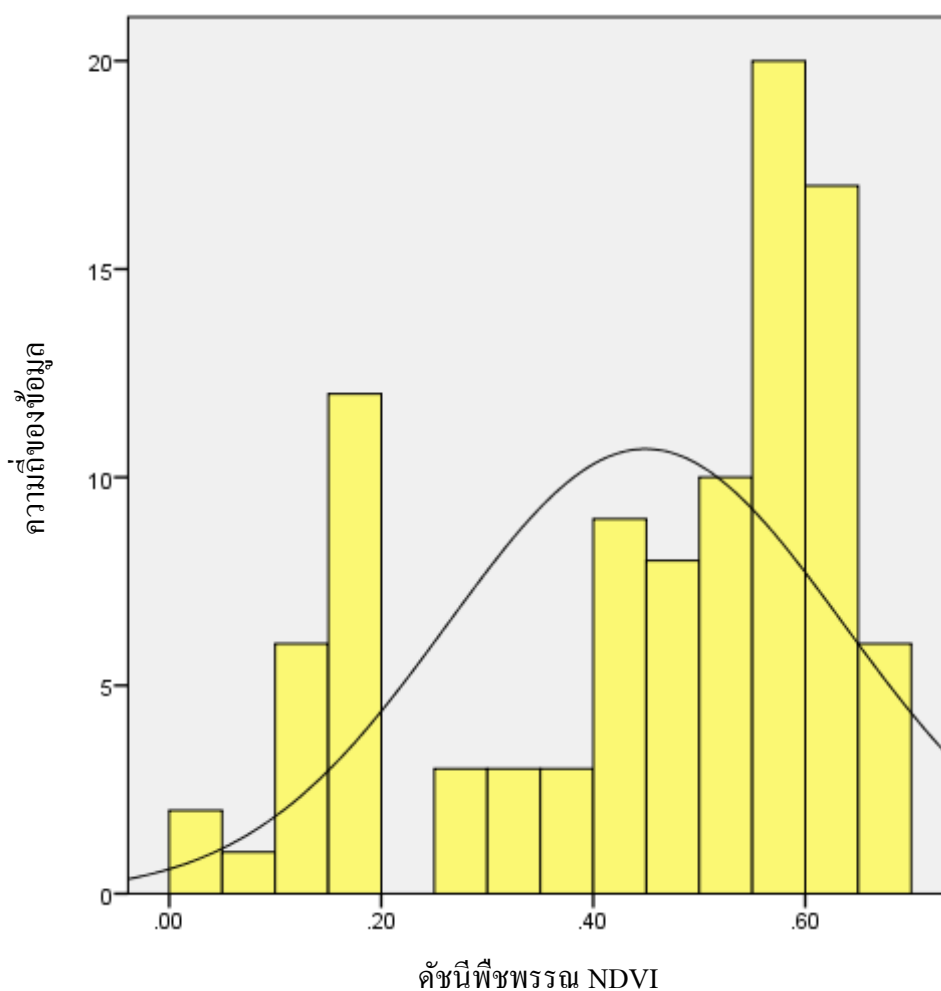
ภาพที่ 55 กราฟแสดงค่าความถี่ของดัชนีพืชพรรณ NDVI ตามระยะการเจริญเติบโตของนาข้าว ณ วันที่ 4 มกราคม พ.ศ. 2558



ภาพที่ 56 ดัชนีพืชพรรณ NDVI บันทึกเมื่อวันที่ 4 มกราคม พ.ศ. 2558 อำเภอบางน้ำเปรี้ยว จังหวัดฉะเชิงเทรา

3. ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีพืชพรรณ NDVI กับระยะการเจริญเติบโตของนาข้าว โดยใช้ข้อมูลจากดาวเทียมซึ่งบันทึกไว้ ณ วันที่ 20 มกราคม พ.ศ. 2558

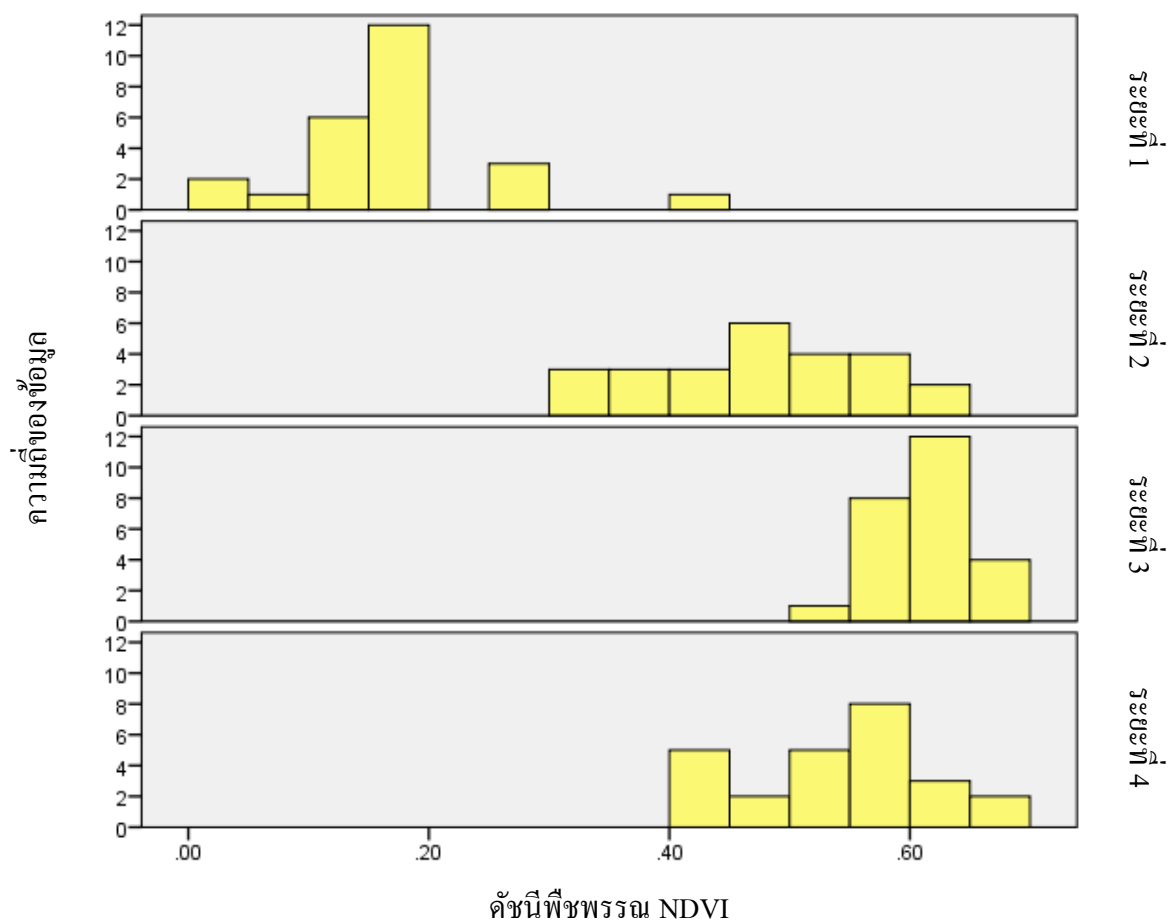
ค่าดัชนีพืชพรรณ NDVI ของอำเภอบางน้ำเปรี้ยว มีค่าอยู่ระหว่าง -0.39 ถึง 0.77 ดังภาพที่ 59 หลังจากนั้นทำการวิเคราะห์ค่าดัชนีพืชพรรณ NDVI ร่วมกับกลุ่มตัวอย่าง (Training Area) จำนวน 100 จุด พบว่ามีค่าดัชนีพืชพรรณ NDVI เฉลี่ยเท่ากับ 0.45 ดังภาพที่ 57 ซึ่งหากแบ่งระยะการเจริญเติบโตของนาข้าวแล้ว พบว่า อุดมภูมิพื้นผิวของนาข้าวระยะที่ 1 มีค่าดัชนีพืชพรรณ NDVI ต่ำที่สุด อยู่ระหว่าง 0.02 ถึง 0.44 มีค่าดัชนีพืชพรรณ NDVI เฉลี่ย 0.17 ถัดมาคือนาข้าวช่วงระยะที่ 2 ระยะที่ 4 และระยะที่ 3 โดยมีค่าดัชนีพืชพรรณ NDVI เฉลี่ย 0.47, 0.54 และ 0.61 ตามลำดับ ดังตารางที่ 38 และภาพที่ 58



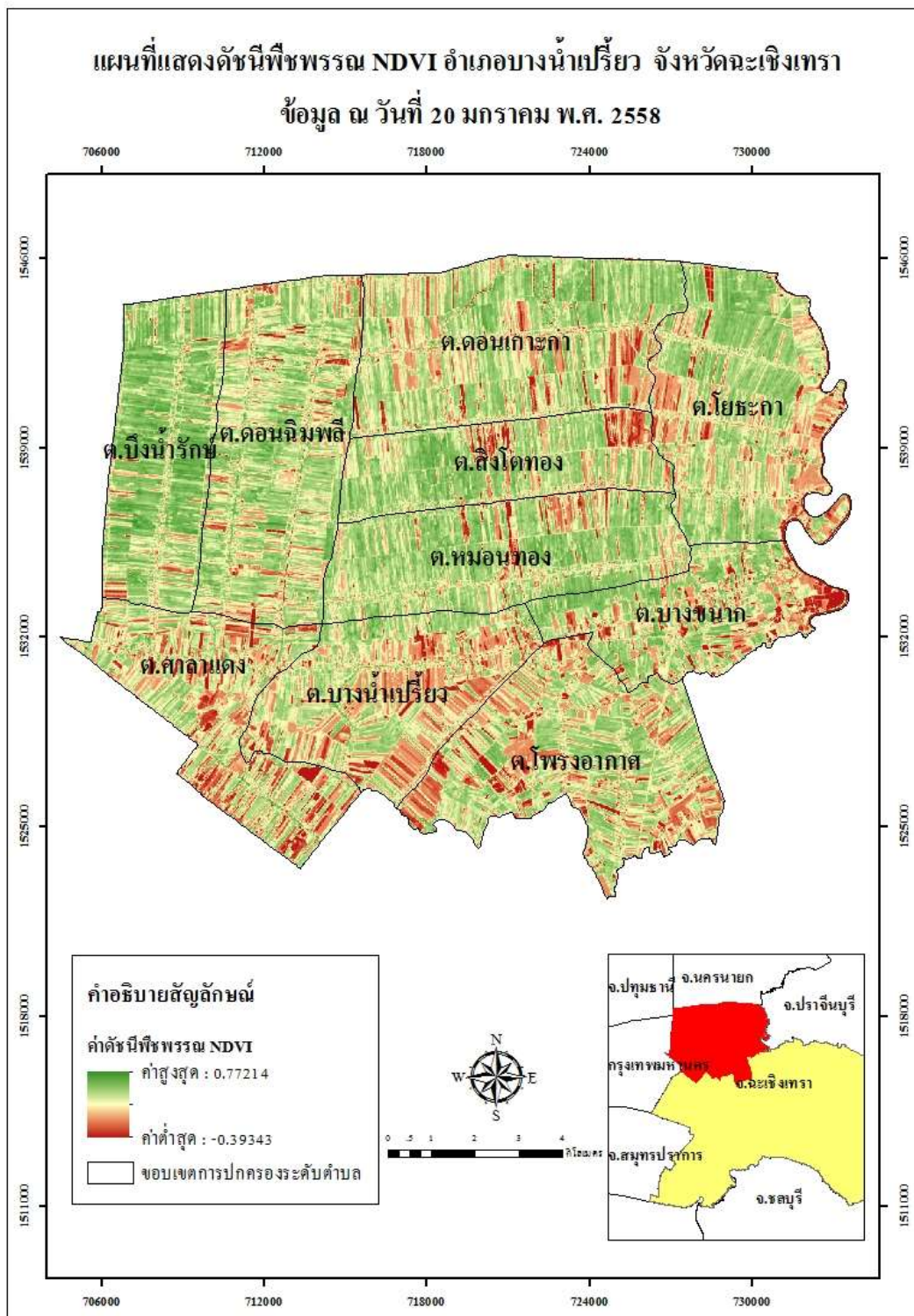
ภาพที่ 57 กราฟแสดงค่าความถี่ของดัชนีพืชพรรณ NDVI ของนาข้าว ณ วันที่ 20 มกราคม พ.ศ.2558

ตารางที่ 38 ค่าดัชนีพืชพรรณ NDVI ตามระยะการเจริญเติบโตของนาข้าว ณ วันที่
20 มกราคม พ.ศ. 2558

ระยะการเจริญเติบโต	ค่าดัชนีพืชพรรณ NDVI		
	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าเฉลี่ย
1	0.02	0.44	0.17
2	0.31	0.61	0.47
3	0.55	0.68	0.61
4	0.41	0.66	0.54



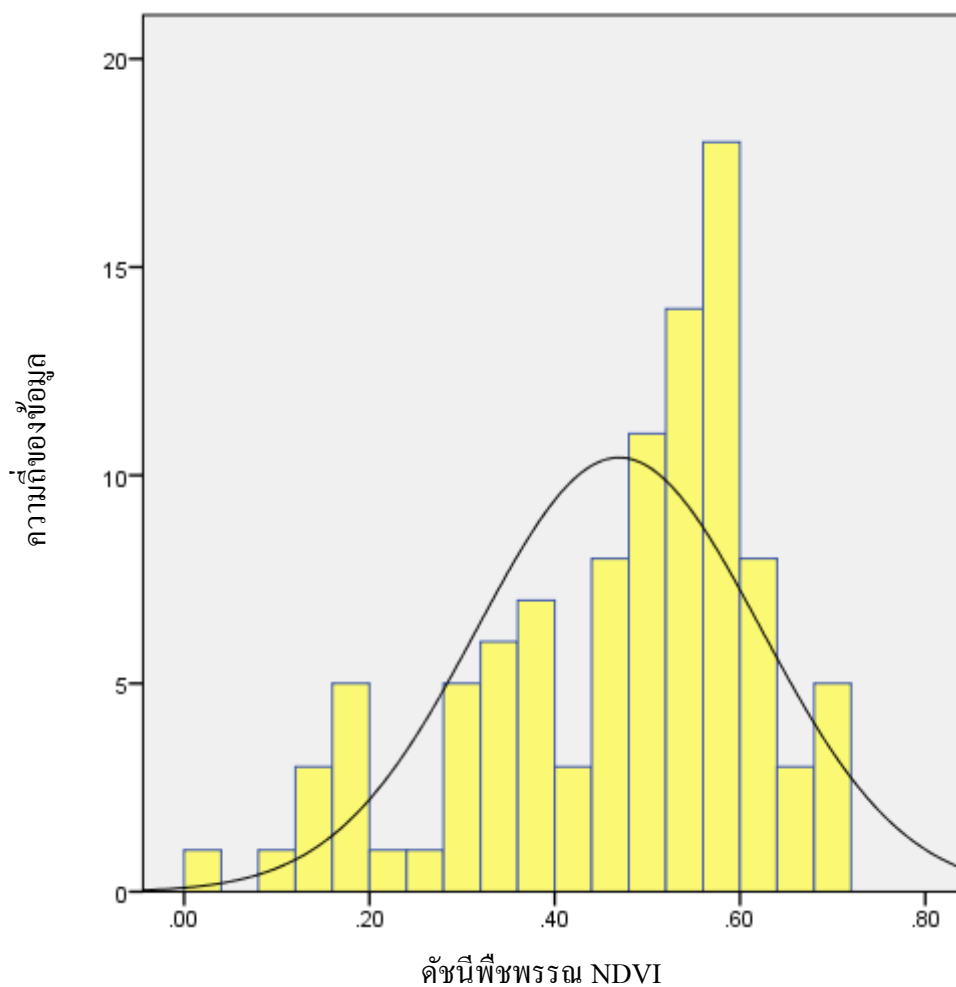
ภาพที่ 58 กราฟแสดงค่าความถี่ของดัชนีพืชพรรณ NDVI ตามระยะการเจริญเติบโตของนาข้าว
ณ วันที่ 20 มกราคม พ.ศ. 2558



