รายงานการวิจัยและการพัฒนาการวิจัยการเกษตร ฉบับสมบูรณ์
เสนอ สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน)

รหัสโครงการ POP5805011370

การพัฒนาระบบการจำแนกและประมาณการพื้นที่เกษตรกรรมด้วยเทคนิคการสำรวจระยะไกล กรณีศึกษาสวนลำไยในประเทศไทย จีน เวียดนาม กัมพูชา และอินโดนีเซีย

DEVELOPMENT OF CLASSIFICATION AND AREA ESTIMATION SYSTEM FOR AGRICULTURE AREA USING REMOTE SENSING TECHNIQUE: CASE STUDY OF LONGAN FARM IN THAILAND, CHINA, VIETNAM, CAMBODIA AND INDONESIA

โดย

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. รัฐสิทธิ์ สุขะหุต และคณะ

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน)

การพัฒนาระบบการจำแนกและประมาณการพื้นที่เกษตรกรรมด้วยเทคนิคการสำรวจระยะไกล กรณีศึกษาสวนลำไยในประเทศไทย จีน เวียดนาม กัมพูชา และอินโดนีเซีย

Development of Classification and Area Estimation System for Agriculture Area Using Remote Sensing Technique: Case Study of Longan Farm in Thailand, China, Vietnam, Cambodia and Indonesia

คำนำ

จากสถานการณ์ทางการตลาดของลำไยในปัจจุบัน ความต้องการลำไยมีปริมาณมากขึ้น เนื่องจากคุณสมบัติเฉพาะตัวของผลลำไยไม่ว่าจะเป็นรสชาดหรือคุณประโยชน์ทางด้านอื่น ๆ ส่งผลให้มีการขยายพื้นที่ปลูกลำไยออกไปเป็นจำนวนมากทั้งในประเทศไทยเองและประเทศใกล้เคียงซึ่งได้ส่งเสริมการปลูกลำไยให้มีคุณภาพมากขึ้น ซึ่งอาจจะส่งผลต่อราคาและการส่งออกของประเทศในอนาคต หน่วยงานที่เกี่ยวข้องของประเทศจึงต้องเร่งพัฒนาระบบฐานข้อมูลที่เกี่ยวกับการสนับสนุน ส่งเสริม และพัฒนากระบวนการผลิตลำไยให้ทันต่อเหตุการณ์และมีประสิทธิภาพเพื่อการแข่งขันในตลาดโลก แต่กระบวนการปฏิบัติงานยังคงไม่สามารถพัฒนาฐานข้อมูลที่สามารถตอบสนองต่อความต้องการสำหรับการบริหารจัดการได้

โครงการการพัฒนาระบบการจำแนกและประมาณการพื้นที่เกษตรกรรมด้วยเทคนิคการสำรวจระยะไกล กรณีศึกษาสวนลำไยในประเทศไทย จีน เวียดนาม กัมพูชา และอินโดนีเซีย จึงเกิดขึ้นภายใต้การสนับสนุนของ สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน) โดยมุ่งเน้นการวิจัยเพื่อพัฒนาขั้นตอนวิธีคิดสำหรับการดำเนินงานเพื่อจำแนกพื้นที่ปลูกลำไยด้วยข้อมูลดาวเทียม โดยมีเป้าหมายเพื่อให้หน่วยงานที่ของสามารถนำกระบวนการดำเนินงานไปใช้สำหรับการปฏิบัติงานต่อไปได้อย่างต่อเนื่อง

คณะผู้ดำเนินงานโครงการฯ หวังเป็นอย่างยิ่งว่าผลจากการดำเนินงานโครงการฯ จะมีประโยชน์ต่อหน่วยงานในระยะยาว และขอบคุณหน่วยงานทุกหน่วยงานและบุคลากรทุกท่านที่ให้การสนับสนุนการดำเนินการศึกษาในครั้งนี้ และมีส่วนทำให้การดำเนินโครงการนี้สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ตามวัตถุประสงค์ อย่างไรก็ตามหากรายงานฉบับนี้ยังมีข้อผิดพลาดประการใด คณะผู้วิจัยพร้อมรับข้อเสนอแนะเพื่อให้การดำเนินงานในโอกาสต่อไปสามารถทำได้อย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

คณะผู้ดำเนินงานโครงการฯ
พฤษภาคม 2560

สารบัญ

เนื้อหา

คำนำ **1**

สารบัญ **2**

สารบัญรูป **6**

สารบัญตาราง **9**

บทที่ 1 บทนำ **1**

1.1 ที่มาและความสำคัญ 1
1.2 วัตถุประสงค์ 3
1.3 กรอบแนวคิดการดำเนินงาน 3
1.4 พื้นที่ศึกษา 5
1.5 แผนการดำเนินงาน 6
1.6 ผลที่จะได้รับจากการดำเนินโครงการฯ 7
1.7 ประโยชน์ที่จะได้รับจากโครงการฯ 7

บทที่ 2 ข้อมูลพื้นฐาน **10**

2.1 ลักษณะทางภูมิศาสตร์ของพื้นที่ศึกษา 10
2.1.1 ลักษณะทางภูมิศาสตร์ของประเทศไทย 10
2.1.2 ลักษณะทางภูมิศาสตร์ของประเทศกัมพูชา 11
2.1.3 ลักษณะทางภูมิศาสตร์ของประเทศเวียดนาม 12
2.1.4 ลักษณะทางภูมิศาสตร์ของประเทศจีน 13
2.1.5 ลักษณะทางภูมิศาสตร์ของประเทศอินโดนีเซีย 14

2.2 สถานการณ์การปลูกลำไยในพื้นที่ศึกษา....15
2.2.1 สถานการณ์การปลูกลำไยในประเทศไทย....15
2.2.2 สถานการณ์การปลูกลำไยในประเทศกัมพูชา....17
2.2.3 สถานการณ์การปลูกลำไยในประเทศเวียดนาม....18
2.2.4 สถานการณ์การปลูกลำไยในประเทศจีน....19
2.2.5 สถานการณ์การปลูกลำไยในประเทศอินโดนีเซีย....21
2.3 ข้อมูลทั่วไปของดาวเทียม Landsat 8....22
2.3.1 ความเป็นมาของดาวเทียม Landsat 8....22
2.3.2 คุณสมบัติพื้นฐานของดาวเทียม Landsat 8....23
2.4 แนวคิดเทคนิคการจำแนกเชิงวัตถุ....26
2.5 แนวคิดการจำแนกพื้นที่จากข้อมูลดาวเทียม....29
2.5.1 คุณลักษณะเชิงคลื่นของวัตุ....29
2.5.2 ดัชนีพืชแบบปรับความแตกต่าง....31
2.5.3 ดัชนีพืชปรับแก้ดิน....32
2.5.4 Tasseled Cap Transformation....33
2.6 ความสัมพันธ์ของคุณลักษณะข้อมูลกับการจำแนกข้อมูล....34
บทที่ 3 การเตรียมข้อมูลสำหรับการดำเนินงาน....35
3.1 การจัดเตรียมข้อมูลดาวเทียม Landsat-8....35
3.2 การสำรวจภาคสนามพื้นที่ปลูกลำไย....37
3.2.1 เครื่องมือสำหรับการดำเนินงานออกสำรวจภาคสนาม....37
3.2.2 การสำรวจภาคสนามพื้นที่ประเทศไทย....39
3.2.3 การสำรวจภาคสนามพื้นที่ประเทศกัมพูชา....47
3.2.4 การสำรวจภาคสนามพื้นที่ประเทศเวียดนาม....49
3.2.5 สรุปเปรียบเทียบลักษณะพื้นที่ปลูกลำไยของแต่ละพื้นที่....55
3.3 การกำหนดพื้นที่ตัวอย่างสำหรับการจำแนกพื้นที่ปลูกลำไย....58
3.3.1 พื้นที่ตัวอย่างประเทศไทย....61
3.3.2 พื้นที่ตัวอย่างประเทศกัมพูชา....63
3.3.3 พื้นที่ตัวอย่างประเทศเวียดนาม....64

บทที่ 4 การวิเคราะห์ค่าปัจจัยสำหรับการจำแนกพื้นที่ปลูกลำไยด้วยข้อมูลดาวเทียม.....65

4.1 การวิเคราะห์ค่าเกณฑ์การสร้างวัตถุภาพ 66

4.1.1 เกณฑ์ที่เกี่ยวข้องกับการสร้างวัตถุภาพ 66

4.1.2 ขั้นตอนวิธีคิดสำหรับการประมวลผลการสร้างวัตถุภาพ 69

4.1.3 การทดสอบเพื่อกำหนดค่าเกณฑ์สำหรับการสร้างวัตถุภาพ 69

4.2 การกำหนดโครงสร้างลำดับชั้นของการจำแนก 71

4.3 การวิเคราะห์เพื่อกำหนดค่าเกณฑ์สำหรับการจำแนก 72

4.3.1 การวิเคราะห์ค่าการสะท้อนเชิงคลื่นของพื้นที่ปลูกลำไย 72

4.3.2 การวิเคราะห์ค่าดัชนีพืชปรับความแตกต่างและค่าดัชนีพืชปรับแก้ดิน 75

4.3.3 การวิเคราะห์ค่า Tasseled Cap Transformation.....77

4.4 สรุปค่าเกณฑ์สำหรับการประมวลผลเพื่อจำแนกพื้นที่ปลูกลำไยจากข้อมูลดาวเทียม 79

บทที่ 5 การประมวลผล ผลการจำแนก และการประเมินความถูกต้อง การจำแนกพื้นที่ปลูกลำไย ด้วยข้อมูลดาวเทียม.....80

5.1 การประมวลผลการจำแนก.....81

5.2 ผลการจำแนกพื้นที่ปลูกลำไยจากข้อมูลดาวเทียม.....81

5.2.1 ผลการจำแนกพื้นที่ปลูกลำไยประเทศไทย 81

5.2.2 ผลการจำแนกพื้นที่ปลูกลำไยประเทศกัมพูชา 85

5.2.3 ผลการจำแนกพื้นที่ปลูกลำไยประเทศเวียดนาม 87

5.2.4 ผลการจำแนกพื้นที่ปลูกลำไยประเทศจีน 89

5.2.5 ผลการจำแนกพื้นที่ปลูกลำไยประเทศอินโดนีเซีย.....89

5.3 การประเมินความถูกต้องของผลการจำแนก 92

5.3.1 ผลการประเมินความถูกต้องของการจำแนกพื้นที่ปลูกลำไยของประเทศไทย.....93

5.3.2 ผลการประเมินความถูกต้องของการจำแนกพื้นที่ปลูกลำไยของประเทศกัมพูชา 94

5.3.1 ผลการประเมินความถูกต้องของการจำแนกพื้นที่ปลูกลำไยของประเทศเวียดนาม 95

บทที่ 6 สรุป 97

6.1 สรุปการดำเนินงาน.....97

6.2 สรุปผลการจำแนกพื้นที่ปลูกลำไย.....98

6.3 สรุปผลการประเมินความถูกต้องของการจำแนกพื้นที่ปลูกลำไย 98

6.4 ข้อจำกัดของการจำแนกพื้นที่ปลูกลำไยจากข้อมูลดาวเทียมด้วยวิธีการจำแนกเชิงวัตถุ 99

6.5 สรุประยะเวลาสำหรับการปฏิบัติงานของขั้นตอนการจำแนกพื้นที่ปลูกลำไยจากข้อมูลดาวเทียมด้วยวิธีการจำแนกเชิงวัตถุ 99
6.6 การเปรียบเทียบเทคนิคการจำแนกพื้นที่ 101
6.7 การนำผลการวิจัยสู่การปฏิบัติ 104

บรรณานุกรม 105

ภาคผนวก 1 แบบฟอร์มบันทึกการสำรวจภาคสนาม 108

ภาคผนวก 2 พื้นที่ปลูกลำไยจำแนกรายอำเภอของประเทศไทย 109

ภาคผนวก 3 พื้นที่ปลูกลำไยจำแนกรายอำเภอของประเทศกัมพูชา 119

ภาคผนวก 4 พื้นที่ปลูกลำไยจำแนกรายอำเภอของประเทศเวียดนาม 120

ภาคผนวก 5 พื้นที่ปลูกลำไยจำแนกรายอำเภอของประเทศจีน 124

ภาคผนวก 6 พื้นที่ปลูกลำไยจำแนกรายอำเภอของประเทศอินโดนีเซีย 126

สารบัญรูป

รูปที่ 1-1 กรอบแนวคิดการดำเนินงาน....3
รูปที่ 1-2 แผนที่แสดงพื้นที่ศึกษาโครงการฯ....5
รูปที่ 2-1 พื้นที่ปลูกลำไยในประเทศไทย....16
รูปที่ 2-2 พื้นที่ปลูกลำไยในประเทศกัมพูชา....18
รูปที่ 2-3 พื้นที่ปลูกลำไยในประเทศเวียดนาม....18
รูปที่ 2-4 พื้นที่ปลูกลำไยในประเทศจีน....20
รูปที่ 2-5 พื้นที่ปลูกลำไยในประเทศอินโดนีเซีย....21
รูปที่ 2-6 ผังแสดงลำดับเหตุการณ์ของการพัฒนาและการใช้งานดาวเทียม Landsat....22
รูปที่ 2-7 เปรียบเทียบช่วงคลื่นที่มีการบันทึกจากอุปกรณ์ตรวจวัดของดาวเทียม Landsat 7 (L7 TEM+) และดาวเทียม Landsat 8 (OLI and TIRS) และประสิทธิภาพของการตรวจวัดข้อมูล....23
รูปที่ 2-8 รายละเอียดจุดภาพของดาวเทียม Landsat 8 เมื่อเทียบกับรูปแบบที่ปรากฏบนพื้นโลก....25
รูปที่ 2-9 ผลที่เกิดจากขนาดของรายละเอียดจุดภาพเมื่อเทียบกับรูปแบบที่ปรากฏบนพื้นโลก....25
รูปที่ 2-10 ปริภูมิรูปแบบ (Pattern Space) การจัดกลุ่มด้วยกฎฟัซซี....28
รูปที่ 2-11 ลายเซ็นเชิงคลื่นของน้ำ ดิน และพืชพรรณ....30
รูปที่ 2-12 ลักษณะการสะท้อนเชิงคลื่นของพืชตั้งแต่ช่วงคลื่น 0.4-2.6 ไมโครเมตร....31
รูปที่ 2-13 ค่าการสะท้อนที่แตกต่างกันตามชนิดของพืช....31
รูปที่ 3-1 ภาพข้อมูลดาวเทียม Landsat 8 สำหรับการดำเนินงานโครงการฯ....36
รูปที่ 3-2 เครื่องมือสำหรับการสำรวจภาคสนาม....38
รูปที่ 3-3 การสำรวจภาคสนาม อำเภอสารภี จังหวัดเชียงใหม่....40
รูปที่ 3-4 เส้นทางสำรวจและจุดสำรวจพื้นที่อำเภอสารภี จังหวัดเชียงใหม่....41
รูปที่ 3-5 การสำรวจภาคสนาม อำเภอพร้าว จังหวัดเชียงใหม่....42
รูปที่ 3-6 เส้นทางสำรวจและจุดสำรวจพื้นที่อำเภอพร้าว จังหวัดเชียงใหม่....42
รูปที่ 3-7 การสำรวจภาคสนามอำเภอเวียงหนองล่อง อำเภอป่าซาง อำเภอเมือง จังหวัดลำพูน....43

รูปที่ 3-8 เส้นทางสำรวจและจุดสำรวจพื้นที่อำเภอเวียงหนองล่อง อำเภอป่าซาง อำเภอเมือง จังหวัดลำพูน 44
รูปที่ 3-9 การสำรวจภาคสนามอำเภอมะขาม อำเภอโป่งน้ำร้อน และอำเภอสอยดาว จังหวัดจันทบุรี 45
รูปที่ 3-10 เส้นทางสำรวจและจุดสำรวจอำเภอมะขาม อำเภอโป่งน้ำร้อน และอำเภอสอยดาว จังหวัดจันทบุรี 45
รูปที่ 3-11 การสำรวจภาคสนามพื้นที่จังหวัดอุดรธานี จังหวัดหนองบัวลำพู จังหวัดหนองคาย จังหวัดบึงกาฬ จังหวัดนครพนม และจังหวัดสกลนคร 46
รูปที่ 3-12 เส้นทางสำรวจและจุดสำรวจจังหวัดอุดรธานี จังหวัดหนองบัวลำพู จังหวัดหนองคาย จังหวัดบึงกาฬ จังหวัดนครพนม และจังหวัดสกลนคร 47
รูปที่ 3-13 การสำรวจภาคสนาม จังหวัดไพลิน และจังหวัดพระตะบอง ประเทศกัมพูชา 48
รูปที่ 3-14 เส้นทางสำรวจและจุดสำรวจจังหวัดไพลินและจังหวัดพระตะบอง ประเทศกัมพูชา 48
รูปที่ 3-15 การสำรวจภาคสนามพื้นที่ราบลุ่มดินดอนสามเหลี่ยมปากแม่น้ำโขง ประเทศเวียดนาม 50
รูปที่ 3-16 เส้นทางสำรวจและจุดสำรวจพื้นที่ราบลุ่มดินดอนสามเหลี่ยมปากแม่น้ำโขง ประเทศเวียดนาม 51
รูปที่ 3-17 รูปแบบสวนลำไยเมืองเกิ่นเทอและเมืองโห่วยาง 51
รูปที่ 3-18 รูปแบบสวนลำไยเมืองหวิงลอง 52
รูปที่ 3-19 รูปแบบสวนลำไยเมืองบักเลียว 52
รูปที่ 3-20 การสำรวจภาคสนามพื้นที่ราบลุ่มดินดอนสามเหลี่ยมปากแม่น้ำแดง ประเทศเวียดนาม 53
รูปที่ 3-21 เส้นทางสำรวจและจุดสำรวจพื้นที่ราบลุ่มดินดอนสามเหลี่ยมปากแม่น้ำแดง ประเทศเวียดนาม 54
รูปที่ 3-22 รูปแบบสวนลำไยเมืองบั๊กซาง 54
รูปที่ 3-23 รูปแบบสวนลำไยเมืองฮานอยและเมืองฮึงเย็น 55
รูปที่ 3-24 พื้นที่ตัวอย่างสำหรับการจำแนกพื้นที่ปลูกลำไยแบบชัดเจนมาก 60
รูปที่ 3-25 พื้นที่ตัวอย่างสำหรับการจำแนกพื้นที่ปลูกลำไยแบบชัดเจนน้อย 60
รูปที่ 3-26 ตัวอย่างการสร้างพื้นที่ตัวอย่างพื้นที่อำเภอพร้าว จังหวัดเชียงใหม่ 61
รูปที่ 3-27 ตัวอย่างการสร้างพื้นที่ตัวอย่างพื้นที่จังหวัดหนองบัวลำพูและจังหวัดสกลนคร 62
รูปที่ 3-28 ตัวอย่างการสร้างพื้นที่ตัวอย่างของประเทศกัมพูชา 63
รูปที่ 3-29 ตัวอย่างการสร้างพื้นที่ตัวอย่างของประเทศเวียดนาม 64
รูปที่ 4-1 ขั้นตอนการจำแนกเชิงวัตถุ 66
รูปที่ 4-2 แนวคิดการกำหนดเกณฑ์สำหรับการสร้างวัตถุภาพ 67

รูปที่ 4-3 ผลจากการเปลี่ยนค่ามาตราส่วน 70
รูปที่ 4-4 โครงสร้างลำดับขั้นของการจำแนกพื้นที่ปลูกลำไยจากข้อมูลดาวเทียม
และปัจจัยสำหรับการวิเคราะห์ 72
รูปที่ 4-5 เปรียบเทียบค่าการสะท้อนเชิงคลื่นระหว่างพื้นที่แบบต่าง ๆ พื้นที่ตัวอย่างประเทศไทย 73
รูปที่ 4-6 เปรียบเทียบค่าการสะท้อนเชิงคลื่นระหว่างพื้นที่แบบต่าง ๆ พื้นที่ตัวอย่าง
ประเทศกัมพูชา 74
รูปที่ 4-7 เปรียบเทียบค่าการสะท้อนเชิงคลื่นระหว่างพื้นที่แบบต่าง ๆ พื้นที่ตัวอย่าง
ประเทศเวียดนาม 74
รูปที่ 4-8 เปรียบเทียบ NDVI และ SAVI ระหว่างพื้นที่แบบต่าง ๆ พื้นที่ตัวอย่างประเทศไทย 75
รูปที่ 4-9 เปรียบเทียบ NDVI และ SAVI ระหว่างพื้นที่แบบต่าง ๆ พื้นที่ตัวอย่างประเทศกัมพูชา....76
รูปที่ 4-10 เปรียบเทียบ NDVI และ SAVI ระหว่างพื้นที่แบบต่าง ๆ พื้นที่ตัวอย่าง
ประเทศเวียดนาม 76
รูปที่ 4-11 ค่า Brightness เปรียบเทียบระหว่างพื้นที่แบบต่าง ๆ ของพื้นที่ตัวอย่าง 77
รูปที่ 4-12 ค่า Greenness เปรียบเทียบระหว่างพื้นที่แบบต่าง ๆ ของพื้นที่ตัวอย่าง 78
รูปที่ 4-13 ค่า Wetness เปรียบเทียบระหว่างพื้นที่แบบต่าง ๆ ของพื้นที่ตัวอย่าง 78
รูปที่ 5-1 กระบวนการจำแนกเชิงวัตถุ 80
รูปที่ 5-2 ผลการจำแนกพื้นที่ปลูกลำไยด้วยข้อมูลดาวเทียมประเทศไทย 82
รูปที่ 5-3 ผลการจำแนกพื้นที่ปลูกลำไยด้วยข้อมูลดาวเทียมประเทศกัมพูชา....86
รูปที่ 5-4 ผลการจำแนกพื้นที่ปลูกลำไยด้วยข้อมูลดาวเทียมประเทศเวียดนาม....88
รูปที่ 5-5 ผลการจำแนกพื้นที่ปลูกลำไยด้วยข้อมูลดาวเทียมประเทศจีน....90
รูปที่ 5-6 ผลการจำแนกพื้นที่ปลูกลำไยด้วยข้อมูลดาวเทียมประเทศอินโดนีเซีย 91
รูปที่ 6-1 กระบวนการจำแนกพื้นที่ปลูกลำไยจากข้อมูลดาวเทียมด้วยวิธีการจำแนกเชิงวัตถุ
สำหรับการปฏิบัติงานของหน่วยงาน.... 100

สารบัญตาราง

ตารางที่ 2-1 พื้นที่ปลูกลำไยและปริมาณผลผลิตลำไยของประเทศไทยช่วง พ.ศ.2554-2556 17
ตารางที่ 2-2 พื้นที่ปลูกลำไยและปริมาณผลผลิตของประเทศเวียดนามจำแนกตามภูมิภาค พ.ศ.2541-2542 19
ตารางที่ 2-3 พื้นที่ปลูกลำไยและปริมาณผลผลิตของประเทศเวียดนาม พ.ศ.2547-2548 19
ตารางที่ 2-4 พื้นที่ปลูกลำไยและปริมาณผลผลิตของประเทศจีนจำแนกตามภูมิภาค พ.ศ.2530-2540 20
ตารางที่ 2-5 การบันทึกข้อมูลช่วงคลื่นของดาวเทียม Landsat 8 24
ตารางที่ 2-6 ค่าสัมประสิทธิ์สำหรับอุปกรณ์ตรวจวัดแบบ Operational Land Imager (OLI) ของดาวเทียม Landsat-8 33
ตารางที่ 2-7 ระดับการจำแนกสิ่งปกคลุมดินกับคุณคุณสมบัติของข้อมูลดาวเทียมและภาพถ่ายทางอากาศ 34
ตารางที่ 3-1 สรุปเปรียบเทียบลักษณะพื้นที่ปลูกลำไยของแต่ละพื้นที่ 55
ตารางที่ 4-1 การตรวจสอบค่าความครอบคลุมพื้นที่เมื่อเปลี่ยนค่าขนาดมาตราส่วน.....70
ตารางที่ 5-1 สรุปพื้นที่ปลูกลำไยประเทศไทย.....83
ตารางที่ 5-2 สรุปพื้นที่ปลูกลำไยประเทศกัมพูชา 85
ตารางที่ 5-3 สรุปพื้นที่ปลูกลำไยประเทศเวียดนาม 87
ตารางที่ 5-4 สรุปพื้นที่ปลูกลำไยประเทศจีน 89
ตารางที่ 5-5 สรุปพื้นที่ปลูกลำไยประเทศอินโดนีเซีย.....89
ตารางที่ 5-6 ผลการประเมินความถูกต้องของการจำแนกพื้นที่ทดสอบประเทศไทย.....93
ตารางที่ 5-7 ผลการประเมินความถูกต้องของการจำแนกพื้นที่ทดสอบประเทศกัมพูชา 94
ตารางที่ 5-8 ผลการประเมินความถูกต้องของการจำแนกพื้นที่ทดสอบประเทศเวียดนาม 95
ตารางที่ 6-1 สรุปพื้นที่ปลูกลำไยจากการประมวลผลข้อมูลดาวเทียม.....98
ตารางที่ 6-2 สรุปผลการประเมินการจำแนกพื้นที่ปลูกลำไย.....98
ตารางที่ 6-3 ระยะเวลาสำหรับการปฏิบัติงานในขั้นตอนการจำแนกพื้นที่ปลูกลำไยจากข้อมูลดาวเทียมด้วยวิธีการจำแนกเชิงวัตถุ..... 101
ตารางที่ 6-4 เปรียบเทียบจุดแข็ง-จุดอ่อนของเทคนิควิธีการสำรวจข้อมูลพื้นที่ปลูกลำไย..... 102

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

ลำไยเป็นพืชเศรษฐกิจชนิดหนึ่งที่สำคัญของประเทศไทย นอกจากจะเป็นไม้ผลที่มีการปลูกเพื่อจำหน่ายในประเทศยังมีการส่งออกเป็นอันดับต้น ๆ ของประเทศ ซึ่งเป็นการสร้างรายได้ที่สำคัญให้กับประเทศไทย จากที่ผ่านมาผลผลิตจากลำไย ทั้งในรูปของลำไยสด ลำไยอบแห้ง รวมถึงผลิตภัณฑ์แปรรูปจากลำไยต่าง ๆ เช่น ลำไยตากแห้ง ลำไยกวน ลำไยดอง เครื่องดื่มลำไยผง และน้ำตาลจากลำไย เป็นการจำหน่ายภายในประเทศเฉลี่ยเพียงแค่ร้อยละ 25 และที่เหลือเป็นการส่งออกไปขายยังต่างประเทศ โดยเฉพาะการส่งออกไปยังประเทศจีนที่มีประชากรจำนวนมากและนิยมบริโภคลำไยเป็นผลไม้หลัก จากสถิติการออกลำไยของไทยส่วนใหญ่การส่งออกจะอยู่ในช่วงเดือนกรกฎาคมถึงสิงหาคมซึ่งเป็นช่วงฤดูของการให้ผลผลิตของลำไยรวมแล้วมากกว่าร้อยละ 60 ซึ่งกระทรวงเกษตรและสหกรณ์พยายามส่งเสริมให้เกษตรกรมีการทำลำไยนอกฤดูเพิ่มมากขึ้น เพื่อเป็นการกระจายผลผลิตให้ได้ตลอดทั้งปี และเป็นการเพิ่มคุณภาพในระดับการส่งออก และทำให้ราคาของลำไยสูงขึ้น

ปัจจุบันเทคโนโลยีการปลูกและการผลิตลำไยมีความก้าวหน้าเป็นอย่างมาก เกษตรกรสามารถทำลำไยนอกฤดูโดยบังคับให้ลำไยออกดอกและผลได้ตลอดทั้งปี การปลูกลำไยได้รับการส่งเสริมจากทางภาครัฐเพื่อให้ลำไยมีราคาดีและเกิดการกระจายตัวของผลผลิตตามช่วงเวลาต่าง ๆ ได้ตลอดทั้งปี ป้องกันปัญหาลำไยล้นตลาด อีกทั้งยังเป็นการควบคุมคุณภาพของลำไยอีกด้วย

จากสถานการณ์การปลูกลำไยในปัจจุบันพบว่านอกจากประเทศไทยแล้ว ลำไยยังมีการปลูกมากขึ้นในประเทศเพื่อนบ้านและในกลุ่มประเทศอาเซียน อาทิ สาธารณรัฐประชาชนจีน สาธารณรัฐจีน (ไต้หวัน) ราชอาณาจักรกัมพูชา สาธารณรัฐสังคมนิยมเวียดนาม และสาธารณรัฐอินโดนีเซีย ซึ่งการผลิตและการปลูกลำไยในประเทศเหล่านี้ส่งผลกระทบต่อการนำเข้าและการส่งออกของประเทศไทย เนื่องจากจะเป็นคู่แข่งที่สำคัญของประเทศไทย จากสถิติพบว่าประเทศในกลุ่มสมาชิกอาเซียนที่มีการนำเข้าลำไยจากไทยมากที่สุดได้แก่ประเทศอินโดนีเซีย (ร้อยละ 49.9) เวียดนาม (ร้อยละ 40.7) ตามด้วยประเทศสิงคโปร์ มาเลเซีย ฟิลิปปินส์ ลาว และพม่า

ดังนั้น หน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการส่งเสริม ผู้แล และการสนับสนุนเกษตรกรผู้ปลูกลำไย จึงได้มีการนำเอาเทคโนโลยีสารสนเทศที่ทันสมัยมาใช้ในการสนับสนุนอาชีพทางการเกษตร โดยเฉพาะเทคโนโลยีทางด้านฐานข้อมูลและเทคโนโลยีสารสนเทศ เพื่อใช้เป็นข้อมูลสำหรับการจัดเก็บและรวบรวมข้อมูลเกษตรกร รวมถึงข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการปลูกและการผลิต เพื่อใช้ประโยชน์จากข้อมูลสารสนเทศสำหรับการวิเคราะห์ การคาดคะเน การวางแผน และเตรียมความพร้อมเพื่อรับมือกับผลิตผลที่เกิดขึ้น ซึ่งการบริหารจัดการที่อยู่บนพื้นฐานของสารสนเทศที่ดีจะส่งผลให้การดำเนินงานเกิดขึ้นได้อย่างมีประสิทธิภาพ ไม่ว่าจะเป็นการจัดการผลผลิตหรือการแก้ไขปัญหาลำไยล้นตลาดซึ่งส่งผลต่อราคาของลำไยที่ตกต่ำ

การวางแผนเพื่อการรับมือกับสถานการณ์นี้ จำเป็นต้องใช้เครื่องมือที่มีข้อมูลและสารสนเทศที่ต้องมีการปรับปรุงให้เป็นปัจจุบันอยู่เสมอ เพื่อให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องสามารถนำข้อมูลมาใช้ประกอบในการส่งเสริมการเกษตร การวางแผนการปลูก การจัดการปฏิทินการเพาะปลูก และการขยายผลทางการตลาดไปสู่กลุ่มประเทศคู่ค้า ซึ่งการประเมินพื้นที่การปลูกลำไยโดยอาศัยการรายงานผลข้อมูลทางสถิติเป็นวิธีหนึ่งที่ได้รับความนิยม แต่การรายงานในลักษณะนี้ต้องใช้แรงงานจำนวนมาก และการรายงานผลทำได้ช้าเนื่องจากจะต้องใช้เวลาการสำรวจและการรายงานผลในเชิงสถิติ ปัจจุบันเทคโนโลยีการสำรวจข้อมูลด้วยดาวเทียมที่มีประสิทธิภาพในการสำรวจครอบคลุมพื้นที่ขนาดใหญ่ สามารถนำมาใช้เพื่อการสำรวจเชิงพื้นที่โดยอาศัยเทคนิคการสำรวจระยะไกล (Remote Sensing) เพื่อให้การสำรวจข้อมูลเชิงพื้นที่สามารถทำได้รวดเร็วมากขึ้น ทำให้สามารถนำข้อมูลมาวิเคราะห์เพื่อการสนับสนุนการตัดสินใจได้ทันต่อเหตุการณ์

โครงการวิจัยนี้จึงมีแนวคิดในการพัฒนาขั้นตอนแนวคิดและเครื่องมือสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลดาวเทียมเพื่อจำแนกพื้นที่ปลูกลำไยสำหรับการวางแผนและสนับสนุนการตัดสินใจบริหารจัดการลำไยที่มีคุณภาพ ซึ่งจะนำสู่การดำเนินการเพื่อการวางแผนบริหารจัดการผลผลิตให้รองรับกับสถานการณ์การแข่งขันในกลุ่มประเทศเพื่อนบ้าน โดยมุ่งเน้นพื้นที่ประเทศไทย จีน เวียดนาม กัมพูชา และอินโดนีเซีย อาศัยเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ (Geo-informatics) เป็นเครื่องมือสำหรับการปฏิบัติงาน โดยมุ่งเป้าหมายให้รูปแบบและกระบวนการวิเคราะห์ข้อมูลดาวเทียมเพื่อจำแนกพื้นที่ปลูกลำไยที่ได้จากการพัฒนาสามารถเป็นต้นแบบเพื่อให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องสามารถนำไปใช้ขยายผลการดำเนินงานได้ต่อไปในอนาคต