ภาพที่ 59 ดัชนีพืชพรรณ NDVI บันทึกเมื่อวันที่ 20 มกราคม พ.ศ. 2558 อำเภอบางน้ำเปรี้ยว จังหวัดฉะเชิงเทรา

4. ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีพืชพรรณ NDVI กับระยะการเจริญเติบโตของนาข้าว โดยใช้ข้อมูลจากดาวเทียมซึ่งบันทึกไว้ ณ วันที่ 5 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2558

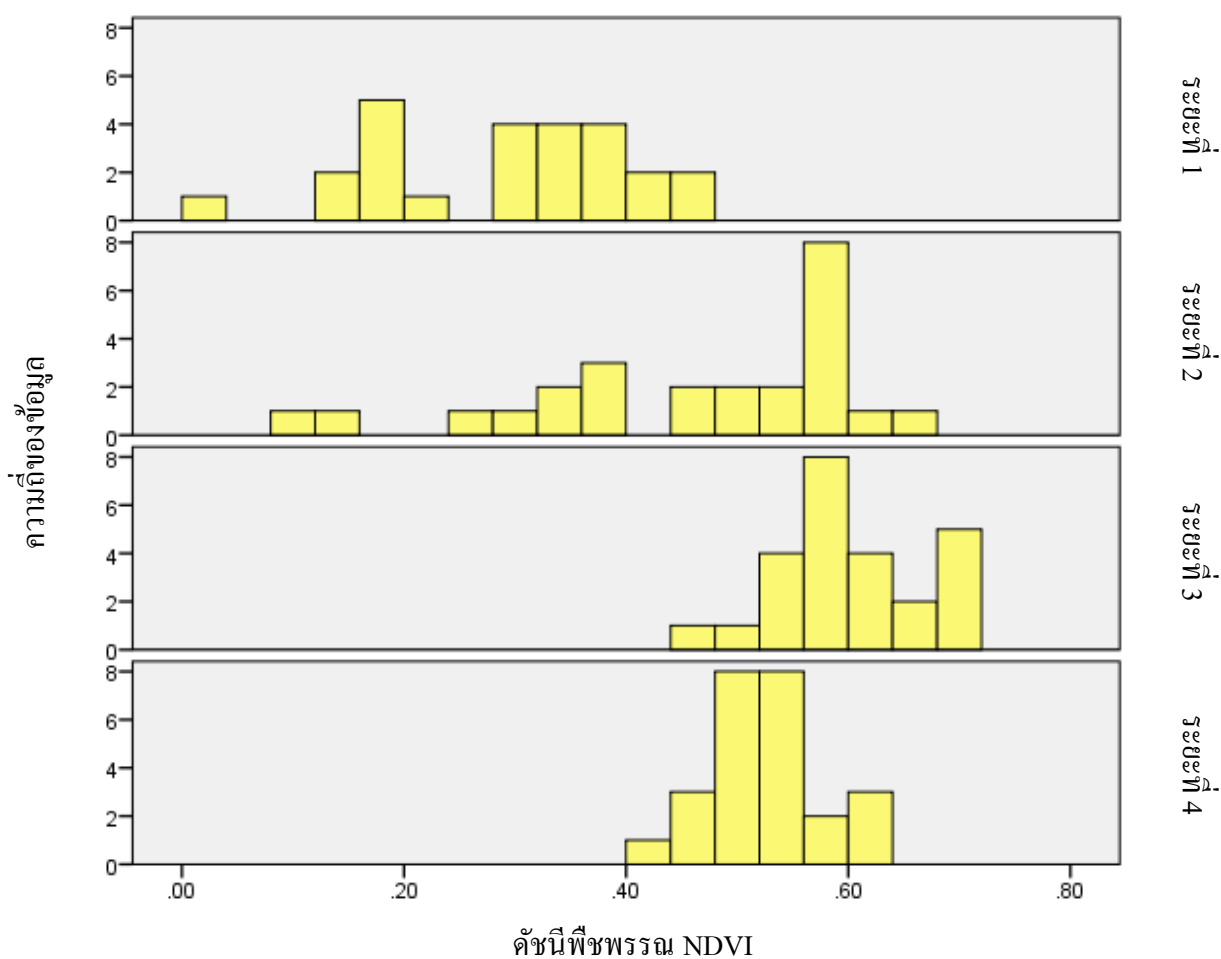
ค่าดัชนีพืชพรรณ NDVI ของอำเภอบางน้ำเปรี้ยว มีค่าอยู่ระหว่าง -0.44 ถึง 0.77 ดังภาพที่ 62 หลังจากนั้นจึงทำการวิเคราะห์ค่าดัชนีพืชพรรณ NDVI ร่วมกับกลุ่มตัวอย่าง (Training Area) จำนวน 100 จุด พบว่ามีค่าดัชนีพืชพรรณ NDVI เฉลี่ยเท่ากับ 0.47 ดังภาพที่ 60 ซึ่งหากแบ่งระยะการเจริญเติบโตของนาข้าวแล้ว พบว่า อุดมภูมิพื้นผิวของนาข้าวระยะที่ 1 มีค่าดัชนีพืชพรรณ NDVI ต่ำที่สุด อยู่ระหว่าง 0.04 ถึง 0.46 มีค่าดัชนีพืชพรรณ NDVI เฉลี่ย 0.29 ถัดมาคือนาข้าวช่วงระยะที่ 2 ระยะที่ 4 และระยะที่ 3 โดยมีค่าดัชนีพืชพรรณ NDVI เฉลี่ย 0.46, 0.52 และ 0.60 ตามลำดับ ดังตารางที่ 39 และภาพที่ 61



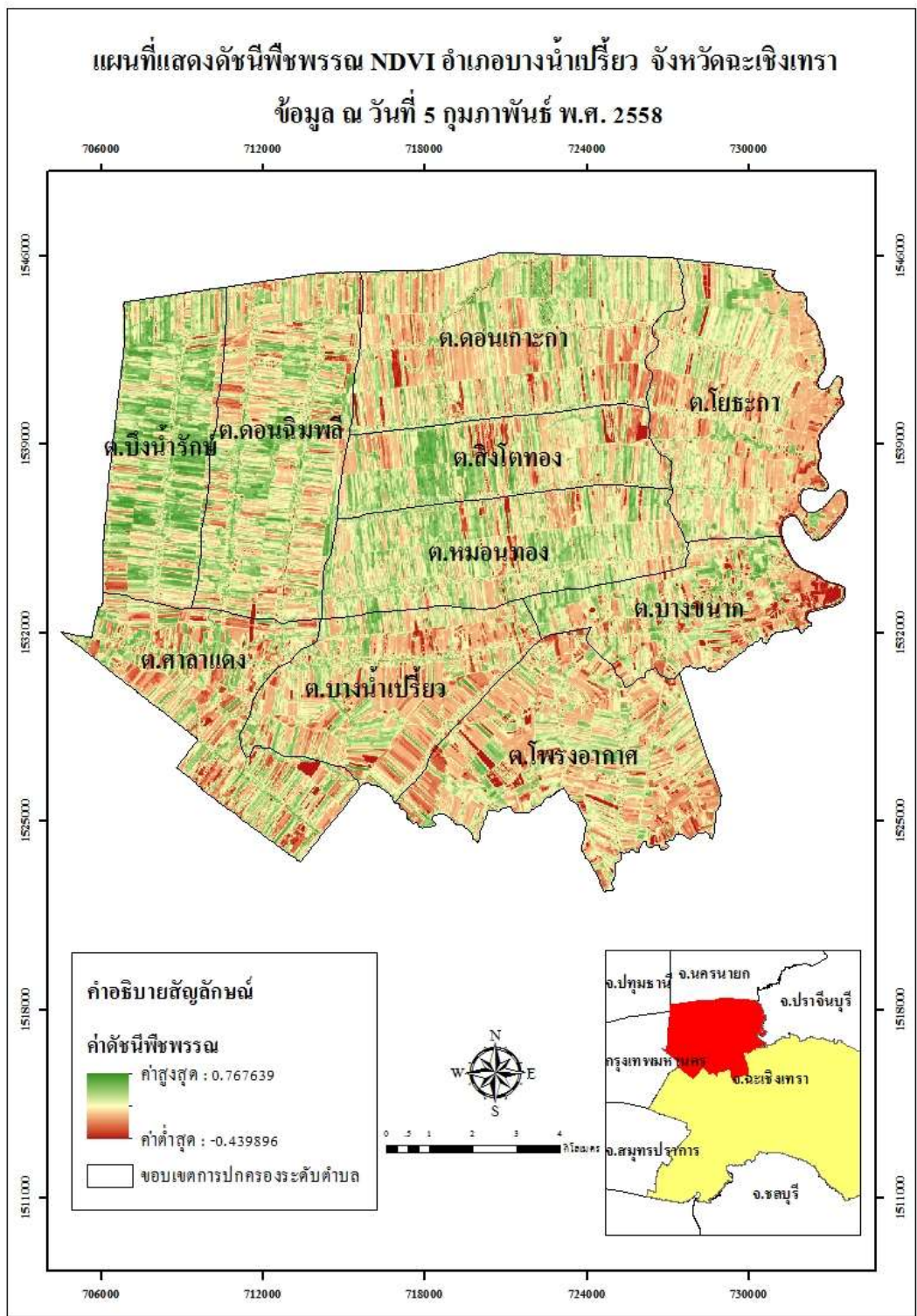
ภาพที่ 60 กราฟแสดงค่าความถี่ของดัชนีพืชพรรณ NDVI ของนาข้าว ณ วันที่ 5 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2558

ตารางที่ 39 ค่าดัชนีพืชพรรณ NDVI ตามระยะการเจริญเติบโตของนาข้าว ณ วันที่
5 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2558

ระยะการเจริญเติบโต	ค่าดัชนีพืชพรรณ NDVI		
	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าเฉลี่ย
1	0.04	0.46	0.29
2	0.09	0.65	0.46
3	0.47	0.70	0.60
4	0.42	0.63	0.52



ภาพที่ 61 กราฟแสดงค่าความถี่ของดัชนีพืชพรรณ NDVI ตามระยะการเจริญเติบโตของนาข้าว
ณ วันที่ 5 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2558



ภาพที่ 62 ดัชนีพืชพรรณ NDVI บันทึกเมื่อวันที่ 5 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2558 อำเภอบางน้ำเปรี้ยว จังหวัดฉะเชิงเทรา

ตารางที่ 40 ข้อมูลสรุปค่าดัชนีพืชพรรณ NDVI เฉลี่ย ตามระยะการเจริญเติบโตของนาข้าว
4 ช่วงเวลา

วันที่บันทึก ข้อมูลดาวเทียม	ค่าดัชนีพืชพรรณ NDVI เฉลี่ย ตามระยะการเจริญเติบโตของนาข้าว			
	ระยะที่ 1	ระยะที่ 2	ระยะที่ 3	ระยะที่ 4
17 พ.ย. 57	0.25	0.68	0.76	0.69
4 ม.ค. 58	0.28	0.48	0.69	0.55
20 ม.ค. 58	0.17	0.47	0.61	0.54
5 ก.พ. 58	0.29	0.46	0.60	0.52
ค่าเฉลี่ย	0.25	0.52	0.67	0.58

จากตารางที่ 40 พบว่าข้อมูลค่าดัชนีพืชพรรณ NDVI เฉลี่ยตามระยะการเจริญเติบโตของนาข้าวระยะที่ 3 (ระยะตั้งท้อง) มีค่าสูงที่สุดเท่ากับ 0.67 รองลงมาคือนาข้าวระยะที่ 4 (ระยะน้ำนมและข้าวสุก) มีค่าดัชนีพืชพรรณเฉลี่ยเท่ากับ 0.58 และถัดมาเป็นนาข้าวระยะที่ 2 (ระยะแตกกอ) มีค่าดัชนีพืชพรรณเฉลี่ยเท่ากับ 0.52 ส่วนนาข้าวระยะที่ 1 (ระยะกล้า) มีค่าดัชนีพืชพรรณเฉลี่ยต่ำที่สุดเท่ากับ 0.25 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของภราดร และคณะ (2554) ที่นำข้อมูลจากภาพถ่ายดาวเทียม SMMS กำหนดค่า NDVI พร้อมกับนำผลลัพธ์เปรียบเทียบกับข้อมูลสำรวจภาคพื้นดินติดตามการเจริญเติบโตของพื้นที่ปลูกข้าวนาปรัง ซึ่งเมื่อข้าวอายุ 30 60 90 และ 120 วัน ได้ค่า NDVI เฉลี่ยเท่ากับ 0.3286 0.4041 0.4734 และ 0.4565 ตามลำดับ และเมื่อนำผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีพืชพรรณ NDVI นี้ไปเปรียบเทียบกับค่าอุณหภูมิพื้นผิว พบว่าค่าดัชนีพืชพรรณ NDVI มีค่าแปรผกผันกับค่าอุณหภูมิพื้นผิวของระยะการเจริญเติบโตของนาข้าว ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของกนกวรรณ โกมลวิระเกตุ (2541) จากข้อมูลดาวเทียม Landsat TM พบว่าค่าดัชนีพืชมีความสัมพันธ์แบบผกผันกับค่าอุณหภูมิพื้นผิว นอกจากนี้ค่าดัชนีพืช และค่าอุณหภูมิพื้นผิวยังแปรผันไปตามลักษณะ และคุณสมบัติของพื้นที่ปลูกด้วย โดยพื้นที่ที่มีพืชปกคลุมจะมีค่าดัชนีพืชสูง และมีค่าอุณหภูมิพื้นผิวต่ำ ในขณะที่พื้นที่ที่สิ่งก่อสร้าง และพื้นดินเปิดโล่งจะมีค่าดัชนีพืชต่ำ และมีค่าอุณหภูมิพื้นผิวสูง ดังนั้นจากลักษณะดังกล่าวทำให้เห็นว่า บริเวณที่มีพืช ค่าอุณหภูมิพื้นผิวจะต่ำกว่าบริเวณที่ไม่มีพืช

บทที่ 5

สรุป อภิปรายและข้อเสนอแนะ

สรุปผล

การตรวจวัดอุณหภูมิพื้นผิวของนาข้าวตามระยะการเจริญเติบโต โดยใช้ช่วงคลื่นอินฟราเรดความร้อน ด้วยข้อมูลจากดาวเทียม ธรณีศึกษา อำเภอบางน้ำเปรี้ยว จังหวัดฉะเชิงเทรา เป็นการศึกษาโดยใช้ข้อมูลจากดาวเทียม Landsat 8 Path ที่ 129 Row ที่ 50 บันทึกเมื่อวันที่ 17 พฤศจิกายน พ.ศ. 2557 วันที่ 4 มกราคม พ.ศ. 2558 วันที่ 20 มกราคม พ.ศ. 2558 และวันที่ 5 กุมภาพันธ์ 2558 ตามลำดับ ซึ่งเป็นข้อมูลภาพดาวเทียมที่มีเมฆน้อยกว่าร้อยละ 5 มาดำเนินการร่วมกับการเก็บข้อมูลในภาคสนาม มีวัตถุประสงค์เพื่อหาพื้นที่เพาะปลูกข้าว ด้วยข้อมูลจากดาวเทียม Landsat 8 OLI เพื่อหาค่าอุณหภูมิพื้นผิวของนาข้าว ด้วยข้อมูลจากดาวเทียม Landsat 8 TIRS และเพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่เพาะปลูกข้าวร่วมกับอุณหภูมิพื้นผิวของนาข้าวในแต่ละระยะการเจริญเติบโต รวมถึงสมมติฐานของการวิจัย ในการดูความสัมพันธ์ของระยะการเจริญเติบโตของข้าวร่วมกับอุณหภูมิพื้นผิว และค่าดัชนีพืชพรรณ NDVI ของข้าวแต่ละระยะการเจริญเติบโตกับร่วมกับอุณหภูมิพื้นผิว ผลการวิจัย ดังต่อไปนี้

1. การจำแนกพื้นที่เพาะปลูกข้าว ด้วยข้อมูลจากดาวเทียม Landsat 8 OLI
2. การวิเคราะห์ค่าอุณหภูมิพื้นผิวของนาข้าว ด้วยข้อมูลจากดาวเทียม Landsat 8 TIRS
3. การวิเคราะห์ค่าอุณหภูมิพื้นผิวของนาข้าวในแต่ละระยะการเจริญเติบโต
4. การวิเคราะห์ค่าดัชนีพืชพรรณ NDVI กับระยะการเจริญเติบโตของนาข้าว

การจำแนกพื้นที่เพาะปลูกข้าว ด้วยข้อมูลจากดาวเทียม Landsat 8 OLI ได้มีการปรับแก้ความถูกต้องเชิงเรขาคณิต การทำภาพสีผสม และการเน้นข้อมูลภาพ จำแนกข้อมูลด้วยการกำกับดูแล ผลการแปลและวิเคราะห์ได้พื้นที่เพาะปลูกข้าว ของอำเภอบางน้ำเปรี้ยว จังหวัดฉะเชิงเทรา วันที่ 17 พฤศจิกายน พ.ศ. 2557 จำนวน 198,229.10 ไร่ และพื้นที่อื่นๆ จำนวน 120,530.91 ไร่ ผลการตรวจสอบความถูกต้องของการจำแนก ได้ร้อยละ 85.5 วันที่ 4 มกราคม พ.ศ. 2558 มีพื้นที่เพาะปลูกข้าวจำนวน 196,068.54 ไร่ และพื้นที่อื่นๆ จำนวน 122,691.47 ไร่ ผลการตรวจสอบความถูกต้องของการจำแนก ได้ร้อยละ 83.5 วันที่ 20 มกราคม พ.ศ. 2558 มีพื้นที่เพาะปลูกข้าวจำนวน 169,076.96 ไร่ และพื้นที่อื่นๆ จำนวน 149,683.04 ไร่ ผลการตรวจสอบความถูกต้องของการจำแนก ได้ร้อยละ 82.5 และวันที่ 5 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2558 มีพื้นที่เพาะปลูกข้าวจำนวน 129,365.36 ไร่ และพื้นที่อื่นๆ จำนวน 189,394 ไร่ ผลการตรวจสอบความถูกต้องของการจำแนก ได้ร้อยละ 85

การวิเคราะห์ค่าอุณหภูมิพื้นผิวของนาข้าว ด้วยข้อมูลจากดาวเทียม Landsat 8 TIRS โดยนำช่วงคลื่นอินฟราเรดความร้อน แบนด์ที่ 10 ความยาวช่วงคลื่น 10.60 – 11.19 μm และช่วงคลื่นอินฟราเรดความร้อน แบนด์ที่ 11 ความยาวช่วงคลื่น 11.50 – 12.51 μm มาคำนวณค่าอุณหภูมิพื้นผิว (Land Surface Temperature : LST) ด้วยหลักการ Split-Window Algorithm พบว่าผลการวิเคราะห์อุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ย ของวันที่ 17 พฤศจิกายน พ.ศ. 2557 เท่ากับ 32.01 องศาเซลเซียส วันที่ 4 มกราคม พ.ศ. 2558 มีค่าอุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยเท่ากับ 27.85 องศาเซลเซียส วันที่ 20 มกราคม พ.ศ. 2558 มีค่าอุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยเท่ากับ 26.10 องศาเซลเซียส และวันที่ 5 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2558 มีค่าอุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยเท่ากับ 28.01 องศาเซลเซียส ดังนั้นค่าอุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยของนาข้าวจึงเท่ากับ 28.49 องศาเซลเซียส ซึ่งมีค่าต่ำที่สุดเมื่อเทียบกับพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทอื่นๆ ดังเช่น พื้นที่แหล่งน้ำ มีค่าอุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ย 29.63 องศาเซลเซียส พื้นที่ไม้ยืนต้น มีค่าอุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ย 30.15 องศาเซลเซียส และพื้นที่ชุมชนเมือง มีค่าอุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ย 31.89 องศาเซลเซียส ซึ่งมีค่าอุณหภูมิพื้นผิวสูงขึ้นตามลำดับ

การวิเคราะห์ค่าอุณหภูมิพื้นผิวของนาข้าวในแต่ละระยะการเจริญเติบโต จากข้อมูลที่ได้จากการสำรวจภาคสนามในวันที่ 17 พฤศจิกายน พ.ศ. 2557 วันที่ 4 มกราคม พ.ศ. 2558 วันที่ 20 มกราคม พ.ศ. 2558 และวันที่ 5 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2558 ตามวันที่ดาวเทียม Landsat 8 ผ่านนั้น ทำให้ได้ตัวอย่างของนาข้าวในแต่ละระยะการเจริญเติบโต และนำวิเคราะห์ร่วมกับค่าอุณหภูมิพื้นผิวจากช่วงคลื่นอินฟราเรดความร้อนที่ผ่านกระบวนการคำนวณด้วยหลักการ Split-Window แล้ว พบว่านาข้าวระยะการเจริญเติบโตที่ 3 (ระยะตั้งท้อง) มีค่าอุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยต่ำที่สุด เท่ากับ 28.03 องศาเซลเซียส ถัดมาเป็นนาข้าวระยะการเจริญเติบโตที่ 4 (ระยะน้ำนมและข้าวสุก) มีค่าอุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ย เท่ากับ 28.92 องศาเซลเซียส นาข้าวระยะการเจริญเติบโตที่ 2 (ระยะแตกกอ) มีค่าอุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ย เท่ากับ 29.49 องศาเซลเซียส และนาข้าวระยะการเจริญเติบโตที่ 1 (ระยะกล้า) มีค่าอุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยสูงที่สุด เท่ากับ 30.20 องศาเซลเซียส

การวิเคราะห์ค่าดัชนีพืชพรรณ NDVI กับระยะการเจริญเติบโตของนาข้าว จากข้อมูลดาวเทียม Landsat 8 Path ที่ 129 Row ที่ 50 บันทึกเมื่อวันที่ 17 พฤศจิกายน พ.ศ. 2557 วันที่ 4 มกราคม พ.ศ. 2558 วันที่ 20 มกราคม พ.ศ. 2558 และวันที่ 5 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2558 นำมาคำนวณค่าดัชนีพืชพรรณ NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) โดยใช้ช่วงคลื่นของดาวเทียม Landsat 8 แบนด์ที่ 4 ช่วงคลื่นแสงสีแดง (RED) มีความยาวช่วงคลื่นอยู่ระหว่าง 0.64 ถึง 0.67 ไมครอน และแบนด์ที่ 5 ช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้ (Near Infrared หรือ NIR) มีความยาวช่วงคลื่นอยู่ระหว่าง 0.85 ถึง 0.88 ไมครอน มาวิเคราะห์ร่วมกับระยะการเจริญเติบโตของนาข้าว 4 ระยะ

ผลการวิเคราะห์พบว่า นาข้าวระยะการเจริญเติบโตที่ 1 (ระยะกล้า) มีค่าดัชนีพืชพรรณ NDVI เฉลี่ยต่ำที่สุด เท่ากับ 0.25 ถัดมาเป็นนาข้าวระยะที่ 2 (ระยะแตกกอ) มีค่าดัชนีพืชพรรณ NDVI เฉลี่ยเท่ากับ 0.52 นาข้าวระยะที่ 4 (ระยะน้ำนมและข้าวสุก) มีค่าดัชนีพืชพรรณ NDVI เฉลี่ยเท่ากับ 0.58 และนาข้าวระยะที่ 3 (ระยะตั้งท้อง) มีค่าดัชนีพืชพรรณ NDVI เฉลี่ยสูงที่สุด เท่ากับ 0.67 ซึ่งมีความสัมพันธ์ในรูปแบบการแปรผกผันกับค่าอุณหภูมิพื้นผิวที่จะมีค่าต่ำสุดในนาข้าวระยะที่ 3 (ระยะตั้งท้อง) ส่วนนาข้าวระยะที่ 4 (ระยะน้ำนมและข้าวสุก) นาข้าวระยะที่ 2 (ระยะแตกกอ) และนาข้าวระยะที่ 1 (ระยะกล้า) จะสูงขึ้นตามลำดับ

อภิปรายผล

การวิจัยครั้งนี้มุ่งเน้นศึกษาการตรวจวัดอุณหภูมิพื้นผิวของนาข้าวตามระยะการเจริญเติบโต โดยใช้ช่วงคลื่นอินฟราเรดความร้อน ด้วยข้อมูลจากดาวเทียม ธรณีศึกษา อำเภอ บางน้ำเปรี้ยว จังหวัดฉะเชิงเทรา ประเด็นที่จะอภิปรายประกอบด้วย 5 ประเด็น คือ การจำแนกพื้นที่เพาะปลูกข้าวด้วยข้อมูลจากดาวเทียม การตรวจสอบความถูกต้องจากจุด อุณหภูมิพื้นผิว สมการ Split-Window Algorithm และระยะการเจริญเติบโตของนาข้าว

1. การจำแนกพื้นที่เพาะปลูกข้าวด้วยข้อมูลจากดาวเทียม จำเป็นต้องมีการวางแผนในการเก็บข้อมูลภาพพื้นดิน ให้สอดคล้องกับวันที่ดาวเทียมผ่าน บางช่วงเวลาที่ไม่มีข้อมูลจากดาวเทียม เนื่องจากมีเมฆบดบัง รวมถึงเงาเมฆด้วย ซึ่งส่งผลกระทบต่อค่าอุณหภูมิพื้นผิวเป็นอย่างมาก โดยเฉพาะฤดูการเพาะปลูกข้าวนาปี ซึ่งอยู่ในช่วงฤดูฝน จะไม่มีข้อมูลจากดาวเทียม ส่วนฤดูการเพาะปลูกข้าวนาปรัง ถึงแม้ว่าจะเลือกข้อมูลจากดาวเทียมที่ยอมให้เมฆบดบังไม่เกินร้อยละ 5 แล้ว แต่ในบางช่วงเวลาก็ยังหาข้อมูลไม่ได้
2. วิธีการตรวจสอบความถูกต้องจากจุด เพื่อนำไปตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลพื้นที่จากการจำแนก อาจเกิดการกำหนดตำแหน่งผิดพลาดได้ ส่งผลให้จุดนั้นไม่เป็นตัวแทนที่ดี
3. การเก็บข้อมูลภาพพื้นดินของค่าอุณหภูมิพื้นผิวจะต้องสัมพันธ์กับเวลาที่ข้อมูลดาวเทียมผ่าน โดยทำการบันทึกข้อมูลในเวลาประมาณ 10.30 น. ดังนั้นการเก็บข้อมูลภาพพื้นดินอยู่ในช่วงเวลาที่สั้นมาก เป็นผลให้ตัวอย่างไม่มากพอ มีผลต่อการวิเคราะห์ข้อมูล และข้อมูลขาดความน่าเชื่อถือ
4. สมการ Split Window Algorithm ต้องมีการศึกษาค่าต่างๆ เพิ่มเติม เช่น ค่าคงที่ไอน้ำในชั้นบรรยากาศ (W) เพื่อให้สอดคล้องกับแต่ละพื้นที่ศึกษา

5. ในพื้นที่ศึกษามีการทำนาข้าวที่มีฤดูการเพาะปลูก การเก็บเกี่ยว พันธุ์ข้าว อีกทั้งการบำรุงดูแลรักษา เช่น การฉีดพ่นยาปราบศัตรูพืช การให้ปุ๋ยที่แตกต่างกัน จึงส่งผลต่อการเก็บข้อมูลระยะการเจริญเติบโตของนาข้าวในภาคสนามจะต้องสอบถามจากเกษตรกร หรืออาศัยความชำนาญเพื่อตรวจสอบ และเก็บข้อมูลระยะการเจริญเติบโตของนาข้าว ซึ่งสาเหตุนี้เป็นอีกปัจจัยที่จะทำให้ข้อมูลเกิดความคลาดเคลื่อนได้