1.2 วัตถุประสงค์

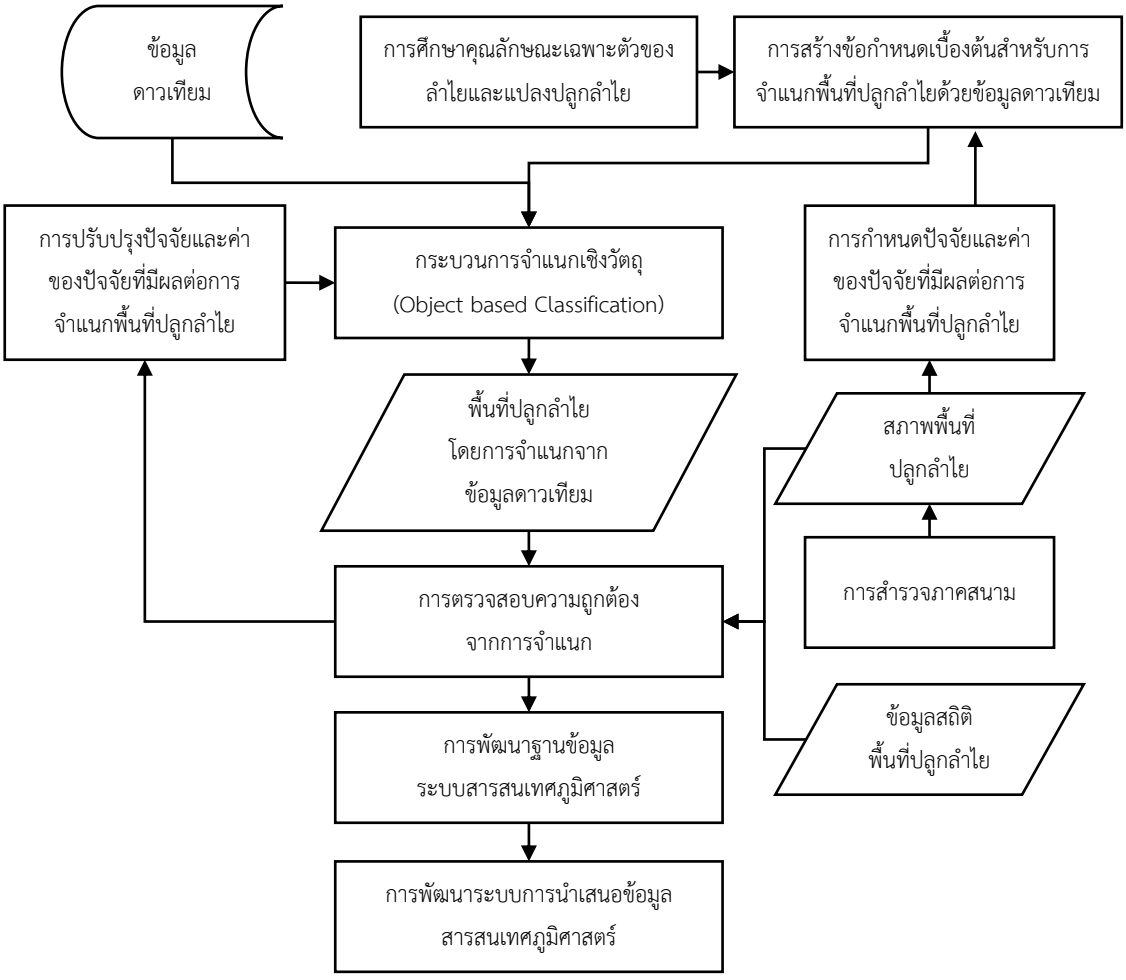
1 เพื่อพัฒนาขั้นตอนวิธีดำเนินงานและเครื่องมือสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลดาวเทียมสำหรับการจำแนกพื้นที่ปลูกลำไย

2 เพื่อประมาณการพื้นที่ปลูกลำไยในประเทศไทย จีน เวียดนาม กัมพูชา และอินโดนีเซีย โดยอาศัยเทคโนโลยีการสำรวจระยะไกล

3 เพื่อพัฒนาระบบการนำเสนอข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ เพื่อการคาดคะเนพื้นที่และผลผลิตที่เหมาะสม สำหรับนำเสนอข้อมูลการวิเคราะห์และการตัดสินใจ

1.3 กรอบแนวคิดการดำเนินงาน

โครงการฯ ได้กำหนดกรอบแนวคิดการดำเนินงานเพื่อให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ ดังนี้



รูปที่ 1-1 กรอบแนวคิดการดำเนินงาน

การดำเนินงานโครงการฯ เริ่มจากการพิจารณาเลือกข้อมูลดาวเทียมที่มีคุณสมบัติที่เหมาะสมสำหรับการดำเนินงานและรวบรวมข้อมูลดาวเทียมที่ครอบคลุมพื้นที่ศึกษาทั้งหมด พร้อมกับการศึกษาคุณลักษณะเฉพาะตัวของลำไยและแปลงปลูกลำไยในประเด็นต่าง ๆ จากผู้เชี่ยวชาญเพื่อนำสู่การสร้างข้อกำหนดเบื้องต้นสำหรับการจำแนกพื้นที่ปลูกลำไยด้วยข้อมูลดาวเทียม

การสำรวจภาคสนามเป็นการดำเนินงานเพื่อสำรวจและตรวจสอบสภาพพื้นที่ปลูกลำไยในพื้นที่จริงเพื่อให้ได้ข้อมูลสำหรับการกำหนดปัจจัยและค่าของปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการจำแนกพื้นที่ปลูกลำไย ซึ่งอาจจะแตกต่างกันไปในแต่ละสภาพพื้นที่และส่งผลต่อการจำแนกพื้นที่ปลูกลำไยด้วยข้อมูลดาวเทียม นอกจากนั้นยังต้องดำเนินการสำรวจเพื่อจัดทำขอบเขตของพื้นที่ปลูกลำไยซึ่งจะถูกใช้เป็นพื้นที่ตัวอย่างสำหรับการตรวจสอบผลการจำแนกพื้นที่ปลูกลำไยด้วยข้อมูลดาวเทียมจากกระบวนการจำแนกเพื่อยืนยันความถูกต้องของการจำแนกในกระบวนการดังกล่าว

ข้อมูล ปัจจัย และค่าของแต่ละปัจจัยที่ได้จากการศึกษา วิเคราะห์ และการสำรวจภาคสนามจะนำไปเป็นข้อมูลร่วมสำหรับการสร้างข้อกำหนดเบื้องต้นสำหรับการจำแนกข้อมูลด้วยดาวเทียม ก่อนจะนำสู่กระบวนการจำแนกพื้นที่ปลูกลำไยด้วยข้อมูลดาวเทียม โดยเลือกใช้เทคนิคกระบวนการจำแนกเชิงวัตถุ (Object Based Classification) เนื่องจากมีข้อได้เปรียบและมีความสามารถในการปฏิบัติการของกระบวนการจำแนกที่มีประสิทธิภาพ ผลที่ได้จากการจำแนกพื้นที่ปลูกลำไยจากกระบวนการดังกล่าวจะต้องถูกนำมาตรวจสอบความถูกต้องโดยเปรียบเทียบกับข้อมูลที่ได้จากการสำรวจภาคสนามพื้นที่ปลูกลำไยและข้อมูลทางสถิติพื้นที่ปลูกลำไยของหน่วยงานที่ได้จัดทำไว้

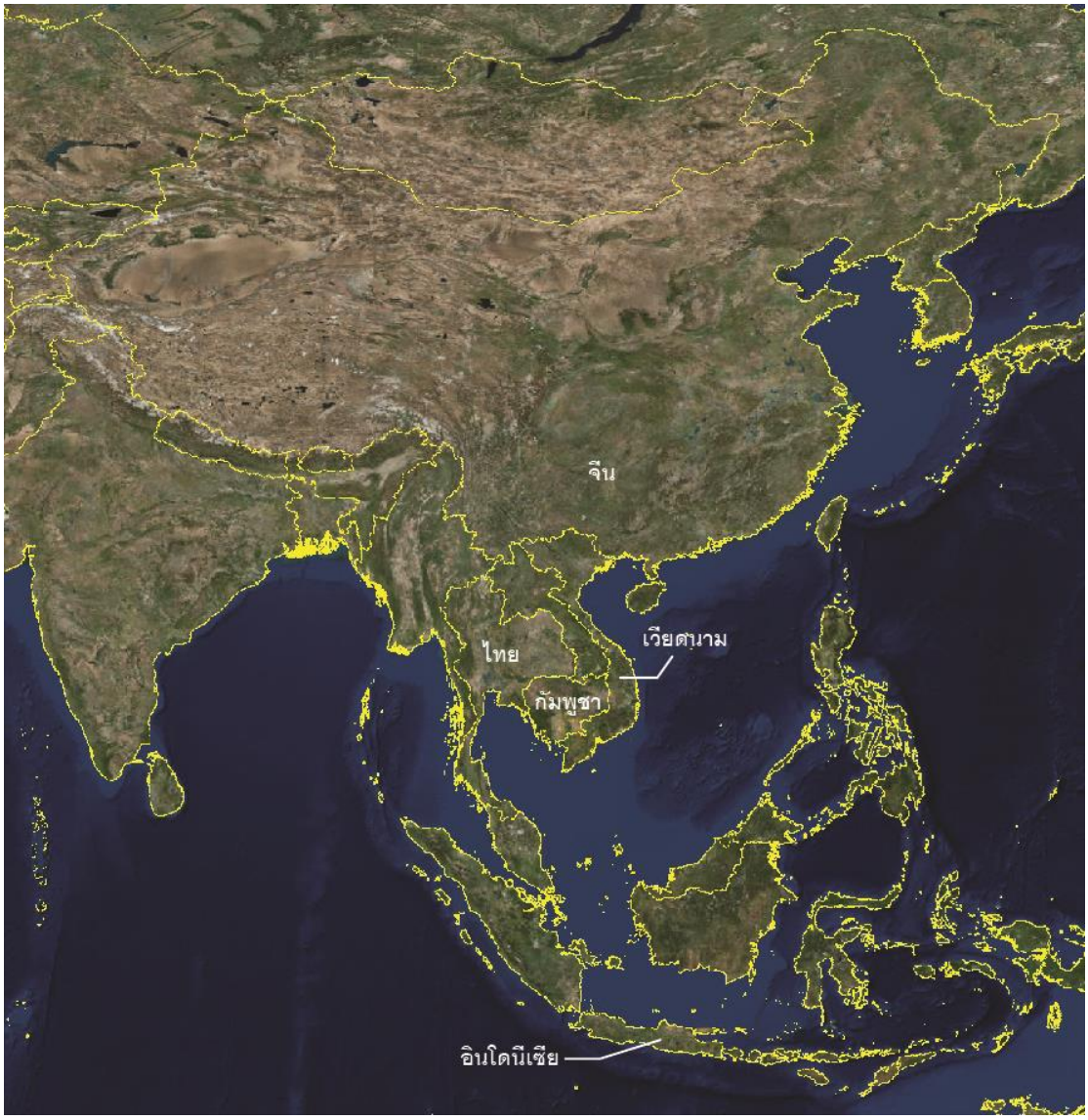
ในกรณีที่ผลจากการจำแนกพื้นที่ปลูกลำไยยังไม่อยู่ในค่าความถูกต้องที่ยอมรับได้จะต้องดำเนินการทบทวน วิเคราะห์ และพิจารณาปรับปรุงปัจจัยรวมถึงค่าของปัจจัยที่มีผลต่อการจำแนกพื้นที่ปลูกลำไยใหม่ จากนั้นจึงนำเข้าสู่กระบวนการจำแนกพื้นที่ปลูกลำไยด้วยข้อมูลดาวเทียมใหม่ จนกว่าผลที่ได้จะมีค่าความถูกต้องที่อยู่ในช่วงที่สามารถยอมรับได้ในเชิงสถิติ

ผลที่ได้จากการจำแนกพื้นที่ปลูกลำไยด้วยข้อมูลดาวเทียมจะถูกนำไปพัฒนาเป็นฐานข้อมูลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System : GIS) โดยกำหนดโครงสร้างฐานข้อมูลให้รองรับความต้องการสำหรับการบริหารจัดการพื้นที่ รวมถึงการนำสู่กระบวนการวิเคราะห์ผลผลิตลำไยเพื่อการวางแผนบริหารจัดการผลผลิต และพัฒนาระบบการนำเสนอข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์สำหรับผู้ใช้งานที่เกี่ยวข้องต่อไป

1.4 พื้นที่ศึกษา

พื้นที่ศึกษาของโครงการฯ ครอบคลุมประเทศไทย สาธารณรัฐประชาชนจีน ราชอาณาจักรกัมพูชา สาธารณรัฐสังคมนิยมเวียดนาม และสาธารณรัฐอินโดนีเซีย

อย่างไรก็ตาม เนื่องจากประเทศจีนมีพื้นที่กว้างใหญ่มาก ดังนั้นการปฏิบัติงานในพื้นที่ประเทศจีนจึงจะมุ่งเน้นเฉพาะพื้นที่ที่มีการปลูกลำไยเป็นหลัก



รูปที่ 1-2 แผนที่แสดงพื้นที่ศึกษาโครงการฯ

ที่มา: ภาพดาวเทียม - Esri, DigitalGlobe, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AEX, Getmapping, Aerogrid, IGN, IGP, swisstopo, and the GIS User Community
เส้นขอบเขตการปกครอง – Natural Earth (http://www.naturalearthdata.com)
ประมวลผลด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

1.5 แผนการดำเนินงาน

การดำเนินการวิจัยของโครงการฯ กำหนดระยะเวลาทั้งสิ้น 1 ปี 6 เดือน โดยมีรายละเอียดการดำเนินงาน ดังนี้

เวลา / การดำเนินงาน	ปีที่ 1												ปีที่ 2					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
การเลือกและรวบรวมข้อมูลดาวเทียม																		
การศึกษาคุณลักษณะเฉพาะตัวของลำไยและแปลงปลูกลำไย																		
การสร้างข้อกำหนดเบื้องต้นสำหรับการจำแนกพื้นที่ปลูกลำไยด้วยข้อมูลดาวเทียม																		
การสำรวจภาคสนาม																		
+ ประเทศไทย																		
+ ประเทศกัมพูชา																		
+ ประเทศเวียดนาม																		
+ ประเทศจีน																		
+ ประเทศอินโดนีเซีย																		
การกำหนดปัจจัยและค่าของปัจจัยที่มีผลต่อการจำแนกพื้นที่ปลูกลำไย																		
กระบวนการจำแนกเชิงวัตถุ																		
การตรวจสอบความถูกต้องและปรับปรุงปัจจัยสำหรับการจำแนก																		
การพัฒนาฐานข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์																		
การพัฒนาระบบการนำเสนอข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์																		

เวลา / การดำเนินงาน	ปีที่ 1												ปีที่ 2					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
การติดตั้งและทดสอบการใช้งานระบบ พร้อมทั้งจัดทำคู่มือประกอบการใช้งาน																		
การติดตามและประเมินผลการใช้งาน																		
การวิเคราะห์และสรุปผลการดำเนินงานวิจัย จัดทำรายงานสรุปผลการวิจัย																		

1.6 ผลที่จะได้รับจากการดำเนินโครงการฯ

เมื่อสิ้นสุดโครงการได้กำหนดเป้าหมายของผลที่จะได้รับจากการดำเนินงานดังนี้

1 ได้ขั้นตอนวิธีดำเนินงานและเครื่องมือที่สามารถใช้เป็นต้นแบบสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลดาวเทียมสำหรับการจำแนกพื้นที่ปลูกลำไย

2 ได้ข้อมูลพื้นที่ประมาณการพื้นที่ปลูกลำไยในประเทศไทย จีน เวียดนาม กัมพูชา และอินโดนีเซียที่จัดเก็บอยู่ในฐานข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ที่พร้อมสำหรับการใช้งานสำหรับหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง

3 ได้ระบบการนำเสนอข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ เพื่อการคาดคะเนพื้นที่และผลผลิตที่เหมาะสม สำหรับนำเสนอข้อมูลการวิเคราะห์และการตัดสินใจ

1.7 ประโยชน์ที่จะได้รับจากโครงการฯ

โครงการวิจัยนี้มีเป้าหมายที่จะพัฒนาขั้นตอนวิธีสำหรับเป็นต้นแบบนการวิเคราะห์ข้อมูลดาวเทียมเพื่อจำแนกพื้นที่ปลูกลำไย เพื่อให้เจ้าหน้าที่ของหน่วยงานภาครัฐที่เกี่ยวข้องกับการใช้ข้อมูลดังกล่าวสามารถนำไปใช้เพื่อดำเนินการปรับปรุงข้อมูลพื้นที่ปลูกลำไยให้ทันเวลา เพื่อให้รู้ถึงสถานการณ์การปลูกลำไยในประเทศและกลุ่มประเทศเพื่อนบ้านของไทย โดยมีขอบเขตการดำเนินงานประกอบด้วยประเทศไทย จีน เวียดนาม กัมพูชา และอินโดนีเซีย ซึ่งจะนำสู่การมีข้อมูลที่ทันสมัยสำหรับการบริหารจัดการที่มีประสิทธิภาพต่อไป

นอกจากนั้น ข้อมูลที่ถูกจัดทำขึ้นในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ยังสามารถสนับสนุนการปฏิบัติงาน โดยนำไปใช้ประกอบการวิเคราะห์ การตัดสินใจ การวางแผนการส่งเสริมการปลูกลำไยและการวางแผนจัดการผลผลิตให้มีประสิทธิภาพ นอกจากนั้นยังสามารถต่อยอดสู่ระบบการประมาณการผลผลิตลำไยเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการดำเนินต่อไปในอนาคต

ในแง่ของผลกระทบด้านเศรษฐกิจ-สังคมและประโยชน์ที่ภาคเกษตรและเศรษฐกิจส่วนรวมจะได้รับทั้งระยะสั้นและระยะยาวตามความเป็นไปได้นั้น สำหรับการตลาดการส่งออกผลไม้ไปยังประเทศต่าง ๆ ของไทยพบว่ามีความรุนแรงมากยิ่งขึ้น โดยเฉพาะประเภทของผลไม้ที่มีความใกล้เคียงกับประเทศไทย เช่นลำไย ทุเรียน ลิ้นจี่ มะม่วง ส้มโอ และชมพู่ ซึ่งแต่ละประเทศที่มีสภาพอากาศใกล้เคียงกับประเทศไทยต่างเร่งพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตเพื่อให้ได้คุณภาพที่ดีขึ้นเพื่อให้ผลผลิตที่ได้เพียงพอต่อการบริโภคภายในประเทศ ลดการนำเข้าและเพิ่มปริมาณการส่งออก แต่ก็อาจจะมีข้อจำกัดในเรื่องของพื้นที่ปลูก ภูมิประเทศ และสภาพอากาศ ซึ่งการเข้าสู่สภาวการณ์การแข่งขันในการส่งออกพบว่ายังพบปัญหากีดกันทางการค้า กฎระเบียบเงื่อนไขการตรวจสอบคุณภาพสินค้าที่นำเข้ามีความเข้มงวดมากยิ่งขึ้น การเข้าสู่การแข่งขันในตลาดจีน และการเข้ารวมกลุ่มประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน การเข้าสู่ตลาดแข่งขันทำให้ประเทศไทยต้องมีการตื่นตัวในการใช้ประโยชน์จากข้อมูลสารสนเทศ ไม่เพียงแต่เฉพาะข้อมูลสถานการณ์ภายในประเทศเท่านั้น แต่จำเป็นต้องให้ครอบคลุมถึงประเทศเพื่อนบ้านของไทย โดยเฉพาะประเทศที่มีโอกาสที่จะกลายมาเป็นคู่แข่งที่สำคัญทางการตลาดและส่งผลกระทบต่อการนำเข้า และส่งออกผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรของไทย

การใช้เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่มีประสิทธิภาพในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่เพื่อการวางแผนและการตัดสินใจ จะให้ผลการวิเคราะห์ในรูปแบบข้อมูลในเชิงพื้นที่ในภาพรวม อาทิ ลักษณะภูมิประเทศ สภาพพื้นที่ แหล่งที่ตั้ง พื้นที่ในการทำเกษตรกรรม แหล่งน้ำ และเส้นทางการคมนาคม สามารถนำเอาผลจากการวิเคราะห์ไปใช้ประโยชน์เพื่อการวางแผน การส่งเสริม และการกำหนดเป็นนโยบายต่อไป

การแปลผลจากข้อมูลดาวเทียม และการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ นอกจากจะก่อให้เกิดประโยชน์ทางการเกษตรแล้ว ยังสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการประมาณการพื้นที่เกษตรกรรมซึ่งเหมาะสมกับพื้นที่ขนาดใหญ่ ซึ่งต่างจากวิธีการสำรวจในพื้นที่ที่ต้องใช้แรงงานคนจำนวนมาก ระยะเวลาในการสำรวจนาน และต้องใช้งบประมาณจำนวนมาก ทำให้ไม่สามารถสำรวจได้บ่อยครั้ง ส่งผลให้ข้อมูลที่มีอยู่ไม่เป็นปัจจุบันและไม่สามารถนำไปใช้ในการประกอบการตัดสินใจได้ ซึ่งการใช้เทคโนโลยีการสำรวจระยะไกลจะทำให้เพิ่มประสิทธิภาพในการสำรวจและการให้ข้อมูลที่ทันต่อสถานการณ์และการนำไปใช้ประโยชน์

ทางด้านผลกระทบเชิงสังคมและสิ่งแวดล้อมนั้น การพัฒนาเทคโนโลยีสารสนเทศด้านฐานข้อมูลเพื่อการเกษตรเป็นการใช้ประโยชน์จากข้อมูลและสารสนเทศเพื่อการบริหารจัดการที่มีความสำคัญเพื่อให้การดำเนินงานและการบริหารจัดการอยู่บนพื้นฐานของข้อมูลที่ถูกต้องแม่นยำ ข้อมูลพื้นฐานของเกษตรกรผู้ปลูกลำไยรวมถึงข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมทางการเกษตรทำให้ใช้ประโยชน์จากข้อมูลเพื่อการคาดคะเน เป็นข้อมูลสารสนเทศประกอบการวิเคราะห์และการตัดสินใจ ฐานข้อมูลของเกษตรกรที่จะมีการจัดเป็นกลุ่มเกษตรกรในพื้นที่ต่าง ๆ นั้นจะถูกนำมาเชื่อมโยงเป็นภาพรวมของ

กลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกลำไยทั้งหมดเพื่อทำให้สามารถเห็นข้อมูลทั้งในระดับภาพรวมของการทำการเกษตรลำไยทั้งหมดและเกษตรกรรายบุคคล และมุมมองในพื้นที่ของการเพาะปลูกโดยแบ่งเป็นโซนต่าง ๆ ซึ่งจะทำให้การใช้ประโยชน์จากฐานข้อมูลเกษตรกรเพื่อการวิเคราะห์ ตัดสินใจ รวมถึงการให้คำแนะนำการส่งเสริมการเกษตร และการกำหนดเป็นแนวนโยบาย อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

บทที่ 2
ข้อมูลพื้นฐาน

2.1 ลักษณะทางภูมิศาสตร์ของพื้นที่ศึกษา

2.1.1 ลักษณะทางภูมิศาสตร์ของประเทศไทย

ประเทศไทย มีชื่อเป็นทางการว่า ราชอาณาจักรไทย (Kingdom of Thailand) อยู่ระหว่างละติจูด 5 องศาเหนือถึง 21 องศาเหนือ ลองจิจูด 97 องศาตะวันออกถึง 106 องศาตะวันออก มีพื้นที่รวม 513,115 ตารางกิโลเมตร ด้วยสภาพพื้นที่ราบน้ำท่วมถึงอันอุดมสมบูรณ์และภูมิอากาศแบบมรสุมเขตร้อน ทำให้ประเทศไทยมีความเหมาะสมอย่างยิ่งสำหรับเกษตรกรรม

ลักษณะภูมิประเทศของประเทศไทยประกอบด้วย ภูเขาสูงในภาคเหนือของไทยซึ่งมีภูเขาทอดผ่านเป็นจำนวนมาก ตั้งแต่ชายแดนพม่าผ่านคอคอดกระและคาบสมุทรมลายู ที่ราบตอนกลางซึ่งเป็นพื้นที่ลุ่มซึ่งระบายน้ำโดยแม่น้ำเจ้าพระยาและแม่น้ำสายย่อย ทั้งนี้ แม่น้ำเจ้าพระยาถือเป็นระบบแม่น้ำที่สำคัญของประเทศ โดยไหล่ผ่านไปสู่สามเหลี่ยมปากแม่น้ำซึ่งอยู่ที่หัวอ่าวกรุงเทพ แม่น้ำเจ้าพระยาไหลผ่านพื้นที่กว่าหนึ่งในสามของประเทศnในพื้นที่ทางตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศเป็นที่ราบสูงโคราช พื้นที่มีเนินลาดและทะเลสาบตื้นเขิน มีแม่น้ำมูลไหลไปรวมกันเป็นแม่น้ำโขง ซึ่งไหลลงสู่ทะเลจีนใต้ โดยมีคลองและเขื่อนเป็นจำนวนมาก ในขณะที่ภาคใต้เป็นส่วนหนึ่งของคาบสมุทรแคบ ๆ มีความแตกต่างกับภาคอื่น ๆ ของไทยทั้งในด้านสภาพภูมิอากาศ ภูมิประเทศ และทรัพยากร ลักษณะภูมิประเทศของภาคใต้ประกอบด้วย ทิวเขา ที่ราบฝั่งอ่าวไทยและที่ราบฝั่งอันดามัน โดยที่ราบฝั่งอ่าวไทยจะตั้งอยู่ทางตะวันออกของภาค มีลักษณะเป็นอ่าวขนาดใหญ่กระจัดกระจาย ชายฝั่งค่อนข้างเรียบตรงและมีหาดทรายสวยงาม และยังมีส่วนที่เป็นหาดเลนและโคลนจะเป็นป่าชายเลน มีลักษณะเด่นคือมีแหลมที่เกิดจากการทับถมของทรายและโคลน และมีทะเลสาบน้ำเค็มที่เกิดจากคลื่นและกระแสน้ำพัดพาตะกอนทรายไปทับถมเป็นแนวสันทราย ส่วนที่ราบฝั่งทะเลอันดามัน จะอยู่ด้านตะวันตกของภาค มีลักษณะเป็นชายฝั่งแบบยุบตัว มีที่ราบแคบเนื่องจากมีชายเขาและหน้าผาติดชายฝั่ง นอกจากนี้ยังมีชายฝั่งที่เว้าแหว่งมากและนอกฝั่งออกไปพื้นน้ำจะลาดลึกลงไปอย่างรวดเร็ว จะมีหาดทรายขาวแคบ ๆ

ภูมิอากาศของไทยเป็นแบบเขตร้อน หรือแบบสะวันนา มีอุณหภูมิเฉลี่ย 18-34 องศาเซลเซียส และมีปริมาณฝนตกเฉลี่ยตลอดปีกว่า 1,500 มิลลิเมตร สามารถแบ่งได้เป็น 3 ฤดูกาล คือ ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนเมษายนเป็นฤดูร้อน ระหว่างเดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคมเป็นฤดูฝน ประเทศไทย

ได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้จากทะเลจีนใต้และพายุหมุนเขตร้อน ส่วนในเดือนพฤศจิกายนถึงกลางเดือนมีนาคมเป็นฤดูหนาว ประเทศไทยได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือจากประเทศจีน ส่วนภาคใต้มีสภาพอากาศแบบป่าดงดิบ ซึ่งมีอากาศร้อนชื้นตลอดทั้งปี แบ่งได้เป็น 2 ฤดู คือ ฤดูฝนและฤดูร้อน โดยฝั่งทะเลตะวันออก ฤดูร้อนเริ่มตั้งแต่เดือนพฤษภาคมถึงเดือนกันยายน และฝั่งทะเลตะวันตก ฤดูร้อนเริ่มตั้งแต่เดือนพฤศจิกายนถึงเดือนเมษายน

2.1.2 ลักษณะทางภูมิศาสตร์ของประเทศกัมพูชา

ประเทศกัมพูชา มีชื่อเป็นทางการว่า ราชอาณาจักรกัมพูชา (Kingdom of Cambodia) อยู่ระหว่างละติจูด 9 องศาเหนือถึง 15 องศาเหนือ ลองจิจูด 102 องศาตะวันออกถึง 108 องศาตะวันออก มีพื้นที่รวม 181,035 ตารางกิโลเมตร

พื้นที่ส่วนใหญ่ของประเทศกัมพูชาเป็นที่ราบรอบทะเลสาบเขมรและดินดอนสามเหลี่ยมปากแม่น้ำโขง ติดต่อกับเวียดนามและทะเลจีนใต้ ทางตะวันตกเฉียงใต้เป็นเทือกเขาบรรทัดความสูงมากกว่า 1,500 เมตร และเทือกเขาดมเร็ยซึ่งเป็นเทือกเขาที่ต่อมาจากเทือกเขาบรรทัดทางใต้และตะวันออกเฉียงใต้ สูงระหว่าง 500 - 1,000 เมตร เทือกเขาทั้งสองนี้เป็นแนวพรมแดนด้านตะวันตก ทำให้เกิดที่ราบแคบ ๆ ซึ่งประกอบด้วยอ่าวกำปงโสมที่ออกสู่อ่าวไทย ทางเหนือคือเทือกเขาพนมดงรักมีความสูงโดยเฉลี่ย 500 เมตร โดยจุดที่สูงที่สุดสูงกว่า 700 เมตร อยู่ขอบด้านทิศใต้ของที่ราบสูงโคราชในไทย เทือกเขานี้เป็นเส้นแบ่งเขตแดนระหว่างไทยกับกัมพูชา จุดผ่านเทือกเขาที่สำคัญคือจุดโอเสม็ดซึ่งเชื่อมต่อภาคเหนือของกัมพูชากับภาคอีสานของไทย ทางตะวันออกเฉียงเหนือเป็นพื้นที่สูงเชื่อมต่อกับที่ราบสูงในภาคใต้ของเวียดนาม

หุบเขาในเขตแม่น้ำโขงเป็นช่องทางสำคัญในการติดต่อระหว่างกัมพูชาและลาว และเป็นส่วนที่แบ่งระหว่างเทือกเขาพนมดงรักทางตะวันออกและที่สูงทางตะวันออกเฉียงเหนือ พื้นที่ที่ต่ำลงมาเชื่อมต่อกับที่ราบดินดอนสามเหลี่ยมปากแม่น้ำโขงที่แผ่ขยายไปสู่เวียดนาม ทำให้มีการติดต่อระหว่างดินแดนทั้งสองโดยสะดวก

ภูมิอากาศในประเทศกัมพูชาเป็นเขตร้อนชื้น มีฤดูฝนและฤดูแล้ง ในฤดูฝนจะมีมรสุมตะวันตกเฉียงใต้พัดมาจากมหาสมุทรอินเดียนำความชื้นเข้าพื้นที่ซึ่งเป็นปัจจัยหลักที่ทำให้เกิดฝน ส่วนในฤดูแล้งจะมีมรสุมพัดจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือที่นำอากาศเย็นและแห้งแล้งเข้าสู่ประเทศกัมพูชา ลักษณะอากาศในทะเลสาบเขมรอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุดโดยเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 25- 28 องศาเซลเซียส ในฤดูร้อนอาจสูงถึง 38 องศาเซลเซียส ค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำฝนทั้งปีอยู่ระหว่าง 1,000 - 1,500 มิลลิเมตร ฝนตกหนักมากทางตะวันออกเฉียงใต้และตามแนวเทือกเขาทางตะวันตกเฉียงใต้ ค่าความชื้นเฉลี่ยทั้งปีค่อนข้างสูง

2.1.3 ลักษณะทางภูมิศาสตร์ของประเทศเวียดนาม

ประเทศเวียดนาม มีชื่อเป็นทางการว่า สาธารณรัฐสังคมนิยมเวียดนาม (Socialist Republic of Vietnam) อยู่ระหว่างละติจูด 8 องศาเหนือถึง 23 องศาเหนือ ลองจิจูด 102 องศาตะวันออกถึง 109 องศาตะวันออก มีพื้นที่รวม 331,033 ตารางกิโลเมตร

ภูมิประเทศของประเทศเวียดนามมีลักษณะเป็นภูเขาสูงกั้นระหว่างที่ราบลุ่มแม่น้ำที่อุดมสมบูรณ์มีลักษณะเป็นแนวยาว โดยมีความยาวจากเหนือจรดใต้ 1,650 กิโลเมตร ขนานไปตามแนวยาวของคาบสมุทรอินโดจีน และมีหมู่เกาะต่าง ๆ มากมายเรียงรายตั้งแต่อ่าวตังเกี๋ยไปจนถึงอ่าวไทย

ภูมิประเทศในภาคเหนือประกอบด้วยภูเขาสูงมากมาย โดยเฉพาะเทือกเขาฟานซีปาน (Fansipan) สูงถึง 3,143 เมตร ซึ่งสูงที่สุดในอินโดจีน มีแม่น้ำสำคัญคือ แม่น้ำกุง (Cung) ไหลไปบรรจบกับแม่น้ำแดงเป็นดินดอนสามเหลี่ยมที่อุดมสมบูรณ์ (Red River Delta) เหมาะแก่การเพาะปลูก นอกจากนี้ ยังมีที่ราบลุ่ม Cao Bang Lang Son และ Vinh Yen รวมถึงอ่าว Halong Bay อันมีชื่อเสียงด้านธรรมชาติที่งดงาม ส่วนภาคกลางนั้น พื้นที่ส่วนใหญ่เป็นที่ราบสูงซึ่งเต็มไปด้วยหินภูเขาไฟ หาดทราย เนินทราย และทะเลสาบ เป็นเขตพื้นที่ป่าไม้สำคัญที่สุดของเวียดนาม และภาคใต้ของประเทศแม้ว่าพื้นที่ส่วนใหญ่ยังคงเป็นที่ราบสูง แต่ก็มีที่ราบลุ่มแม่น้ำโขง (Mekong River Delta หรือที่รู้จักกันในชื่อ กู๋ลองยาง - Cuu Long Giang) อันอุดมสมบูรณ์ ซึ่งเป็นแหล่งเพาะปลูกที่ใหญ่ที่สุดในประเทศ

เนื่องจากประเทศเวียดนามมีลักษณะแคบแต่มีความยาวมาก ทำให้ลักษณะภูมิอากาศแตกต่างกันค่อนข้างมาก ในภาคเหนือมี 4 ฤดู คือ ฤดูใบไม้ผลิ เริ่มจากเดือนมีนาคมถึงเมษายนจะมีฝนตกเล็กน้อยและความชื้นสูง อุณหภูมิประมาณ 17 – 23 องศาเซลเซียส ฤดูร้อน เริ่มตั้งแต่เดือนพฤษภาคมถึงสิงหาคม อากาศร้อนและมีฝน อุณหภูมิประมาณ 30 – 39 องศาเซลเซียส ฤดูใบไม้ร่วง เริ่มจากเดือนกันยายนถึงพฤศจิกายน อุณหภูมิ 23 – 28 องศาเซลเซียส ฤดูหนาวตั้งแต่เดือนธันวาคมถึงกุมภาพันธ์ อากาศจะหนาวเย็น ประมาณ 7 – 20 องศาเซลเซียส ในบางครั้งอุณหภูมิอาจลดลงถึง 0 องศาเซลเซียส เดือนที่หนาวเย็นที่สุดคือเดือนมกราคม ในขณะที่ภาคกลางมีสภาพอากาศแปรปรวนค่อนข้างมาก ลักษณะภูมิอากาศของพื้นที่ภาคกลางแบ่งได้ 2 ฤดู คือฤดูฝน เริ่มตั้งแต่เดือนพฤษภาคมถึงตุลาคม อุณหภูมิอาจสูงถึง 40 องศาเซลเซียสในเดือนมิถุนายนถึงเดือนกรกฎาคม และฤดูแล้งในช่วงเดือนตุลาคมถึงเมษายน เดือนที่อากาศเย็นที่สุดคือเดือนมกราคม อุณหภูมิประมาณ 20 องศาเซลเซียส ส่วนภาคใต้มีอากาศร้อนและอุณหภูมิค่อนข้างคงที่ประมาณ 27 องศาเซลเซียส สามารถแบ่งภูมิอากาศได้ 3 ฤดู คือ ฤดูฝน ช่วงเดือนพฤษภาคมถึงตุลาคม ฤดูหนาว ช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงกุมภาพันธ์ และฤดูร้อนในช่วงเดือนมีนาคมถึงเมษายน