ข้อเสนอแนะ

1. ควรใช้ข้อมูลจากดาวเทียมดวงอื่นๆ เช่น ดาวเทียม SMMS ดาวเทียม MODIS หรือข้อมูลจากดาวเทียมใน Google Map นอกจากนี้ยังใช้ข้อมูลจาก UAV (Unmanned Aerial Vehicle) ซึ่งมีรายละเอียดสูง แต่ครอบคลุมพื้นที่เล็ก หรือสามารถนำข้อมูลจากดาวเทียมระบบ Radar มาทดแทนในพื้นที่ที่มีเมฆปกคลุมได้
2. การตรวจสอบความถูกต้องจากจุด ควรเพิ่มจำนวนตัวอย่างให้ครอบคลุม และเป็นตัวแทนที่ดีที่จะทำการวิจัย โดยขนาดของตัวอย่างต้องสอดคล้องกับพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน
3. การเก็บข้อมูลภาคพื้นดิน ควรเพิ่มจำนวนนักวิชาการ เพื่อเก็บข้อมูลภาคพื้นดินให้มากขึ้น หรือตั้งสถานีรับที่มีอุปกรณ์สำหรับเก็บข้อมูลที่ต้องการ เช่น เครื่องมือเก็บข้อมูลอุณหภูมิพื้นผิว ความชื้น อุณหภูมิอากาศ ฯลฯ พร้อมทั้งควรมีการถ่ายรูป เพื่อบันทึกข้อมูล ณ เวลานั้นด้วย
4. ควรทำการศึกษาค่าต่างๆ ในสมการเพิ่มเติม เพื่อให้การคำนวณอุณหภูมิพื้นผิวเหมาะสมกับในแต่ละพื้นที่ศึกษามากยิ่งขึ้น
5. ควรกำหนดพื้นที่ที่ต้องการศึกษา แล้ววางแผนการเพาะปลูก พันธุ์ข้าวร่วมกับเกษตรกรให้เป็นไปในทิศทางเดียวกัน เพื่อลดปัจจัยต่างๆ ในการตรวจวัดอุณหภูมิพื้นผิว พร้อมทั้งนำรูปแบบอุณหภูมิพื้นผิวของนาข้าวในแต่ละระยะการเจริญเติบโตจากงานวิจัยนี้ ไปพัฒนาต่อยอดเพื่อวิเคราะห์หาพื้นที่การระบาดของโรค และแมลงของพื้นที่นาข้าวต่อไป

บรรณานุกรม

- กนกกร สุขสบาย และกาญจนา นาคะภากร. (2557). การตรวจวัดพื้นที่เกิดไฟป่าด้วยช่วงคลื่นเทอร์มอลอินฟราเรดของภาพดาวเทียมแลนด์เซต : กรณีศึกษาอำเภอไทรโยค จังหวัดกาญจนบุรี ประเทศไทย. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์*, 22(4), 462-473.
- กนกวรรณ โกมลวีระเกตุ. (2541). *ผลของสิ่งปกคลุมดินต่อการเกิดปรากฏการณ์เกาะความร้อนของเมืองในกรุงเทพมหานคร*. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต, สาขาวิชา (วิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- การเปิดปิดของปากใบ. (ม.ป.ป.). *การตอบสนองของพืชต่อสิ่งเร้าและฮอร์โมนพืช*. เข้าถึงได้จาก www.satriwit3.ac.th/files/1107091010020622_12030515155717.ppt
- กลุ่มงานข้อมูลสารสนเทศและการสื่อสาร สำนักงานจังหวัดฉะเชิงเทรา. (2557). *อำเภอบางน้ำเปรี้ยว*. เข้าถึงได้จาก <http://www.province.chachoengsao.go.th/index.php/2013-04-24-07-04-27/2013-06-10-02-45-45/247-2013-06-12-06-56-37>
- กองวิจัยและพัฒนาข้าว. (2558). *กข 53*. เข้าถึงได้จาก <http://pre.brrd.in.th/web/images/stories/pdf/rd53.pdf>
- _____. (2558). *พันธุ์ข้าวรับรองปี 2550 (8 พันธุ์)*. เข้าถึงได้จาก http://www.brrd.in.th/main/index.php?option=com_content&view=article&id=570:rice2550&catid=70:certification&Itemid=65
- _____. (2558). *องค์ความรู้เรื่องข้าว ศัตรูข้าวและการป้องกันกำจัด*. เข้าถึงได้จาก <http://www.brrd.in.th/rkb/disease%20and%20insect/index.php-file=content.php&id=34.htm#2>
- คณะกรรมการการเกษตรและสหกรณ์ วุฒิสภา. (2555). *รายงานการพิจารณาศึกษา เรื่องแนวทางการพัฒนาศักยภาพชาวนาในเขตภาคกลาง*. กรุงเทพฯ: สำนักงานพิมพ์ สำนักงานเลขาธิการวุฒิสภา.
- ฐานข้อมูลพันธุ์ข้าวรับรองของไทย. (2552). *พันธุ์ข้าว*. เข้าถึงได้จาก <http://brrd.in.th/rvdb/> ที่ว่าการอำเภอบางน้ำเปรี้ยว จังหวัดฉะเชิงเทรา. (ม.ป.ป.). *อำเภอบางน้ำเปรี้ยว*. ม.ป.ท.
- ธีรยุทธ นนทวงษ์ วิรุฬห์ พันวงษา และสุทธิกานต์ พิกุลทอง. (2556). *การถ่ายภาพความร้อนของอุปกรณ์ไฟฟ้าด้วยเทอร์โมสแกน ร่วมกับบริษัท นนกรูป จำกัด*. โครงการสหกิจศึกษา,

- มหาวิทยาลัยสยาม. เข้าถึงได้จาก <http://www.research-system.siam.edu/co-operative/297-2013-12-20-05-58-81>
- บริษัท เทอร์โมสแกน จำกัด. (2555). กล้องถ่ายภาพความร้อน (Thermal Imaging Camera). เข้าถึงได้จาก <http://www.thermoscan.co.th/Thermal%20Imaging.html>
- _____. (2555). กล้องวัดอุณหภูมิของร่างกาย. เข้าถึงได้จาก <http://www.thermoscan.co.th/thermoscan.html>
- _____. (2555). การตรวจวัดทางไฟฟ้าและเครื่องกล. เข้าถึงได้จาก http://www.flir.in.th/application_electrical.html
- ปฐมพงษ์ สุขทอง. (2551). การประยุกต์ใช้ข้อมูลระยะไกล ช่วงคลื่นความร้อน เพื่อศึกษาปรากฏการณ์โคมความร้อนของเมือง กรณีศึกษา : พื้นที่เมืองปทุมธานี. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม, คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- ผกาพรรณ ควรประเสริฐ. (2551). ปัจจัยที่มีผลต่อความพึงพอใจของเกษตรกรในการใช้พันธุ์ข้าวปลูก เขตอำเภอบางน้ำเปรี้ยว จังหวัดฉะเชิงเทรา. การค้นคว้าอิสระ, สาขาการจัดการทั่วไป, คณะบริหารธุรกิจ, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.
- ภราดร กาญจนสุพรรณ นิพนธ์ ตั้งธรรม และเรืองโร โดกฤษณะ. (2554). การประมาณผลผลิตต่อไร่ของข้าวนาปรังด้วยข้อมูลดาวเทียม SMMS โดยใช้ดัชนีความแตกต่างพืชพรรณ (NDVI) : กรณีศึกษาอำเภอมือง จังหวัดสุพรรณบุรี. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์*, 22(1), 55-66.
- ยุทธพงศ์ ทัพผคง และศิริวัฒน์ โทศิริกุล. (2555). การประยุกต์ใช้กล้องถ่ายภาพความร้อนในงานระบบเครื่องกลและการฉนวน. *วารสาร Industrial Technology Review*, 18(234), 68-70.
- ยุทธศักดิ์ ทอดทอง ปรีชา ธนนันต์ วิชัย ประเสริฐเจริญสุข มงคล ลีประกอบบุญ สุภาวดี สวัสดิพรพัลลภ อำนวย สุขศรี และอภิรัฐ ศิริธราธิวัตร. (2554). การศึกษาการตรวจจบบรอยขีดข่วนบนแผ่นแม่เหล็กบันทึกข้อมูล โดยอาศัยกล้องตรวจจบบความร้อน. *วารสารวิจัย มข.*, 16(1), 41-51.
- วินัย วิริยะอลงกรณ์ ธนะชัย พันธุ์เกษมสุข สมชาย องค์กรประเสริฐ และ โวลฟรัม สแปร์. (2556). การวัดความเครียดของลำไยที่ปลูกแบบแบ่งรากภายใต้การให้น้ำที่แตกต่างกัน โดยใช้กล้อง Thermal Imaging. *วารสารวิจัยและส่งเสริมวิชาการเกษตร สำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้*, 30(1), 1-13.

- วิษณุ ก่อพิมพ์. (2556). *อิทธิพลของการประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินต่อการเกิดปรากฏการณ์
เกาะความร้อน*. สารนิพนธ์, สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี
มหานคร. เข้าถึงได้จาก <http://www.msit.mut.ac.th/newweb/phpfile/Thesis/2556.php>
- วรรณุช สุทธชยานนท์. (2550). *การประมาณเนื้อที่ขึ้นดินและผลผลิตของลำไย โดยใช้ดัชนีพืชพรรณ
กรมศึกษา : ตำบลท่าวังตาล อำเภอสารภี จังหวัดเชียงใหม่*. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์
มหาบัณฑิต, สาขาวิชาเทคโนโลยีภูมิศาสตร์, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยบูรพา.
- ศุทธิณี คนตรี และชาคริต โชติอมรศักดิ์. (2552). *ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิผิวพื้นและรูปแบบ
การใช้ที่ดินจากข้อมูลระยะไกลในแอ่งเชียงใหม่-ลำพูน*. เชียงใหม่: ภาควิชาภูมิศาสตร์
, คณะสังคมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ศูนย์ปฏิบัติการภูมิสารสนเทศ สำนักบริหารพื้นที่อนุรักษ์ที่ 9 (อุบลราชธานี). (2557).
การ Download ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT 8 (หน้า 71). ม.ป.ท.
- ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี สถาบันวิจัยข้าว สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 5 และสำนักวิจัยและ
พัฒนาการเกษตรเขตที่ 6 กรมวิชาการเกษตร. (2548). *การจัดเขตศักยภาพการผลิตข้าว
จังหวัดฉะเชิงเทรา (พิมพ์ครั้งที่ 1)*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ดอกเบญจ.
- ศูนย์สารสนเทศการเกษตร สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. (2558).
*ข้าวนาปรัง : เนื้อที่เพาะปลูก เนื้อที่เก็บเกี่ยว ผลผลิต และผลผลิตต่อไร่ รายอำเภอ ปี 2555
ณ ความชื้น 15%*. เข้าถึงได้จาก [http://www.oae.go.th/download/prcai/DryCrop/
secondrice-amphoe.pdf](http://www.oae.go.th/download/prcai/DryCrop/secondrice-amphoe.pdf)
- _____. (2558). *ข้าวนาปี : เนื้อที่เพาะปลูก ผลผลิต และผลผลิตต่อไร่ รายอำเภอ ปีเพาะปลูก
2555/56*. เข้าถึงได้จาก [http://www.oae.go.th/download/prcai/DryCrop/amphoe/
majorrice-amphoe56.pdf](http://www.oae.go.th/download/prcai/DryCrop/amphoe/majorrice-amphoe56.pdf)
- สถานีพัฒนาที่ดินฉะเชิงเทรา กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. (2558). *แผนที่กลุ่มชุด
ดินและตารางทางเลือกการปลูกพืช อำเภอบางน้ำเปรี้ยว จังหวัดฉะเชิงเทรา*. เข้าถึงได้จาก
[http://r02.ldd.go.th/cco/magpis/soilview_files/
soilview_frames.htm](http://r02.ldd.go.th/cco/magpis/soilview_files/soilview_frames.htm)
- สหกรณ์การเกษตรเพื่อการตลาดลูกค้า ธ.ก.ส. นครสวรรค์. (2556). *ข้าวพันธุ์กข 31 ปทุมธานี 80*.
เข้าถึงได้จาก <http://khampee199.blogspot.com/2013/10/31-80.html>
- สุจิตรา เจริญศิริอุทัยยศ. (2559). *การตรวจหาพื้นที่ระบาดของเพลี้ยแป้งในมันสำปะหลังด้วย
ช่วงคลื่นอินฟราเรดความร้อน*. *วารสารสมาคมสำรวจข้อมูลระยะไกลและสารสนเทศ
ภูมิศาสตร์แห่งประเทศไทย, 17(Special Issue), 371-383.*

- สุพรรณ กาญจนสุธรรม และแก้ว นวลฉวี. (2555). รายงานการวิจัย เรื่องการประยุกต์ดัชนีพืชพรรณ เพื่อประมาณผลผลิตสัปดาห์โรงงาน โดยใช้ข้อมูลดาวเทียม กรณีศึกษาจังหวัดชลบุรี. รายงานการวิจัย, คณะภูมิสารสนเทศศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.
- ส่วนวิเคราะห์สภาพการใช้ที่ดิน สำนักนโยบายและแผนการใช้ที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน. (2553). *สรุปประเภทการใช้ที่ดิน ประเทศไทย ปี พ.ศ.2551/52*. เข้าถึงได้จาก http://www.ldd.go.th/web_OLP/luse_result51-52.htm
- สำนักงานเกษตรอำเภอบางน้ำเปรี้ยว จังหวัดฉะเชิงเทรา. (ม.ป.ป.). *ข้อมูลพื้นที่ปลูกพืชเศรษฐกิจสำคัญ*. ม.ป.ท. แผ่นพับ.
- _____. (ม.ป.ป.). *สภาพภูมิประเทศ ของอำเภอบางน้ำเปรี้ยว*. ม.ป.ท.
- สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) (2552). การรับรู้จากระยะไกล. ใน *ตำราเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศศาสตร์* (หน้า 46-48). กรุงเทพฯ: บริษัท อมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง จำกัด (มหาชน).
- _____. (2557). *ดาวเทียม LANDSAT-8*. เข้าถึงได้จาก <http://www.gistda.or.th/main/th/node/93>
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. (2557). สถานการณ์ข้าว ปี 2556. ใน *สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปี 2556* (หน้า 2-193). นนทบุรี: ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- สำนักส่งเสริมการผลิตข้าว กรมการข้าว. (2556). *ข้าว : เทคโนโลยีการปลูกและจัดการหลังการเก็บเกี่ยว* (หน้า 4-13). ม.ป.ท.
- อริสา เจริญกิจจาทร. (ม.ป.ป.). *การเคลื่อนไหวที่เกิดจากความต่งของเนื้อเยื่อหรือแรงดันต่ง*. เข้าถึงได้จาก <http://www.student.chula.ac.th/~56371111/turgor%20movement.html>
- อัมชา ก.บัวเกษร. (2541). *เอกสารประกอบการสอน วิชา 223318 รีโมทเซนซิงและระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์เบื้องต้น*. ชลบุรี: คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.
- อยากจะเป็นเกษตรกรซะแล้ว. (2554, 24 ตุลาคม). *การวางแผนการปลูกข้าว*. เข้าถึงได้จาก http://iwgarden.blogspot.com/2011_10_01_archive.html
- อรพิน เกิดชูชื่น ัญญา เลาทกุลจิตต์ และอุบลรัตน์ กล่ำศรี. (2550). การตอบสนองของข้าวเจ้าพันธุ์ชัยนาท 1 และพันธุ์สุพรรณบุรี 1 ในสภาวะขาดน้ำ. *วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร*, 38(6), 322-325.