2.1.4 ลักษณะทางภูมิศาสตร์ของประเทศจีน

ประเทศจีน มีชื่อเป็นทางการว่า สาธารณรัฐประชาชนจีน (People's Republic of China) อยู่ระหว่างละติจูด 18 องศาเหนือถึง 54 องศาเหนือ ลองจิจูด 73 องศาตะวันออกถึง 134 องศาตะวันออก มีพื้นที่รวม 9.6 ล้านตารางกิโลเมตร

ลักษณะภูมิประเทศของจีนมีความหลากหลาย ตั้งแต่ป่าสเต็ปป์และทะเลทรายในพื้นที่แห้งแล้งทางตอนเหนือของประเทศติดกับประเทศมองโกเลียและไซบีเรียของรัสเซีย และป่าฝนกึ่งโซนร้อนในพื้นที่ชื้นทางใต้ซึ่งติดกับเวียดนาม ลาว และพม่า ส่วนภูมิประเทศทางตะวันตกนั้นขรุขระและเป็นที่สูง โดยมีเทือกเขาหิมาลัยและเทือกเขาเทียนชานกั้นเป็นพรมแดนตามธรรมชาติกับประเทศอินเดีย เนปาล และเอเชียกลาง แนวชายฝั่งด้านตะวันออกของจีนแผ่นดินใหญ่นั้นเป็นที่ราบต่ำ และมีแนวชายฝั่งยาว 14,500 กิโลเมตร ซึ่งติดต่อกับทะเลจีนใต้และทะเลจีนตะวันออก

สภาพภูมิประเทศของประเทศจีนลาดเอียงจากตะวันตกสู่วันตะวันออก บริเวณที่สูงสุดคือที่ราบสูงชิงไห่-ทิเบต ซึ่งมีความสูงจากระดับน้ำทะเลโดยเฉลี่ยกว่า 4,000 เมตร และได้ชื่อว่าเป็น "หลังคาโลก" พื้นที่ถัดมาประกอบด้วยที่ราบสูงมองโกเลียใน ที่ราบสูงหวงถู่ (ที่ราบสูงดินเหลือง) ที่ราบสูงหวินหนาน-กุ้ยโจว แอ่งทาริม แอ่งจุงการ์ และแอ่งซื่อชวน ซึ่งมีความสูงจากระดับน้ำทะเลโดยเฉลี่ย 1,000 ถึง 2,000 เมตร จากนั้นพื้นที่จะลดระดับลงมามีความสูงราว 500 ถึง 1,000 เมตรจากระดับน้ำทะเล ประกอบด้วยที่ราบตะวันออกเฉียงเหนือ ที่ราบจีนเหนือ ที่ราบหุบเขาแม่น้ำฉางเจียงตอนกลางและตอนล่าง และที่ราบปากแม่น้ำจูเจียง โดยมีเนินเขาน้อยใหญ่กั้นเป็นแนวระหว่างที่ราบต่าง ๆ พื้นที่สุดท้ายคือไหล่ทวีปซึ่งทอดตัวไปทางตะวันออกลงสู่ทะเลน้ำตื้นที่มีระดับความลึกเพียง 200 เมตร โดยมีแนวตะกอนขนาดมหึมาอยู่บริเวณปากแม่น้ำสายต่าง ๆ

แม่น้ำส่วนใหญ่ในประเทศจีนไหลไปทิศตะวันออกลงสู่มหาสมุทรแปซิฟิก แม่น้ำฉางเจียง (แยงซีเกียง) ซึ่งมีความยาวกว่า 6,300 กิโลเมตร เป็นแม่น้ำสายใหญ่ที่สุดในประเทศจีน มีพื้นที่ชุ่มน้ำกว่า 1,808,000 ตารางกิโลเมตร ทั้งยังเป็นเส้นทางการคมนาคมทางน้ำที่สำคัญที่สุดของประเทศอีกด้วย ส่วนแม่น้ำหวงเหอ (ฮวงโฮ-แม่น้ำเหลือง) มีความยาว 5,464 กิโลเมตร ซึ่งยาวเป็นอันดับสองของประเทศ

พื้นที่ส่วนใหญ่ของประเทศจีนตั้งอยู่ในเขตอบอุ่น บางส่วนทางทิศใต้อยู่ในเขตร้อนและเขตใกล้เขตร้อน ส่วนทางทิศเหนืออยู่ใกล้เคียงกับเขตหนาว อุณหภูมิจะแตกต่างกันมากในพื้นที่ต่าง ๆ ของประเทศ โดยทั่วไปแล้วประเทศจีนมีภูมิอากาศแบบมรสุมภาคพื้นทวีป ทำให้สภาพอากาศในสี่ฤดูแตกต่างกันมาก กล่าวคือในฤดูร้อนจะร้อนและชื้น ส่วนในฤดูหนาวจะหนาวเย็นและแห้งแล้ง

สภาพอากาศของประเทศจีนส่วนใหญ่ยึดตามสภาพอากาศในเขตภาคเหนือที่ได้รับอิทธิพลจากลมมรสุม โดยในเดือนกันยายนไปจนถึงเดือนเมษายนจะได้รับลมมรสุมจากไซบีเรียและที่ราบสูงมองโกเลียพัดเข้าสู่ประเทศจีน ทำให้เอากาศแห้งและหนาวเย็น และทำให้อุณหภูมิแตกต่างกันถึง 40

องศาเซลเซียสระหว่างทางเหนือกับทางใต้ของประเทศ อุณหภูมิในฤดูหนาวจะอยู่ที่ระหว่าง 5-18 องศาเซลเซียส ในฤดูร้อนลมมรสุมพัดจากมหาสมุทรเข้าสู่แผ่นดินจึงนำเอาความอบอุ่นและความชุ่มชื้นซึ่งก่อให้เกิดฝนตก

ภูมิอากาศของประเทศจีนในแต่ละภูมิภาคมีความแตกต่างกันอย่างมาก ทางเหนือของไฮหลงเจียงซึ่งอยู่ทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศจะไม่มีฤดูร้อน ที่เกาะไห่หนานหรือไหหลำทางใต้มีฤดูร้อนอันยาวนานแต่ไม่มีฤดูหนาว ในขณะที่บริเวณลุ่มน้ำฮว่ายเหอมีครอบสี่ฤดู ทางตะวันตกของประเทศแถบที่ราบสูงชิงไห่-ทิเบต มีหิมะปกคลุมทั้งปี ทางตอนใต้แถบที่ราบสูงหยุนหนานกุ้ยโจวมีอากาศเย็นสบายเหมือนฤดูใบไม้ผลิตลอดทั้งปีเช่นกัน ด้านปริมาณน้ำฝนต่อปีแตกต่างกันตามแต่ละภูมิภาคเช่นกัน ในแถบชายฝั่งตะวันออกเฉียงใต้ปริมาณน้ำฝนต่อปีสูงถึง 1,500 มม. และลดลงเหลือแค่ 50 มม. ในแผ่นดินตอนในของภาคตะวันตกเฉียงเหนือ

2.1.5 ลักษณะทางภูมิศาสตร์ของประเทศอินโดนีเซีย

ประเทศอินโดนีเซีย มีชื่อเป็นทางการว่า สาธารณรัฐอินโดนีเซีย (Republic of Indonesia) อยู่ระหว่างละติจูด 11 องศาใต้ถึง 8 องศาเหนือ ลองจิจูด 94 องศาตะวันออกถึง 141 องศาตะวันออก มีพื้นที่รวม 5,193,250 ตารางกิโลเมตร

ลักษณะภูมิประเทศของประเทศอินโดนีเซียส่วนใหญ่เป็นภูเขาสูงและชายฝั่งทะเลเนื่องจากประเทศอินโดนีเซียประกอบด้วยหมู่เกาะต่าง ๆ มีเกาะใหญ่น้อยเกือบ 18,000 เกาะ ถือว่าเป็นหมู่เกาะที่ใหญ่ที่สุดในโลก ซึ่งหมู่เกาะอินโดนีเซีย สามารถแบ่งตามลักษณะโครงสร้างได้สามส่วนคือ พื้นที่บริเวณไหล่ทวีปซุนดา ได้แก่บริเวณเกาะชวา เกาะสุมาตรา และเกาะกาลิมันตัน กับร่องน้ำระหว่างเกาะต่าง ๆ ของประเทศมาเลเซียและอินโดจีนมีระดับน้ำลึกไม่เกิน 720 ฟุต พื้นที่บริเวณไหล่ทวีปซาฮูลคือเกาะอีเรียนจายาและเกาะอารู มีอาณาเขตจากฝั่งทะเลออสเตรเลียทางเหนือระดับน้ำลึกไม่เกิน 700 ฟุต และบริเวณพื้นที่ระหว่างบริเวณไหล่ทวีปซุนดาและไหล่ทวีปซาฮูล ได้แก่ บริเวณหมู่เกาะนูซาแตงการา มาลูกู สุลาเวสี มีความลึกของระดับน้ำถึง 15,000 ฟุต

ประเทศอินโดนีเซียมีพื้นที่ราบน้อย ส่วนใหญ่เป็นที่ราบบริเวณเชิงเขาและบริเวณชายฝั่งทะเล ชายฝั่งทะเลมักเป็นที่ราบต่ำ บริเวณทางทิศตะวันออกของเกาะสุมาตราและทางตอนเหนือของเกาะชวาจะมีลักษณะเป็นที่ราบกว้างใหญ่คลุมไปถึงบริเวณริมฝั่งทะเล และนอกจากนี้ก็มีบริเวณชายฝั่งของเกาะกาลิมันตัน และเกาะอีเรียนจายา

เนื่องจากประเทศอินโดนีเซียมีลักษณะเป็นหมู่เกาะ ภูมิอากาศจึงมีลักษณะผสมผสานและเปลี่ยนแปลงไปตามภูมิประเทศ โดยทั่วไปมีอากาศร้อนชื้นแบบศูนย์สูตรฝนตกชุดตลอดทั้งปี แต่สามารถแบ่งเป็น 2 ฤดู คือ ฤดูแล้ง ระหว่างเดือนพฤษภาคมถึงตุลาคม และฤดูฝน ระหว่างเดือนพฤศจิกายนถึงเมษายน

2.2 สถานการณ์การปลูกลำไยในพื้นที่ศึกษา

ลำไยเป็นไม้ผลยืนต้นขนาดกลาง ทรงพุ่มกว้างประมาณ 10 เมตรขึ้นไป และมีความสูงประมาณ 12 ถึง 15 เมตร โดยลำไยมีชื่อสามัญว่า Longan ซึ่งชาวจีนมักเรียกว่า "เล้งมัก" แปลว่า "ตามังกร" ลำไยเป็นไม้ผลที่สามารถเจริญเติบโตได้ดีในระดับอุณหภูมิ 10 ถึง 25 องศาเซลเซียส และปริมาณน้ำฝนปานกลางคือ 1,000 ถึง 1,200 มิลลิเมตรต่อปี โดยลำไยเป็นไม้ผลที่ติดผลสลับปี (Alternate Bearing) มีการสันนิษฐานว่าว่าถิ่นกำเนิดของลำไยอยู่ในประเทศจีนตอนใต้ เนื่องจากมีการปลูกกันมานานหลายพันปี มีการปลูกกันมากในเขตปกครองตนเองกว่างซีจ้วง มณฑลฝู่เจี้ยน มณฑลกวางตุ้ง และมณฑลเสฉวน โดยมีศูนย์กลางการปลูกอยู่ที่มณฑลฝู่เจี้ยน

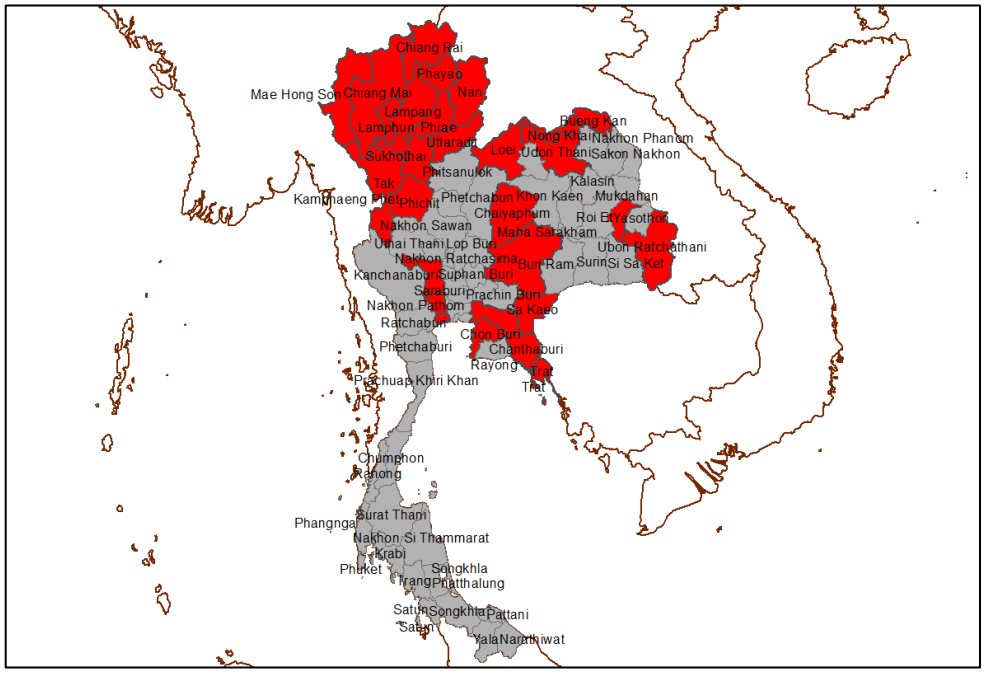
ประวัติความเป็นมาของลำไยในประเทศจีนนั้นได้มีการกล่าวถึงลำไยในวรรณคดีของจีนสมัยพระเจ้าเซ็งแทง (Cheng Tang) (B.C.1766) และในหนังสือ Ru Ya (110 B.C.) ก็ได้มีการบันทึกไว้ แต่วรรณคดีเล่มแรกซึ่งได้บรรยายต้นไม้นี้ไว้เด่นชัดคือ หนังสือ “Nam Fong T’aol Yuk Chang” ซึ่งเป็นหนังสือที่เกี่ยวกับพฤกษศาสตร์ที่มีชื่อเสียงเล่มแรกที่เขียนโดยพระของเมือง State Chi Ham ได้กล่าวไว้ว่าต้นไม้นี้อยู่ทางตอนใต้ของประเทศจีน และใช้ชื่อต้นไม้นั้นว่า lungan ได้พรรณนาไว้ว่า “ลำไยเป็นไม้สูง 1-2 Chang (10-20 ฟุต) จึงมีลักษณะคล้ายลิ้นจี่ แต่ใบเล็กกว่า ผลจะสุกภายใน 7 เดือน ผลมีสีเขียวอมเหลือง ผิวเรียบ แต่จะค่อย ๆ มีสะเก็ดขึ้นทีละน้อยเมื่อมันสุก ผลมีรูปร่างกลมมีขนาดเล็กเท่าลูกหิน เนื้อสีขาว มีรสหวานเหมือนน้ำผึ้ง จะติดช่อประมาณ 20-30 ผลในหนึ่งช่อ”

หนังสือชื่อ Ben Chao Kang Mu ที่เขียนโดย Li Shi Chum ได้กล่าวถึงคุณค่าของลำไยโดยใช้เป็นยา เขากล่าวว่า “ผลสามารถใช้เป็นยาบำรุงกำลังและสุขภาพ และยังใช้เป็นเครื่องสมุนไพรที่ใช้รักษาโรคพยาธิลำไส้ได้อีกด้วย” George weid Man Groff กล่าวว่า ลำไยและลิ้นจี่เป็นไม้ที่ยกย่องกันในหมู่คนชาวจีน จนถึงกับนักประพันธ์จีนได้เอาชื่อไปแต่งเป็นบทเพลงและโคลงกลอน แสดงให้เห็นถึงความสำคัญของไม้ผลทั้งสองชนิดนี้ต่อชีวิตความเป็นอยู่ของชาวจีนในสมัยก่อน ต่อมานักท่องเที่ยวชาวยุโรปได้เดินทางไปยังประเทศจีนได้รายงานถึงลำไยและลิ้นจี่ตั้งแต่ปี พ.ศ.1585 ซึ่งเป็นเวลา 71 ปีภายหลังที่ได้พบเส้นทางเดินทะเลไปยังประเทศจีนในปี พ.ศ.1514 และต่อมาไม้ผลทั้งสองชนิดนี้ได้เป็นที่สนใจของนักพฤกษศาสตร์และของชาวสวนทางตะวันตกโดยทั่วไป

2.2.1 สถานการณ์การปลูกลำไยในประเทศไทย

การปลูกลำไยในประเทศไทย มีการพบลำไยตามป่าในจังหวัดเชียงใหม่และจังหวัดเชียงรายซึ่งเป็นลำไยพื้นเมืองมีผลเล็กขึ้นอยู่ทั่วไปในพื้นที่และเรียกกันว่าลำไยธรรมดา นอกจากนั้นยังมีหลักฐานที่พบเป็นต้นลำไยในสวนเก่าแก่ของ ร.อ.หลวงราญอริพล (เหรียญสรรพเสน) ที่ปลูกในตรอกจันทร์ถนนสาธุประดิษฐ์ใกล้วัดปริวาศในสมัยรัชกาลที่ 5 เป็นลำไยที่ขยายพันธุ์มาจากเมล็ดเพาะซึ่งแสดงว่าลำไยมีในประเทศไทยมาก่อนแล้ว และมีการพัฒนาพันธุ์ตามลำดับตามสภาพภูมิอากาศ

จนกระทั่ง พ.ศ.2439 มีชาวจีนนำกิ่งตอนลำไย 5 กิ่งจากประเทศจีนมาถวายเจ้าดารารัศมี พระชายาของพระบาทสมเด็จพระจุลจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว รัชกาลที่ 5 เจ้าดารารัศมีได้แบ่งลำไยเอาไว้ปลูกที่กรุงเทพฯ 2 กิ่ง ส่วนอีก 3 กิ่งได้มอบให้เจ้าน้อยตั๋น ณ เชียงใหม่ ผู้เป็นน้องชายนำไปปลูกที่เชียงใหม่ที่บ้านน้ำโท้ง ตำบลสบแม่ข่า อำเภอหางดง จังหวัดเชียงใหม่ ต่อมาได้แพร่กระจายพันธุ์ไปทั่วจังหวัดเชียงใหม่และจังหวัดใกล้เคียง ในอดีตการขยายพันธุ์ลำไยทำโดยเพาะเมล็ด จึงทำให้มีการกลายพันธุ์เกิดขึ้นตามสภาพคุณลักษณะที่ดีของภูมิอากาศที่เหมาะสมและเกื้อกูลต่อการเจริญเติบโตของลำไย โดยเฉพาะอย่างยิ่งจังหวัดลำพูนที่มีสภาพภูมิประเทศที่ดีในลุ่มแม่น้ำใหญ่หลายสาย จนเกิดลำไยต้นหมื่นที่บ้านหนองช้างคืน อำเภอเมืองลำพูน เนื่องจากสามารถเก็บผลผลิตขายต้นเดียวได้ราคาเป็นหมื่น



รูปที่ 2-1 พื้นที่ปลูกลำไยในประเทศไทย

ภายหลังลำไยได้ขยายออกไปทั่วประเทศ แต่ลำไยที่จะมีคุณภาพดีได้ยังจำเป็นต้องปลูกอยู่ในสภาพอากาศและสิ่งแวดล้อมที่เหมาะสมด้วย จึงพบว่าการนำลำไยไปปลูกในภาคอื่น ๆ เช่น ภาคตะวันออก ซึ่งมีปริมาณน้ำฝนมากกว่าภาคเหนือ อาจไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควร เพราะเนื้อลำไยจะค่อนข้างแฉะ แต่อย่างไรก็ตาม เนื่องจากลำไยได้รับคัดเลือกเป็นผลไม้ยอดเยี่ยมที่ได้รับการส่งเสริมและเอาใจใส่จากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในการพัฒนาศักยภาพทั้งด้านการผลิตและการค้า จึงทำให้ปัจจุบันเกษตรกรได้ให้ความสนใจในการปลูกลำไยเป็นจำนวนมาก

ตารางที่ 2-1 พื้นที่ปลูกลำไยและปริมาณผลผลิตลำไยของประเทศไทยช่วง พ.ศ.2554-2556

พ.ศ.	พื้นที่ให้ผลผลิต (ไร่)	จำนวนต้นลำไย (ต้น)	ผลผลิต (กก./ไร่)
2554	967,772	77,099	798
2555	1,013,329	853,538	842
2556	1,022,836	885,550	866

ที่มา : (สำนักบริหารการค้าสินค้าทั่วไปกลุ่มสินค้าเกษตร, 2556)

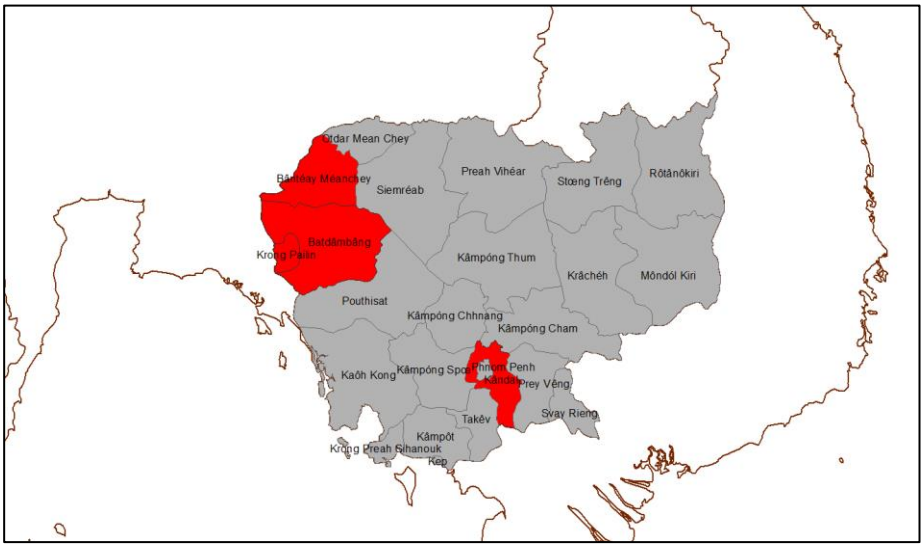
พื้นที่การผลิตลำไยที่สำคัญของประเทศไทยอยู่ในพื้นที่ทางภาคเหนือ นอกจากนี้ยังมีการปลูกในภาคตะวันออก เช่น อำเภอสอยดาวและอำเภอโป่งน้ำร้อน จังหวัดจันทบุรี ภาคกลาง เช่น จังหวัดสมุทรสาคร สมุทรสงคราม ปัจจุบันลำไยได้แพร่กระจายไปในจังหวัดต่าง ๆ ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เช่น จังหวัดเลย หนองคาย และนครพนม กรมวิชาการเกษตรได้ระบุว่า ไทยส่งออกลำไยไปจีนจำนวนมากถึง 3-4 หมื่นตัน และเพิ่มขึ้นต่อเนื่อง เฉพาะระหว่างวันที่ 1-14 มกราคม พ.ศ.2557 ไทยส่งออกลำไยไปทั้งสิ้น 45.95 ตัน วงเงินประมาณ 800 ล้านบาท โดยส่งออกไปยังประเทศอินโดนีเซีย 1.37 ตัน มูลค่า 25.535 ล้านบาท ประเทศเวียดนาม 12.96 ตัน มูลค่า 186.36 ล้านบาท และประเทสจีน ปริมาณ 31.62 ตัน มูลค่า 586.74 ล้านบาท

2.2.2 สถานการณ์การปลูกลำไยในประเทศกัมพูชา

พื้นที่เพาะปลูกลำไยที่ใหญ่ที่สุดในกัมพูชาอยู่ที่จังหวัดไพลิน หลายทศวรรษที่ผ่านมาเศรษฐกิจหลักของจังหวัดไพลินคือการปลูกลำไยเพื่อขาย และเริ่มแพร่ขยายไปยังจังหวัดต่าง ๆ และมีการส่งออกลำไยไปยังประเทศไทยและประเทศจีน

ลำไยที่ปลูกในประเทศกัมพูชาคือลำไยสายพันธุ์อีดอซึ่งได้กิ่งพันธุ์มาจากเมืองไทย ปลูกระยะห่าง 8 เมตร คูณ 8 เมตร เนื่องจากต้นลำไยเป็นไม้ผลทรงพุ่มใหญ่ ในทุก ๆ 8 ปีจะตัดลำไยออก 1 ต้น เพื่อป้องกันไม่ให้ปลายกิ่งชนกัน ในปีที่ 15 จะมีต้นลำไยเฉลี่ย 32 ต้นต่อไร่ และมีผลผลิตเฉลี่ยต้นละ 1.5 ตัน ลำไยในจังหวัดไพลินในหลายปีที่ผ่านมีการเจริญเติบโตขึ้นอย่างมาก

ในปี พ.ศ.2555 พื้นที่เพาะปลูกลำไยในกัมพูชาเพิ่มมากขึ้น โดยมีพื้นที่ปลูกลำไยทั้งสิ้น 4.25 ตารางกิโลเมตร ได้ผลผลิตมากถึง 1,000 ตัน และได้รับผลผลิตมากขึ้นเรื่อย ๆ เมื่อเทียบกับพืชชนิดอื่น ผู้ประกอบการในการผลิตลำไยมีทั้งเกษตรกรที่เป็นชาวบ้าน และกลุ่มเอกชนและมีสารใช้สารเคมีเพิ่มมากขึ้นทำให้มีผลผลิตเพิ่มมากขึ้นด้วย ผลผลิตลำไยประมาณร้อยละ 40 จะถูกส่งออกไปยังประเทศไทย และอีกร้อยละ 60 จะถูกส่งไปยังประเทศอื่น ๆ



รูปที่ 2-2 พื้นที่ปลูกลำไยในประเทศกัมพูชา

2.2.3 สถานการณ์การปลูกลำไยในประเทศเวียดนาม

ลำไยในภาษาเวียดนาม เรียกว่า “Nhan” ซึ่งลำไยในประเทศเวียดนามถือได้ว่ามีหลากหลายสายพันธุ์ ทางภาคเหนือของเวียดนามนิยมปลูกสายพันธุ์ Nhan Lông และ Nhan Cui เนื่องจากทั้ง 2 สายพันธุ์เป็นลำไยที่มีผลขนาดใหญ่ เมล็ดมีขนาดเล็ก ส่วนทางภาคใต้จะนิยมปลูกสายพันธุ์ Nhan Lông และ Tieu Da Bo ลักษณะการปลูกลำไยทางภาคเหนือโดยทั่วไปจะปลูกที่ระยะห่างระหว่างต้นประมาณ 8 x 8 เมตร แต่ทางภาคใต้จะปลูกที่ระยะห่าง 5 x 5 เมตร

รูปที่ 2-3 พื้นที่ปลูกลำไยในประเทศเวียดนาม

ตารางที่ 2-2 พื้นที่ปลูกลำไยและปริมาณผลผลิตของประเทศเวียดนามจำแนกตามภูมิภาค พ.ศ.2541-2542

พ.ศ.	ดินดอนสามเหลี่ยมปากแม่น้ำโขง		ภาคเหนือ		ภาคใต้	
	พื้นที่ปลูก (ตร.กม.)	ผลผลิต (ตัน)	พื้นที่ปลูก (ตร.กม.)	ผลผลิต (ตัน)	พื้นที่ปลูก (ตร.กม.)	ผลผลิต (ตัน)
2541	286.00	270,000	40.00	40,000	13.14	10,000
2542	300.30	280,000	50.00	50,000	65.70	35,000

ที่มา : (Chomchalow, 2004)

ตารางที่ 2-3 พื้นที่ปลูกลำไยและปริมาณผลผลิตของประเทศเวียดนาม พ.ศ.2547-2548

พ.ศ.	พื้นที่ปลูก (ตร.กม.)	ผลผลิต (ตัน)
2547	1.211.00	606,400
2548	1.203.00	628,800

เวียดนามเหนือถือได้ว่าเป็น Motherland of Longan ของประเทศเวียดนาม จากบันทึกเอกสารเกี่ยวกับความเป็นมาพบว่าลำไยที่ปลูกในประเทศเวียดนามมีมาตั้งแต่ 300-400 ปีมาแล้ว ส่วนใหญ่ต้นลำไยที่เก่าแก่จะพบได้ในพื้นที่ Communal House ในเขต Pho Hien, Hong Chau ลำไยต้นแรกพบว่าปลูกที่จังหวัด Hung Yen ซึ่งเป็นเมืองที่มีอายุมากกว่า 300 ปี โดยเริ่มปลูกประมาณปี พ.ศ. 2363-2383 ในสมัยราชวงศ์ Minh Mang แต่ยังไม่มีหลักฐานชี้ชัดว่าลำไยถือกำเนิดขึ้นในประเทศเวียดนามหรือนำเข้ามาปลูก อย่างไรก็ดีลำไยในประเทศเวียดนามสามารถปลูกได้ตามแต่ละภาคที่แตกต่างกันไม่ว่าจะเป็นภาคเหนือที่เต็มไปด้วยพื้นที่ที่เป็นภูเขา เช่น จังหวัด Son La, Lai Chau, Hoa Binh, Lao Cai, Phu Tho, Tuyen Quang หรือพื้นที่ทางภาคตะวันตกเฉียงเหนือและดินดอนสามเหลี่ยมปากแม่น้ำแดง (Red River Delta) เช่น จังหวัด Quang Ninh, Hung Yen, Hai Duong, Ha Nam, Thai Binh และพื้นที่ทางภาคใต้ เช่นจังหวัด Tien Giang, Binh Phuoc, Vinh Long, Dong Thap พื้นที่โดยรวมทั้งหมดของประเทศที่ปลูกลำไยประมาณ 600 ตารางกิโลเมตร

2.2.4 สถานการณ์การปลูกลำไยในประเทศจีน

ลำไยมีต้นกำเนิดในภาคใต้ของประเทศจีน ในบันทึกของ Han Dynasty พบว่ามีการเพาะปลูกลำไยตั้งแต่ 2000 ปีที่ผ่านมา และพบแห่งแรกใน Hou Han Shu Nan Xiong Nu Lie Zhuan นอกจากนั้นยังมีบันทึกในช่วงราชวงศ์เว้ย (Wei Dynasty) ซึ่งอยู่ในช่วง พ.ศ.899-1077 มีนักวิชาการชื่อ Jia Sixie ได้บันทึกไว้ว่า "ลำไยถูกใช้เป็นเครื่องบรรณาการที่สำคัญ จักรพรรดิได้ประกาศให้เจ้าเมืองต่าง ๆ ของจีนนำผลไม้หายากที่เติบโตในภาคใต้ เช่น ลำไย ลิ้นจี่ มาเป็นเครื่องบรรณาการให้ทุกปี" จนถึงสมัยราชวงศ์ซ่งลำไยได้รับการปลูกกันอย่างแพร่หลายในเมืองฉวนโจวมาจนถึงทางทิศเหนือ มีบันทึกไว้ใน Tu Jing Ben Cao เมื่อ พ.ศ. 1604 ว่าลำไยเติบโตในหุบเขาของทะเลทางภาคใต้ซึ่งปัจจุบันคือพื้นที่แถบ

มณฑลผู่เจี้ยน มณฑลกวางตุ้ง และมณฑลเสฉวน ต่อมามีการแพร่กระจายไปยังพื้นที่ต่าง ๆ ของจีนดังปรากฏในปัจจุบัน

รูปที่ 2-4 พื้นที่ปลูกลำไยในประเทศจีน

ในประเทศจีน ลำไยเป็นอุตสาหกรรมผลไม้ที่ใหญ่ที่สุดในแง่ของพื้นที่ คือ ประมาณร้อยละ 13-20 ของเขตปกครองตนเองกว่างซีจ้วง มณฑลกวางตุ้ง และมณฑลฝู่เจี้ยน ทางตอนใต้ของประเทศจีน ซึ่งเป็นพื้นที่ปลูกลำไยส่วนใหญ่ของประเทศ พันธุ์ของลำไยที่นิยมปลูกกันมากที่สุดคือ พันธุ์สื่อเจี่ย โดยพันธุ์นี้จะมีผลโตเท่ากับลำไยเกรด 3 ของไทย รองลงไปคือพันธุ์ Chulian ซึ่งมีเนื้อหนา หวาน ไม่แฉะ และมีเม็ดเล็ก นอกจากนี้ก็ยังมีพันธุ์อื่น ๆ ที่จีนทำการปลูกเพื่อการค้าอีกถึง 40 พันธุ์ และจีนยังมีการพัฒนาการปลูกลำไยให้ดียิ่งขึ้นอีกด้วย

ตารางที่ 2-4 พื้นที่ปลูกลำไยและปริมาณผลผลิตของประเทศจีนจำแนกตามภูมิภาค พ.ศ.2530-2540

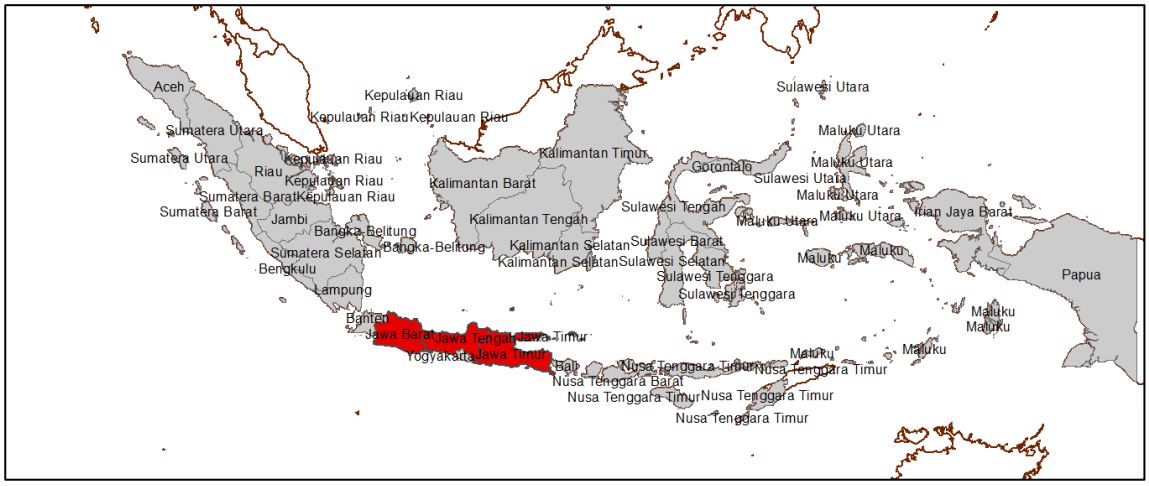
พ.ศ.	เขตปกครองตนเองกว่างซีจ้วง		มณฑลกวางตุ้ง		มณฑลฟูเจี้ยน	
	พื้นที่ปลูก (ตร.กม.)	ผลผลิต (ตัน)	พื้นที่ปลูก (ตร.กม.)	ผลผลิต (ตัน)	พื้นที่ปลูก (ตร.กม.)	ผลผลิต (ตัน)
2530	92	22,400	87	21,800	226	37,300
2532	169	23,400	153	26,900	257	43,700
2534	273	25,200	236	32,200	406	63,300
2536	490	36,800	294	42,000	531	54,300
2538	1,213	118,600	757	76,000	664	86,400
2540	2,101	133,300	1,196	124,700	903	104,800