- เอื้อจ สโรบล. (2554). Mechanisms of Plant Responses to Global Climate Change. *วารสารแก่นเกษศร*, 39(2), 22-26.
- Md Shahid Latif. (2014). Land Surface Temperature Retrieval of Landsat-8 Data Using Split Window Algorithm- A Case Study of Ranchi District. *International Journal of Engineering Development and Research*, 2(4), 3840-3849.
- NASA. (2015). *Landsat 8 Bands by Charlie Loyd*. Retrieved from http://landsat.gsfc.nasa.gov/?page_id=5377
- Rajeshwari A, Mani N D. (2014). Estimation of Land Surface Temperature of Dindigul District using Landsat 8 Data. *International Journal of Research in Engineering and Technology*; 3(5), 122-126.
- Reji Kimura, Masao Moriyama and Satoru Bandou. (2015). The Relationship between Land-Surface Temperature and Rice Quality in Tottori Prefecture, Japan. *International Journal of Remote Sensing*; 36(22), 5690-5706.
- United States Geological Survey. (2013). *Frequently Asked Question about the Landsat Missions*. Retrieved from <http://landsat.usgs.gov/TIRS.php>
- _____. (2013). *Using the USGS LANDSAT 8 Product*. Retrieved from http://landsat.usgs.gov/Landsat8_Using_Product.php

ภาคผนวก

ลักษณะทั่วไปของข้าว

ข้าวเป็นพืชล้มลุกตระกูลหญ้า (Poaceae หรือ Gramineae) จัดอยู่ในสกุล *Oryza* เป็นพืชใบเดี่ยว เช่นเดียวกับหญ้า ต้นข้าวมีลักษณะภายนอกบางอย่าง เช่น ใบ กาบใบ ลำต้น และรากคล้ายต้นหญ้า มีระบบรากฝอย โดยรากส่วนใหญ่จะกระจายออกหาอาหารไปเลี้ยงส่วนต่างๆ ของต้นข้าวในระดับใต้ดิน ประมาณ 15-18 เซนติเมตร (สำนักส่งเสริมการผลิตข้าว, 2556)

ต้นข้าวส่วนใหญ่จะมีการแตกกอด้วยการเจริญทางตาที่อยู่ข้อถัดๆ ที่โคนต้นโดยเรียกว่าหน่อ (Tiller) โดยหน่อแรก (Primary Tiller) จะเกิดเมื่อต้นแม่มีใบ 5 ใบ โดยงอกจากตาที่อยู่ระหว่างใบที่สองและหน่อที่สองจะงอกจากตาที่อยู่ระหว่างใบที่ 3 และเมื่อต้นแม่มีใบ 6 ใบตามลำดับ และหน่อแรก ก็จะกำหนดหน่อข้าวได้อีก ดังนั้นในกรณีตกลำต้นข้าวควรมีใบไม่เกิน 5 ใบ จึงจะฟื้นตัวในระยะปักดำได้ดี โดยควบคุมแปลงกล้าไม่ให้ระดับน้ำลึกเพราะจะทำให้เกิดการขังปล้อง และความสามารถในการแตกกอของต้นข้าวลดลง ข้าวหนึ่งต้นจะมีการแตกหน่อประมาณ 5-15 หน่อ หน่อที่แตกใหม่จะมีใบน้อยกว่าต้นแรก และบางหน่ออาจจะไม่มีรวง

ข้าวที่นิยมบริโภคมีอยู่ 2 สปีชีส์ใหญ่ๆ คือ

1. *Oryza glaberrima* ปลูกเฉพาะในเขตร้อนของแอฟริกาเท่านั้น
2. *Oryza sativa* ปลูกทั่วไปทุกประเทศ และแยกออกได้เป็น
 - Indica มีปลูกมากในเขตร้อน
 - Japonica มีปลูกมากในเขตอบอุ่น
 - Javanica มีปลูกในประเทศอินโดนีเซีย

ข้าวที่ปลูกในประเทศไทยเป็นพวก Indica อยู่ในวงศ์ (Family) Poaceae แบ่งออกเป็นข้าวเจ้า และข้าวเหนียว มีการพัฒนาปรับปรุงหลากหลายสายพันธุ์

ลักษณะการเจริญเติบโตของข้าว

ลักษณะที่สำคัญของข้าวแบ่งออกได้เป็นลักษณะที่เกี่ยวกับการเจริญเติบโตทางลำต้น และลักษณะที่เกี่ยวกับการขยายพันธุ์ดังนี้

1. ลักษณะที่เกี่ยวกับการเจริญเติบโตทางลำต้น (Vegetative Growth Characteristics) ได้แก่ ราก ลำต้น และใบ เมล็ดข้าวจะงอกในอุณหภูมิระหว่าง 10-40° เซลเซียส

1.1 ราก (Root) รากเป็นส่วนที่อยู่ใต้ผิวดิน ใช้ยึดลำต้นกับดินเพื่อไม่ให้ต้นล้ม แต่บางครั้งก็มีรากพิเศษเกิดขึ้นที่ข้อซึ่งอยู่เหนือพื้นดินด้วย ต้นข้าวไม่มีรากแก้ว แต่มีรากฝอยแตกแขนงกระจายอยู่ใต้ผิวดิน ต้นข้าวใช้รากดูดอาหารจากดิน ซึ่งเป็นแร่ธาตุต่างๆ เช่น ไนโตรเจน

ฟอสฟอรัส และ โปแตสเซียม เป็นต้น แล้วอาหารจะถูกส่งไปที่ใบเพื่อเปลี่ยนเป็นแป้งโดยขบวนการที่เรียกว่า การสังเคราะห์แสง

1.2 ลำต้น (Stem) มีลักษณะเป็นโพรงตรงกลางและแบ่งออกเป็นปล้องๆ โดยมีข้อกั้นระหว่างปล้อง ความยาวของปล้องนั้นแตกต่างกัน จำนวนปล้องจะเท่ากับจำนวนใบของต้นข้าว ปกติมีประมาณ 20-25 ปล้องแต่จะมีใบติดที่ต้นให้เห็นเพียง 5-7 ใบ ปล้องที่อยู่โคนต้นจะสั้นและหนากว่าปล้องที่อยู่ปลายของลำต้น ความยาวของปล้องข้าวขึ้นอยู่กับชนิดของพันธุ์ข้าว พันธุ์ต้นสูงจะมีปล้องยาวกว่าพันธุ์ต้นเตี้ย ต้นข้าวถูกห่อด้วยกาบใบ จึงทำให้ไม่สามารถมองเห็นลำต้นหรือปล้องในระยะแรกๆ แต่ต้นข้าวจะยืดสูงขึ้นในระยะออกรวงจนสามารถมองเห็นลำต้นได้ ต้นข้าวจะมีความสูงแตกต่างกันไป ซึ่งแตกต่างกันไปตามชนิดของพันธุ์ข้าว ตลอดถึงความอุดมสมบูรณ์ของดินและความลึกของน้ำ พันธุ์ข้าวบางพันธุ์มีต้นสูงและบางพันธุ์มีต้นเตี้ย ฉะนั้นพันธุ์ต้นสูงจึงล้มง่ายกว่าพันธุ์ต้นเตี้ย โดยมีความสูงอยู่ระหว่าง 100-200 เซนติเมตร

1.3 ใบ (Leaf) ต้นข้าวมีใบไว้สำหรับสังเคราะห์แสงแสดงเพื่อเปลี่ยนแร่ธาตุอาหาร น้ำ และคาร์บอนไดออกไซด์ให้เป็นแป้ง เพื่อใช้ในการเจริญเติบโต และสร้างเมล็ดของต้นข้าว ใบประกอบด้วย กาบใบ และแผ่นใบ กาบใบ และแผ่นใบเชื่อมติดกันด้วยข้อต่อของใบ กาบใบคือส่วนที่ติดอยู่กับข้อของลำต้นห่อหุ้มต้นข้าวไว้ แต่ละข้อมีเพียง 1 กาบใบเท่านั้น แผ่นใบคือส่วนที่อยู่เหนือข้อต่อของใบ มีลักษณะเป็นแผ่นแบนบางๆ พันธุ์ข้าวแต่ละพันธุ์จะมีความยาว ความกว้าง รูปร่าง สีของใบ ตลอดจนการทำมุมของใบกับลำต้นไม่เหมือนกัน แผ่นใบจะมีขนหรือไม่มีขึ้นอยู่กับพันธุ์ข้าวด้วย ใบข้าวใบสุดท้ายที่อยู่ติดกับรวงข้าวเรียกว่า ใบธง ปกติใบธงจะสั้นและทำมุมกับลำต้นแตกต่างจากใบอื่นๆ ที่อยู่ด้านล่าง

ข้อต่อของใบ (Internode) มีเยื่อเกี่ยวพันน้ำฝน และเยื่อเกี่ยวพันแมลง โดยเยื่อเกี่ยวพันน้ำฝนมีอันเดียวลักษณะเป็นแผ่นบางๆ อยู่ด้านในของข้อต่อใบ และประกบติดลำต้นมีขนาดและสีแตกต่างกันไปขึ้นกับพันธุ์ข้าว ส่วนเยื่อเกี่ยวพันแมลงมีสองอัน ลักษณะคล้ายฟู่ทางกระรอกติดอยู่ข้างละอันของข้อต่อใบ ใบแก่อาจไม่มีเยื่อเกี่ยวพันแมลงเหลือ เพราะได้ร่วงหล่นไปแล้ว

2. ลักษณะที่เกี่ยวกับการขยายพันธุ์ (Reproductive Growth Characteristics) ต้นข้าวขยายพันธุ์ด้วยเมล็ดซึ่งเกิดจากการผสมเกสรตัวผู้และเกสรตัวเมีย ลักษณะที่สำคัญเกี่ยวกับการขยายพันธุ์ ได้แก่ รวง ดอกข้าว และเมล็ดข้าว

2.1 รวงข้าว (Panicle) หมายถึง ช่อดอกของข้าว (Inflorescence) ซึ่งเกิดขึ้นที่ข้อของปล้องอันสุดท้ายของต้นข้าว ระยะระหว่างข้ออันบนของปล้องอันสุดท้ายกับข้อต่อของใบธงเรียกว่า คอรวง ดังนั้นคอรวงจะสั้นหรือยาว ขึ้นอยู่กับพันธุ์ข้าว รวงข้าวประกอบด้วยก้านอันใหญ่

ต่อจากคอรวงแล้วแตกแขนงออกไปมากมาย แต่ละข้อของก้านแตกแขนงออกไปเรียกว่า ระเบียบปฐมภูมิ (Primary branches) ดอกข้าว (Spikelet) มีก้านดอก (Pedices) ติดที่ระแงทุติยภูมิ (Secondary branches) ลักษณะของรวงข้าวจะแตกต่างกันกับพันธุ์ข้าว โดยลักษณะพันธุ์ข้าวที่ให้ผลผลิตสูงจะมีระแงถี่ ข้าว 1 รวง จะมีเมล็ด 100-200 เมล็ด

2.2 ดอกข้าว (Spikelets) หมายถึง ส่วนของเกสรตัวผู้และเกสรตัวเมีย สำหรับผสมพันธุ์ดอกข้าว ประกอบด้วยเปลือกนอกใหญ่สองแผ่นประสานกัน เพื่อห่อหุ้มส่วนที่อยู่ภายในไว้ เปลือกนอกใหญ่แผ่นนอก เรียกว่า เลมมา (Lemma) ส่วนเปลือกนอกใหญ่แผ่นใน เรียกว่า พาเลีย (Palea) ทั้งสองเปลือกนี้ ภายนอกของมันอาจมีขนหรือไม่มีก็ได้ ถ้าเปลือกเมล็ดข้าวไม่มีขน ส่วนของใบก็จะไม่มีขนด้วย ที่ปลายสุดของเลมมาจะมีหาง (Awn) บางพันธุ์หางสั้น และบางพันธุ์หางยาว ลักษณะหางยาวเป็นลักษณะที่ไม่ต้องการ เพราะทำให้เก็บเกี่ยว และนวดยาก

ส่วนที่เลมมา และพาเลียหุ้มไว้ คือเกสรตัวผู้ (Stamen) และเกสรตัวเมีย (Pistil) ดอกข้าวจะมีเกสรตัวผู้เป็นกะเปาะสีเหลือง (Anther) จำนวน 6 อัน บรรจุละอองเกสร (Pollen grain) จำนวนมาก ส่วนเกสรตัวเมียประกอบด้วยที่รับละอองเกสรตัวผู้ (Stigma) มีลักษณะคล้ายหางกระรอกขนาดเล็ก 2 อัน แต่ละอันมีก้านติดกับรังไข่ (Ovary) ซึ่งในรังไข่จะมีไข่ เป็นส่วนที่เมื่อผสมกับเกสรตัวผู้แล้วจะกลายเป็นเมล็ด

ดอกข้าวเป็นดอกประเภทดอกสมบูรณ์เพศ มีเกสรตัวผู้และตัวเมียอยู่ในดอกเดียวกัน ส่วนใหญ่การผสมเกสรเป็นแบบผสมตัวเอง (Self-pollination) ปกติการผสมเกสรจะเกิดภายในดอกเดียวกันในเวลาเช้า และก่อนที่เลมมาและพาเลียจะบานออกเล็กน้อย ดอกข้าวจะเริ่มบานจากปลายรวงลงมาสู่โคนรวง และรวงหนึ่งๆ จะใช้เวลาประมาณ 7 วัน เพื่อให้ดอกทุกดอกบาน และผสมเกสร

2.3 เมล็ดข้าว (Rice grain) หมายถึง ส่วนที่เป็นแป้ง (Endosperm) และคัพภะซึ่งเป็นส่วนที่มีชีวิต และงอกออกมาเป็นต้นข้าวเมื่อเอาไปเพาะ หรือที่เราเรียกว่า จมูกข้าว

เมล็ดข้าว ประกอบด้วย 2 ส่วนใหญ่ๆ คือ

- เปลือกหุ้มเมล็ด หรือเกลบ (Hull หรือ Husk) ซึ่งจะหุ้มข้าวกล้อง เกลบประกอบด้วย เปลือกใหญ่ (Lemma) เปลือกเล็ก (Palea) หาง (Awn) ขั้วเมล็ด (Rachilla) และกลีบรองเมล็ด (Sterile Lemma)
- ข้าวกล้อง หรือเมล็ดข้าวที่เอาเปลือกออกแล้ว ในเมล็ดข้าวกล้อง ประกอบด้วย จมูกข้าว หรือคัพภะ (Germ หรือ Embryo) รำข้าว (เยื่อหุ้มเมล็ด) ซึ่งประกอบด้วยเยื่อชั้นนอกบางๆ เรียกว่า Pericarp layer มี 3 ชั้น เมล็ดข้าวกล้องมี 4 สี ได้แก่ ขาว น้ำตาล แดง และดำ ส่วนใหญ่ข้าว

กลี้องจะมีสีน้ำตาลอ่อน และเมล็ดข้าวขาวหรือเมล็ดข้าวสารหรือเอ็นโดสเปิร์ม (Endosperm) เป็นแป้งที่เรบริโภคนอาหารในเมล็ดข้าว ประกอบด้วยคาร์โบไฮเดรตเป็นส่วนประกอบหลัก โดยมีโปรตีน วิตามินบี วิตามินอี และแร่ธาตุที่แยกไปอยู่ในส่วนต่างๆ ของเมล็ดข้าว นอกจากนี้ยังพบสารอาหารประเภทไขมันซึ่งพบได้ในรำข้าวเป็นส่วนใหญ่ แป้งในเมล็ดข้าวมี 2 ชนิด คือ Amylopectin ซึ่งเป็น Polymer ของ D-glucose ที่ต่อกันเป็น Branch Chain และ Amylase ซึ่งเป็น Polymer ของ D-glucose ที่ต่อกันเป็น Linear chain