ที่มา : (Choo, 2000)

ปัจจุบัน จีนเป็นตลาดใหญ่ที่นำเข้าลำไยจากไทย แต่เมื่อจีนได้กำหนดแผนส่งเสริมการปลูกลำไยในมณฑลต่าง ๆ ดังกล่าวเป็นจำนวนหลายแสนไร่ ซึ่งมีการประมาณการว่าในช่วงปี พ.ศ.2540 - 2541 จีนจะมีพื้นที่เพาะปลูกลำไยประมาณ 1,600 ตารางกิโลเมตร ย่อมต้องมีผลกระทบต่อการส่งออกลำไยของไทยในช่วงระยะเวลา 4-5 ปีต่อมา ซึ่งจากตัวเลขพบว่าจีนมีการนำเข้าลำไยจากทั้งโลกปีละประมาณ 75,662 ตัน ในขณะที่ปริมาณการผลิตของจีนมีเท่ากับ 232,000 ตัน ที่มากกว่าปริมาณการนำเข้าถึงกว่า 3 เท่าตัว และมีปริมาณการส่งออกเพียง 54 ตันเท่านั้น แสดงให้เห็นว่าความต้องการบริโภคลำไยภายในประเทศของจีนยังมีสูงมาก แต่อย่างไรก็ตามจากการคาดการณ์ปริมาณการผลิตของจีนซึ่งมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในอัตราเร่ง จึงเป็นไปได้ว่าในอนาคตจีนจะสามารถผลิตเพื่อการบริโภคในประเทศได้อย่างเพียงพอ

2.2.5 สถานการณ์การปลูกลำไยในประเทศอินโดนีเซีย

ลำไยเริ่มนำเข้ามาปลูกในประเทศอินโดนีเซียเมื่อปี พ.ศ.2540 ในเกาะชวากลางและเกาะชวาตะวันออกซึ่งถือได้ว่าเป็นจุดศูนย์กลางของประเทศในการพัฒนาและผลิตลำไย ลำไยถูกพัฒนาให้ปลูกในพื้นที่สามเหลี่ยมของเกาะชวากลาง คือ เซอมารัง (Semarang), และมาเกลัง (Magelang) ขณะที่ลำไยในเกาะชวาตะวันออกปลูกมากใน มาลัง (Malang), และบลิตาร์ (Blitar)



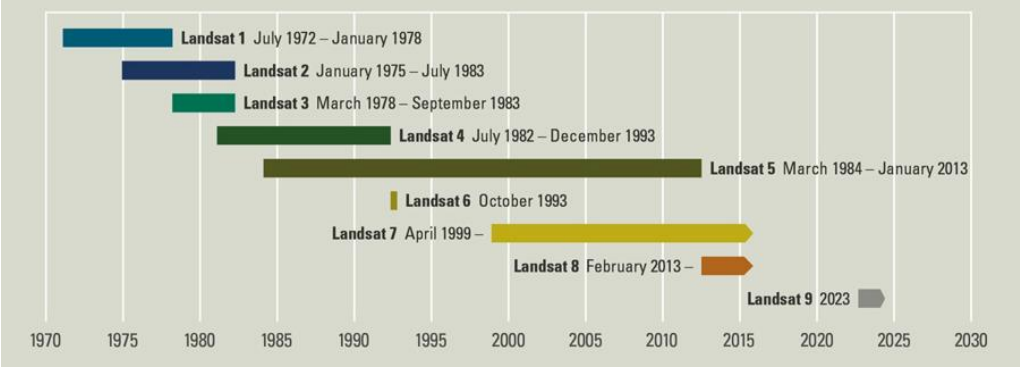
รูปที่ 2-5 พื้นที่ปลูกลำไยในประเทศอินโดนีเซีย

ในปี พ.ศ.2554 อินโดนีเซียมีสัดส่วนมูลค่าการนำเข้าลำไยสดจากไทยมากถึงร้อยละ 98.91 ขณะที่นำเข้าจากเวียดนามและจีนร้อยละ 1.06 และ 0.03 อินโดนีเซียปลูกลำไยได้เอง แต่การขนส่งมาขายยังกรุงจาการ์ตา ค่อนข้างลำบากและต้นทุนสูง และยังขาดองค์ความรู้ด้านการรมเพื่อยืดอายุผลลำไยสด

2.3 ข้อมูลทั่วไปของดาวเทียม Landsat 8

2.3.1 ความเป็นมาของดาวเทียม Landsat 8

ในช่วงกลางทศวรรษที่ 1960 ประเทศสหรัฐอเมริกาได้พัฒนาโครงการเพื่อสร้างดาวเทียมสำหรับสำรวจพื้นผิวโลกขึ้นโดยความร่วมมือระหว่างหน่วยงานปกครอง (Department of the Interior) หน่วยงานการเกษตร (Department of Agriculture) และองค์การบริหารการบินและอวกาศแห่งชาติ (National Aeronautics and Space Administration - NASA) ซึ่งโครงการดังกล่าวประสบผลสำเร็จเมื่อปล่อยดาวเทียมดวงแรกชื่อ Earth Resources Technology Satellite (ERTS-1) ขึ้นสู่วงโคจรเมื่อวันที่ 23 กรกฎาคม พ.ศ.2515 และภายหลังเปลี่ยนชื่อเป็น Landsat 1 และได้ให้บริการข้อมูลมาอย่างต่อเนื่องจนเป็นชุดของดาวเทียม Landsat เมื่อมีการส่งดาวเทียมขึ้นทดแทนการทำงานคือ Landsat 2, Landsat 3 Landsat 4, Landsat 5, Landsat 6, Landsat 7 โดยประเทศไทยได้เข้าร่วมโครงการ ERTS นี้ ตั้งแต่แรกเริ่มในปี พ.ศ.2514 และมีการจัดตั้งสถานีรับสัญญาณภาคพื้นดินจากดาวเทียมที่เขตลาดกระบังในปี พ.ศ.2524 ซึ่งนับเป็นสถานีรับสัญญาณฯ แห่งแรกในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้



รูปที่ 2-6 ผังแสดงลำดับเหตุการณ์ของการพัฒนาและการใช้งานดาวเทียม Landsat

ที่มา : Landsat Missions: Imaging the Earth Since 1972
(http://landsat.usgs.gov//about_mission_history.php)

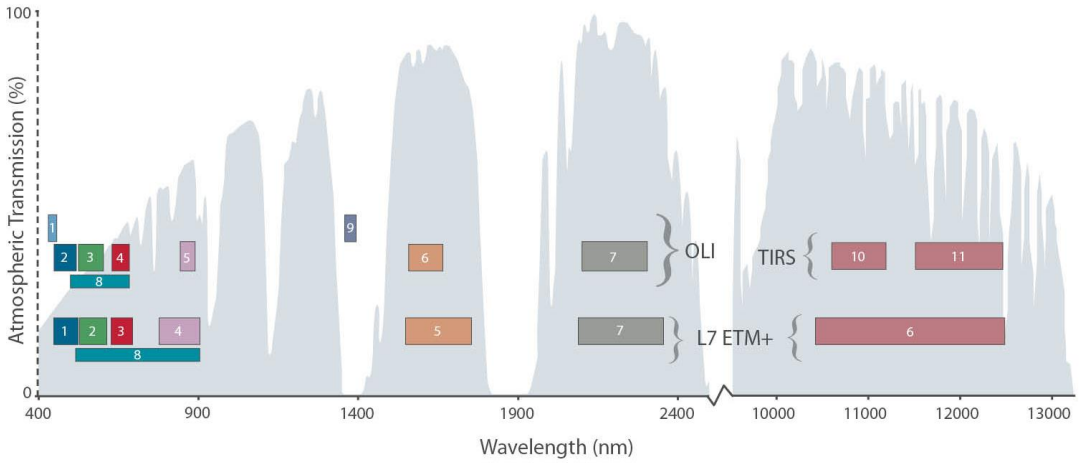
ดาวเทียม Landsat 8 ถูกพัฒนาขึ้นโดยความร่วมมือระหว่างสำนักงานการสำรวจทางธรณีวิทยาสหรัฐอเมริกา (U.S. Geological Survey - USGS) และองค์การบริหารการบินและอวกาศแห่งชาติ ถูกปล่อยขึ้นสู่วงโคจรเมื่อวันที่ 11 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2556 ภายใต้ “ภารกิจสานความต่อเนื่องข้อมูลภาพจากดาวเทียม Landsat (Landsat Data Continuity Mission, LDCM)” (เลี่ยงโรคาพาธ, 2556) ในช่วงของการปล่อยดาวเทียมขึ้นสู่วงโคจรดาวเทียมจะถูกเรียกชื่อว่าดาวเทียม LDCM หลังจากนั้นเมื่อมีการปรับดาวเทียมเข้าสู่วงโคจร และปรับเทียบอุปกรณ์ถ่ายภาพหลังการยิงสู่อวกาศให้ทำงานตามที่ได้วางแผนไว้ ซึ่งต้องใช้ระยะเวลา 3 เดือน จนกระทั่งวันที่ 30 พฤษภาคม พ.ศ.2556 การดำเนินงานจึงเสร็จสิ้น ดาวเทียม LDCM จึงจะถูกเปลี่ยนไปใช้ชื่อ Landsat 8 อย่างเป็นทางการและทาง

สำนักงานการสำรวจทางธรณีวิทยาสหรัฐอเมริกาจึงเริ่มให้ดาวเทียมถ่ายภาพ เพื่อให้ภารกิจสานความต่อเนื่องข้อมูลภาพจากดาวเทียม Landsat สมบูรณ์

2.3.2 คุณสมบัติพื้นฐานของดาวเทียม Landsat 8

ดาวเทียม Landsat 8 โคจรที่ระดับความสูงจากพื้นโลกประมาณ 705 กิโลเมตร โคจรรอบโลกหนึ่งรอบในเวลา 99 นาทีในแนวขั้วโลกเหนือใต้โดยประมาณ และจะโคจรกลับมาถ่ายภาพซ้ำตำแหน่งเดิมทุก 16 วัน ข้อมูลหนึ่งภาพ (Scene) มีขนาด 170 กิโลเมตรในแนวเหนือถึงใต้และ 183 กิโลเมตรในแนวตะวันออกถึงตะวันตก

ดาวเทียม Landsat 8 พัฒนาเทคโนโลยีเครื่องมือตรวจวัด (sensors) ที่ทันสมัยและมีประสิทธิภาพมากขึ้นมากขึ้น โดยประกอบด้วยเครื่องมือตรวจวัด 2 ชุด คือ Operational Land Imager (OLI) และ Thermal Infrared Sensor (TIRS) โดยที่ OLI ใช้สำหรับตรวจวัดช่วงคลื่นตามองเห็น (Visible อินฟราเรดใกล้ (Near Infrared – NIR) และอินฟราเรดคลื่นสั้น (Short Wavelength Infrared – SWIR) ด้วยความละเอียดจุดภาพ 30 เมตร และภาพขาว-ดำ (Panchromatic) ด้วยความละเอียดจุดภาพ 15 เมตร ส่วน TIRS จะใช้สำหรับตรวจวัดช่วงคลื่นอินฟราเรดความร้อน (Thermal Infrared) จำนวน 2 ช่วงด้วยความละเอียดจุดภาพ 60 เมตร



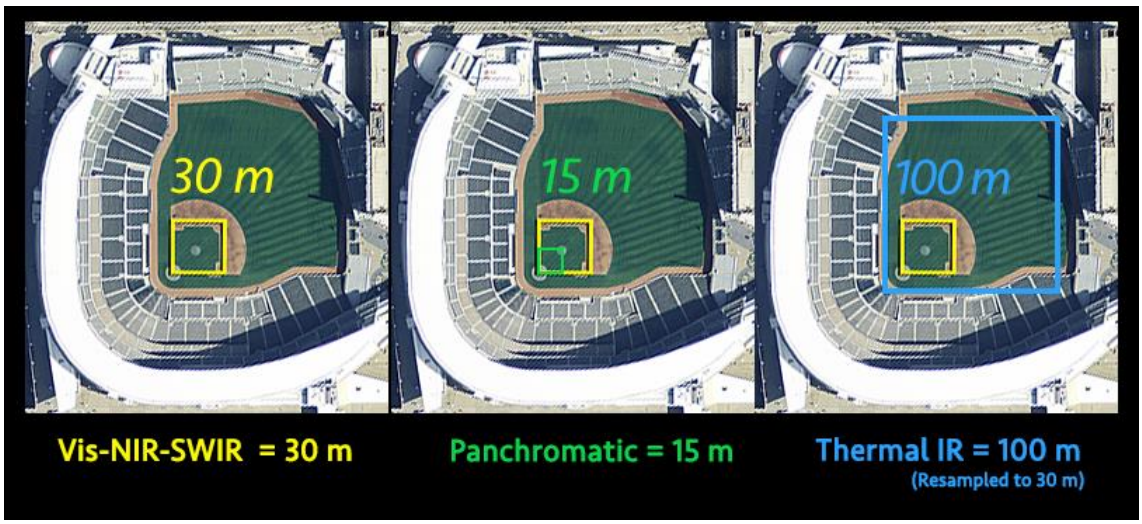
รูปที่ 2-7 เปรียบเทียบช่วงคลื่นที่มีการบันทึกจากอุปกรณ์ตรวจวัดของดาวเทียม Landsat 7 (L7 TEM+) และดาวเทียม Landsat 8 (OLI and TIRS) และประสิทธิภาพของการตรวจวัดข้อมูล

ที่มา : Landsat Overview – Landsat Science (http://landsat.gsfc.nasa.gov/?page_id=7195)

ตารางที่ 2-5 การบันทึกข้อมูลช่วงคลื่นของดาวเทียม Landsat 8

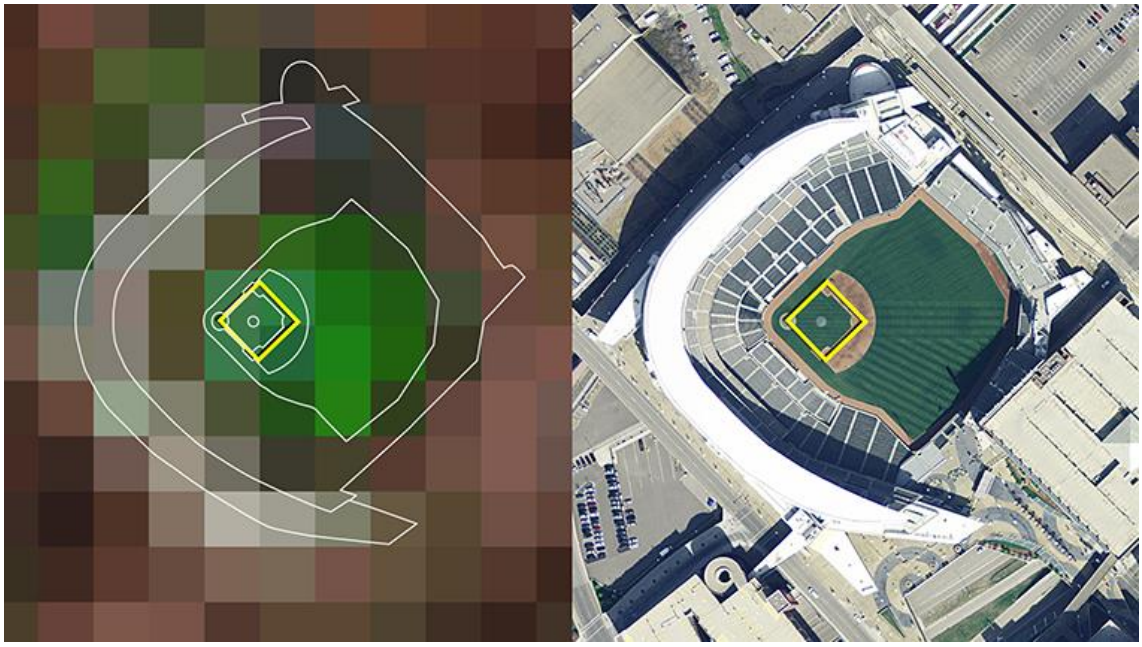
แบนด์	ความยาวคลื่น (ไมโครเมตร-μm)	รายละเอียดจุดภาพ (เมตร)	คุณสมบัติ
1	0.435–0.451 Coastal/Aerosal	30	เหมาะสำหรับการตรวจสอบบริเวณชายฝั่งน้ำตื้น และการกระจายของอนุภาคเล็กในอากาศ เช่น ฝุ่นละอองและควัน
2	0.452-0.512 Blue	30	เป็นช่วงคลื่นที่ตามองเห็น สามารถแสดงรูปแบบตามจริงที่ปรากฏบนพื้นโลก
3	0.533-0.590 Green	30	
4	0.636-0.673 Red	30	
5	0.851-0.879 NIR	30	มีคุณสมบัติที่ดีสำหรับการตรวจสอบพืชพรรณ รวมถึงความสมบูรณ์ของพืช เหมาะกับการดำเนินงานทางด้านนิเวศวิทยา
6	1.566-1.651 SWIR-1	30	สามารถจำแนกพื้นที่ชื้นกับพื้นที่แห้งแล้ง รวมถึงการใช้ทางด้านธรณีวิทยาเพื่อระบุข้อมูลเกี่ยวกับดินและหิน
7	2.107-2.294 SWIR-2	30	
8	0.503-0.676 Panchromatic	15	ใช้สำหรับกระบวนการเพิ่มความคมชัดของรายละเอียดจุดภาพ
9	1.363-1.384 Cirrus	30	ตรวจสอบเมฆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมฆที่ก่อตัวในระดับสูง
10	10.60-11.19 TIR-1	100	สามารถใช้สำหรับตรวจวัดอุณหภูมิในอากาศ ระบุความร้อนของพื้นที่
11	11.50-12.51 TIR-2	100	

ที่มา : Landsat 8 Overview – Landsat Science (http://landsat.gsfc.nasa.gov/?page_id=7195)
Landsat 8 Bands – Landsat Science (http://landsat.gsfc.nasa.gov/?page_id=5377)



รูปที่ 2-8 รายละเอียดจุดภาพของดาวเทียม Landsat 8 เมื่อเทียบกับรูปแบบที่ปรากฏบนพื้นโลก

ที่มา : Landsat 8 Overview – Landsat Science (http://landsat.gsfc.nasa.gov/?page_id=7195)



รูปที่ 2-9 ผลที่เกิดจากขนาดของรายละเอียดจุดภาพเมื่อเทียบกับรูปแบบที่ปรากฏบนพื้นโลก

ที่มา : Picturing a Pixel – Landsat Science (http://landsat.gsfc.nasa.gov/?p=8856)

2.4 แนวคิดเทคนิคการจำแนกเชิงวัตถุ

การจำแนกเชิงวัตถุ (Object-oriented Classification) เป็นเทคนิคหนึ่งในกระบวนการประมวลผลภาพ (Image Processing) ซึ่งถูกนำมาประยุกต์ใช้กับการจำแนกข้อมูลดาวเทียม โดยมีข้อได้เปรียบจากการจำแนกเชิงจุดภาพ (Pixel-based Classification) ดังนี้

- การจำแนกเชิงวัตถุใช้ค่าการสะท้อนจากจุดภาพเพื่อจัดกลุ่มของจุดภาพและจำแนกพื้นที่โดยพิจารณาร่วมกับรูปทรง ลักษณะพื้นผิว และการความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุในพื้นที่
- การจำแนกเชิงวัตถุสามารถทำงานได้กับข้อมูลที่มีรายละเอียดจุดภาพต่างกัน (Multiresolution) เป็นผลให้การดำเนินงานสามารถนำข้อมูลดาวเทียมหลายชนิดที่มีรายละเอียดจุดภาพแตกต่างกันมาวิเคราะห์ร่วมกันได้
- การจำแนกเชิงวัตถุสามารถสร้างเครือข่ายลำดับชั้น (Hierarchical Network) ให้กับวัตถุต่าง ๆ ทำให้สามารถจัดหมวดหมู่ของวัตถุซึ่งจะมีผลต่อการจำแนกข้อมูล
- การจำแนกเชิงวัตถุมีกระบวนการจำแนกโดยใช้หลักการตรรกศาสตร์ฟัซซี (Fuzzy Logic) ซึ่งจะทำให้กระบวนการจำแนกมีประสิทธิภาพมากขึ้น

การจำแนกประเภทข้อมูลภาพ (Image Classification) เป็นการประมวลผลในทางสถิติเพื่อแยกกลุ่มของจุดภาพตามลักษณะร่วมทางสถิติ ที่มีลักษณะเฉพาะของแต่ละกลุ่มร่วมกัน (ฉlass) และมีความแตกต่างกันระหว่างกลุ่ม สำหรับการจำแนกประเภทข้อมูลด้วยวิธีการเชิงวัตถุ (Object–Oriented Classification) หลักการจำแนกเชิงวัตถุ ประกอบด้วยกระบวนการ 2 ขั้นตอน ได้แก่ การแบ่งส่วน และการจำแนกประเภทข้อมูล โดยมีรายละเอียดดังนี้

1 การแบ่งส่วน

การแบ่งส่วน (Segmentation) เป็นการแยกข้อมูลภาพในส่วนที่ต้องการที่มีลักษณะเหมือนกับข้อมูลตัวอย่าง วิธีการพื้นฐานสำหรับการแบ่งส่วน คือการพิจารณาค่าความสว่างของจุดภาพสำหรับภาพที่ดูช่วงค่าระดับสีเทาและค่าความแตกต่างสำหรับภาพสี นอกจากนี้ยังพิจารณาขอบเขตของวัตถุและลักษณะความหยาบละเอียดของภาพด้วย โดยทั่วไปการแบ่งส่วนมีวิธีการหลัก ๆ 3 วิธี ประกอบด้วย

1.1 Pixel - Based เป็นเทคนิคพิจารณาความเข้มของจุดภาพภายในภาพ ซึ่งผลของการแบ่งส่วนจะขึ้นอยู่กับวิธีการกำหนดขอบเขตของส่วนประกอบที่เป็นความเข้มหรือสีของจุดภาพ และค่าเส้นขอบเขตสามารถหาได้จากฮิสโตแกรมของภาพ แต่ในหลาย ๆ กรณีที่การเปลี่ยนแปลงของฮิสโตแกรมไม่สามารถบอกการเปลี่ยนแปลงขอบเขตระหว่างวัตถุได้อย่างชัดเจน

1.2 Region - Based วิธีการนี้ให้ความสำคัญกับลักษณะของวัตถุที่เป็นพื้นที่ที่ต้องการเกิดการเชื่อมต่อจุดภาพที่มีลักษณะเหมือนกันและกำหนดเป็นกลุ่มของข้อมูลภาพ โดยจะให้ลักษณะภาพแทนด้วยกลุ่มของจุดภาพที่มีการเชื่อมต่อจุดกัน โดยเริ่มเชื่อมต่อจุดต่อจุดไปเรื่อย ๆ จนกระทั่งได้ขอบเขตของวัตถุ ซึ่งขอบเขตที่ได้จะมีข้อมูลที่มีลักษณะเหมือนกันและขอบเขตจะขยายไปเรื่อย ๆ จนไม่มีจุดภาพใดที่สามารถแบ่งได้แล้ว จากนั้นก็จะทำการสร้างกลุ่มของจุดภาพขึ้นมาใหม่ทำแบบนี้ไปเรื่อย ๆ จนทั่วทั้งภาพ วิธีการนี้มีข้อเสียตรงที่เกิดการปะปนกันระหว่างสิ่งที่เป็นวัตถุที่ต้องการและไม่ใช่วัตถุที่ต้องการ ดังนั้นควรทำการกำหนดขอบเขตจากขอบไปยังจุดที่เป็นวัตถุและไม่ใช่วัตถุ

1.3 Edge – Based วิธีการนี้จะทำการหาขอบเขตของวัตถุที่สนใจก่อน โดยการหาขอบเขตนี้ทำได้โดยการกำหนดเมตริกขนาด 2x2 มาใช้ในการพิจารณาหาขอบเขต โดยอัลกอลิทึมของวิธีการนี้จะทำการสแกนไปตามจุดภาพของภาพตั้งแต่จุดภาพแรกไปยังจุดภาพสุดท้ายทางแนวนอนและแนวตั้ง โดยในระหว่างการสแกนจะนำจุดภาพรอบข้าง 4 จุดภาพเปรียบเทียบกับข้อมูลเมตริกที่กำหนดไว้ถ้าไม่มีตรงกับเมตริกใดเลยให้สแกนไปยังจุดภาพถัดไป แต่ถ้าตรงกับเมตริกใด ๆ จะทำการเลื่อนตำแหน่งปัจจุบันไปตามทิศทางที่ได้กำหนดไว้ ก่อนที่จะมีการเลื่อนตำแหน่งให้มีการเก็บค่าตำแหน่งปัจจุบันนี้ไว้ เนื่องจากตำแหน่งนี้คือตำแหน่งของขอบเขตของวัตถุนั้นเอง และให้ทำแบบนี้ไปเรื่อย ๆ โดยจะหยุดเมื่อพบว่าได้เวียนกลับมาที่เดิม ตัวแปรที่ใช้พิจารณาร่วมกับการแบ่งส่วน ได้แก่

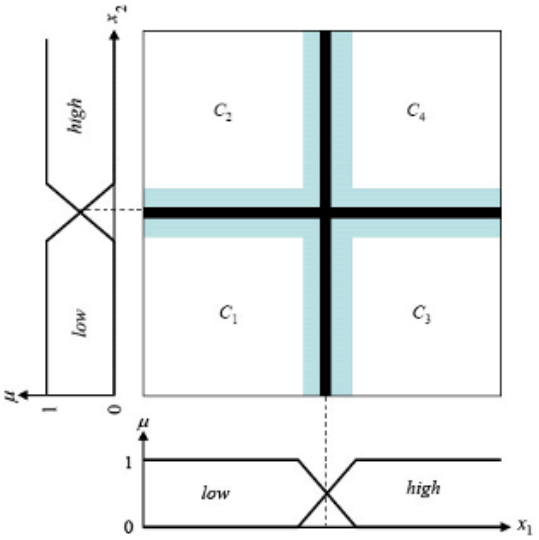
1.3.1 ตัวแปรทางด้านมาตราส่วน (Scale Parameter) เป็นตัวแปรที่มีอิทธิพลโดยตรงต่อขนาดของวัตถุภาพ ในความเป็นจริงตัวแปรนี้กำหนดความแตกต่างของขนาดของวัตถุภาพ โดยค่าที่ต่ำหมายถึงข้อมูลที่มีความเหมือนกันสูง ขนาดของวัตถุภาพที่ได้จะมีขนาดเล็ก และค่ามาตราส่วนที่สูงหมายถึงข้อมูลมีความเหมือนกันต่ำ ขนาดของวัตถุที่ได้มีขนาดใหญ่

1.3.2 ตัวแปรทางด้านสีหรือรูปร่าง (Color/Shape) สีในความหมายนี้ คือ ข้อมูลช่วงคลื่น ซึ่งตัวแปรเหล่านี้มีอิทธิพลต่อวัตถุที่มีลักษณะเป็นเนื้อเดียวกันโดยวัตถุที่มีสีใกล้เคียงกันจะถูกจัดให้อยู่ในกลุ่มเดียวกัน ส่วนรูปร่างเป็นตัวแปรหนึ่งที่ช่วยในเรื่องของรูปทรงในการแยกประเภทของวัตถุภาพ

1.3.3 ตัวแปรทางด้านความเรียบหรือการเกาะกลุ่ม (Smoothness/Compactness) เป็นตัวที่เน้นความสำคัญของการให้รูปทรงของวัตถุภาพ

การจำแนกประเภทข้อมูลในแนวคิดการจำแนกเชิงวัตถุ เป็นการใช้วัตถุภาพในการคำนวณค่าทางสถิติโดยการแทนที่ของจุดภาพที่มีลักษณะสีที่คล้ายกันภายในกรอบของวัตถุ พื้นที่ที่มีลักษณะเหมือนกันของจุดภาพที่มีค่าการสะท้อนแบบผสมไม่สามารถแยกออกได้ โดยกลุ่มของจุดภาพ เรียกว่า “วัตถุ” ซึ่งเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นระหว่างกระบวนการแบ่งส่วน เมื่อภาพถูกแบ่งส่วนจะกลายเป็นกลุ่มของจุดภาพซึ่งมีระดับค่าความแตกต่างของวัตถุคล้ายกัน ปัจจัยทางด้านมาตราส่วนเป็นตัวกำหนดขนาดวัตถุโดยเป็นตัวแปรพื้นฐานของวัตถุในการสร้างวัตถุขึ้นมาใหม่ ปัจจัยสำคัญอีกอย่างหนึ่งที่ใช้ในการวิเคราะห์ไม่เพียงแต่ค่าของช่วงคลื่นของวัตถุ แต่รวมถึงรูปร่าง ลวดลายและเส้นขอบเขตที่อยู่รอบ ๆ วัตถุ การใช้ประโยชน์จากการแก้ไขปัจจัยทางด้านมาตราส่วนเป็นวิธีการที่คล้ายกับการแปลด้วยสายตาจากข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม การแบ่งส่วนของภาพเกิดขึ้นโดยใช้ข้อมูลหลายช่วงคลื่น ซึ่งค่าการสะท้อนยังคงมีผลต่อรูปร่างของวัตถุที่ถูกสร้างขึ้นใหม่ โดยขนาดของวัตถุภาพไม่ว่าจะเป็นขนาดใหญ่กว่าหรือเล็กกว่าจะถูกสร้างเป็นวัตถุภาพที่แสดงถึงการใช้ที่ดินต่าง ๆ

การจำแนกด้วยวิธีนี้ใช้หลักการตรรกศาสตร์ฟัซซี (fuzzy logic) คือ การประมวลผลข้อมูลที่ใช้บางส่วนของสมาชิกภายในเซต แทนที่จะใช้สมาชิกทั้งหมดของเซต หรือไม่ใช้สมาชิกในเซตเลย วิธีการนี้สร้างขึ้นเพื่อที่จะเลียนแบบการแก้ปัญหาและการตัดสินใจของมนุษย์ภายใต้ความไม่แน่นอนของข้อมูล โดยยอมให้มีความยืดหยุ่นได้และทำให้การตัดสินใจนั้นเป็นไปอย่างรวดเร็วมากขึ้น นอกจากนี้โครงสร้างกฎพื้นฐานของตรรกศาสตร์ฟัซซีได้กำหนดปัญหาการควบคุมให้อยู่ในรูปแบบของเงื่อนไข ตัวอย่างเช่น ถ้ากำหนดเงื่อนไขให้ x และ y แล้ว ผลลัพธ์ที่ต้องการจะขึ้นอยู่กับเงื่อนไขแต่ละข้อของข้อมูลที่นำเข้า จำนวนและความซับซ้อนของกฎ ขึ้นอยู่กับจำนวนตัวแปรของข้อมูลนำเข้าที่เกี่ยวข้องกัน



รูปที่ 2-10 ปริภูมิรูปแบบ (Pattern Space) การจัดกลุ่มด้วยกฎฟัซซี

จากภาพ สามารถเขียนเป็นกฎได้ดังนี้

- กฎข้อ 1 ถ้า X1 มีค่าต่ำ และ X2 มีค่าต่ำ แล้วข้อมูล (X1,X2) เป็นกลุ่ม C1
- กฎข้อ 2 ถ้า X1 มีค่าต่ำและ X2 มีค่าสูง แล้วข้อมูล (X1,X2) เป็นกลุ่ม C2
- กฎข้อ 3 ถ้า X1 มีค่าสูง และ X2 มีค่าต่ำแล้วข้อมูล (X1,X2) เป็นกลุ่ม C3
- กฎข้อ 4 ถ้า X1 มีค่าสูง และ X2 มีค่าสูง แล้วข้อมูล (X1,X2) เป็นกลุ่ม C4

2.5 แนวคิดการจำแนกพื้นที่จากข้อมูลดาวเทียม

2.5.1 คุณลักษณะเชิงคลื่นของวัตุ

วัตถุต่าง ๆ มีความสามารถในการสะท้อน ดูดกลืน ส่งผ่าน และแผ่พลังงานแม่เหล็กไฟฟ้าได้ในลักษณะเฉพาะตัว ปฏิสัมพันธ์ระหว่างวัตถุและพลังงานแม่เหล็กไฟฟ้าเรียกว่า คุณลักษณะเชิงคลื่น (Spectral Characteristics) ซึ่งลักษณะเชิงคลื่นของวัตถุต่างชนิดมีลักษณะการสะท้อน (Reflection) การดูดกลืน (Absorption) การส่งผ่าน (Transmission) ที่ต่างกัน ดังนั้นพลังงานคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ณ ช่วงคลื่น หนึ่งที่ตกกระทบวัตถุใด ๆ จะมีค่าเท่ากับผลรวมของพลังงานที่สะท้อน พลังงานที่ถูกดูดกลืน และพลังงานที่ส่งผ่าน

$$E_I(\lambda)=E_R(\lambda)+E_A(\lambda)+E_T(\lambda)$$

เมื่อ $E_I(\lambda)$ = พลังงานแม่เหล็กไฟฟ้าที่ตกกระทบผิววัตถุที่คลื่นหนึ่ง

$E_R(\lambda)$ = พลังงานที่วัตถุสะท้อนกลับที่คลื่นหนึ่ง

$E_A(\lambda)$ = พลังงานที่วัตถุดูดกลืนที่คลื่นหนึ่ง

$E_T(\lambda)$ = พลังงานที่วัตถุส่งผ่านที่คลื่นหนึ่ง

ข้อมูลจากการสำรวจระยะไกลให้ความสำคัญกับค่าการสะท้อนซึ่งเป็นอัตราส่วนระหว่างพลังงานตกกระทบพื้นผิวใด ๆ กับพลังงานที่สะท้อนจากพื้นผิวนั้น ค่าการสะท้อนของวัตถุชนิดเดียวกันจะมีความแตกต่างกันไปตามความยาวคลื่นที่แตกต่างกัน เรียกว่า ค่าการสะท้อนเชิงคลื่น (Spectral Reflectance)

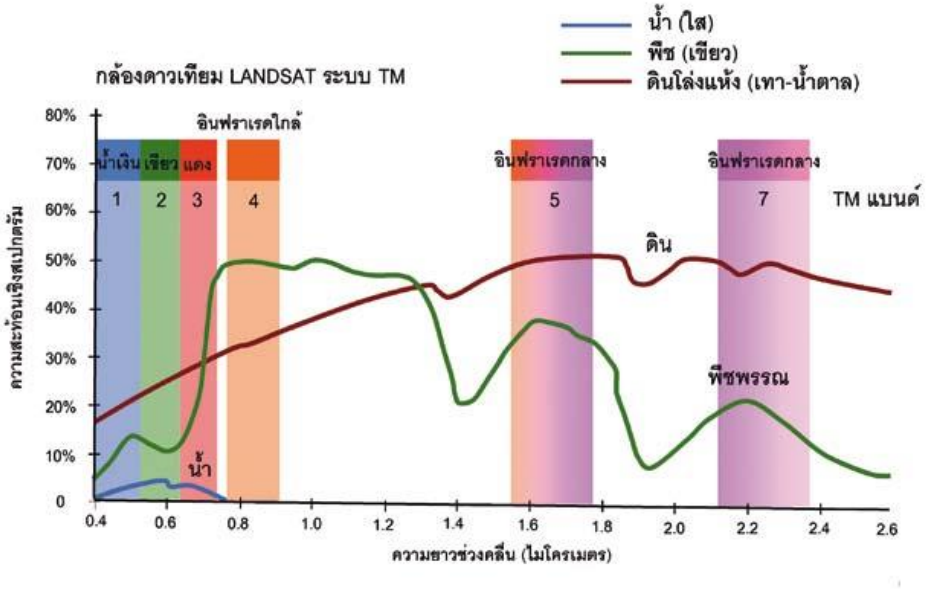
$$\rho(\lambda)=\frac{E_R(\lambda)}{E_I(\lambda)}$$

เมื่อ $\rho(\lambda)$ = ค่าการสะท้อนเชิงคลื่น ณ ช่วงคลื่นหนึ่ง

$E_R(\lambda)$ = พลังงานสะท้อนจากพื้นผิววัตถุ ณ ช่วงคลื่นหนึ่ง

$E_I(\lambda)$ = พลังงานตกกระทบบนผิววัตถุ ณ ช่วงคลื่นหนึ่ง

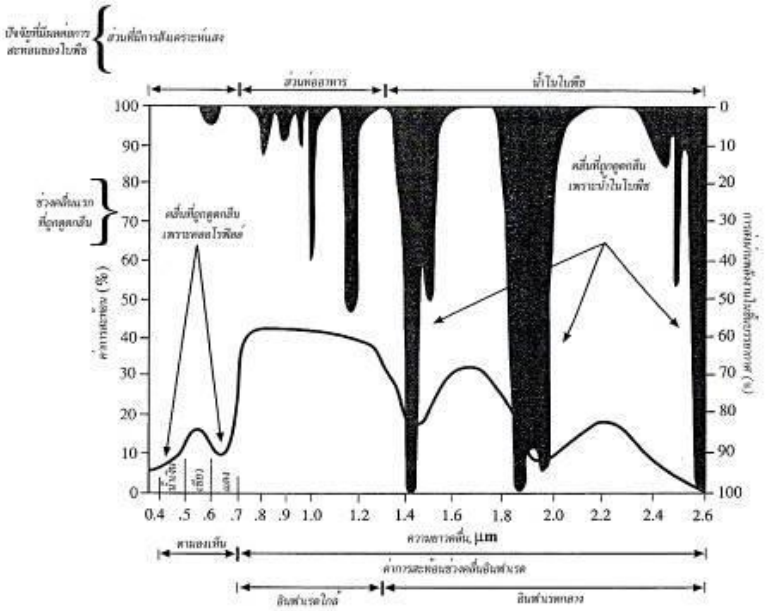
จากหลักการเบื้องต้นดังกล่าว เมื่อพิจารณาคุณลักษณะเชิงคลื่นของวัตถุต่าง ๆ ที่ปรากฏอยู่พื้นผิวโลก จะพบว่าวัตถุจะมีคุณลักษณะเชิงคลื่นที่แตกต่างกันอันเนื่องมาจากปฏิสัมพันธ์กับพลังงานคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในแต่ช่วงคลื่นที่แตกต่างกัน เมื่อแสดงในรูปเส้นกราฟจะมีลักษณะเฉพาะตัวที่เรียกว่าลายเซ็นเชิงคลื่น (Spectral Signature) ซึ่งความเฉพาะตัวของวัตถุนี้สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้เป็นอย่างดีสำหรับการจำแนกพื้นที่จากข้อมูลดาวเทียม



รูปที่ 2-11 ลายเซ็นเชิงคลื่นของน้ำ ดิน และพืชพรรณ

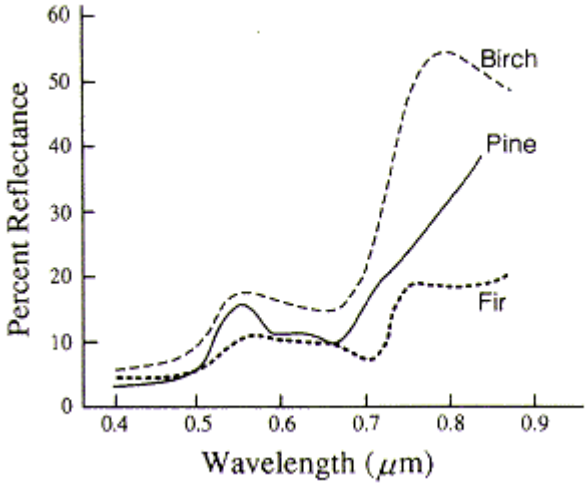
ที่มา : (สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน), 2558)

การนำข้อมูลระยะไกลมาศึกษาพืชพรรณเกษตรด้วยช่วงคลื่นตามองเห็นจนถึงอินฟราเรดโดยใช้ประโยชน์จากค่าการสะท้อนของพืชที่มีปฏิสัมพันธ์กับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าโดยเฉพาะช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้ที่มีค่าระหว่าง 0.7 – 1.3 (μm) จะมีค่าการสะท้อนสูงสุด โดยใบพืชจะสะท้อนพลังงานออกมาร้อยละ 40 – 50 และพลังงานที่เหลือถูกส่งผ่านออกไปเพราะโครงสร้างในใบพืชไม่มีการดูดกลืนพลังงานในคลื่นอินฟราเรดใกล้ จากคุณสมบัติดังกล่าวนี้ทำให้แยกพืชออกจากน้ำและดิน โดยในคลื่น 1.4 μm, 1.9 μm และ 2.7 μm เป็นคลื่นที่ถูกดูดกลืนอันเป็นผลมาจากน้ำที่อยู่ในใบพืช และคลื่น 1.6 μm และ 2.2 μm จะมีค่าการสะท้อนมากขึ้น แต่ไม่เท่ากับในคลื่นอินฟราเรดใกล้ และในพืชแต่ละชนิดก็จะมีค่าการสะท้อนที่แตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของพืชนั้น ๆ



รูปที่ 2-12 ลักษณะการสะท้อนเชิงคลื่นของพืชตั้งแต่ช่วงคลื่น 0.4-2.6 ไมโครเมตร

ที่มา : (ชยกฤต ม้าลำพอง, บุริม ศรีสวัสดิ์, ศรัณย์ จิตอารีย์, 2554)



รูปที่ 2-13 ค่าการสะท้อนที่แตกต่างกันตามชนิดของพืช

ที่มา : (Japan Association of Remote Sensing, 1996)

2.5.2 ดัชนีพืชแบบปรับความแตกต่าง

การเตรียมการก่อนการประมวลผล ส่วนใหญ่เป็นการปรับปรุงคุณภาพข้อมูลทำให้สามารถมองเห็นรายละเอียดได้ชัดเจนมากขึ้น โดยเฉพาะในส่วนที่ต้องการศึกษาซึ่งจะช่วยทำให้การแปลตีความมีความง่ายขึ้น ซึ่งวิธีการปรับปรุงคุณภาพอีกวิธีการหนึ่งคือ การปฏิบัติการระหว่างภาพหลายช่วงคลื่น มีประโยชน์อย่างมากสำหรับการเน้นภาพและการสกัดรูปลักษณ์ การปฏิบัติการระหว่างภาพที่นิยมใช้มาก

คือ ดัชนีพืช (Vegetation Index) เป็นเทคนิคการปฏิบัติการระหว่างภาพแบบหนึ่งที่ทำการคำนวณโดยนำช่วงคลื่นที่เกี่ยวข้องกับพืชมาทำสัดส่วนกันและกัน แล้วให้ผลลัพธ์ในการจำแนกปริมาณพืชพรรณปกคลุม ตั้งแต่ระดับมีพืชมากจนถึงไม่มีพืช จึงเป็นประโยชน์ในการติดตามการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของพืช ซึ่งวิธีการคำนวณดัชนีพืชที่นิยมใช้มากที่สุดและเลือกใช้วิธีดัชนีพืชแบบปรับความแตกต่าง (Normalized Difference Vegetation Index - NDVI) ซึ่งเป็นการทำสัดส่วนระหว่างคลื่น 2 คลื่นที่ปรับให้มีลักษณะเป็นการกระจายปกติ โดยการนำคลื่นอินฟราเรดใกล้มาลบด้วยคลื่นที่ตามองเห็นสีแดง แล้วหารด้วยผลบวกของคลื่นอินฟราเรดใกล้และคลื่นที่ตามองเห็นสีแดง (Schowengerdt, 2007)

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED}$$

เมื่อ NDVI = ค่าดัชนีพืชปรับความแตกต่าง

NIR = ค่าการสะท้อนช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้

RED = ค่าการสะท้อนช่วงคลื่นตามองเห็นสีแดง

NDVI จะมีค่าอยู่ระหว่าง -1 ถึง 1 ค่าที่เข้าใกล้ 1 มากขึ้นหมายถึงจุดภาพหรือพื้นที่นั้นมีความเป็นพืชที่สมบูรณ์มากขึ้น ในกรณีที่ค่า NDVI ติดลบจะแสดงให้เห็นว่าจุดภาพหรือพื้นที่นั้นมีวัตุที่ดูดกลืนช่วงคลื่นอินฟราเรดมากซึ่งต้องพิจารณาจากคุณสมบัติของวัตถุในพื้นที่นั้น ๆ อีกครั้ง

2.5.3 ดัชนีพืชปรับแก้ดิน

ในกรณีที่พื้นที่มีพืชปกคลุมดินอยู่น้อยจะส่งผลให้ค่าการสะท้อนของดินมีมากกว่าค่าการสะท้อนของพืชซึ่งจะแปรผันไปตามสีของดินและความชื้นในดิน ทำให้มีผลกระทบต่อค่าดัชนีพืช ในกรณีนี้สามารถใช้ค่าดัชนีพืชปรับแก้ดิน (Soil-adjusted Vegetation Index: SAVI) มาประกอบการวิเคราะห์ โดยสมการของดัชนีพืชปรับแก้ดินจะใช้พื้นฐานของสมการของดัชนีพืชแบบปรับความแตกต่างแต่เพิ่มการคำนวณสำหรับการปรับแก้ผลกระทบที่เกิดจากความสว่างของดิน (Soil Brightness) โดยมีสมการดังนี้

$$SAVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED + L} * (1 + L)$$

เมื่อ SAVI = ค่าดัชนีพืชปรับแก้ดิน

NIR = ค่าการสะท้อนช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้

RED = ค่าการสะท้อนช่วงคลื่นตามองเห็นสีแดง

L = ค่าปัจจัยปรับแก้ความสว่างของดิน โดยที่

L = 0 เมื่อพื้นที่มีพืชปกคลุมเต็มพื้นที่ (SAVI=NDVI)

L = 0.5 เมื่อพื้นที่มีพืชปกคลุมบางส่วน

L = 1 เมื่อพื้นที่ไม่มีพืชปกคลุม

2.5.4 Tasseled Cap Transformation

กระบวนการปรับภาพเชิงช่วงคลื่นเป็นอีกกระบวนการหนึ่งที่สามารถนำมาช่วยเพิ่มประสิทธิภาพสำหรับการจำแนกพืชพันธุ์คือวิธีการ Tasseled Cap Transformation ซึ่งเป็นเทคนิคการผสานเชิงเส้นจากข้อมูลดาวเทียมกับค่าสัมประสิทธิ์ที่มีค่าเฉพาะขึ้นอยู่กับอุปกรณ์ตรวจวัดของดาวเทียม โดยใช้พื้นฐานจากค่าทางสถิติของข้อมูลที่ตรวจวัดได้ เพื่อสร้างข้อมูลใหม่เท่ากับจำนวนแบนด์ที่นำเข้า โดยข้อมูลสามแบนด์แรกที่ได้จากการประมวลผลจะแสดงค่า Brightness ค่า Greenness และค่า Wetness

ตารางที่ 2-6 ค่าสัมประสิทธิ์สำหรับอุปกรณ์ตรวจวัดแบบ Operational Land Imager (OLI) ของดาวเทียม Landsat-8

	Band 1	Band 2	Band 3	Band 4	Band 5	Band 6	Band 7
Brightness	0.0000	0.3029	0.2786	0.4733	0.5599	0.5080	0.1872
Greenness	0.0000	-0.2941	-0.2430	-0.5424	0.7276	0.0713	-0.1608
Wetness	0.0000	0.1511	0.1973	0.3283	0.3407	-0.7117	-0.4559
TCT4	0.0000	-0.8239	0.0849	0.4396	-0.0580	0.2013	-0.2773
TCT5	0.0000	-0.3294	0.0557	0.1056	0.1855	-0.4349	0.8085
TCT6	0.0000	0.1079	-0.9023	0.4119	0.0575	-0.0259	0.0252

ที่มา : (Cassie, 2016)

ค่าความสว่าง (Brightness) จะให้น้ำหนักรวมของทุกแบนด์ แสดงทิศทางความแปรปรวนหลักของการสะท้อนจากดิน ค่าความเขียว (Greenness) จะตั้งฉากกับแกนค่าความสว่าง เป็นความแตกต่างระหว่างช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้กับช่วงคลื่นที่ตามองเห็น แกนนี้สัมพันธ์กับปริมาณสีเขียวในภาพ ค่าความชื้น (Wetness) จะสัมพันธ์กับทรงพุ่มของพืชและความชื้นของดิน การหมุนของแกนใหม่ถูกกำหนดตามข้อมูลภาพหรือขึ้นอยู่กับเครื่องตรวจจับสัญญาณคลื่นแต่หลังจากกำหนดเครื่องตรวจจับสัญญาณชนิดใดได้แล้ว สัมประสิทธิ์ในการแปลงค่าจะถูกกำหนดและการหมุนแกนก็จะคงที่ การใช้ Tasseled Cap ในข้อมูลดาวเทียมแต่ละประเภทจะใช้สมการการทำภาพสีผสม (Color Composition) และการแปลงสี (Color Transformation) ที่แตกต่างกัน

2.6 ความสัมพันธ์ของคุณลักษณะข้อมูลกับการจำแนกข้อมูล

สำนักงานการสำรวจทางธรณีวิทยาสหรัฐอเมริกา (U.S. Geological Survey - USGS) ได้กำหนดความสัมพันธ์ของระดับการจำแนกสิ่งปกคลุมดินและคุณลักษณะของข้อมูลดาวเทียมและภาพถ่ายทางอากาศเพื่อใช้เป็นแนวทางสำหรับการดำเนินงานในการจำแนกข้อมูลจากภาพดาวเทียมหรือภาพถ่ายทางกาศ ดังนี้

ตารางที่ 2-7 ระดับการจำแนกสิ่งปกคลุมดินกับคุณคุณสมบัติของข้อมูลดาวเทียมและภาพถ่ายทางอากาศ

ระดับของการจำแนก	ตัวอย่างข้อมูลดาวเทียมและภาพถ่ายทางอากาศ	ความละเอียดจุดภาพ (เมตร)	มาตราส่วนแผนที่
I	• Landsat MSS (79x79 m.) • Landsat TM (30x30 m.) • Spot XS (20x20 m.)	20 - 100	เล็กกว่า 1:500,000
II	• Spot Pan (10x10 m.) • ภาพถ่ายทางอากาศที่ถ่ายในระดับความสูงมากกว่า 12,400 ม.	5 - 20	1:80,000 – 1:500,000
III	• Ikonos • Quickbird • OrbView • ภาพถ่ายทางอากาศที่ถ่ายในระดับความสูง 3,100 - 12,400 ม.	1 - 5	1:20,000 – 1:80,000
IV	• Quickbird • ภาพถ่ายทางอากาศที่ถ่ายในระดับความสูงต่ำกว่า 3,100 ม.	< 1	ใหญ่กว่า 1:20,000

ที่มา : (เจริญปัญญาเนตร, 2556)

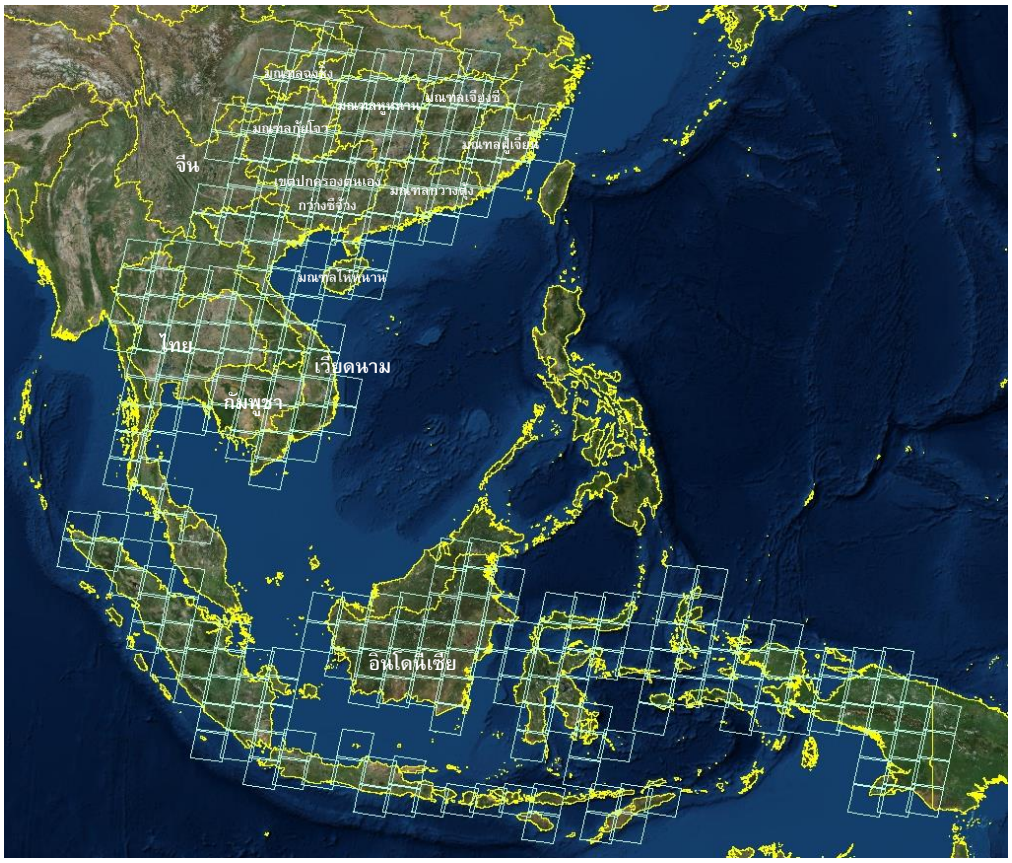
บทที่ 3
การเตรียมข้อมูลสำหรับการดำเนินงาน

การจำแนกพื้นที่ปลูกลำไยด้วยข้อมูลดาวเทียมโดยกระบวนการจำแนกเชิงวัตถุ มีข้อมูลเบื้องต้นที่จะต้องจัดเตรียมสำหรับใช้เป็นข้อมูลและปัจจัยนำเข้าสำหรับกระบวนการจำแนกเชิงวัตถุ ซึ่งมีกระบวนการดำเนินงานตามรายละเอียดดังนี้

3.1 การจัดเตรียมข้อมูลดาวเทียม Landsat-8

ข้อมูลดาวเทียม Landsat-8 ถูกเลือกมาใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการประมวลผลเพื่อจำแนกพื้นที่ปลูกลำไย เนื่องจากคุณสมบัติที่พิจารณาแล้วว่าเหมาะสมสำหรับการดำเนินงาน ดังนี้

- มีข้อมูลครอบคลุมพื้นที่ศึกษาของโครงการ ซึ่งโดยปกติแล้วดาวเทียม Landsat-8 มีภารกิจที่จะต้องสำรวจแลพเก็บข้อมูลทั่วโลก โดยข้อมูลหนึ่งภาพ (Scene) มีขนาด 170 กิโลเมตรในแนวเหนือถึงใต้และ 183 กิโลเมตรในแนวตะวันออกถึงตะวันตก ดังนั้นจึงมั่นใจได้ว่าจะมีข้อมูลสำหรับการดำเนินงาน
- มีข้อมูลให้เลือกใช้หลายช่วงเวลา เนื่องจากดาวเทียม Landsat-8 โคจรรอบโลกหนึ่งรอบในเวลา 99 นาทีในแนวขั้วโลกเหนือใต้โดยประมาณ และจะโคจรกลับมาถ่ายภาพซ้ำตำแหน่งเดิมทุก 16 วัน ส่งผลให้สามารถเลือกภาพที่ดีที่สุดสำหรับการประมวลผล รวมทั้งยังสามารถเลือกภาพที่สำรวจอยู่ในช่วงเวลาที่เหมาะสมสำหรับการประมวลผล
- คุณสมบัติของดาวเทียม Landsat 8 มีความเหสมาะสมสำหรับการประมวลผล ทั้งในแง่ของช่วงคลื่นที่มีการตรวจวัดที่สนับสนุนการวิเคราะห์พืชพรรณ รายละเอียดจุดภาพที่สามารถให้รายละเอียดได้เพียงพอต่อการวิเคราะห์แปลงปลูกลำไย และขนาดของข้อมูลที่สามารถประมวลผลได้จากระบบคอมพิวเตอร์ที่มีอยู่ รวมถึงการสนับสนุนจากระบบโปรแกรมที่ใช้สำหรับการประมวลผลข้อมูลดาวเทียม
- สำนักงานการสำรวจทางธรณีวิทยาสหรัฐอเมริกาและองค์การบริหารการบินและอวกาศแห่งชาติ ให้บริการข้อมูลโดยไม่คิดค่าใช้จ่าย ทำให้ลดงบประมาณในการนำมาใช้งาน ซึ่งจะส่งผลต่อการนำไปใช้งานจริงสำหรับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องต่อไปในอนาคตในประเด็นการจัดตรียมงบประมาณสำหรับการจัดหาข้อมูล



รูปที่ 3-1 ภาพข้อมูลดาวเทียม Landsat 8 สำหรับการดำเนินงานโครงการฯ

ที่มา : ภาพดาวเทียม - Esri, DigitalGlobe, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AEX, Getmapping, Aerogrid, IGN, IGP, swisstopo, and the GIS User Community
เส้นขอบเขตการปกครอง – Natural Earth
ขอบเขตภาพข้อมูลดาวเทียม Landsat 8 - USGS
ประมวลผลด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

ข้อมูลดาวเทียม Landsat 8 ทั้งหมดเรียกใช้ข้อมูลจากสำนักงานการสำรวจทางธรณีวิทยาสหรัฐอเมริกา (http://earthexplorer.usgs.gov/) ที่เปิดให้บริการ อย่างไรก็ตาม เนื่องจากประเทศจีนมีพื้นที่ขนาดใหญ่มาก ดังนั้นการดำเนินงานจึงต้องเลือกพื้นที่ที่มีข้อมูลการปลูกลำไยรวมถึงพื้นที่ข้างเคียง โดยพิจารณาจากลักษณะภูมิประเทศและภูมิอากาศที่มีความน่าจะเป็นสำหรับการปลูกลำไย เป็นเป้าหมายสำหรับการเรียกใช้ข้อมูลเพื่อเตรียมการสำหรับการประมวลผล

ข้อมูลที่รวบรวมจากสำนักงานการสำรวจทางธรณีวิทยาสหรัฐอเมริกามีทั้งสิ้น 286 ภาพ ครอบคลุมพื้นที่ประเทศไทย ประเทศกัมพูชา ประเทศเวียดนาม ประเทศอินโดนีเซีย และประเทศจีน ส่วนของเขตปกครองตนเองกว่างซีจ้วง มณฑลฉงชิ้ง มณฑลกุ้ยโจว มณฑลหูหนาน มณฑลเจียงซี มณฑล

กวางตุ้ง มณฑลฝู่เจี้ยน และมณฑลไหหนาน รวมพื้นที่สำหรับการประมวลผลประมาณ 9,756,834.37 ตารางกิโลเมตร

3.2 การสำรวจภาคสนามพื้นที่ปลูกลำไย

การสำรวจภาคสนามเป็นกระบวนการที่มีจุดมุ่งหมายเพื่อสำรวจลักษณะเฉพาะของพื้นที่ที่มีวัตถุที่ต้องการจำแนก เพื่อนำผลจากการสำรวจไปใช้สำหรับการแปลตีความข้อมูลดาวเทียมให้มีความถูกต้อง พื้นที่ตัวอย่างที่จะถูกนำมาใช้สำหรับการจำแนกพื้นที่ปลูกลำไยจะต้องเลือกพื้นที่ที่สามารถเป็นตัวอย่างสำหรับการจำแนกในหลายกรณี เช่น พื้นที่มีมีความชัดเจนของวัตถุเป้าหมายสูง พื้นที่ที่อาจมีการปะปนของวัตถุเป้าหมาย รวมถึงการพิจารณาเลือกพื้นที่ที่มีองค์ประกอบอื่น ๆ ร่วม ซึ่งจะขึ้นอยู่กับรูปแบบหรือวิถีการดำเนินการเพาะปลูกของแต่ละพื้นที่

การสำรวจภาคสนามเพื่อจัดทำพื้นที่ตัวอย่าง มุ่งเน้นการสำรวจเพื่อให้ได้ข้อมูลที่มีความจำเป็นสำหรับการพิจารณาเพื่อแปลและตีความข้อมูลดาวเทียม ได้แก่ การสะท้อนค่าเชิงคลื่น (Spectral Reflectance) ของวัตถุเป้าหมายที่อยู่ในพื้นที่ ลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ เช่น ความสูงของภูมิประเทศ และลักษณะทางภูมิสัณฐาน สิ่งแวดล้อมในบริเวณพื้นที่ตัวอย่าง รวมถึงสภาพของพื้นที่ตัวอย่าง เช่น ขนาดแปลงเพาะปลูก รูปแบบการวางแปลงเพาะปลูก เป็นต้น ซึ่งข้อมูลทั้งหมดที่ได้จากการสำรวจภาคสนาม จะถูกนำมาเป็นปัจจัยสำหรับการวิเคราะห์ แปล ตีความข้อมูลดาวเทียม รวมถึงใช้สำหรับการกำหนดเงื่อนไขเพื่อประมวลผลข้อมูลดาวเทียมต่อไป

นอกจากนั้น การสำรวจภาคสนามจะได้ดำเนินการระบุพื้นที่ปลูกลำไยในพื้นที่จริงไว้บนแผนที่ ซึ่งจะถูกนำไปใช้สำหรับการตรวจสอบผลการจำแนกที่ได้จากการประมวลผลข้อมูลดาวเทียม ซึ่งการตรวจสอบความถูกต้องของการจำแนกจะต้องรวบรวมปัจจัยที่ส่งผลให้การประมวลผลข้อมูลดาวเทียมเกิดความผิดพลาดหรือความเคลื่อนคลาดขึ้น เพื่อนำไปปรับปรุงปัจจัยและเงื่อนไขสำหรับการประมวลผลข้อมูลดาวเทียมให้มีความถูกต้องมากยิ่งขึ้นต่อไป

3.2.1 เครื่องมือสำหรับการดำเนินงานออกสำรวจภาคสนาม

เพื่อให้การสำรวจภาคสนามบรรลุตามเป้าหมาย จึงต้องมีการจัดเตรียมเครื่องมือสำหรับการสำรวจภาคสนาม ได้แก่

- เครื่องกำหนดตำแหน่งด้วยดาวเทียมแบบมือถือ (Global Positioning System – GPS) สำหรับการระบุตำแหน่งพื้นที่ปลูกลำไย และสร้างเส้นทางการเดินทางสำรวจ เพื่อใช้สำหรับการพิจารณาประกอบกับแผนที่

- แผนที่พื้นที่สำรวจ ซึ่งในการดำเนินงานใช้แผนที่ในระบบอุปกรณ์เคลื่อนที่ซึ่งมีให้บริการในระบบอุปกรณ์เคลื่อนที่ เนื่องจากระบบดังกล่าวมีข้อมูลดาวเทียมรายละเอียดสูงที่ให้รายละเอียดภาพเห็นถึงระดับแปลงปลูกลำไย พร้อมกับข้อมูลประกอบอื่น ๆ เช่น ถนน ตำแหน่งสถานที่สำคัญ ที่ต้องใช้สำหรับการอ้างอิง รวมทั้งแผนที่ที่จัดทำเตรียมไว้ในรูปแบบแผนที่กระดาษเพื่อใช้ช่วยสำหรับจดบันทึกและสำรองในกรณีที่ระบบอุปกรณ์เคลื่อนที่ไม่สามารถใช้งานได้เนื่องจากไม่มีสัญญาณเครือข่าย
- แบบฟอร์มการบันทึกข้อมูล สำหรับการบันทึกข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการดำเนินงานในพื้นที่ เช่น พิกัดตำแหน่ง ระดับความสูงของพื้นที่ รายละเอียดเกี่ยวกับแปลงปลูกลำไย รูปแบบการปลูกลำไย เป็นต้น

รูปที่ 3-2 เครื่องมือสำหรับการสำรวจภาคสนาม

3.2.2 การสำรวจภาคสนามพื้นที่ประเทศไทย

การสำรวจภาคสนามในพื้นที่ประเทศไทยได้ดำเนินการสำรวจทั้งสิ้น 5 ครั้ง คือ

1 พื้นที่อำเภอสารภี จังหวัดเชียงใหม่
2 พื้นที่อำเภอพร้าว จังหวัดเชียงใหม่
3 พื้นที่อำเภอเวียงหนองล่อง อำเภอป่าซาง อำเภอเมือง จังหวัดลำพูน
4 พื้นที่อำเภอมะขาม อำเภอโป่งน้ำร้อน และอำเภอสอยดาว จังหวัดจันทบุรี
5 พื้นที่จังหวัดอุดรธานี จังหวัดหนองบัวลำพู จังหวัดหนองคาย จังหวัดบึงกาฬ จังหวัดนครพนม และจังหวัดสกลนคร

การเลือกพื้นที่สำรวจภาคสนามดังกล่าว พิจารณาจากสถิติพื้นที่การปลูกลำไย ลักษณะภูมิประเทศ รูปแบบลักษณะการปลูก และความครอบคลุมพื้นที่ดำเนินงาน เพื่อให้ได้พื้นที่ที่จะใช้เป็นตัวแทนสำหรับการจำแนก รวมถึงการใช้เป็นพื้นที่สำหรับการตรวจสอบความถูกต้องของการจำแนก โดยมีรายละเอียดการดำเนินงาน ดังนี้

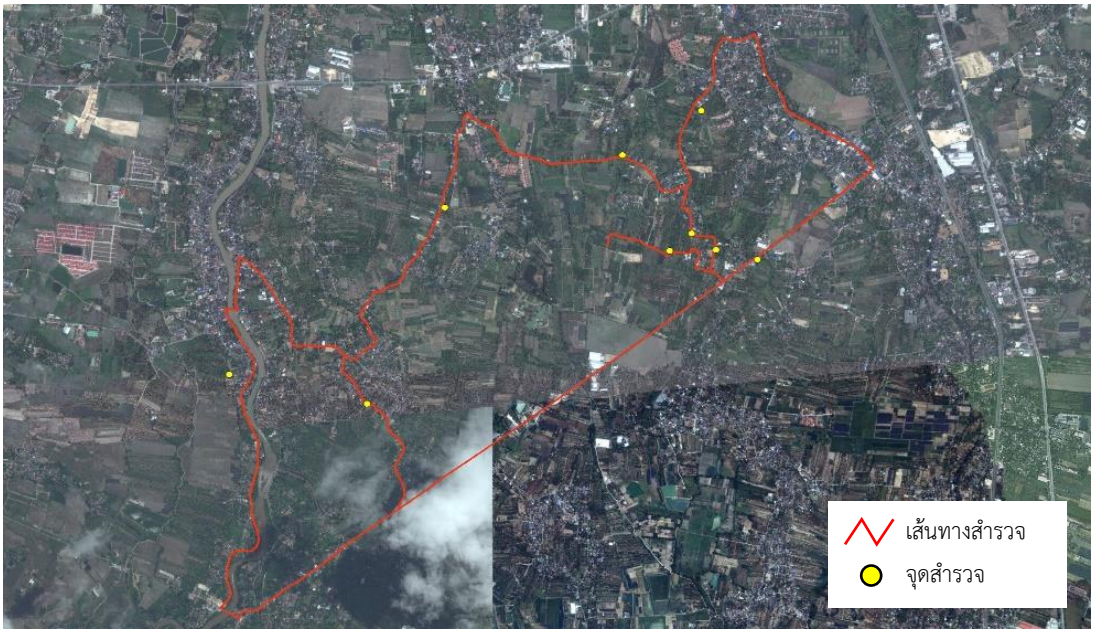
3.2.2.1 การสำรวจภาคสนามพื้นที่อำเภอสารภี จังหวัดเชียงใหม่