การเจริญเติบโตของเมล็ดข้าวเกิดหลังจากการผสมเกสรประมาณ 30 วัน ซึ่งเมล็ดข้าวจะแก่พร้อมเก็บเกี่ยว

พันธุ์ข้าวที่เกษตรกรนิยมปลูก

พันธุ์ข้าวที่ปลูกในประเทศไทยมีจำนวนมากทั้งพันธุ์พื้นเมืองที่มีการปลูกกันมาช้านาน กับพันธุ์ที่มีการปรับปรุงพันธุ์ขึ้นมาใหม่ แต่ในปัจจุบันพันธุ์ข้าวที่เกษตรกรนิยมปลูกมีไม่มากนัก โดยปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกพันธุ์ข้าวของเกษตรกรขึ้นอยู่กับความต้องการของตลาด ความต้องการในการบริโภคในท้องถิ่น สภาพแวดล้อมที่เหมาะสม ความสามารถในการต้านทานโรคแมลง และสภาพแวดล้อมต่างๆ เช่น พื้นที่ลุ่มน้ำลึก ดอน ที่สูง สภาพดินเค็ม ดินเปรี้ยว หรือดินที่อุดมสมบูรณ์ เป็นต้น เกษตรที่อยู่ในเขตชลประทานที่มีการปลูกข้าวตลอดปี มักจะเป็นแหล่งที่มีการเปลี่ยนพันธุ์ข้าวบ่อย เนื่องจากมีการเปลี่ยนแปลงด้านต่างๆ มากกว่าในเขตอื่น (สำนักส่งเสริมการผลิตข้าว, 2556)

พันธุ์ข้าวเจ้าไวแสง ได้แก่ ขาวตาแห้ง 17 เหลือประทิว 123 กข 35 (รังสิต 80) แจกเชย พลายงามปราจีนบุรี ปราจีนบุรี 2 เขียวพัทลุง เล็บนก บัดธานี และสังข์หยด

พันธุ์ข้าวเจ้าไม่ไวแสง ได้แก่ ชัยนาท 1 ชัยนาท 2 ปทุมธานี 1 สุพรรณบุรี 1 สุพรรณบุรี 2 สุพรรณบุรี 3 พิษณุโลก 2 กข 29 (ชัยนาท 80) กข 31 (ปทุมธานี 80 หรือปทุมธานีไอ) และ กข 33 (หอมอุบล 80)

พันธุ์ข้าวหอมมะลิ ได้แก่ ขาวดอกมะลิ 105 และ กข 15

พันธุ์ข้าวเหนียว ได้แก่ กข 6 กข 10 กข 12 (หนองคาย 80) สกลนคร และ สันป่าตอง 1

พันธุ์ข้าวไร่ ได้แก่ ชิวแม่จัน ชิวเกลี้ยง เจ้าลิซอ หลวงสันป่าตอง

โดยพันธุ์ข้าวที่เกษตรกรอำเภอบางน้ำเปรี้ยว นิยมปลูกมีจำนวน 6 พันธุ์ คือ สุพรรณบุรี 1 พิษณุโลก 2 ชัยนาท 1 ปทุมธานี 1 กข 31 (ปทุมธานี 80) กข 53 มีลักษณะพันธุ์ ตามตาราง (กองวิจัยและพัฒนาข้าว, 2558) ดังต่อไปนี้

ตารางภาคผนวกที่ 1 ลักษณะข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1

ประเภท	การรับรองพันธุ์	คุณสมบัติ	ลักษณะเด่น /ลักษณะด้อย	พื้นที่แนะนำ
พันธุ์ผสม	เป็นพันธุ์รับรอง	<u>ลักษณะทั่วไป</u>	<u>ลักษณะเด่น</u>	ภาคกลาง
* ข้าวเจ้านาสวน	เมื่อ 28 ต.ค. 2537	- ต้นสูง 125 ซม.	- ผลผลิตสูง	
* ไวต่อช่วงแสง		- ต้นแข็งไม่ล้มง่ายและใบสีเขียวเข้มมีขน	- คุณภาพการสีดี	
* ปลูกได้ในนาปี		- เมล็ดรูปร่างเรียวยาว	- ด้านทานโรคใบหงิก ใบสี	
และนาปรัง		- คอรวงยาว	ส้มและโรคขอบใบแห้ง	
		- ข้าวเปลือกสีฟาง	- ด้านทานเพลี้ยกระโดดสี	
		- อายุเก็บเกี่ยวประมาณ 120 วัน	น้ำตาล เพลี้ยกระโดดหลัง	
		- ระยะพักตัวของเมล็ด 3 สัปดาห์	ขาว	
		- เมล็ดข้าวกล้อง 2.2 x 7.3 x 1.8 มม.	<u>ลักษณะด้อย</u>	
		- ปริมาณแป้งอมิโลส 29 %	- ไม่ต้านทานโรคใบขีดสี	
		<u>ผลผลิต</u>	น้ำตาล ซึ่งอาจเป็นสาเหตุ	
		ประมาณ 806 กิโลกรัมต่อไร่	ของโรคเมล็ดด่าง	

ตารางภาคผนวกที่ 2 ลักษณะข้าวพันธุ์พิษณุโลก 2

ประเภท	การรับรองพันธุ์	คุณสมบัติ	ลักษณะเด่น /ลักษณะด้อย	พื้นที่แนะนำ
พันธุ์ผสมสามทาง	เป็นพันธุ์รับรอง	<u>ลักษณะทั่วไป</u>	<u>ลักษณะเด่น</u>	นาชลประทาน
* ข้าวเจ้านาสวน	เมื่อ 26 มิ.ย. 2543	- ต้นสูงประมาณ 114 ซม.	- ผลผลิตสูง สม่่าเสมอ	ทุกภาค
* ไม่ไวต่อช่วงแสง		- ทรงกอตั้งและใบเขียวสีเข้ม	- เมล็ดยาว ข้าวสารใส แกร่ง	
* ปลูกได้ในนาปี		- รวงยาว คอรวงสั้น ใบแก่ช้า	- ตลาดต้องการสูงได้ราคาดี	
และนาปรัง		- เมล็ดรูปร่างเรียวยาว	- คุณภาพดี	
		- ข้าวเปลือกสีฟาง	- ด้านทานโรคใบหงิก และ	
		- อายุเก็บเกี่ยวประมาณ 119-121 วัน	โรคไหม้	
		- ระยะพักตัวของเมล็ด 8 สัปดาห์	- ด้านทานเพลี้ยกระโดดสี	
		- เมล็ดข้าวกล้อง 2.1 x 7.9 x 1.6 มม.	น้ำตาล	
		- ปริมาณแป้งอมิโลส 28.64 %	<u>ลักษณะด้อย</u>	
		<u>ผลผลิต</u>	- ไม่ต้านทานโรคใบสีส้ม	
		ประมาณ 807 กิโลกรัมต่อไร่	ขอบใบแห้งและโรคใบขีด	
			โปร่งแสง	
			- ฤดูแล้งไม่ควรปลูกเกิน	
			เดือนมีนาคมอายุจะยาว	

ตารางภาคผนวกที่ 3 ลักษณะข้าวพันธุ์ชัยนาท 1

ประเภท	การรับรองพันธุ์	คุณสมบัติ	ลักษณะเด่น /ลักษณะด้อย	พื้นที่แนะนำ
พันธุ์ผสมระหว่างพันธุ์ไออาร์ 13146-158-1 กับ บีเคอน 6995-16-1-12	เป็นพันธุ์รับรอง เมื่อ 9 ก.ย. 2536	<u>ลักษณะทั่วไป</u> - ต้นสูงประมาณ 113 ซม. - ทรงกอตั้งและใบสีเขียว ใบธงยาว - รวงยาว คอรวงสั้น ฟางแข็ง - ข้าวเปลือกสีฟาง บางเมล็ดมีก้นจุด	<u>ลักษณะเด่น</u> - ผลผลิตสูง - เมล็ดยาว ข้าวสารใสแฉ่ง - ตลาดต้องการสูง ได้ราคาดี - ต้านทานโรคใบหงิก และโรคนไหม้	นาชลประทาน ทุกภาค
* ข้าวเจ้านาสวน		- อายุเก็บเกี่ยวประมาณ 119-130 วัน	- ต้านทานเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล เพลี้ยกระโดดหลังขาว	
* ไร่ต่อช่วง		- ระยะพักตัวของเมล็ด 8 สัปดาห์	- ต้านทานโรคราไหม้	
แสง		- เมล็ดข้าวกล้อง 2.1 x 7.7 x 1.7 มม.	- น้ำตาล เพลี้ยกระโดดหลังขาว	
* ปลูกได้ในนาปีและนาปรัง		- ปริมาณแป้งอมิโลส 26-27 %	ขาว	
		<u>ผลผลิต</u> ประมาณ 740 กิโลกรัมต่อไร่	<u>ลักษณะด้อย</u> - ไม่ต้านทานโรคใบสีส้ม ขอบใบแห้ง และโรคใบขีดโปร่งแสง - ฤดูแล้งไม่ควรปลูกเกินเดือนมีนาคมอายุจะยาว	

ตารางภาคผนวกที่ 4 ลักษณะข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1

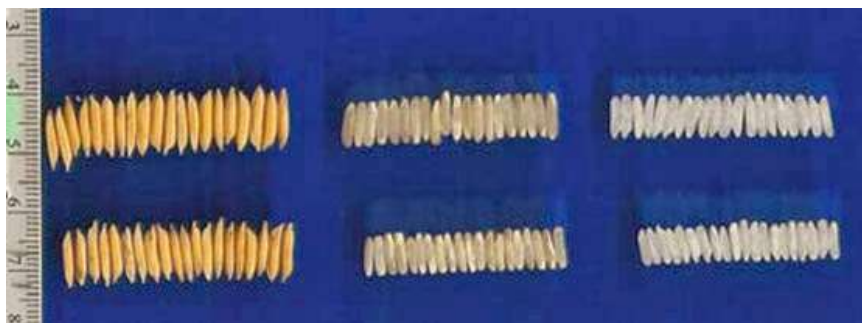
ประเภท	การรับรองพันธุ์	คุณสมบัติ	ลักษณะเด่น /ลักษณะด้อย	พื้นที่แนะนำ
พันธุ์ผสมระหว่าง BKNA6-18-3-2-1 กับ PTT8506-92	เป็นพันธุ์รับรอง เมื่อ 30 พ.ค. 2543	<u>ลักษณะทั่วไป</u> - ต้นสูงประมาณ 104-133 ซม. - ใบเขียวใบธงยาว รวงอยู่ใต้ใบธง - เมล็ดรูปร่างเรียวยาว	<u>ลักษณะเด่น</u> - เมล็ดข้าวสารใสแฉ่ง ผลผลิตสูง - ข้าวสุกมีกลิ่นหอมและอ่อนนุ่ม	นาชลประทาน ภาคกลาง
* ข้าวเจ้านาสวน		- ข้าวเปลือกสีฟาง มีขน ส่วนมากมีหางสั้น	- ต้านทานโรคขอบใบแห้ง - ต้านทานเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล	
* ไร่ต่อช่วง		- อายุเก็บเกี่ยวประมาณ 104-126 วัน	<u>ลักษณะด้อย</u> - ก่อนข้างไม่ต้านทานเพลี้ยจักจั่น	
แสง		- ระยะพักตัวของเมล็ด 3-4 สัปดาห์	สีเขียว และเพลี้ยกระโดดหลังขาว	
* ปลูกได้ในนาปีและนาปรัง		- เมล็ดข้าวกล้อง 2.1 x 7.6 x 1.7 มม. - ปริมาณแป้งอมิโลส 17.8 %	- ก่อนข้างไม่ต้านทานโรคใบสีส้ม	
		<u>ผลผลิต</u> ประมาณ 650-774 กิโลกรัมต่อไร่	- ถ้าใส่ปุ๋ยในโตรเจนมากต้นอ่อนล้มง่าย	

ตารางภาคผนวกที่ 5 ลักษณะข้าวพันธุ์ กข 31 หรือปทุมธานี 80

ประเภท	การรับรองพันธุ์	คุณสมบัติ	ลักษณะเด่น /ลักษณะด้อย	พื้นที่แนะนำ
พันธุ์ผสมระหว่างพันธุ์เอสฟิวร์ 85163-5-1-1-2 กับไออาร์ 54017-131-1-3-2	เป็นพันธุ์รับรอง เมื่อ 6 มี.ค. 2550	<u>ลักษณะทั่วไป</u> - ต้นสูงประมาณ 117 ซม. - ทรงกอตั้งและใบสีเขียวเข้ม ใบธงตั้ง - คอรวงยาว ต้นแข็งไม่ล้มง่าย - เมล็ดรูปร่างเรียวยาว	<u>ลักษณะเด่น</u> - ผลผลิตสูงสม่ำเสมอ - คุณภาพการสีดี - ต้านทานโรคขอบใบแห้ง โรคใบจุดสีน้ำตาล เมล็ด ค่า - ต้านทานเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล	นาชลประทาน ภาคกลาง
* ข้าวเจ้านาสวน * ไม่ไวต่อช่วงแสง		- รวงแน่นปานกลาง - ข้าวเปลือกสีฟาง ท้องไข่น้อย - อายุเก็บเกี่ยวประมาณ 111-118 วัน		
* ปลูกได้ในนาปีและนาปรัง		- ระยะพักตัวของเมล็ด 5 สัปดาห์ - เมล็ดข้าวกล้อง 2.1 x 7.4 x 1.8 มม. - ปริมาณแป้งอมิโลส 27.3-29.8 % - ข้าวสุกร่วนค่อนข้างแข็ง	<u>ลักษณะด้อย</u> - ไม่ต้านทานโรคไหม้ใบหงิก ใบสีส้ม	
		<u>ผลผลิต</u> ประมาณ 738-745 กิโลกรัมต่อไร่		

ตารางภาคผนวกที่ 6 ลักษณะข้าวพันธุ์ กข 53

ประเภท	การรับรองพันธุ์	คุณสมบัติ	ลักษณะเด่น /ลักษณะด้อย	พื้นที่แนะนำ
พันธุ์ผสมระหว่างพันธุ์ PRE92039-3-1-2-1 กับ SPTLR82022-PRE-26-3-2-GM-6	เป็นพันธุ์รับรอง เมื่อ 6 มี.ค. 2550	<u>ลักษณะทั่วไป</u> - ต้นสูงประมาณ 123 ซม. - ทรงกอตั้ง ต้นค่อนข้างแข็ง แผ่นใบและกาบใบสีเขียว ใบและปลายใบตั้งตรง - คอรวงยาว การแตกกระแจะปานกลาง - รวงแน่นปานกลาง	<u>ลักษณะเด่น</u> - ผลผลิตสูง - ต้านทานต่อแมลงบั่ว ระดับค่อนข้างต้านทานถึง ต้านทานสูงในเขตภาคเหนือ ตอนบน	นาชลประทาน ภาคเหนือ ตอนบน
* ข้าวเจ้านาสวน * ไม่ไวต่อช่วงแสง		- ข้าวเปลือกสีฟาง - อายุเก็บเกี่ยวประมาณ 133 วัน - ระยะพักตัวของเมล็ด 9 สัปดาห์	- อมิโลสต่ำ คุณภาพการหุงต้มและรับประทานอ่อนนุ่ม	
* ปลูกได้ในนาปีและนาปรัง		- เมล็ดข้าวกล้อง 2.3 x 7.46 x 1.78 มม. - ปริมาณแป้งอมิโลสต่ำ อุณหภูมิแป้งสุกต่ำ ความคงตัวแป้งสุกอ่อน เนื้อสัมผัสนุ่ม และค่อนข้างเหนียว	<u>ลักษณะด้อย</u> - อ่อนแอต่อโรคไหม้ โรคขอบใบแห้ง เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล และเพลี้ยกระโดดหลังขาว - เมล็ดร่วงงานจึงควรเก็บเกี่ยวที่ระยะพลับพลึง	
		<u>ผลผลิต</u> ประมาณ 725 กิโลกรัมต่อไร่		



ภาพภาคผนวกที่ 1 ขนาดของเมล็ดข้าวพันธุ์ กข 31

ที่มา : สหกรณ์การเกษตรเพื่อการตลาดลูกค้า ธ.ก.ส. นครสวรรค์, 2556



ภาพภาคผนวกที่ 2 ลักษณะข้าวพันธุ์ กข 53

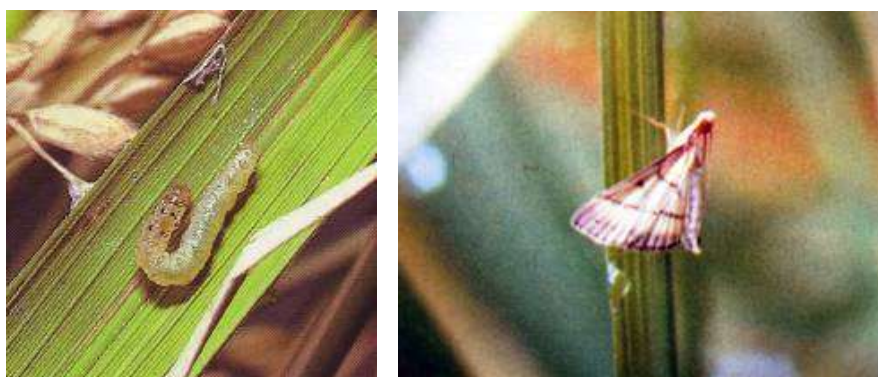
ที่มา : กองวิจัยและพัฒนาข้าว กรมการข้าว, 2558

2. แมลง และศัตรูพืชที่เกษตรกรพบ

2.1 หนอนห่อใบข้าว

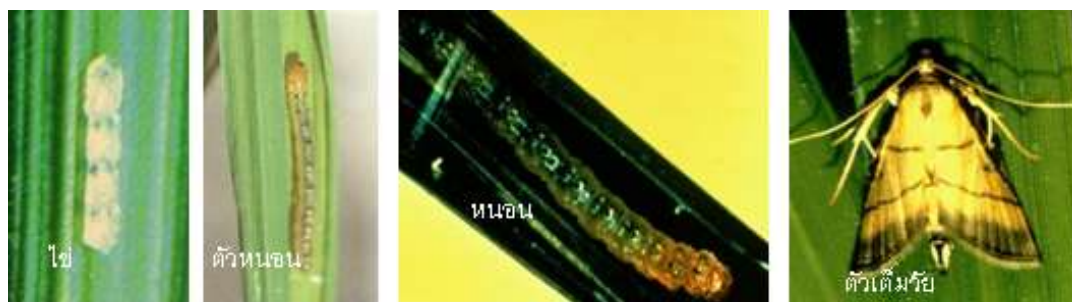
2.1.1 หนอนห่อใบข้าว หรือเรียกว่าหนอนม้วนใบข้าว หนอนกินใบข้าว ชื่อทางวิทยาศาสตร์คือ *Cnaphalocrocis medinalis* (Guenee)] ลักษณะตัวเต็มวัยเป็นผีเสื้อกลางคืนปีกสีน้ำตาลเหลืองมีแถบสีดำพาดที่ปลายปีก ตรงกลางปีกมีแถบสีน้ำตาลพาดขวาง 2- 3 แถบ ขณะเกาะใบข้าวปีกจะหุบเป็นรูปสามเหลี่ยม มักเกาะอยู่ในที่ร่มใต้ใบข้าว เพศผู้มีขนาดเล็กกว่าเพศเมียเล็กน้อย เพศเมียวางไข่เวลากลางคืนประมาณ 300 ฟองบนใบข้าว ขนานตามแนวเส้นกลางใบ และ

สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่า ไข่มีลักษณะเป็นรูปจานสีขาวขุ่นเป็นกลุ่ม ประมาณ 10 – 12 ฟอง บางครั้งวางไข่เป็นฟองเดี่ยวๆ ระยะไข่ 4 – 6 วัน หนอนที่ฟักจากไข่ใหม่ๆ มีสีขาวยใส หัวมีสีน้ำตาลอ่อน หนอนโตเต็มที่มีสีเขียวแถบเหลือง หัวสีน้ำตาลเข้ม หนอนโตเต็มที่จะเคลื่อนไหวย่างรวดเร็ว เมื่อถูกสัมผัส หนอนมี 5 – 6 ระยะ ส่วนใหญ่มี 5 ระยะ หนอนวัยที่ 5 เป็นวัยที่กินใบข้าวได้มากที่สุด ระยะหนอน 15 – 17 วัน หนอนเข้าดักแด้ในใบข้าวที่ห่อตัว ระยะดักแด้ 4 – 8 วัน ตัวเต็มวัยจะหลบซ่อนบนต้นข้าวและวัชพืชตระกูลหญ้าในเวลากลางวัน และจะบินหนีเมื่อถูกรบกวน



ภาพภาคผนวกที่ 3 หนอนห่อใบข้าว (ซ้าย) และผีเสื้อหนอนห่อใบข้าว (ขวา)

ตัวเต็มวัยเป็นผีเสื้อกลางคืนปีกสีน้ำตาลอ่อนมีแถบสีดำพาดที่ปลายปีก ตรงกลางปีกมีแถบสีน้ำตาลพาดขวาง 2-3 แถบ เมื่อเกาะใบข้าวปีกจะหุบเป็นรูปสามเหลี่ยม มักเกาะอยู่ในที่ร่มใต้ใบข้าว ตัวเมียวางไข่บนใบข้าว ขนานตามแนวเส้นใบและสามารถมองเห็นด้วยตาเปล่า ไข่มีสีขาวขุ่นค่อนข้างแบนเป็นกลุ่ม แต่บางครั้งก็วางไข่เป็นฟองเดี่ยวๆ ระยะไข่ 4-6 วัน หนอนที่ฟักจากไข่ใหม่ๆ มีสีขาวยใส หัวมีสีน้ำตาลอ่อน หนอนโตเต็มที่มีสีเขียวแถบเหลือง หัวสีน้ำตาลเข้ม หนอนมี 5-6 ระยะ ส่วนใหญ่มี 5 ระยะ หนอนวัยที่ 5 เป็นวัยที่กินใบข้าวได้มากที่สุด ระยะหนอน 15-17 วัน หนอนเข้าดักแด้ในใบข้าวที่ห่อตัวนั้น ระยะดักแด้ 4-8 วัน



ภาพภาคผนวกที่ 4 ระยะการเจริญเติบโตของหนอนห่อใบข้าว

2.1.2 ลักษณะการทำลายและการระบาด

ผีเสื้อหนอนห่อใบข้าวจะเคลื่อนย้ายเข้าแปลงนา ตั้งแต่ข้าวยังเล็กและวางไข่ที่ใบอ่อน โดยเฉพาะใบที่ 1-2 จากยอด เมื่อตัวหนอนฟักออกมาจะแทะผิวใบข้าวส่วนที่เป็นสีเขียว ทำให้เห็นเป็นแถบยาวสีขาว มีผลให้การสังเคราะห์แสงลดลง หนอนจะใช้ใยเหนียวที่สกัดจากปาก คึงขอบใบข้าวทั้งสองด้านเข้าหากันเพื่อห่อหุ้มตัวหนอนไว้ หนอนจะทำลายใบข้าว ทุกระยะการเจริญเติบโตของข้าวถ้าหนอนมีปริมาณมากจะใช้ใบข้าวหลายๆ ใบมาห่อหุ้มและกักกินอยู่ภายใน ซึ่งปรกติจะพบตัวหนอนเพียงตัวเดียวในใบห่อนั้น ในระยะข้าวออกรวงหนอนจะทำลายใบธงซึ่งมีผลต่อผลผลิตเพราะทำให้ข้าวมีเมล็ดลีบ น้ำหนักลดลง หนอนห่อใบสามารถเพิ่มปริมาณได้ 2-3 อายุขัยต่อฤดูปลูก พบระบาดในนาเขตชลประทาน โดยเฉพาะแปลงข้าวที่ใส่ปุ๋ยอัตราสูง หนอนใช้ใบข้าวห่อหุ้มตัวและกักกินอยู่ภายใน บริเวณที่ถูกทำลายจะเป็นทางยาวขนานกับเส้นกลางใบ ทำให้การสังเคราะห์แสงของต้นข้าวลดลง



ภาพภาคผนวกที่ 5 ใบข้าวที่แสดงอาการจากการถูกทำลาย



ภาพภาคผนวกที่ 6 นาข้าวหลังจากถูกทำลายโดยหนอนห่อใบข้าว

2.1.3 แนวทางการป้องกันและกำจัด ดังนี้

2.1.3.1 ในพื้นที่ที่มีการระบาดเป็นประจำควรปลูกข้าว 2 พันธุ์ขึ้นไป โดยปลูกสลับพันธุ์กัน จะช่วยลดความรุนแรงของการระบาด

2.1.3.2 กำจัดพืชอาศัย เช่น หญ้าข้าวนก หญ้านกสีชมพู หญ้าปล้อง หญ้าไซ หญ้าชันกาด และข้าวป่า

2.1.3.3 ไม่ควรใช้สารฆ่าแมลงชนิดเม็ดและสารกลุ่มไพรีทรอยด์สังเคราะห์ หรือสารผสมสาร ไพรีทรอยด์สังเคราะห์ ในข้าวอายุหลังหว่าน 40 วัน เพราะศัตรูธรรมชาติจะถูกทำลาย ทำให้เกิดการระบาดของหนอนห่อใบข้าวรุนแรงได้ในระยะข้าวตั้งท้อง - ออกรวง

2.1.3.4 เมื่อเริ่มมีการระบาดของหนอนห่อใบในแปลงข้าว ไม่ควรใช้ปุ๋ยไนโตรเจนเกิน 5 กิโลกรัมต่อไร่ หรือปุ๋ยยูเรียไม่เกิน 10 กิโลกรัมต่อไร่ ควรแบ่งใส่ปุ๋ยในช่วงข้าวกำลังเจริญเติบโตและลดปริมาณปุ๋ยที่ใส่ โดยปุ๋ยสูตร 16-20-0 ใส่ไม่เกิน 30 กิโลกรัมต่อไร่

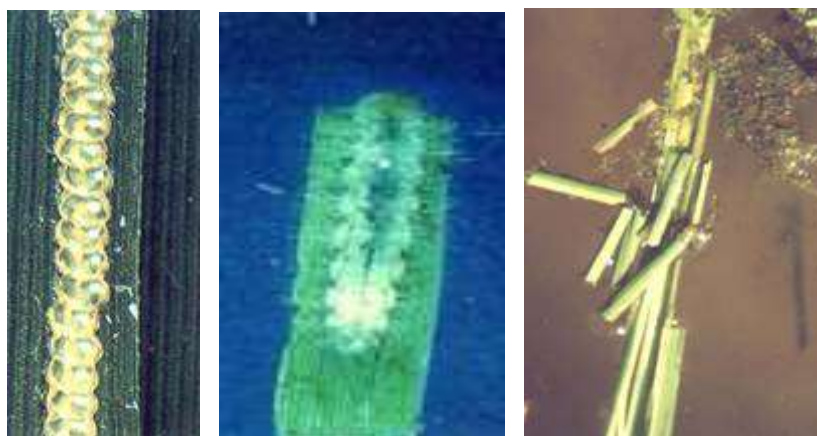
2.1.3.5 เมื่อตรวจพบผีเสื้อหนอนห่อใบข้าว 4-5 ตัวต่อตารางเมตร และพบใบข้าวถูกทำลายมากกว่า 15 เปอร์เซ็นต์ในข้าวอายุ 15-40 วัน ใช้สารฆ่าแมลงประเภทดูดซึม เช่น ฟิโปรนิล (แอสเซนต์ 5% เอสซี) อัตรา 30-50 มิลลิเมตรต่อน้ำ 20 ลิตร สารเบนซิลแทป (แบนคอลล 50% ดับบลิวพี) อัตรา 10-20 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร และสาร คาร์โบซัลเฟน (พอสซ์ 20% อีซี) อัตรา 80-110 มิลลิเมตรต่อน้ำ 20 ลิตร เฉพาะพื้นที่มีใบถูกทำลายจนเห็นรอยขาวๆ

2.2 หนอนปลอกข้าว

2.2.1 หนอนปลอกข้าว หรือเรียกว่าหนอนขอก มีชื่อทางวิทยาศาสตร์คือ *Nymphula Depunctalis* Guenee ตัวเต็มวัยเป็นผีเสื้อกลางคืน ปีกสีขาวมีแถบสีน้ำตาลอ่อนถึงดำ 2-3 แถบตามขอบปีก ลำตัวค่อนข้างบอบบาง มีขนาด 6-8 มิลลิเมตร ความยาวของปีกเมื่อกางออก ประมาณ 15 มิลลิเมตร เพศผู้ตายหลังจากผสมพันธุ์ เพศเมียตอนกลางวันชอบหลบอยู่ในนาข้าวและวางไข่ตอนกลางคืน เพศเมียวางไข่เป็นแถว 1-2 แถว ติดกันบนผิวใต้ใบข้าวหรือก้านใบเหนือระดับน้ำ ไข่มีลักษณะกลม ผิวเรียบสีเหลืองอ่อน ระยะไข่นานประมาณ 4 วัน ตัวหนอนที่ฟักออกจากไข่ มีสีครีมหัวสีเหลืองอ่อน ตัวหนอนที่โตเต็มที่มีสีเขียวอ่อน ตัวหนอนมีชีวิตกึ่งแมลงในน้ำ (Semi-aquatic) มีเหงือกจำนวน 6 แถว สำหรับใช้รับอากาศจากน้ำ กินอาหาร โดยทำปลอกหุ้มและอาศัยอยู่ในปลอกกัดกินส่วนผิวของใบอ่อนเกิดเป็นรอยขาวเป็นแถบ เมื่อหนอนโตเต็มที่จะคลานขึ้นไปบนต้นข้าวแล้วยึดปลอกติดกับต้นข้าวอยู่เหนือผิวน้ำ ตัวหนอนจะถักไหมทำรังรอบตัวและเข้าดักแด้ อยู่ภายในปลอกและสลัดปลอกทิ้งเมื่อ มีการลอกคราบ ตัวหนอนมี 5 ระยะ ระยะดักแด้ประมาณ 2 สัปดาห์