การสำรวจภาคสนามพื้นที่อำเภอสารภี จังหวัดเชียงใหม่ ปฏิบัติงานวันที่ 10 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2559 เนื่องจากอำเภอสารภีมีพื้นที่ปลูกลำไยมากเป็นอันดับสองของจังหวัดเชียงใหม่ นอกจากนั้นยังมีการทำสวนลำไยมาเป็นเวลานาน รวมทั้งมีกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกลำไยที่เข้มแข็งและมีองค์ความรู้ทางด้านนี้ สวนลำไยในพื้นที่อำเภอสารภีอยู่บนพื้นที่ราบลุ่ม ส่วนใหญ่ปลูกลำไยโดยไม่มีพืชอื่นปะปน แต่เมื่อพิจารณาพื้นที่โดยรวมจะมีรูปแบบของนาข้าว พืชไร่ ที่อยู่อาศัย รวมถึงโรงงานอุตสาหกรรม อยู่ในพื้นที่

เนื่องจากสวนลำไยในอำเภอสารภีเป็นสวนลำไยที่มีอายุมาก ต้นลำไยส่วนใหญ่จึงเป็นต้นที่มีอายุมาก มีบางส่วนที่มีอายุน้อยเนื่องจากการการปลูกทดแทนต้นเดิมที่ไม่ให้ผลผลิตหรือเกิดความเสียหายจากภัยธรรมชาติ ขนาดสวนลำไยโดยเฉลี่ยประมาณ 20-30 ไร่ต่อสวน สวนลำไยแต่ละสวนจะอยู่ติดกันทำให้เห็นลักษณะสวนลำไยขนาดใหญ่

การปลูกลำไยในพื้นที่อำเภอสารภีส่วนใหญ่ปลูกพันธุ์อีดอ ใช้ระยะห่างระหว่างต้นขนาด 6x6 เมตร อายุต้นลำไยมีตั้งแต่ 1ปีถึงมากกว่า 15 ปี มีการใช้สารควบคุมการให้ผลผลิตนอกฤดู พื้นที่ระหว่างต้นมีการดูแลกำจัดวัชพืชอย่างดี

รูปที่ 3-3 การสำรวจภาคสนาม อำเภอสารภี จังหวัดเชียงใหม่



รูปที่ 3-4 เส้นทางสำรวจและจุดสำรวจพื้นที่อำเภอสารภี จังหวัดเชียงใหม่

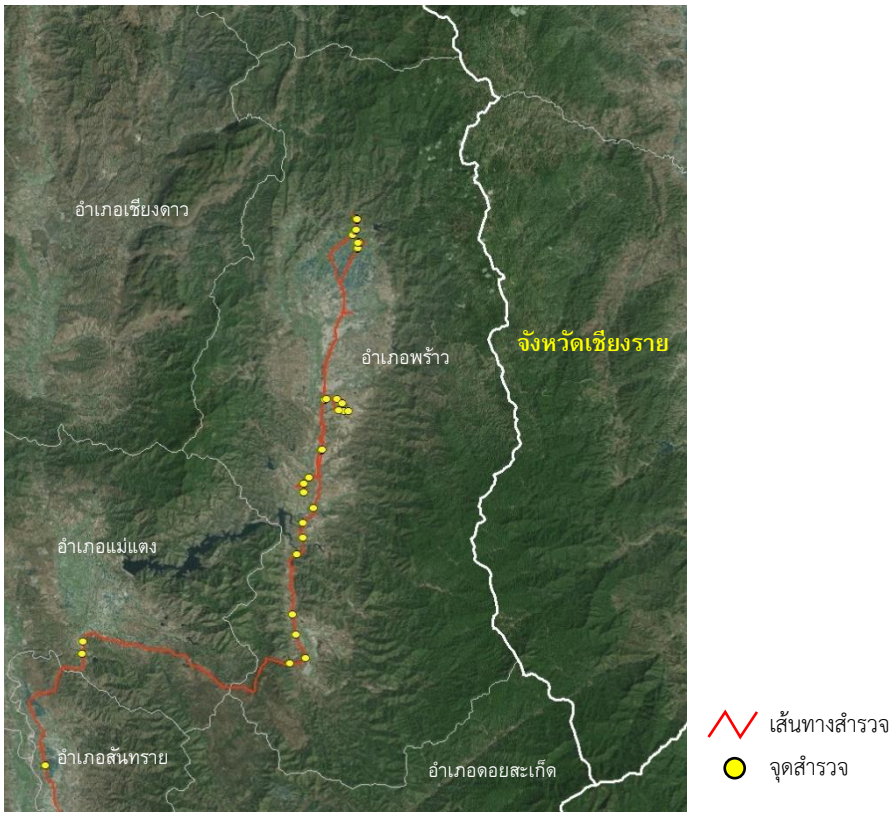
3.2.2.2 การสำรวจภาคสนามพื้นที่อำเภอพร้าว จังหวัดเชียงใหม่

การสำรวจภาคสนามพื้นที่อำเภอพร้าว จังหวัดเชียงใหม่ ปฏิบัติงานวันที่ 22 กรกฎาคม พ.ศ. 2559 พื้นที่ส่วนใหญ่เป็นที่ราบระหว่างหุบเขา การใช้ที่ดินส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ป่าไม้และเกษตรกรรม การใช้ที่ดินที่เป็นพื้นที่อยู่อาศัยเป็นลักษณะที่อยู่อาศัยหนาแน่นน้อยยังไม่มีความเป็นเมืองใหญ่

อำเภอพร้าวเป็นพื้นที่ที่มีการปลูกลำไยจำนวนมาก สวนลำไยมีทั้งในพื้นที่ราบลุ่มและพื้นที่เชิงเขา โดยเฉพาะอย่างยิ่งมีพื้นที่ที่เป็นเขตจัดสรรและมีการทำสวนลำไยขนาดใหญ่จำนวนมาก การใช้ที่ดินโดยรอบสวนลำไยส่วนใหญ่เป็นพื้นที่เกษตรกรรมอื่น ๆ เช่น นา สวนมะม่วง เป็นต้น

การปลูกลำไยในพื้นที่อำเภอพร้าวส่วนใหญ่ปลูกพันธุ์อีดอ ใช้ระยะห่างระหว่างต้นขนาด 8x8 เมตร อายุต้นลำไยมีตั้งแต่ 1 ปีถึงมากกว่า 10 ปี มีการใช้สารควบคุมการให้ผลผลิตนอกฤดู พื้นที่ระหว่างต้นมีการดูแลกำจัดวัชพืชอย่างดี

รูปที่ 3-5 การสำรวจภาคสนาม อำเภอพร้าว จังหวัดเชียงใหม่



รูปที่ 3-6 เส้นทางสำรวจและจุดสำรวจพื้นที่อำเภอพร้าว จังหวัดเชียงใหม่

3.2.2.3 การสำรวจภาคสนามพื้นที่อำเภอเวียงหนองล่อง อำเภอป่าซาง อำเภอเมือง จังหวัดลำพูน

การสำรวจภาคสนามพื้นที่อำเภอเวียงหนองล่อง อำเภอป่าซาง อำเภอเมือง จังหวัดลำพูน ปฏิบัติงานวันที่ 5 กรกฎาคม พ.ศ.2559 เนื่องจากจังหวัดลำพูนมีพื้นที่ปลูกลำไยมากเป็นอันดับสองของประเทศ และเป็นตัวอย่างพื้นที่ปลูกลำไยในที่ราบริมแม่น้ำปิงที่ต่อเนื่องมาจากอำเภอจอมทอง อำเภอสันป่าตอง อำเภอหางดง และอำเภอสารภี จังหวัดเชียงใหม่

สวนลำไยในพื้นที่ดังกล่าวทั้งหมดอยู่ในพื้นที่ราบลุ่ม สวนลำไยมีหลายขนาดตั้งแต่สวนลำไยหลังบ้านจนถึงสวนลำไยที่ปลูกเชิงอุตสาหกรรม พื้นที่ตามเส้นทางสำรวจส่วนใหญ่เป็นพื้นที่เกษตรกรรม ประกอบด้วยสวน ไร่ นา พื้นที่อยู่อาศัย และพื้นที่เมืองขนาดใหญ่ในตัวเมืองจังหวัดลำพูน

การปลูกลำไยในพื้นที่สำรวจส่วนใหญ่ปลูกพันธุ์อีดอ ใช้ระยะห่างระหว่างต้นขนาด 6x6 เมตร อายุต้นลำไยมีตั้งแต่ 1 ปีถึงมากกว่า 15 ปี มีการใช้สารควบคุมการให้ผลผลิตนอกฤดู พื้นที่ระหว่างต้นมีการดูแลกำจัดวัชพืชอย่างดี

รูปที่ 3-7 การสำรวจภาคสนามอำเภอเวียงหนองล่อง อำเภอป่าซาง
อำเภอเมือง จังหวัดลำพูน

รูปที่ 3-8 เส้นทางสำรวจและจุดสำรวจพื้นที่อำเภอเวียงหนองล่อง อำเภอป่าซาง อำเภอเมือง จังหวัดลำพูน

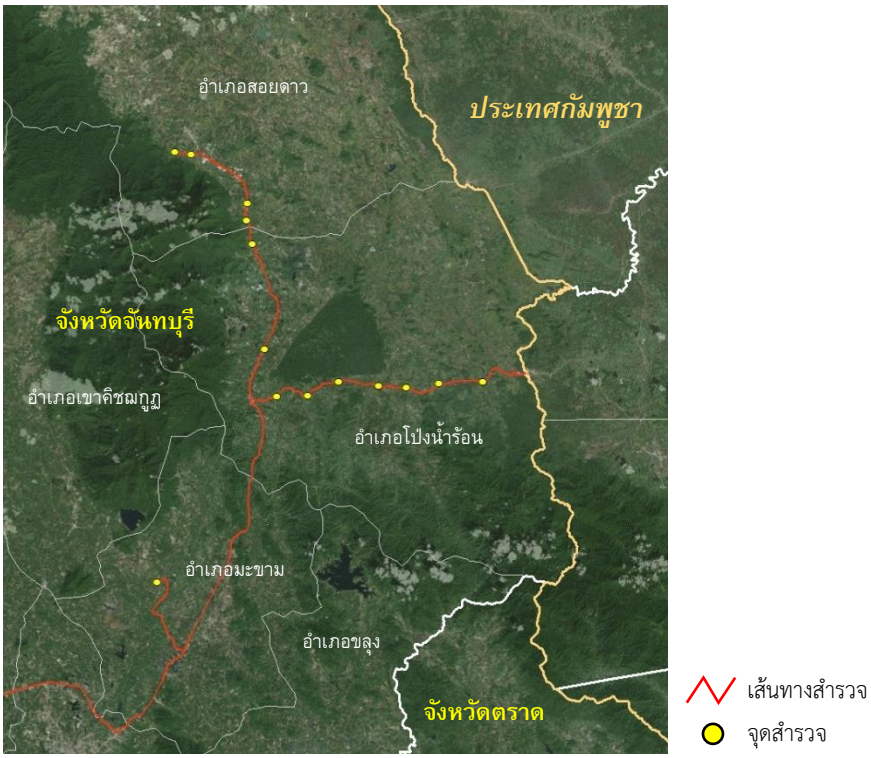
3.2.2.4 การสำรวจภาคสนามพื้นที่อำเภอมะขาม อำเภอโป่งน้ำร้อน และอำเภอสอยดาว จังหวัดจันทบุรี

การสำรวจภาคสนามพื้นที่อำเภอมะขาม อำเภอโป่งน้ำร้อน และอำเภอสอยดาว จังหวัดจันทบุรี ปฏิบัติงานวันที่ 21 มีนาคม พ.ศ.2559 ซึ่งจังหวัดจันทบุรีมีพื้นที่ปลูกลำไยและมีผลผลิตออกสู่ตลาดมากเป็นอันดับ 3 ของประเทศไทย มีการจัดการพื้นที่ปลูกในลักษณะการปลูกเพื่ออุตสาหกรรมที่ชัดเจน

พื้นที่ปลูกลำไยส่วนใหญ่อยู่บนพื้นที่เชิงเขาและที่เนิน สวนลำไยมีทั้งสวนที่พึ่งเริ่มปลูกและสวนที่ปลูกมานานมากกว่า 10 ปี การใช้ที่ดินประกอบด้วยพื้นที่ป่าไม้ แหล่งน้ำที่เกษตรกรขุดไว้ใช้สำหรับการทำสวน และพื้นที่สวนผลไม้อื่น ๆ ที่มีความหลากหลายปะปนอยู่โดยรอบสวนลำไย ส่วนพื้นที่เมืองและพื้นที่อยู่อาศัยในบริเวณที่มีสวนลำไยนั้นยังไม่มีความหนาแน่นของอาคารมาก

การปลูกลำไยในพื้นที่อำเภอมะขาม อำเภอโป่งน้ำร้อน และอำเภอสอยดาวส่วนใหญ่ปลูกพันธุ์อีดอ ใช้ระยะห่างระหว่างต้นขนาด 8x8 เมตร อายุต้นลำไยมีตั้งแต่ 1 ปีถึงมากกว่า 10 ปี มีการใช้สารควบคุมการให้ผลผลิตนอกฤดู พื้นที่ระหว่างต้นมีการดูแลกำจัดวัชพืชอย่างดี

รูปที่ 3-9 การสำรวจภาคสนามอำเภอมะขาม อำเภอโป่งน้ำร้อน และอำเภอสอยดาว จังหวัดจันทบุรี



รูปที่ 3-10 เส้นทางสำรวจและจุดสำรวจอำเภอมะขาม อำเภอโป่งน้ำร้อน และอำเภอสอยดาว จังหวัดจันทบุรี

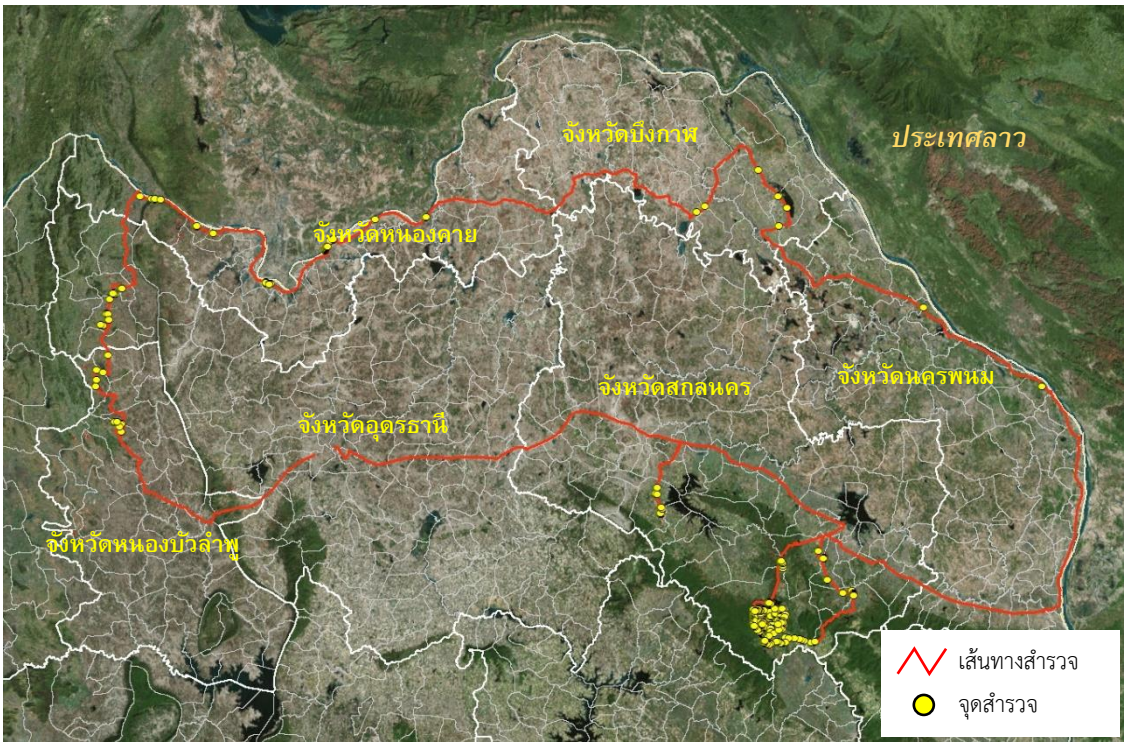
3.2.2.5 การสำรวจภาคสนามพื้นที่จังหวัดอุดรธานี จังหวัดหนองบัวลำพู จังหวัดหนองคาย จังหวัดบึงกาฬ จังหวัดนครพนม และจังหวัดสกลนคร

การสำรวจภาคสนามพื้นที่จังหวัดอุดรธานี จังหวัดหนองบัวลำพู จังหวัดหนองคาย จังหวัดบึงกาฬ จังหวัดนครพนม และจังหวัดสกลนคร ปฏิบัติงานวันที่ 17-21 มกราคม พ.ศ.2560 ซึ่งการเลือกพื้นที่ดังกล่าวมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อใช้เป็นพื้นที่สำหรับตรวจสอบความถูกต้องจากการจำแนก

พื้นที่ปลูกลำไยกระจายตัวอยู่ในพื้นที่พื้นที่เชิงเขาและที่เนิน มีทั้งแบบที่ปลูกเป็นสวนขนาดใหญ่และปลูกแซมในบริเวณที่อยู่อาศัย สวนลำไยส่วนใหญ่ปลูกมานานมากกว่า 10 ปี พื้นที่ที่พบการทำสวนลำไยขนาดใหญ่จะกระจุกตัวอยู่มากที่สุดในพื้นที่อำเภอภูพาน จังหวัดสกลนคร และบริเวณตอนเหนือของจังหวัดหนองบัวลำพูต่อเนื่องขึ้นไปทางด้านตะวันตกของจังหวัดอุดรธานี

การปลูกลำไยในพื้นที่สำรวจส่วนใหญ่ปลูกพันธุ์อีดอ ใช้ระยะห่างระหว่างต้นขนาด 8x8 เมตร พื้นที่ระหว่างต้นมีทั้งพื้นที่ที่มีการเปิดหน้าดิน พื้นที่ที่มีการดูแลกำจัดวัชพืชให้สั้น และพื้นที่ที่มีปล่อยวัชพืชขึ้นยาวปกคลุมดิน สภาพโยทั่วไป ส่วนใหญ่มีลักษณะคล้ายคลึงกับพื้นที่สวนลำไยในประเทศกัมพูชา แต่มีอายุต้นลำไยมากกว่า

รูปที่ 3-11 การสำรวจภาคสนามพื้นที่จังหวัดอุดรธานี จังหวัดหนองบัวลำพู จังหวัดหนองคาย จังหวัดบึงกาฬ จังหวัดนครพนม และจังหวัดสกลนคร



รูปที่ 3-12 เส้นทางสำรวจและจุดสำรวจจังหวัดอุดรธานี จังหวัดหนองบัวลำพู จังหวัดหนองคาย จังหวัดบึงกาฬ จังหวัดนครพนม และจังหวัดสกลนคร

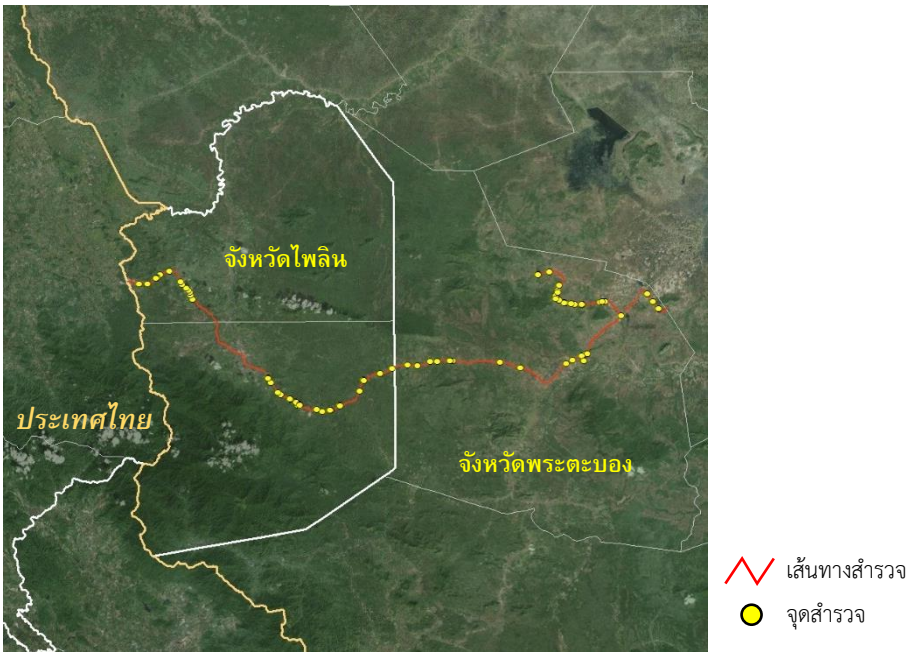
3.2.3 การสำรวจภาคสนามพื้นที่ประเทศกัมพูชา

การสำรวจภาคสนามประเทศกัมพูชา ปฏิบัติงานเมื่อวันที่ 22-23 มีนาคม พ.ศ.2559 ซึ่งได้พิจารณาเลือกพื้นที่จังหวัดไพลินและจังหวัดพระตะบอง เป็นพื้นที่ตัวแทนของประเทศกัมพูชา เนื่องจากตามรายงานทางสถิติ จังหวัดทั้งสองมีพื้นที่ปลูกลำไยมากที่สุดของประเทศกัมพูชาและมีลักษณะการปลูกเชิงอุตสาหกรรม รวมทั้งมีพื้นที่ปลูกที่มีขนาดอายุของต้นลำไยที่หลากหลายช่วงอายุ

พื้นที่ปลูกลำไยมีทั้งบนพื้นที่เชิงเขา ที่เนิน และที่ราบ สวนลำไยส่วนใหญ่เป็นสวนที่มีอายุน้อย การใช้ที่ดินประกอบด้วยพื้นที่ไร่ และพื้นที่สวนผลไม้ โดยมีมะม่วงเป็นพืชหลัก ส่วนพื้นที่เมืองและพื้นที่อยู่อาศัยในบริเวณที่มีสวนลำไยนั้นยังไม่มีความหนาแน่นของอาคารมาก

สวนลำไยในพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นสวนที่มีพื้นที่ขนาดใหญ่มากแต่อยู่กระจายทั่วพื้นที่ แต่ละสวนจะมีระยะห่างระหว่างสวนซึ่งจะคั่นด้วยพื้นที่ไร่ การปลูกลำไยในพื้นที่จังหวัดไพลินและจังหวัดพระตะบอง ส่วนใหญ่ปลูกพันธุ์อีดอ ใช้ระยะห่างระหว่างต้นขนาด 6x6 เมตร อายุต้นลำไยมีตั้งแต่น้อยกว่า 1 ปีถึงประมาณ 5 ปีโดยเฉลี่ย มีการใช้สารควบคุมการให้ผลผลิตนอกฤดู พื้นที่ระหว่างต้นมีการดูแลกำจัดวัชพืชอย่างดี ในบริเวณสวนที่อายุน้อยจะเห็นหน้าดินเปิดโล่งอยู่มาก สวนบางแห่งมีการปลูกพืชอื่น เช่น กล้วย แซมระหว่างต้นลำไยเพื่อเก็บผลผลิตจำหน่ายเป็นรายได้ระหว่างรอต้นลำไยให้ผลผลิต

รูปที่ 3-13 การสำรวจภาคสนาม จังหวัดไพลิน และจังหวัดพระตะบอง ประเทศกัมพูชา



รูปที่ 3-14 เส้นทางสำรวจและจุดสำรวจจังหวัดไพลินและจังหวัดพระตะบอง ประเทศกัมพูชา

3.2.4 การสำรวจภาคสนามพื้นที่ประเทศเวียดนาม

จากสถิติการปลูกลำไยของประเทศเวียดนาม พบว่าประเทศเวียดนามมีการปลูกลำไยเฉพาะทางตอนเหนือและตอนใต้ของประเทศซึ่งเป็นพื้นที่เกษตรกรรมที่สำคัญของประเทศเวียดนาม ซึ่งตอนเหนือคือบริเวณที่ราบลุ่มดินดอนสามเหลี่ยมปากแม่น้ำแดง (Sông Hồng) มีเมืองฮานอยเป็นเมืองใหญ่และเป็นเมืองหลวงของประเทศเวียดนาม และพื้นที่ตอนใต้คือบริเวณที่ราบลุ่มดินดอนสามเหลี่ยมปากแม่น้ำโขง ซึ่งมีเมืองโฮจิมินท์เป็นเมืองใหญ่ที่สำคัญ

การสำรวจภาคสนามในพื้นที่ประเทศเวียดนามจึงแบ่งการปฏิบัติงานเป็น 2 ส่วนคือ การปฏิบัติงานสำรวจในพื้นที่ราบลุ่มดินดอนสามเหลี่ยมปากแม่น้ำโขงและการปฏิบัติงานสำรวจในพื้นที่ราบลุ่มดินดอนสามเหลี่ยมปากแม่น้ำแดง โดยมีรายละเอียดดังนี้

3.2.4.1 การสำรวจภาคสนามพื้นที่ราบลุ่มดินดอนสามเหลี่ยมปากแม่น้ำโขง

การสำรวจภาคสนามพื้นที่ราบลุ่มดินดอนสามเหลี่ยมปากแม่น้ำโขงปฏิบัติงานวันที่ 18-20 พฤษภาคม พ.ศ.2559 โดยความร่วมมือกับ Biotechnology Research & Development Institute, Can Tho University ปฏิบัติงานในพื้นที่เมืองเกิ่นเทอ (Can Tho) เมืองหวิงลอง Vinh Long เมืองโห่วยาง (Hau Giang) และเมืองบักเลียว (Bac Lieu)

จากลักษณะภูมิประเทศที่เป็นดินดอนสามเหลี่ยมปากแม่น้ำ ทำให้เกิดลักษณะทางน้ำประสานสาย (Braided Channels) แม่น้ำสายย่อยหลายสายประสานกับรวมกับระบบทางน้ำที่สร้างขึ้นจำนวนมากมีผลทำให้พื้นที่เมืองเกิ่นเทอ เมืองหวิงลอง และเมืองโห่วยาง เป็นพื้นที่ที่เหมาะสำหรับทำการเกษตรโดยเฉพาะอย่างยิ่งเมืองเกิ่นเทอซึ่งเป็นแหล่งปลูกข้าวที่ใหญ่ที่สุดของประเทศเวียดนาม พื้นที่เกษตรกรรมส่วนใหญ่จึงเป็นนาข้าวปะปนด้วยพื้นที่ไร่และพื้นที่สวน โดยพื้นที่เกษตรกรรมจะแยกจากพื้นที่เมืองได้ค่อนข้างชัดเจน

สวนลำไยในบริเวณเมืองเกิ่นเทอและเมืองโห่วยางมีลักษณะพิเศษคือการปลูกต้นลำไยตามแนวคันดินสลับกับท้องร่องซึ่งมีน้ำอยู่ตลอดเวลา นอกจากนั้นบริเวณใต้ต้นลำไยยังปล่อยวัชพืชขึ้นสูงและมีการปลูกพืชอื่นแซมปะปนกับต้นลำไย ระยะห่างระหว่างต้นประมาณ 5x5 เมตร ส่วนใหญ่ปลูกลำไยพันธุ์อีดอ

ส่วนสวนลำไยในเมืองหวิงลองมีลักษณะที่แตกต่างคือไม่มีรูปแบบการปลูกแบบมีท้องร่อง แต่เป็นการปลูกแบบสวนผสม พื้นที่ปลูกลำไยค่อนข้างน้อยและต้นลำไยอายุไม่มาก ระยะห่างระหว่างต้นประมาณ 5x5 เมตร ขนาดสวนไม่ใหญ่มีการปลูกพืชสวนหลายชนิดปนกัน ส่วนใหญ่ปลูกพันธุ์อีดอ

รูปที่ 3-15 การสำรวจภาคสนามพื้นที่ราบลุ่มดินดอนสามเหลี่ยมปากแม่น้ำโขง ประเทศเวียดนาม

รูปที่ 3-16 เส้นทางสำรวจและจุดสำรวจพื้นที่ราบลุ่มดินดอนสามเหลี่ยมปากแม่น้ำโขง ประเทศเวียดนาม

ในขณะที่เมืองบักเลียวซึ่งเป็นเมืองติดทะเล พื้นที่ส่วนใหญ่เป็นฟาร์มกุ้ง พื้นที่ปลูกลำไยเป็นเพียงการปลูกลำไยในพื้นที่เล็กลักษณะสวนหลังบ้าน ลำไยที่ปลูกคือพันธุ์ซวงเกิ้นฟางซึ่งเป็นพันธุ์พื้นเมือง ระยะห่างระหว่างต้นประมาณ 6x6 เมตร ต้นลำไยมีอายุมากกว่า 70 ปี ต้นที่มีอายุมากมีอายุมากกว่า 100 ปี

รูปที่ 3-17 รูปแบบสวนลำไยเมืองเกิ่นเทอและเมืองโห่วยาง

รูปที่ 3-18 รูปแบบสวนลำไยเมืองหวิงลอง

รูปที่ 3-19 รูปแบบสวนลำไยเมืองบักเลียว

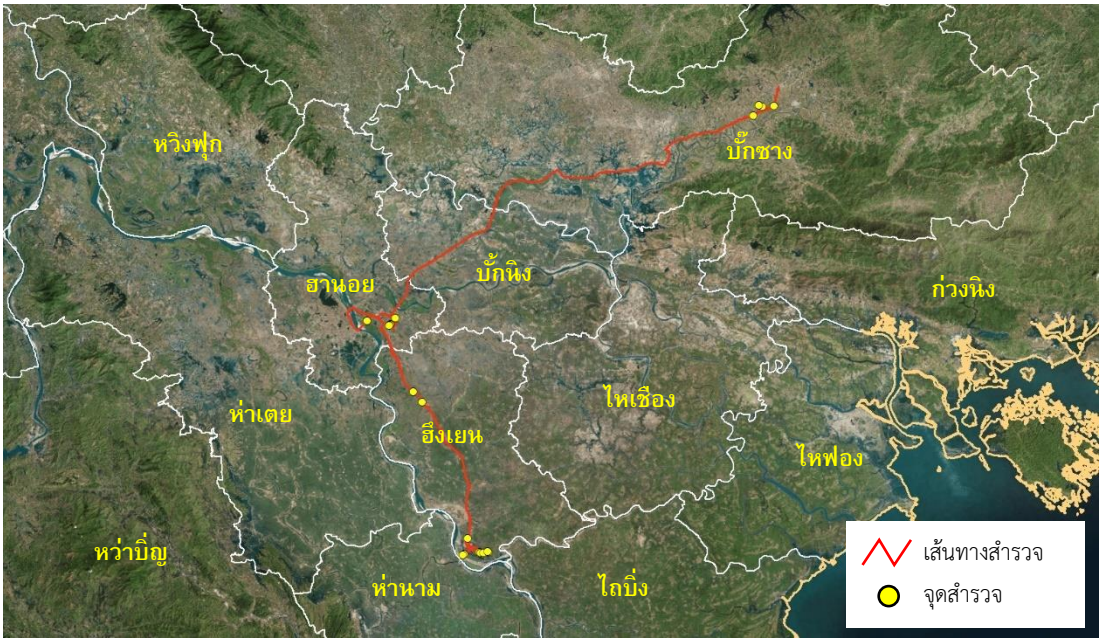
3.2.4.2 การสำรวจภาคสนามพื้นที่ราบลุ่มดินดอนสามเหลี่ยมปากแม่น้ำแดง

การสำรวจพื้นที่ราบลุ่มดินดอนสามเหลี่ยมปากแม่น้ำแดงปฏิบัติงานวันที่ 1-4 ตุลาคม พ.ศ. 2559 โดยความร่วมมือกับ Faculty of Agronomy, Vietnam National University of Agriculture และ Fruit and Vegetable Research Institute โดยปฏิบัติงานในพื้นที่เมืองฮานอย (Ha Noi) เมืองฮึงเยน (Hung Yen) และเมืองบั๊กซาง (Bac Giang)

ลักษณะภูมิประเทศบริเวณที่ราบลุ่มดินดอนสามเหลี่ยมปากแม่น้ำแดงคล้ายกับพื้นที่ดินดอนสามเหลี่ยมปากแม่น้ำโขงแต่มีพื้นที่เล็กกว่าและมีระบบทางน้ำที่ซับซ้อนน้อยกว่า อย่างไรก็ตามพื้นที่ราบลุ่มดินดอนสามเหลี่ยมปากแม่น้ำแดงยังคงเป็นพื้นที่เกษตรกรรมที่สำคัญของประเทศเวียดนาม

สวนลำไยในพื้นที่เมืองฮานอยและเมืองฮึงเยนตั้งอยู่บนที่ราบลุ่ม มีการปลูกลำไยมามากกว่า 15 ปี การปลูกใช้ระยะห่างระหว่างต้น 6x5 เมตร ในสวนมีการขุดสระกักเก็บน้ำซึ่งบางสระมีพืชน้ำขึ้นเต็ม สวนลำไยแต่ละแปลงอยู่ติดต่อกันทำให้เห็นเป็นผืนใหญ่ ในพื้นที่สวนไม่มีการปลูกพืชอื่นปะปน พันธุ์ลำไยที่ปลูกได้แก่ Huay Yen, Duong Phen และ Nhan Cui

รูปที่ 3-20 การสำรวจภาคสนามพื้นที่ราบลุ่มดินดอนสามเหลี่ยมปากแม่น้ำแดง ประเทศเวียดนาม



รูปที่ 3-21 เส้นทางสำรวจและจุดสำรวจพื้นที่ราบลุ่มดินดอนสามเหลี่ยมปากแม่น้ำแดง ประเทศเวียดนาม

ในขณะที่สวนลำไยในเมืองบั๊กซางอยู่บนพื้นที่เชิงเขาซึ่งเดิมเป็นพื้นที่ปลูกลิ้นจี่แต่มีการเปลี่ยนมาปลูกลำไยเนื่องจากลิ้นจี่ราคาต่ำ ใช้ระยะปลูก 3x3 5x5 และ 6x6 เมตร ปลูกพันธุ์ Mien Thiet ในสวนจะปลูกลำไยอย่างเดียวไม่มีพืชอื่นปะปน รูปแบบสวนคล้ายกับประเทศไทย แต่ระหว่างสวนอาจมีรูปแบบเกษตรกรรมอื่นคั่น เช่น นาขนาดเล็ก หรือพืชสวนอื่น เช่น ลิ้นจี่ ส้มโอ และส้มเขียวหวาน เป็นต้น

รูปที่ 3-22 รูปแบบสวนลำไยเมืองบั๊กซาง

รูปที่ 3-23 รูปแบบสวนลำไยเมืองฮานอยและเมืองฮึงเย็น

3.2.5 สรุปเปรียบเทียบลักษณะพื้นที่ปลูกลำไยของแต่ละพื้นที่

จากการปฏิบัติงานภาคสนามเพื่อสำรวจรูปแบบและลักษณะของพื้นที่ปลูกลำไยในพื้นที่ต่าง ๆ ที่ผ่านมา สามารถสรุปลักษณะเด่นในประเด็นต่าง ๆ ของแต่ละพื้นที่ได้ดังนี้

ตารางที่ 3-1 สรุปเปรียบเทียบลักษณะพื้นที่ปลูกลำไยของแต่ละพื้นที่

พื้นที่	ความสูงพื้นที่สวนลำไย (เมตร)[1]	ลักษณะภูมิประเทศของพื้นที่สวนลำไย	ระยะระหว่างต้น (เมตร)	อายุต้น (ปี)	พันธุ์	ลักษณะเฉพาะพื้นที่ปลูก
จังหวัดเชียงใหม่						
อำเภอสารภี	295-300	ที่ราบ	6x6	1->15	อีดอ	● ดูแลวัชพืชระหว่างต้นเรียบร้อย ● มีรูปแบบการใช้ที่ดินหลากหลายปะปนกัน

พื้นที่	ความสูงพื้นที่สวนลำไย (เมตร)[1]	ลักษณะภูมิประเทศของพื้นที่สวนลำไย	ระยะระหว่างต้น (เมตร)	อายุต้น (ปี)	พันธุ์	ลักษณะเฉพาะพื้นที่ปลูก
อำเภอพร้าว	400-500	ที่ราบระหว่างหุบเขาและที่เชิงเขา	8x8	1->10	อีดอ	● ดูแลวัชพืชระหว่างต้นเรียบร้อย ● เป็นพื้นที่เกษตรกรรม ● มีสวนมะม่วงอยู่ติดกับสวนลำไย
จังหวัดลำพูน[2]	280-290	ที่ราบริมแม่น้ำปิง	6x6	1->10	อีดอ	● ดูแลวัชพืชระหว่างต้นเรียบร้อย ● มีความหลากหลายของขนาดพื้นที่ปลูก ● มีความหลากหลายของพื้นที่เกษตรกรรม
จังหวัดจันทบุรี[3]	15-290	ที่ราบลูกฟูกและที่เชิงเขา	8x8	4->12	อีดอ	● ดูแลวัชพืชระหว่างต้นเรียบร้อย ● มีความหลากหลายของพื้นที่สวนผลไม้ ● มีแหล่งน้ำในสวน
จังหวัดอุดรธานี จังหวัดหนองบัวลำพู จังหวัดหนองคาย จังหวัดบึงกาฬ จังหวัดนครพนม และจังหวัดสกลนคร	150-350	ที่เชิงเขา ที่ราบระหว่างหุบเขา ที่ราบสูง ที่ราบ	8x8	>10	อีดอ	● มีพื้นที่เปิดให้เห็นหน้าดิน ● มีพื้นที่ที่ปล่อยวัชพืชยาวปกคลุมหน้าดิน ● มีทั้งสวนขนาดใหญ่และการปลูกในพื้นที่อยู่อาศัย

พื้นที่	ความสูงพื้นที่สวนลำไย (เมตร)[1]	ลักษณะภูมิประเทศของพื้นที่สวนลำไย	ระยะระหว่างต้น (เมตร)	อายุต้น (ปี)	พันธุ์	ลักษณะเฉพาะพื้นที่ปลูก
ประเทศกัมพูชา[4]	80-160	ที่ราบ ที่ราบลูกฟูกและที่เชิงเขา	6x6	1-10	อีดอ	● ดูแลวัชพืชระหว่างต้นเรียบร้อย ● สวนมีขนาดใหญ่มาก ● มีสวนที่พึ่งเริ่มปลูกจำนวนมาก ● อยู่ใกล้หรือติดกับสวนมะม่วง ● มีการปลูกพืชอื่นแซมในสวนลำไย
ประเทศเวียดนาม						
ดินดอนสามเหลี่ยมแม่น้ำโขง						
เมืองเกิ่นเทอและเมืองเหิ่วซาง	1-5	ที่ราบลุ่มน้ำท่วมถึง	5x5	3-5	อีดอ	● ปล่อยวัชพืชยาว ● รูปแบบท้องร่องมีน้ำขัง ● มีการปลูกพืชอื่นแซมในสวนลำไย
เมืองหวิญล็อง	1-2	ที่ราบลุ่มน้ำท่วมถึงริมแม่น้ำ	5x5	3-5	อีดอ	● ปล่อยวัชพืชยาว ● ลักษณะสวนผสม ● ขนาดสวนเล็ก
เมืองบักเลียว	1-2	ที่ราบชายฝั่งทะเล	6x6	70->100	ซวงเก้นฟาง	● สวนขนาดเล็ก ● ไม่เน้นการปลูกเพื่อส่งผลผลิตในเชิงอุตสาหกรรม
ดินดอนสามเหลี่ยมแม่น้ำแดง						
เมืองฮานอยและเมืองฮึงเยน	5-10	ที่ราบ	6x5	>15	Huay Yen, Duong Phen และ Nhan Cui	● มีวัชพืชโคนต้นน้อย ● มีสระน้ำในสวน ● ในสระมีทั้งแบบมีวัชพืชเต็มสระและไม่มีวัชพืช ● แปลงปลูกอยู่ติดต่อกัน

พื้นที่	ความสูงพื้นที่สวนลำไย (เมตร)[1]	ลักษณะภูมิประเทศของพื้นที่สวนลำไย	ระยะระหว่างต้น (เมตร)	อายุต้น (ปี)	พันธุ์	ลักษณะเฉพาะพื้นที่ปลูก
เมืองบั๊กซาง	20-60	ที่เชิงเขา	3x3 5x5 6x6	1-5	Mien Thiet	● มีวัชพืชโคนต้นน้อย ● แปลงปลูกอยู่ติดต่อกัน ● ระหว่างสวนมีรูปแยยเกษตรกรรมอื่นคั่น ● พื้นที่มีสวนผลไม้หลากหลาย

[1] ความสูงเหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง

[2] พื้นที่สำรวจอำเภอเวียงหนอล่อง อำเภอป่าซาง อำเภอเมือง จังหวัดลำพูน

[3] พื้นที่สำรวจอำเภอโป่งน้ำร้อน และอำเภอสอยดาว จังหวัดจันทบุรี

[4] พื้นที่สำรวจจังหวัดไพลิน และจังหวัดพระตะบอง

3.3 การกำหนดพื้นที่ตัวอย่างสำหรับการจำแนกพื้นที่ปลูกลำไย

การกำหนดพื้นที่ตัวอย่างมีความจำเป็นสำหรับการจำแนกพื้นที่ปลูกลำไยด้วยข้อมูลดาวเทียมสร้างขึ้นเพื่อใช้เป็นพื้นที่สำหรับกำหนดค่าของกลุ่มจุดภาพที่เป็นตัวแทนของพื้นที่ปลูกลำไยไปใช้ในการประมาณการทางสถิติเพื่อจำแนกจุดภาพในบริเวณอื่นต่อไป

การกำหนดพื้นที่ตัวอย่างโดยพื้นฐานมีประเด็นที่ควรพิจารณาสำหรับการดำเนินงานเพื่อให้การกำหนดพื้นที่ตัวอย่างเป็นพื้นที่ดีสำหรับการประมวลผลเพื่อจำแนกข้อมูล ดังนี้

- ความชัดเจน (Clarity) ของวัตถุที่ต้องการจำแนก ในการดำเนินงานนี้หมายถึงความชัดเจนของการระบุต้นลำไยที่อยู่ในพื้นที่ ถ้าในพื้นที่สามารถระบุได้แน่ชัดมากจะทำให้ความน่าเชื่อถือของพื้นที่ตัวอย่างมีมากขึ้น
- ความเป็นเอกลักษณ์ (Unique) ของวัตถุที่ต้องการจำแนก ถ้าในพื้นที่ทำการปลูกลำไยแต่เพียงชนิดเดียวโดยไม่มีพืชอื่นมาปะปน จะทำให้การกำหนดพื้นที่ตัวอย่างมีความแน่นอนมากขึ้น
- ขนาดของพื้นที่ (Area) ซึ่งต้องสัมพันธ์กับรายละเอียดจุดภาพ ในกรณีที่เลือกใช้ข้อมูลดาวเทียม Landsat 8 ซึ่งมีรายละเอียดจุดภาพ 30 เมตร ซึ่งหมายถึง 1 จุดภาพของข้อมูลดาวเทียมจะครอบคลุมพื้นที่ 900 ตารางเมตร อย่างไรก็ตามพื้นที่ที่มีขนาด 900 ตารางหรือ 1 จุดภาพอาจจะยังไม่สามารถเป็นตัวแทนของพื้นที่ปลูกลำไยได้ ดังนั้นจึง

ต้องพิจารณาขนาดของพื้นที่ตัวอย่างโดยพิจารณาร่วมกับข้อมูลดาวเทียม Landsat 8 ด้วยเสมอ

การกำหนดพื้นที่ตัวอย่างสำหรับการจำแนกพื้นที่ปลูกลำไยสำหรับการประมวลผลสำหรับโครงการฯ จากการสำรวจภาคสนามประกอบกับข้อมูลจากภาพดาวเทียมรายละเอียดสูงและข้อมูลดาวเทียม Landsat 8 มีประเด็นเพื่อพิจารณาสำหรับการเลือกพื้นที่ตัวอย่างเพื่อให้ผลจากการประมวลผลที่ดี ดังนี้

1 พื้นที่ปลูกลำไยที่สามารถระบุได้ชัดเจนมากจากข้อมูลดาวเทียม Landsat 8 กับข้อมูลจากพื้นที่จริง

ในกรณีนี้ถือว่าเป็นพื้นที่ตัวอย่างสำหรับการจำแนกพื้นที่ปลูกลำไยที่ดีที่สุดสำหรับการประมวล ซึ่งมีปัจจัยที่ส่งผลต่อการเลือกพื้นที่ตัวอย่าง ดังนี้

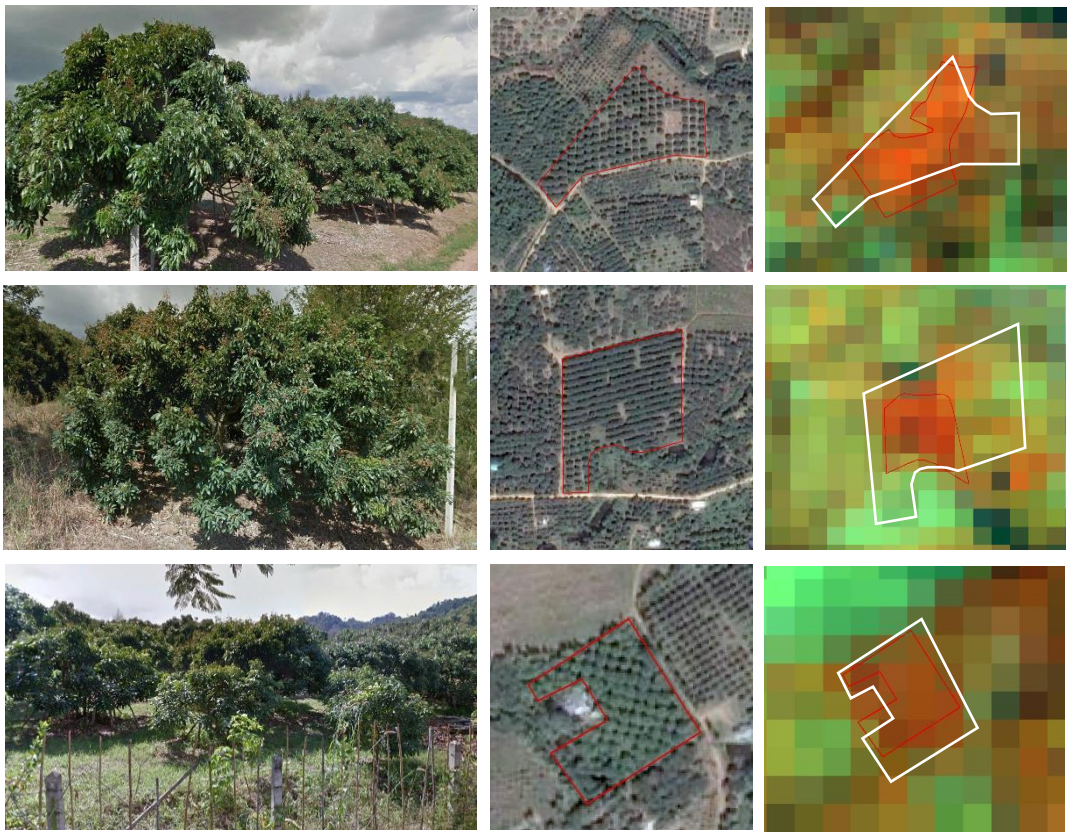
- เป็นพื้นที่ที่มีลำไยอายุมากกว่ากว่า 5 ปี
- ในกรณีที่ลำไยมีอายุ 3-5 ปี จะต้องมีระยะห่างระหว่างต้นน้อยมาก
- ต้นลำไยมีอายุเท่ากันหรือใกล้เคียงกัน

2 พื้นที่ปลูกลำไยที่สามารถระบุได้ชัดเจนน้อยจากข้อมูลดาวเทียม Landsat 8 กับข้อมูลจากพื้นที่จริง

ในกรณีนี้ยังสามารถใช้เป็นพื้นที่ตัวอย่างสำหรับการจำแนกพื้นที่ปลูกลำไยได้ แต่อาจจะได้ผลการจำแนกที่ไม่ดีนัก ใช้สำหรับเป็นทางเลือกในกรณีที่ในพื้นที่ดำเนินงานไม่มีพื้นที่ตัวอย่างที่ชัดเจนมาก ประกอบด้วยปัจจัยดังนี้

- เป็นพื้นที่ที่มีต้นลำไยอายุน้อยกว่า 5 ปี และ/หรือ มีระยะปลูกห่างกันมาก
- ในพื้นที่มีลำไยหลายช่วงอายุ และปลูกไม่เป็นระเบียบ
- ทรงพุ่มมีลักษณะคล้ายต้นไม้ชนิดอื่นมากกว่าลำไย เนื่องจากมีอายุมากและปลูกติดกัน

จากข้อพิจารณาข้อกำหนดพื้นที่ตัวอย่างสำหรับการจำแนกพื้นที่ปลูกลำไยทั้งหมดนี้ จึงได้นำสู่การสร้างข้อมูลพื้นที่ตัวอย่างเพื่อจะถูกนำไปใช้เป็นกรอบการดำเนินงานเพื่อประมวลผลในกระบวนการจำแนก ซึ่งการกำหนดพื้นที่ตัวอย่างนอกจากจะใช้ข้อพิจารณาดังกล่าวแล้วยังต้องใช้ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจภาคสนามซึ่งจะต้องเลือกพื้นที่ที่สำรวจแล้วและมั่นใจได้ว่าเป็นพื้นที่สวนลำไยอย่างแท้จริง ซึ่งได้กำหนดพื้นที่ตัวอย่างดังนี้

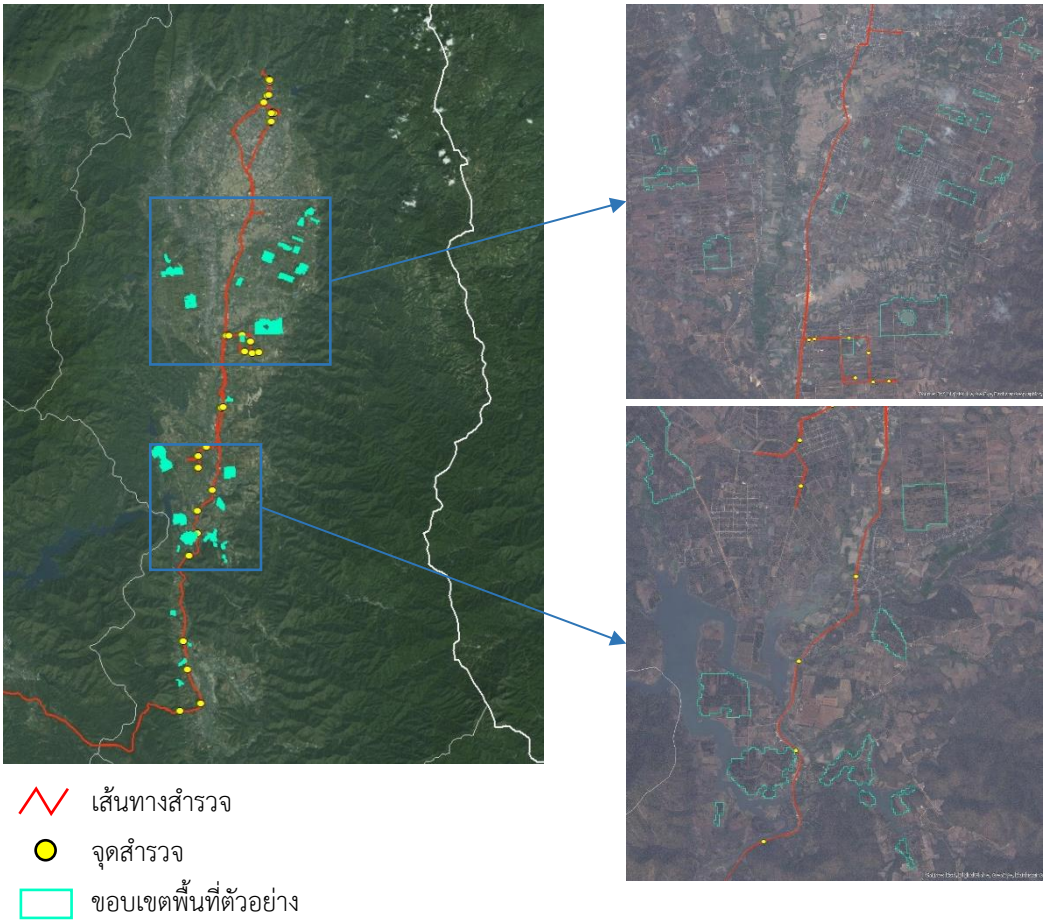


รูปที่ 3-24 พื้นที่ตัวอย่างสำหรับการจำแนกพื้นที่ปลูกลำไยแบบชัดเจนมาก

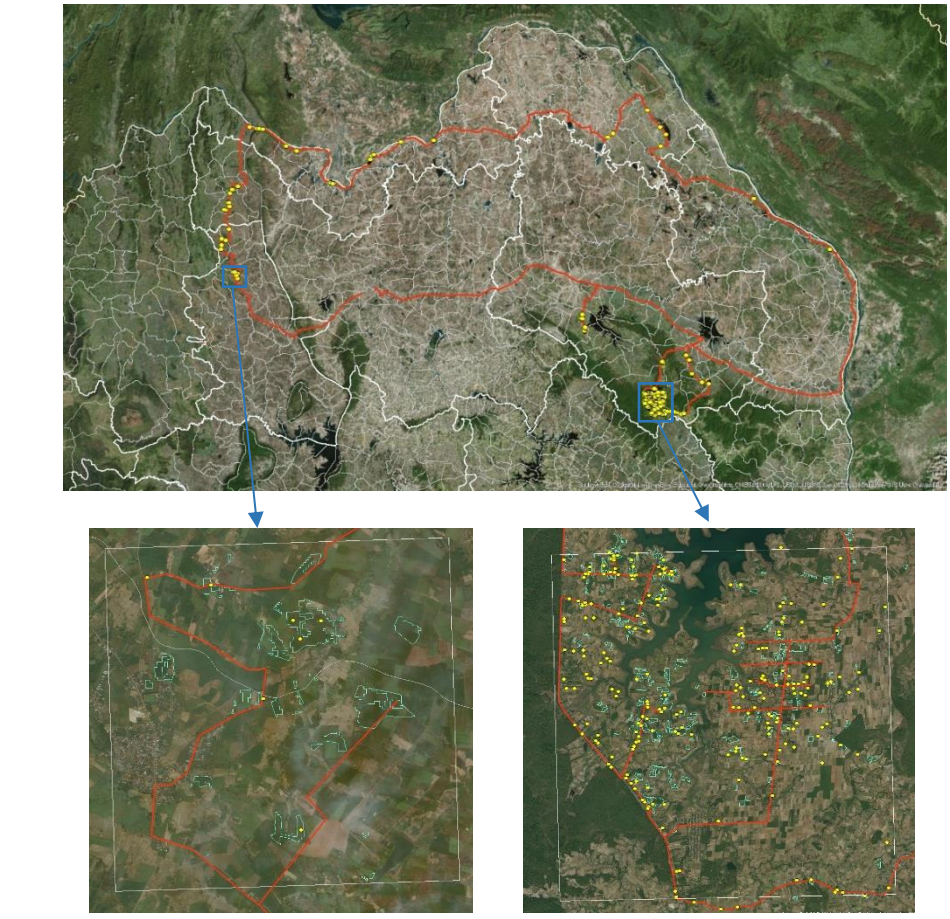
รูปที่ 3-25 พื้นที่ตัวอย่างสำหรับการจำแนกพื้นที่ปลูกลำไยแบบชัดเจนน้อย

3.3.1 พื้นที่ตัวอย่างประเทศไทย

การดำเนินงานในเบื้องต้น พื้นที่อำเภอพร้าวถูกพิจารณาให้ใช้เป็นบริเวณสร้างพื้นที่ตัวอย่างสำหรับประเทศไทย เนื่องจากมีรูปแบบการใช้ที่ดินที่ชัดเจน โดยเฉพาะอย่างยิ่งพื้นที่สวนลำไยที่มีบริเวณพื้นที่จัดสรรที่ถูกใช้เป็นพื้นที่สวนลำไยรวมกันขนาดใหญ่ ทำให้สามารถระบุพื้นที่บนข้อมูลดาวเทียมได้ชัดเจน รวมทั้งการมีอาบุของต้นลำไยหลายช่วงอายุปี ทำให้สามารถเลือกตัวอย่างเพื่อทดสอบค่าปัจจัยที่เกี่ยวข้องได้หลากหลาย ซึ่งได้สร้างพื้นที่ตัวอย่างทั้งสิ้น 7,237,800 ตารางเมตร หรือคิดเป็นจุดภาพของข้อมูลดาวเทียม Landsat-8 จำนวน 8,042 จุดภาพ



รูปที่ 3-26 ตัวอย่างการสร้างพื้นที่ตัวอย่างพื้นที่อำเภอพร้าว จังหวัดเชียงใหม่



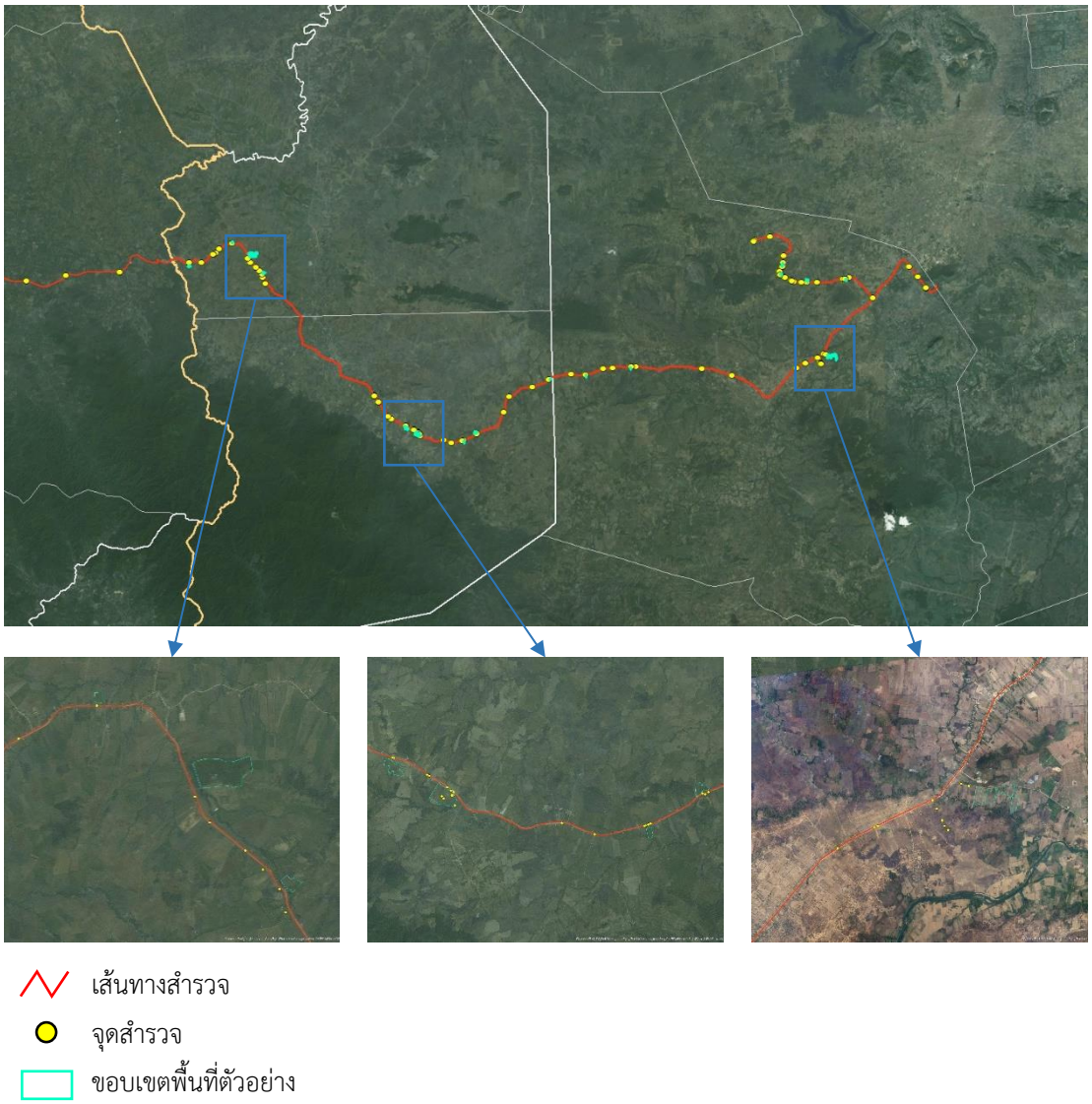
รูปที่ 3-27 ตัวอย่างการสร้างพื้นที่ตัวอย่างพื้นที่จังหวัดหนองบัวลำพูและจังหวัดสกลนคร

พื้นที่ตัวอย่างในเขตจังหวัดหนองบัวลำพูและจังหวัดสกลนครถูกกำหนดขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อใช้เป็นพื้นที่สำหรับการตรวจสอบความถูกต้องของการจำแนกพื้นที่ปลูกลำไย และทบทวนค่าของปัจจัยสำหรับการจำแนกในกระบวนการประมวลผล เพื่อให้ผลที่ได้จากการดำเนินงานมีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น

พื้นที่ตัวอย่างที่เลือกคือพื้นที่ในเขตอำเภอนากลาง จังหวัดหนองบัวลำพู และพื้นที่ในเขตอำเภอภูพาน จังหวัดสกลนคร ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีการทำสวนลำไยขนาดใหญ่อยู่เป็นกลุ่ม สามารถกำหนดพื้นที่ได้ชัดเจนบนข้อมูลดาวเทียม โดยสร้างพื้นที่ตัวอย่างในเขตอำเภอนากลางขนาด 16,000,000 ตารางเมตร และพื้นที่ตัวอย่างในเขตอำเภอภูพานขนาด 100,000,000 ตารางเมตร รวมพื้นที่ตัวอย่างขนาด 116,000,000 ตารางกิโลเมตร หรือคิดเป็นจุดภาพของข้อมูลดาวเทียม Landsat-8 จำนวน 128,888 จุดภาพ

3.3.2 พื้นที่ตัวอย่างประเทศกัมพูชา

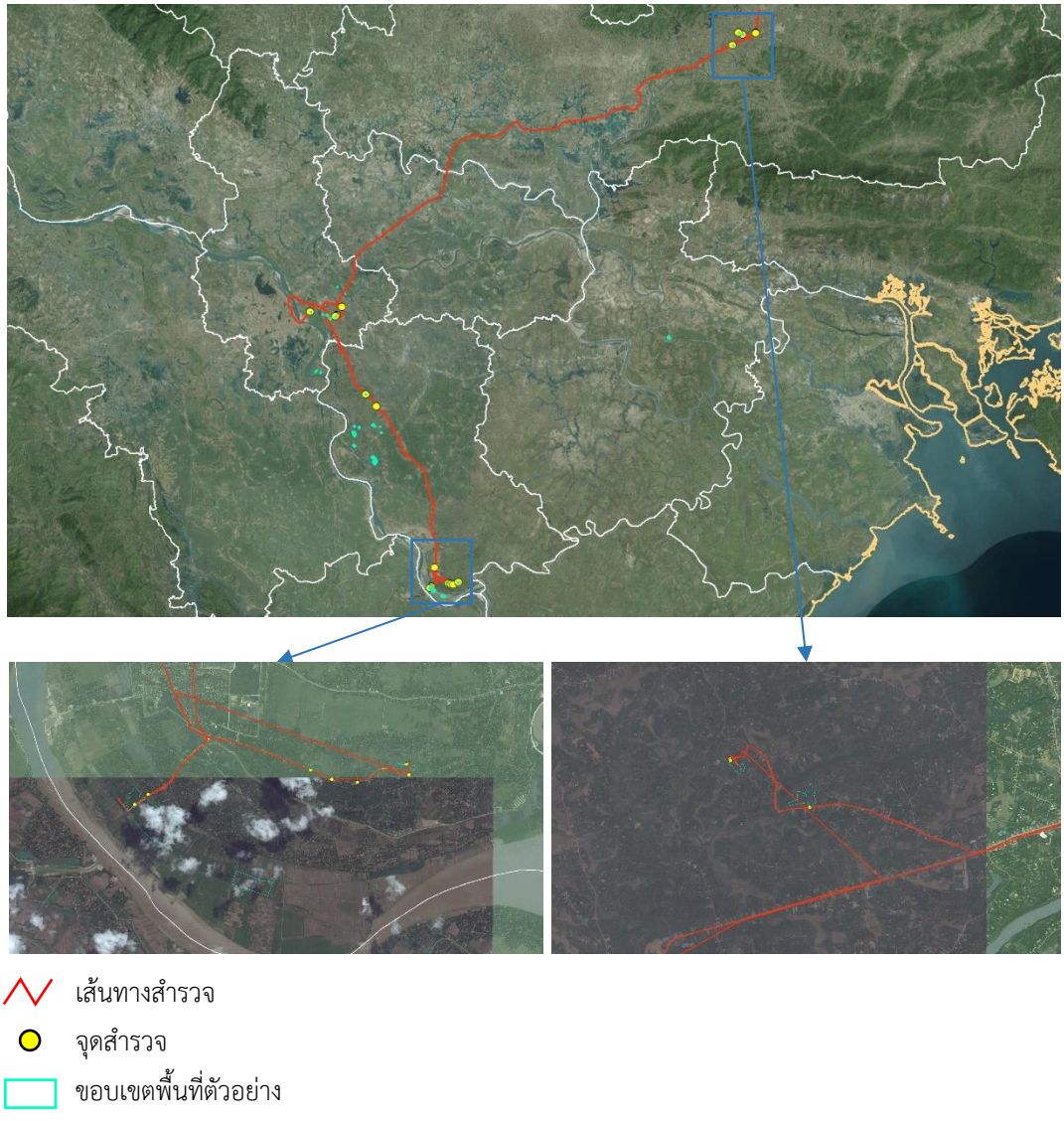
เนื่องจากประเทศกัมพูชามีพื้นที่ปลูกลำไยส่วนใหญ่อยู่ในจังหวัดไพลินและพระตะบองซึ่งเป็นพื้นที่สำรวจภาคสนาม รวมถึงการยืนยันจากผู้เชี่ยวชาญในพื้นที่เกี่ยวกับพื้นที่ปลูกลำไยในบริเวณดังกล่าว ดังนั้นการกำหนดพื้นที่ตัวอย่างจึงพิจารณาเลือกจากพื้นที่สวนลำไยที่ได้สำรวจและสวนที่อยู่ในจุดสำรวจที่มีความเด่นชัดและกระจายให้ทั่วเส้นทางสำรวจ ทำให้ได้พื้นที่ตัวอย่างขนาด 705,600 ตารางเมตร หรือคิดเป็นจุดภาพของข้อมูลดาวเทียม Landsat-8 จำนวน 784 จุดภาพ



รูปที่ 3-28 ตัวอย่างการสร้างพื้นที่ตัวอย่างของประเทศกัมพูชา

3.3.3 พื้นที่ตัวอย่างประเทศเวียดนาม

จากการสำรวจภาคสนามพิจารณาแล้วเห็นว่าพื้นที่ดินดอนสามเหลี่ยมปากแม่น้ำแดงมีลักษณะสวนลำไยที่ชัดเจนมากกว่าพื้นที่ดินดอนสามเหลี่ยมปากแม่น้ำโขงซึ่งมีการปะปนของพืชมากกว่า ประกอบกับพื้นที่ดินดอนสามเหลี่ยมปากแม่น้ำแดงยังมีการปลูกลำไยทั้งในที่ราบริมแม่น้ำและพื้นที่เชิงเขาซึ่งมีความหลากหลายของลักษณะภูมิประเทศที่จะเป็นพื้นที่ตัวอย่างได้ จึงได้สร้างพื้นที่ตัวอย่างจากเส้นทางและจุดสำรวจในพื้นที่ดินดอนสามเหลี่ยมปากแม่น้ำแดงเป็นหลัก มีพื้นที่ตัวอย่าง 1,760,400 ตารางเมตร หรือคิดเป็นจุดภาพของข้อมูลดาวเทียม Landsat-8 จำนวน 1,956 จุดภาพ