ภาพภาคผนวกที่ 7 ผีเสื้อหนอนปลอก (ซ้าย) และตัวเต็มวัยของผีเสื้อหนอนปลอก (ขวา)



ภาพภาคผนวกที่ 8 ไข่นอนปลอก (ซ้าย) ตัวหนอนระยะแรก (กลาง) ปลอกหุ้มตัวหนอน (ขวา)

2.2.2 ลักษณะการทำลาย

ตัวหนอนเริ่มกัดกินผิวใบอ่อนของข้าวและจะทำปลอกหุ้มลำตัวไว้ภายใน 2 วัน ต่อมา โดยตัวหนอนจะเคลื่อนย้ายไปยังปลายใบข้าวและกัดใบตรงด้านหนึ่งของเส้นกลางใบ และใช้สารที่สกัดจากร่างกายชนิดริมขอบใบทั้งสองข้างเข้าหากันเป็นปลอกหุ้ม เห็นเป็นรอยเยื่อสีขาวบางๆ ไว้ ตัวหนอนสามารถเคลื่อนย้ายไปทำลายข้าวต้นอื่น โดยอาศัยปลอกกลอยน้ำไปยังข้าวต้นใหม่ และคลานขึ้นไปกัดกินใบข้าวใหม่ต่อไปเรื่อยๆ มักพบระบาดเฉพาะแปลงข้าวที่มีน้ำขัง ในนาชลประทานและนาที่ลุ่มอาศัยน้ำฝน ความเสียหายเกิดขึ้นเป็นหย่อมๆ ต้นข้าวสามารถฟื้นตัวจากการทำลายใบในระยะแรกๆ ได้ การมีน้ำขังในแปลงตลอดช่วงข้าวเจริญเติบโตทางใบมีผลทำให้หนอนปลอกระบาดมากขึ้น ถ้าระบาดรุนแรงก็สามารถทำให้ข้าวชะงักการเจริญเติบโต แคระแกร็น และแห้งตายเป็นหย่อมๆ แต่จะไม่เสียหายในระยะข้าวแตกกอเต็มที่แล้ว



ภาพภาคผนวกที่ 9 สภาพนาข้าวที่ถูกหนอนปลอกข้าวทำลายอย่างรุนแรง



ภาพภาคผนวกที่ 10 ลักษณะการทำลายของหนอนปลอกข้าว

มีการระบาดเป็นครั้งคราว หนอนกัดกินปลายใบ และทำปลอกหุ้มตัว และลอยไปตามน้ำ โดยลมช่วยพัดพาไป ทำให้แพร่ระบาดไปทั่วแปลงนา

2.2.3 แนวทางการป้องกันและกำจัด ดังนี้

2.2.3.1 ระบายน้ำออกจากแปลงนา เพื่อทำลายตัวหนอน และระงับการแพร่ระบาดในนาข้าว

2.2.3.2 ใช้สารฆ่าแมลง เมื่อตรวจพบใบถูกทำลายมากกว่า 15% หรือพบใบห่อ 6 – 8 ใบต่อ 10 ต้น ใช้สารเบนซันแทป (เบนคอลล 50% ดับบลิวพี) อัตรา 20 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร หรือฟิโพรนิล (แอสเซนต์ 5% เอสซี) อัตรา 50 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร

2.3 หนอนกอข้าว

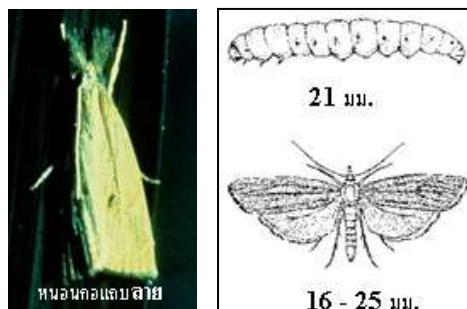
2.3.1 หนอนกอข้าว เป็นแมลงศัตรูข้าวที่พบเป็นประจำในนาข้าว ปริมาณมากในฤดูนาปรัง การทำลายจึงสูงกว่าฤดูนาปี ฝั่เดือนหนอนกอข้าวจะเคลื่อนย้ายเข้าสู่แปลงนา เมื่อข้าวอายุระหว่าง 30 – 50 วัน การระบาดมากขึ้นขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อม และฤดูการทำนาของสถานที่นั้นๆ สามารถเพิ่มปริมาณได้ 2 – 3 อายุขัยต่อฤดูปลูก หนอนกอข้าวพบทำลายข้าวในประเทศไทยมี 4 ชนิด คือ หนอนกอสีครีม หนอนกอแถบลาย หนอนกอแถบลายสีม่วง และหนอนกอสีชมพู รายละเอียดแต่ละชนิด ดังนี้

2.3.1.1 หนอนกอสีครีม มีชื่อทางวิทยาศาสตร์คือ *Scirpophaga incertulas* (Walker) ตัวเต็มวัยเป็นผีเสื้อกลางคืน ตัวเมียปีกคู่หน้ามีสีเหลืองคล้ายฟางข้าว ตรงกลางปีกมีจุดสีดำ ข้างละจุด ปลายส่วนท้องมีขนเป็นพู่สีน้ำตาลปกคลุม ตัวผู้ปีกคู่หน้าสีน้ำตาลคล้ำ กลางปีกมีจุดดำ ข้างละจุดแต่มีขนาดเล็กกว่า จุดดำบนปีกของเพศเมีย ขอบปีกมีจุดดำเล็กๆเรียงเป็นแถวระหว่างจุด ตรงกลางปีกและจุดเล็กๆ ตรงขอบปีก จะมีแถบสีน้ำตาลพาดจากขอบปีกด้านบนลงมา ปีกคู่หลังสีน้ำตาลอ่อน ตัวเมียวางไข่เป็นกลุ่มตามปลายใบข้าว โดยกลุ่มไข่มีขนสีน้ำตาลปกคลุม กลุ่มไข่อาจจะกลมหรือรียาว ตัวหนอนสีขาวหรือครีม หัวสีน้ำตาลแกมเหลือง ลำตัวยาว หัวท้ายเรียวแหลม มี 6 ระยะ และเข้าดักแด้ภายในลำตัวบริเวณข้อปล้องเหนือผิวหนัง ระยะหนอน 35-45 วัน ระยะไข่นาน 6-7 วัน ระยะดักแด้ประมาณ 8-13 วัน พบทำความเสียหายแก่ข้าวทั่วประเทศ



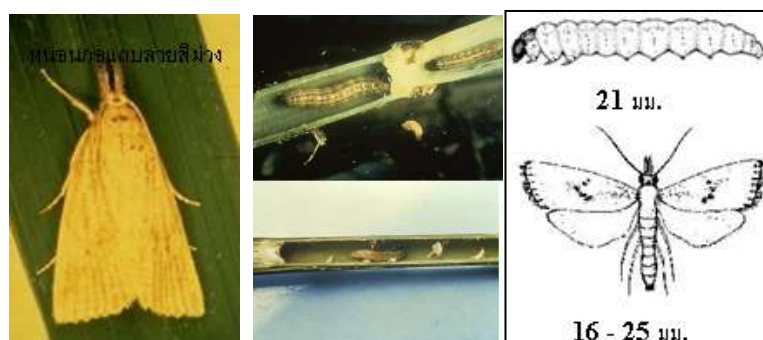
ภาพภาคผนวกที่ 11 หนอนกอสีครีม

2.3.1.2 หนอนกอแถบลาย มีชื่อทางวิทยาศาสตร์คือ *Chilo suppressalis* (Walker) ตัวเต็มวัยเป็นผีเสื้อกลางคืน ปีกคู่หน้าสีน้ำตาลคล้ายรำข้าว ตามปีกมีลักษณะคล้ายฝุ่นดำ เกาะอยู่ประปรายปีกคู่หลังสีน้ำตาลอ่อน ส่วนหัวมองจากข้างบนเห็นยื่นแหลมออกไปคล้ายหนาม ตัวเมียวางไข่บริเวณ โคนใบข้าว ไข่มีลักษณะเป็นเกล็ดวางซ้อนกันเป็นกลุ่มๆ ไข่มีสีขาวขุ่นไม่มีขนปกคลุม ส่วนใหญ่พบอยู่ที่ใบข้าว หนอนมีแถบสีน้ำตาล 5 แถบพาดตามยาวของลำตัวหัวและแผ่นอกปล้องแรกสีน้ำตาลอ่อน ระยะไข่นาน 4-10 วัน ระยะหนอนนาน 30-40 วัน ระยะดักแด้นาน 4-7 วัน พบแพร่กระจายทั่วไปในนาข้าว โดยเฉพาะในภาคกลางและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ



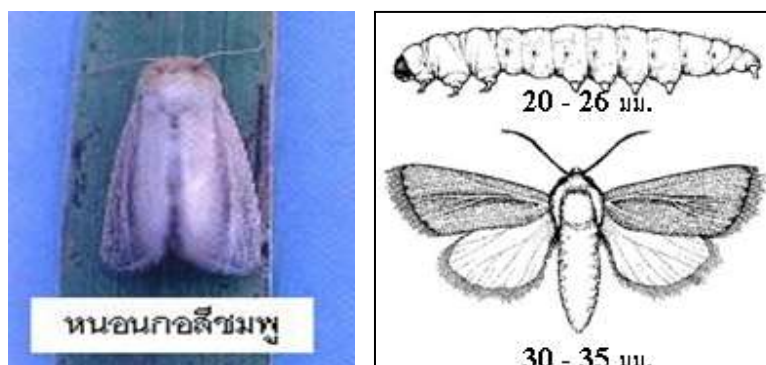
ภาพภาคผนวกที่ 12 หนอนกอแถบลาย

2.3.1.3 หนอนกอแถบลายสีม่วง มีชื่อทางวิทยาศาสตร์คือ *Chilo polychrysus* (Meyrick) ตัวเต็มวัยเป็นผีเสื้อกลางคืนขนาดเล็กคล้ายกับหนอนกอแถบลาย ต่างกันตรงที่ตรงกลางและขอบปีกมีลวดลายสีสนิมเหล็ก และตัวผู้มองดูคล้ายมีรูปตัว Y อยู่ตรงกลางปีก ปีกคู่หลังสีขาวตัวหนอนมีแถบสีม่วง 5 แถบพาดตามยาวของลำตัว หัวมีสีดำหรือน้ำตาลเข้มเกือบดำ ระยะไข่ 5-6 วัน ระยะหนอนนาน 35-40 วัน ระยะดักแด้ 6-9 วัน พบระบาดทั่วทุกภาคของประเทศ



ภาพภาคผนวกที่ 13 หนอนกอแถบลายสีม่วง

2.3.1.4 หนอนกอสีชมพู ตัวเต็มวัยเป็นผีเสื้อกลางคืน ลำตัวอ้วนสั้น หัวและลำตัวมีขนปกคลุม ปีกคู่หน้าสีน้ำตาลแกมแดง ปีกคู่หลังสีขาว ตัวเมียวางไข่เรียงเป็นแถวระหว่างกาบใบและลำต้น ไข่มีลักษณะกลมสีขาวครีม ตัวหนอนระยะแรกมีสีเหลืองอ่อนหรือสีครีม เมื่อโตขึ้นลำตัวมีสีชมพูม่วง หนอนมีขนาดโตที่สุดในบรรดาหนอนกอข้าวอีก 3 ชนิด เข้าดักแด้ภายในลำต้นหรือกาบใบข้าว ระยะไข่นานประมาณ 5-6 วัน ระยะหนอนนาน 35-40 วัน ดักแด้นาน 8-12 วัน ปกติพบทั่วไปในฤดูนาปรังมากกว่าฤดูนาปี



ภาพภาคผนวกที่ 14 หนอนกอสีชมพู

2.3.2 ลักษณะการทำลาย

หนอนกอข้าวทั้ง 4 ชนิด ทำลายข้าวลักษณะเดียวกัน โดยหลังหนอนฟักจากไข่จะเจาะเข้าทำลายกาบใบก่อน ทำให้กาบใบมีสีเหลืองหรือน้ำตาล ซึ่งจะเห็นเป็นอาการซ้ำๆ เมื่อฉีกกาบใบดูจะพบตัวหนอน เมื่อหนอนโตขึ้นจะเข้ากัดกินส่วนของลำต้น ทำให้เกิดอาการใบเหี่ยวในระยะแรก ใบและยอดที่ถูกทำลายจะเหลืองในระยะต่อมา ซึ่งการทำลายในระยะข้าวแตกกอนี้ทำให้เกิดอาการ “ยอดเหี่ยว” (Deadheart) ถ้าหนอนเข้าทำลายในระยะข้าวตั้งท้องหรือหลังจากข้าวออกรวงจะทำให้เมล็ดข้าวลีบทั้งรวง รวงข้าวมีสีขาวเรียกอาการนี้ว่า “ข้าวหัวหงอก” (Whitehead)



ภาพภาคผนวกที่ 15 ต้นข้าวยอดเหี่ยว



ภาพภาคผนวกที่ 16 ข้าวหัวหงอก

2.3.3 แนวทางการป้องกันและกำจัด ดังนี้

2.3.3.1 เฝ้าตอซังหลังการเก็บเกี่ยว ใช้น้ำท่วมและไถดินเพื่อทำลายหนอนและ
ดักแด้ของหนอนกอข้าวที่อยู่ตามตอซัง

2.3.3.2 ปลุกพืชอื่นเพื่อตัดวงจรชีวิตของหนอนกอข้าว ปลุกพืชหมุนเวียน

2.3.3.3 ไม่ควรใส่ปุ๋ยไนโตรเจนมากเกินไป ทำให้ใบข้าวงามหนอนกอชอบ
วางไข่

2.3.3.4 ใช้แสงไฟล่อตัวเต็มวัยและทำลาย เมื่อมีการระบาดรุนแรง

2.3.3.5 ไม่ใช้สารฆ่าแมลงชนิดเม็ดในนาข้าว เพื่อช่วยให้ศัตรูธรรมชาติพวก
แตนเบียนไข่และแตนเบียนหนอนของหนอนกอข้าว สามารถควบคุมประชากรหนอนกอข้าวได้
อย่างมีประสิทธิภาพ

2.3.3.6 เมื่อพบอาการข้าวยอดเหี่ยวในระยะข้าวอายุ 3-4 สัปดาห์หลังหว่าน/ปัก
ดำในระดับ 10-15 เปอร์เซ็นต์ ให้ใช้สารชนิดพ่นน้ำ เช่น คลอร์ไพริฟอส (ลอร์สแบน 20% อีซี)
อัตรา 80 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร พ่นให้ทั่วแปลงเพียงครั้งเดียว (กองวิจัยและพัฒนาข้าว, 2558)