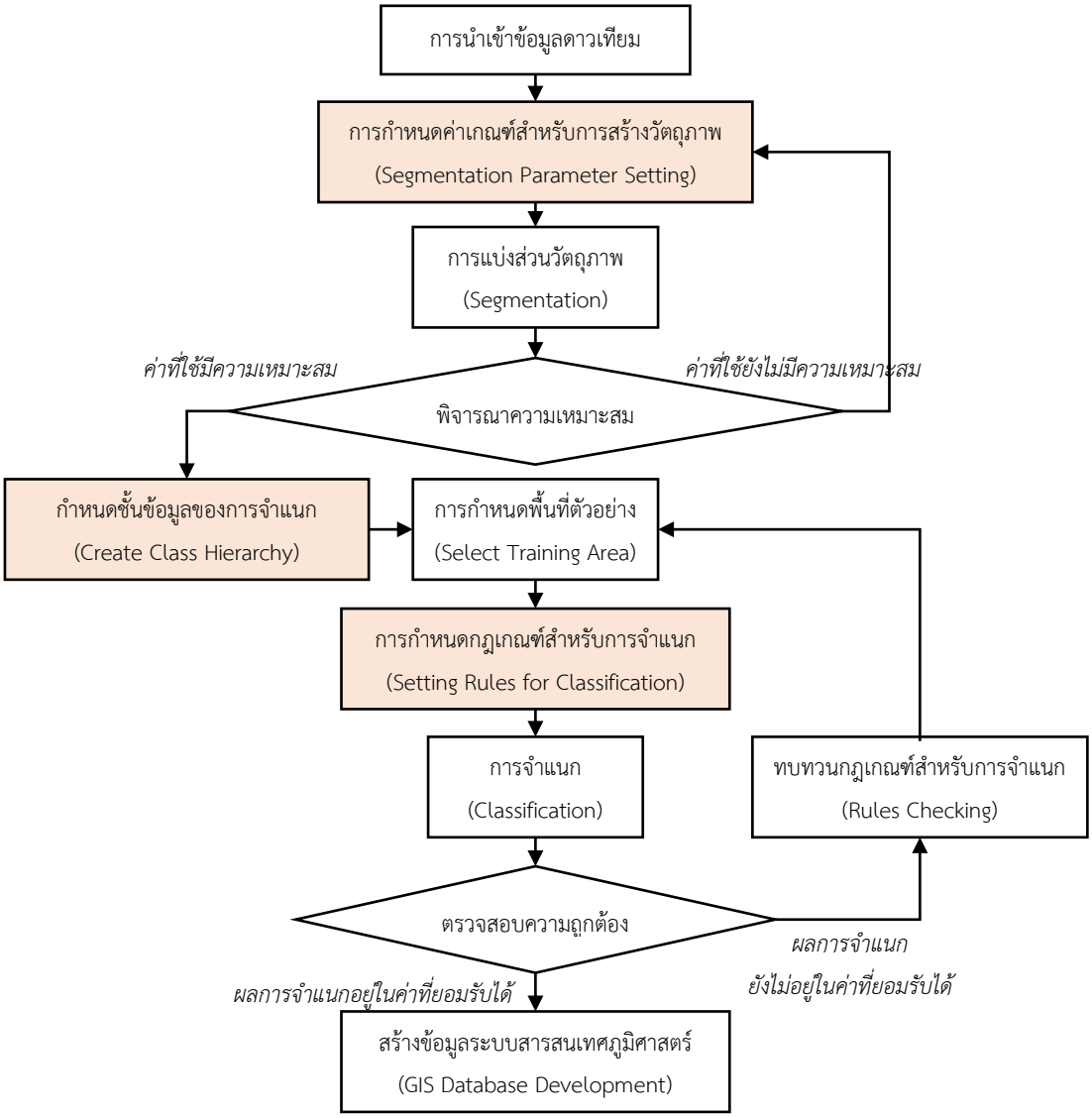
รูปที่ 3-29 ตัวอย่างการสร้างพื้นที่ตัวอย่างของประเทศเวียดนาม

บทที่ 4
การวิเคราะห์ค่าปัจจัยสำหรับการจำแนกพื้นที่ปลูกลำไยด้วยข้อมูลดาวเทียม

ขั้นตอนการจำแนกเชิงวัตถุ การดำเนินงานเริ่มจากการนำเข้าข้อมูลดาวเทียมจากที่ได้รวบรวมไว้สู่ระบบโปรแกรม จากนั้นจึงนำข้อมูลดาวเทียมเข้าสู่กระบวนการกำหนดค่าเกณฑ์สำหรับการสร้างวัตถุภาพเพื่อนำสู่กระบวนการแบ่งส่วนวัตถุภาพ ผลที่ได้จากการแบ่งส่วนวัตถุภาพจะถูกนำมาตรวจสอบโดยพิจารณาการจัดกลุ่มของข้อมูลเปรียบเทียบกับพื้นที่ตัวอย่าง ถ้าผลที่ได้ไม่ดีพอจะต้องปรับแก้ค่าเกณฑ์ให้มีความเหมาะสมจนกว่าผลที่ได้จะอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้

จากนั้นจึงกำหนดชั้นข้อมูลที่ต้องการจำแนก และสร้างพื้นที่ตัวอย่างเพื่อใช้เป็นค่าสถิติสำหรับการจำแนกรวมถึงการกำหนดกฎเกณฑ์และปัจจัยสำหรับการจำแนก ได้แก่ ค่าการสะท้อนเชิงคลื่น ค่าดัชนีพืชปรับความแตกต่าง และดัชนีพืชปรับดิน จากนั้นจึงประมวลผลการจำแนกข้อมูลดาวเทียมเพื่อให้ได้พื้นที่ปลูกลำไย ผลที่ได้จะต้องนำมาตรวจสอบความถูกต้อง ในกรณีที่ผลการจำแนกยังไม่อยู่ค่าความถูกต้องที่ดีพอจะต้องพิจารณาทบทวนกฎเกณฑ์สำหรับการจำแนกและกำหนดค่ากฎเกณฑ์ใหม่และประมวลผลเพื่อจำแนกใหม่จนกว่าผลที่ได้จะมีความถูกต้องมากที่สุด ผลที่ได้จากการจำแนกจะถูกนำไปแปลงให้เป็นฐานข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อใช้สำหรับการดำเนินงานต่อไป

จากกระบวนการจำแนกเชิงวัตถุดังกล่าว มีกรอบกระบวนการที่มีความจำเป็นจะต้องเตรียมการเพื่อกำหนดปัจจัยและค่าของปัจจัยสำหรับนำเข้าในกระบวนการประมวลผลเพื่อการจำแนกพื้นที่ปลูกลำไยจากข้อมูลดาวเทียม คือ การกำหนดค่าเกณฑ์สำหรับการสร้างวัตถุภาพ การกำหนดชั้นข้อมูลสำหรับการจำแนก และการกำหนดเกณฑ์สำหรับการจำแนก โดยใช้ข้อมูลดาวเทียมที่ได้จัดเตรียมไว้ การใช้พื้นที่ตัวอย่างที่ถูกกำหนด รวมถึงการใช้ข้อมูลสนับสนุนการจากการสำรวจภาคสนามที่ได้มีการปฏิบัติงานไว้ก่อนหน้านี้สำหรับการดำเนินงาน เพื่อวิเคราะห์ค่าเกณฑ์สำหรับการสร้างวัตถุภาพและค่าเกณฑ์สำหรับการจำแนกของแต่ปัจจัยที่เกี่ยวข้อง โดยมีรายละเอียดการดำเนินงานดังต่อไปนี้



รูปที่ 4-1 ขั้นตอนการจำแนกเชิงวัตถุ

4.1 การวิเคราะห์ค่าเกณฑ์การสร้างวัตถุภาพ

การสร้างวัตถุภาพเป็นขั้นตอนเริ่มต้นของการจำแนกเชิงวัตถุ ระบบจะวิเคราะห์และจัดกลุ่มจุดภาพของข้อมูลดาวเทียมให้เป็นวัตถุภาพ (Image Object) ซึ่งจะเป็นการแบ่งภาพออกเป็นส่วนๆ โดยพิจารณาจากเกณฑ์ที่ถูกกำหนด โดยรายละเอียดดังนี้

4.1.1 เกณฑ์ที่เกี่ยวข้องกับการสร้างวัตถุภาพ

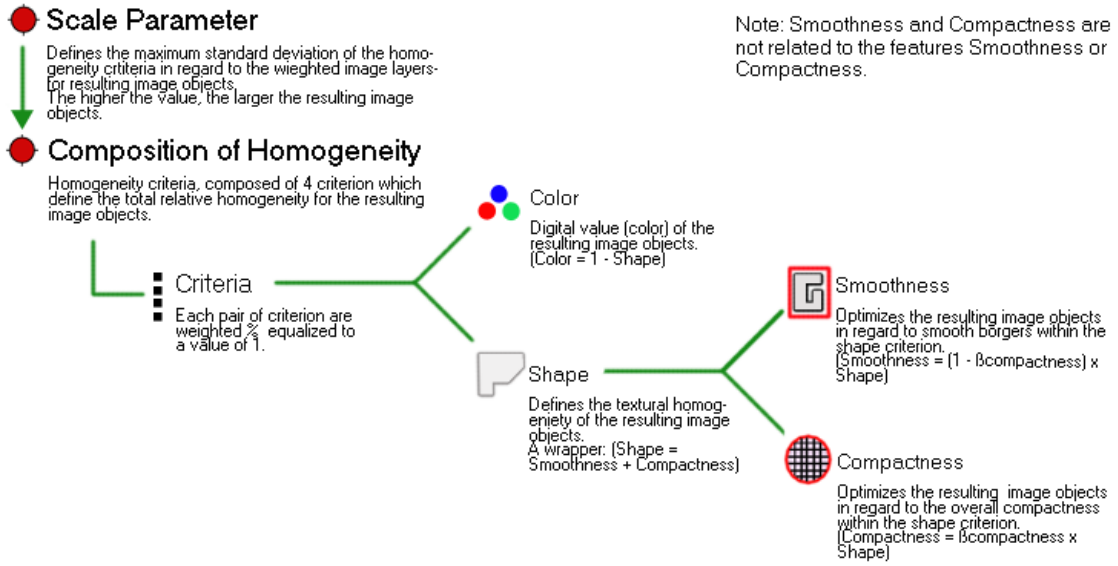
การสร้างวัตถุภาพมีปัจจัยและเกณฑ์ที่มีผลต่อการประมวลผลดังนี้

1 **สี (Colour)** ในระดับของความแตกต่างของความเข้มของสีนั้นจะมีความสัมพันธ์กับค่าสะท้อนของช่วงคลื่นและการผสมสีของช่วงคลื่นต่าง ๆ ตามค่าสะท้อนที่ได้จากการบันทึกของ

ดาวเทียม สีที่แสดงในภาพสีผสมเกิดจากขั้นตอนพื้นฐานของการปฏิบัติงานเพื่อแสดงข้อมูลดาวเทียมโดยการการผสมสีน้ำเงิน เขียว และแดง จากช่วงคลื่นต่าง ๆ ที่ถูกจัดเก็บในข้อมูลดาวเทียม ซึ่งสีที่ได้จะเป็นตัวแทนของค่าสะท้อนของวัตถุนั้น

2 **รูปร่าง (Shape)** เป็นการพิจารณารูปร่างของสิ่งปกคลุมดินต่าง ๆ ซึ่งจะมีรูปทรงและขนาดที่แตกต่างกันออกไป เช่น ลักษณะของแปลงปลูกพืชต่าง ๆ ที่อาจจะมีลักษณะรูปทรงและขนาดที่ต่างกันออกไปขึ้นอยู่กับลักษณะทางพื้นที่ปลูก ชนิดของพืช เป็นต้น

3 **ค่าความเรียบหรือค่าการเกาะกลุ่ม (Smoothness/Compactness)** โดยพิจารณารูปแบบของสิ่งที่ต้องการจำแนกว่าเป็นอย่างไร เช่นถ้าเป็นพื้นที่เกษตรจะทำแปลงปลูกเป็นลักษณะรูปแบบเหลี่ยมตามขอบเขตที่ดินทำให้ค่าความเรียบน้อยแต่มีค่าการเกาะกลุ่มมากเนื่องจากมีการปลูกพืชเพียงชนิดเดียว ในขณะที่พื้นที่ป่าไม้จะมีรูปแบบขอบเขตตามธรรมชาติซึ่งมีความเรียบมากกว่าแต่อาจจะมีความหลากหลายของพืชพรรณทำให้มีค่าการเกาะกลุ่มน้อยลง



รูปที่ 4-2 แนวคิดการกำหนดเกณฑ์สำหรับการสร้างวัตถุภาพ

ที่มา : (Trimble, 2014)

สำหรับการปฏิบัติงานในระบบ การกำหนดค่าเกณฑ์ต่าง ๆ สำหรับการสร้างวัตถุภาพจะต้องพิจารณาจากความสัมพันธ์กันของข้อมูล ดังนี้

- **การกำหนดค่ามาตราส่วน**

ค่ามาตราส่วน (Scale) เป็นตัวกำหนดขนาดของการสร้างวัตถุภาพ โดยค่าในการกำหนดมาตราส่วนนั้น ค่าที่ต่ำหมายถึงขนาดของวัตถุภาพมีขนาดเล็กหรือมีความละเอียดมาก ข้อมูลที่ได้ยิ่งมีขนาดเล็กยิ่งมีความเหมือนกันสูง และค่ามาตราส่วนที่สูงหมายถึงขนาดของวัตถุมีขนาดใหญ่ ข้อมูลที่ได้มี

ความเหมือนกันต่ำ เนื่องจากว่าขนาดของข้อมูลยิ่งใหญ่ยิ่งมีการปะปนมากขึ้น ซึ่งต้องพิจารณากำหนดค่ามาตราส่วนของวัตถุและพิจารณามาตราส่วนที่มีความเหมาะสมกับขนาด

- **การกำหนดค่ารูปร่างหรือค่าสี**

การกำหนดค่ารูปร่างหรือค่าสี (Shape or Colour) ในการสร้างวัตถุภาพจะเลือกให้ค่าความน่าจะเป็นของสีหรือค่าความน่าจะเป็นของรูปร่าง ถ้าพิจารณาความเป็นสีมากกว่าควรพิจารณาจากค่าการสะท้อนตามช่วงคลื่นต่าง ๆ ที่เลือกมาทำภาพสีผสม ซึ่งในข้อมูลดาวเทียมใด ๆ ที่มีค่าของสีแต่ละวัตถุที่ชัดเจน จะให้น้ำหนักของสีมากกว่ารูปร่าง ในขณะที่รูปร่างจะพิจารณาจากรูปร่างของวัตถุหรือองค์ประกอบใด ๆ ที่ปรากฏบนภาพดาวเทียม

การให้ค่าความน่าจะเป็นของสีและรูปร่างค่าที่ได้รวมกันต้องไม่เกิน 1 การให้ค่าความน่าจะเป็นของสีและรูปร่าง สมมุติให้ค่าความน่าจะเป็นของรูปร่างเป็น W1 ค่าน้ำหนักความน่าจะเป็นของสีจะเท่ากับ 1-W1 ในการให้ค่าความน่าจะเป็นควรให้ค่าความน่าจะเป็นของสีมากกว่ารูปร่าง เนื่องจากข้อมูลที่อยู่ในจุดภาพเป็นข้อมูลเชิงคลื่นซึ่งมีความสำคัญมากในการสร้างวัตถุภาพ ส่วนรูปร่างเป็นเพียงปัจจัยหนึ่งที่ช่วยในเรื่องของรูปทรงในการแยกประเภทของวัตถุภาพ

การให้ค่าของรูปร่างและค่าของสีที่ต่างกัน โดยให้ค่ามาตราส่วนและค่าการเกาะกลุ่มหรือความราบเรียบมีค่าที่คงที่ ลักษณะวัตถุภาพที่ได้ทั้งสามประเภทเมื่อให้ค่าของของสีมากขึ้นลักษณะของวัตถุภาพที่ได้จะมีความเป็นเอกภาพหรือมีความหลากหลายของข้อมูลน้อย ถ้าดูที่ภาพจะเห็นได้ว่าบางพื้นที่แบ่งสีกันได้ค่อนข้างชัดเจน แต่ถ้าให้ค่าของรูปร่างมากกว่าสีลักษณะวัตถุภาพที่ได้ยิ่งมีขนาดใหญ่มากขึ้น หมายความว่าวัตถุภาพในพื้นที่จะมีความหลากหลายทางข้อมูลมากและบางพื้นที่จะไม่สามารถแยกออกจากกันได้ชัดเจน

- **การกำหนดค่าการเกาะกลุ่มหรือค่าความเรียบ**

ค่าการเกาะกลุ่มหรือค่าความเรียบ (Compactness or Smoothness) เน้นการให้ความสำคัญกับรูปร่างของวัตถุ ค่าความน่าจะเป็นของการเกาะกลุ่มเป็น W2 ค่าน้ำหนักความน่าจะเป็นของความเรียบจะเท่ากับ 1-W2 ค่าของทั้งการเกาะกลุ่มและความเรียบต้องรวมกันไม่เกิน 1 การให้ค่าความน่าจะเป็นของการเกาะกลุ่มจะมีผลทำให้รูปทรงของวัตถุเปลี่ยนแปลง ซึ่งจะถูกใช้เมื่อวัตถุสองสิ่งมีความแตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัด หมายความว่า วัตถุภาพนั้นมีความสัมพันธ์เชิงคลื่นต่ำ เช่น วัตถุที่เป็นน้ำกับดิน เห็นได้ว่าสีของวัตถุสองสิ่งมีความแตกต่างกันอย่างชัดเจน ในขณะที่ค่าความเรียบ จะถูกใช้เมื่อวัตถุสองสิ่งไม่สามารถแยกออกจากกันได้ชัดเจน เช่น วัตถุที่เป็นพืช ถ้าพืชที่มีอายุไล่เลี่ยกันทำให้มองเห็นขอบเขตได้ไม่ชัด ถ้าค่าการเกาะกลุ่มสูงกว่าค่าความเรียบจะทำให้วัตถุถูกบีบอัดให้เล็กลง และกลุ่มของวัตถุที่ได้มีความเหมือนกันมาก ส่วนความเรียบนั้นจะทำให้ได้วัตถุที่มีรูปทรงขอบที่ราบเรียบมากขึ้น และกลุ่มของวัตถุที่ได้มีความหลากหลายของข้อมูล

ในการให้ค่าของการเกาะกลุ่มและความราบเรียบ ที่ต่างกัน โดยให้ค่ามาตราส่วนและค่ารูปร่างหรือสี ให้มีค่าที่คงที่ ซึ่งลักษณะวัตถุภาพที่เกิดขึ้นทั้งสามประเภทนั้น เมื่อให้ค่าการเกาะกลุ่มที่มากขึ้น ลักษณะวัตถุภาพที่เกิดขึ้นจะให้ความเป็นเอกภาพหรือความหลากหลายของข้อมูลที่น้อยลง บางพื้นที่สามารถที่จะแยกออกจากกันได้อย่างชัดเจน เช่นเดียวกันถ้าให้ค่าของความราบเรียบที่มากขึ้นความหลากหลายทางข้อมูลก็จะมีมากขึ้นทำให้บางพื้นที่ไม่สามารถแยกออกจากกันได้อย่างชัดเจน

4.1.2 ขั้นตอนวิธีคิดสำหรับการประมวลผลการสร้างวัตถุภาพ

การประมวลผลเพื่อสร้างวัตถุภาพจะต้องกำหนดขั้นตอนวิธีคิด (Algorithm) ที่เหมาะสมสำหรับการกำหนดเกณฑ์การสร้างวัตถุ และค่าพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้อง ซึ่งการกำหนดเกณฑ์ที่ดีจะช่วยให้การจำแนกพื้นที่ปลูกลำไยได้ผลที่ดีมากขึ้น

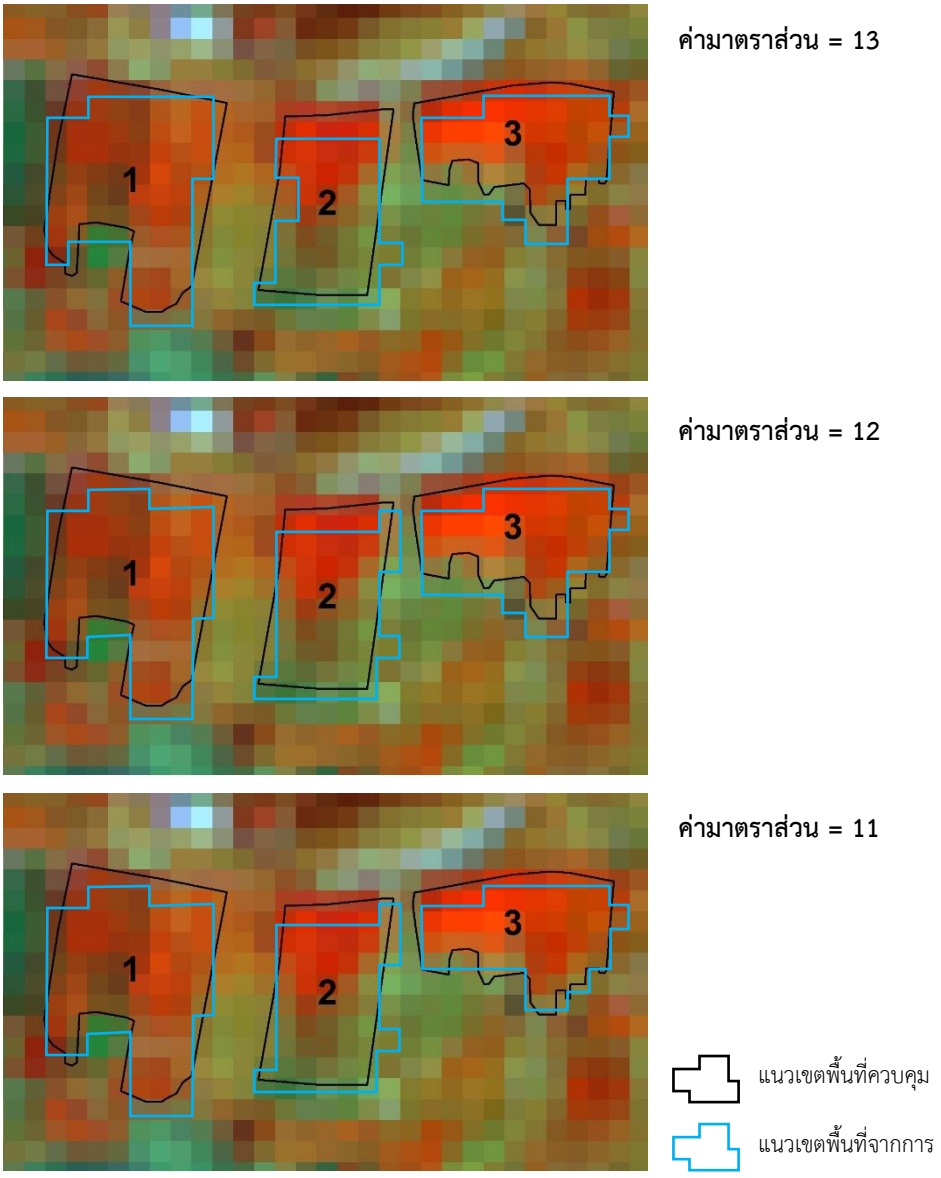
ขั้นตอนวิธีคิดสำหรับการสร้างวัตถุภาพมีให้เลือกใช้งานหลายวิธีซึ่งเหมาะกับรูปแบบข้อมูลและสถานการณ์ที่แตกต่างกันไป ในการดำเนินงานนี้ได้พิจารณาเลือกขั้นตอนวิธีคิดแบบการแบ่งส่วนหลายความละเอียด (Multiresolution Segmentation) วิธีการนี้เป็นการรวมเอาจุดภาพที่มีลักษณะใกล้เคียงกันและอยู่ติดกันเข้าด้วยกันเป็นวัตถุภาพ โดยสามารถกำหนดค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ได้แก่ รูปร่าง สี การเกาะกลุ่ม และความเรียบ ได้ตามความต้องการ ข้อดีของวิธีการนี้ คือ การแบ่งหรือสร้างวัตถุภาพจะแปรผันตามค่าพารามิเตอร์ที่กำหนด ทำให้ได้ขนาดของวัตถุภาพที่แตกต่าง ดังนั้นการเลือกขั้นตอนวิธีคิดนี้จะเหมาะสมกับการดำเนินงานและให้ผลการสร้างวัตถุภาพที่มีรูปร่างและขนาดพื้นที่ใกล้เคียงกับสภาพที่เป็นจริงมากกว่าการทดสอบเกณฑ์สำหรับกำหนดการสร้างวัตถุภาพเป็นการหาค่าที่ดีที่สุดสำหรับการนำไปใช้เป็นต้นแบบในกระบวนการจำแนกเชิงวัตถุเพื่อจำแนกพื้นที่ปลูกลำไย

4.1.3 การทดสอบเพื่อกำหนดค่าเกณฑ์สำหรับการสร้างวัตถุภาพ

การทดสอบการกำหนดค่ามาตราส่วน ดำเนินการโดยทดลองเปลี่ยนค่ามาตราส่วนซึ่งพบว่าการให้ค่ามาตราส่วนที่น้อยลงจะทำให้การจัดกลุ่มมีความละเอียดมากขึ้นในขณะที่จำนวนข้อมูลจะเพิ่มมากขึ้น แต่เมื่อเพิ่มค่ามาตราส่วนการจัดกลุ่มจะหยาบมากขึ้นแต่จำนวนข้อมูลจะน้อยลงด้วยเช่นกัน อย่างไรก็ตาม ค่ามาตราส่วนนี้เมื่อเพิ่มหรือลดค่าลงจนถึงระดับหนึ่งจะไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของการจัดกลุ่มข้อมูลอย่างใด ดังนั้น ค่าที่ต้องการในการดำเนินงานนี้จึงมุ่งพิจารณาค่ามาตราส่วนที่น้อยที่สุดที่ยังสามารถจัดกลุ่มจุดข้อมูลเพื่อสร้างวัตถุภาพได้โดยคงรายละเอียดของพื้นที่ปลูกลำไยแปลงตัวอย่างได้มากที่สุด

ตารางที่ 4-1 การตรวจสอบค่าความครอบคลุมพื้นที่เมื่อเปลี่ยนค่าขนาดมาตราส่วน

พื้นที่ควบคุมที่	1	2	3
(1) จำนวนจุดภาพในพื้นที่ควบคุม	67	45	43
(2) จำนวนจุดภาพในพื้นที่จากการกำหนดค่ามาตราส่วน = 13	62	40	46
(3) จำนวนจุดภาพในพื้นที่จากการกำหนดค่ามาตราส่วน = 12	65	45	46
(4) จำนวนจุดภาพในพื้นที่จากการกำหนดค่ามาตราส่วน = 11	65	45	46
| (1)-(2) |	5	5	3
| (1)-(3) |	2	0	3
| (1)-(4) |	2	0	3



รูปที่ 4-3 ผลจากการเปลี่ยนค่ามาตราส่วน

ในประเด็นของค่ารูปร่างและค่าสีนั้น เนื่องจากพื้นที่ศึกษามีการใช้ที่ดินหลายประเภทซึ่งรูปแบบการใช้ที่ดินส่วนใหญ่มีลักษณะคล้ายกับพื้นที่ปลูกลำไยเนื่องจากเป็นลักษณะของพื้นที่เพื่อการเกษตร โดยเฉพาะในพื้นที่ที่มีสวนผลไม้อื่น ๆ ปะปนอยู่ ส่งผลให้ค่าการสะท้อนเชิงคลื่นมีค่าที่ใกล้เคียงกัน นอกจากนั้นลักษณะแปลงปลูกลำไยในพื้นที่ศึกษายังมีรูปร่างหรือทรงพุ่มของลำไยในแต่ละแปลงมีลักษณะแตกต่างกัน ในขณะที่รูปร่างของไม้ผลชนิดอื่นในแปลงปลูกอื่นจะมีรูปแบบคล้ายกับลำใยมาก ดังนั้นรูปร่างไม่ได้ช่วยให้การจัดกลุ่มภาพให้ผลที่ดีได้ ในขณะที่ข้อมูลดาวเทียมที่ใช้ถึงแม้ว่าจะมีรายละเอียดจุดภาพ 30 เมตร แต่มีจุดเด่นที่การให้ข้อมูลค่าการสะท้อนเชิงคลื่นที่หลากหลายความถี่ ส่งผลให้สามารถสร้างภาพสีผสมได้ดีทำให้สามารถพิจารณาสีของภาพจะได้ง่ายและมีความถูกต้องสูงกว่า ดังนั้นในประเด็นการกำหนดรูปร่างหรือสี จึงให้ความสำคัญของสีมากกว่า และทดสอบด้วยการกำหนดให้ค่าของรูปร่างเป็น 0.1 เพื่อให้ความสำคัญกับค่าของสีมากกว่า

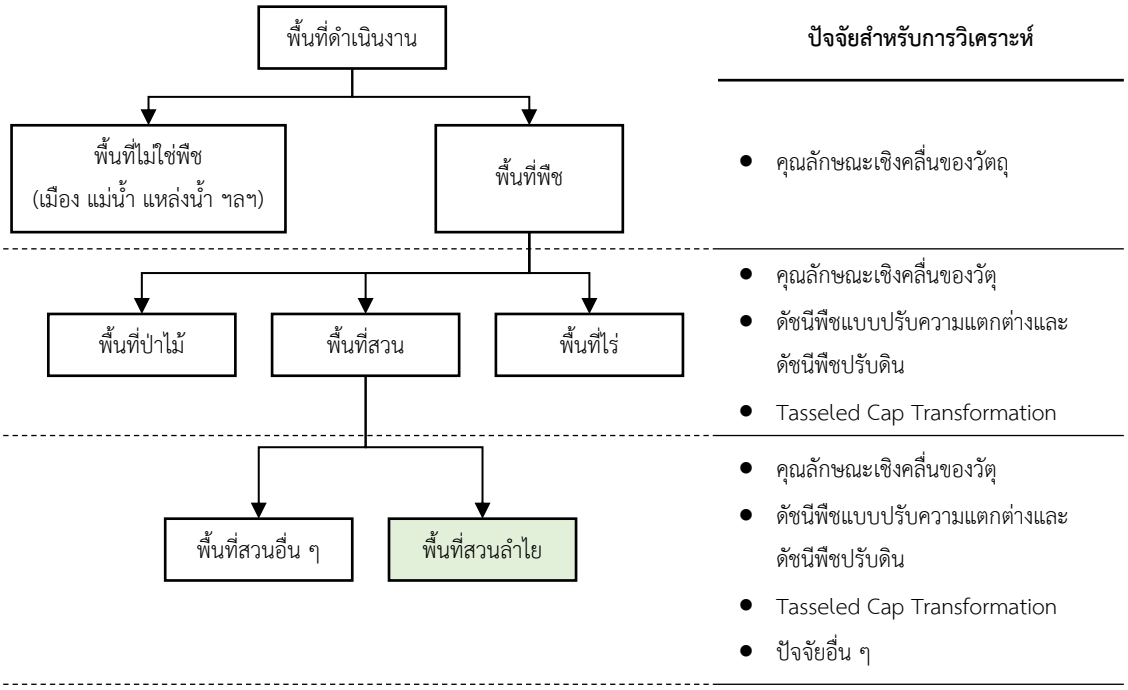
ส่วนค่าการเกาะกลุ่มหรือค่าความเรียบนั้น จะพบว่าพื้นที่ปลูกลำไยมีลักษณะปลูกตามแนวเขตที่ดินที่มีรูปแบบที่แน่นอนและในพื้นที่ปลูกส่วนใหญ่จะปลูกลำไยเพียงอย่างเดียวจึงทำให้มีการเกาะกลุ่มสูง ดังนั้นจึงพิจารณากำหนดให้ค่าของความเรียบเท่ากับ 0.1 เพื่อให้ความสำคัญกับค่าการเกาะกลุ่มมากกว่า

4.2 การกำหนดโครงสร้างลำดับชั้นของการจำแนก

การกำหนดโครงสร้างลำดับชั้นของการจำแนก (Class Hierarchy) ทำขึ้นเพื่อใช้ประกอบการกำหนดขั้นตอนการจำแนก และใช้สำหรับประกอบการพิจารณาการกำหนดปัจจัยสำหรับการจำแนกในระดับขั้นต่าง ๆ โดยการกำหนดโครงสร้างลำดับขั้นของการจำแนกจะพิจารณาจากคุณสมบัติของวัตถุที่ต้องการจำแนกจากกลุ่มของวัตถุแยกย่อยไปจนถึงระดับของวัตถุที่ต้องการ

จากพื้นที่ดำเนินงาน เริ่มจากการจำแนกพื้นที่ออกเป็นพื้นที่ที่ไม่ใช่พืชและพื้นที่ที่มีพืชโดยพิจารณาจากค่าการสะท้อนพลังงานแม่เหล็กไฟฟ้าเปรียบเทียบกับลายเซ็นเชิงคลื่นที่มีคุณลักษณะเป็นเอกลักษณ์

พื้นที่ที่มีพืชเป็นองค์ประกอบส่วนใหญ่ที่จำแนกได้จากการจำแนกในขั้นตอนแรก จะถูกจำแนกออกเป็นพื้นที่ป่าไม้ พื้นที่สวน และพื้นที่ไร่ โดยปัจจัยที่ใช้สำหรับการพิจารณาเบื้องต้นคือลายเซ็นเชิงคลื่น ถึงแม้ว่าพื้นที่ทั้งสามจะมีลักษณะลายเซ็นเชิงคลื่นที่เหมือนกัน แต่จะความแตกต่างของค่าการสะท้อนในแต่ละช่วงคลื่นที่แตกต่างกัน เนื่องจากพื้นที่ป่าไม้ พื้นที่สวน และพื้นที่ไร่ มีชนิดพืชและความหนาแน่นของพืชที่แตกต่างกัน นอกจากนั้นยังพิจารณาประกอบกับค่าดัชนีพืชแบบปรับความแตกต่างและค่าจากการปะมวลผลแบบ Tasseled Cap Transformation ซึ่งการดำเนินงานจะต้องวิเคราะห์หาค่าความเฉพาะตัวของแต่ละพื้นที่เพื่อนำค่าที่ได้มาใช้เป็นค่าปัจจัยสำหรับการจำแนกต่อไป



รูปที่ 4-4 โครงสร้างลำดับขั้นของการจำแนกพื้นที่ปลูกลำไยจากข้อมูลดาวเทียม
และปัจจัยสำหรับการวิเคราะห์

พื้นที่สวนจะถูกนำมาจำแนกย่อยออกเป็นพื้นที่สวนอื่น ๆ และพื้นที่ปลูกลำไย โดยการดำเนินงานจากต้องวิเคราะห์เพื่อหาค่าที่แตกต่างกันของการสะท้อนในแต่ละช่วงคลื่น ดัชนีพืชแบบปรับความแตกต่าง ดัชนีพืชปรับดิน และค่าจากการปะมวลผลแบบ Tasseled Cap Transformation ให้ละเอียดมากขึ้น เพื่อหาความแตกต่างระหว่างพื้นที่ปลูกลำไยและพื้นที่สวนอื่น ๆ เพื่อใช้เป็นค่าปัจจัยสำหรับการจำแนก ประกอบกับการพิจารณาปัจจัยร่วมอื่น ๆ ได้แก่ ลักษณะภูมิประเทศ ลักษณะพื้นที่ปลูก ขนาดของแปลงปลูก ความสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมสำหรับการปลูกลำไย และอาจจะรวมถึงรูปแบบทรงพุ่มของต้นลำไย ซึ่งจะเป็นการดำเนินงานต่อไป

4.3 การวิเคราะห์เพื่อกำหนดค่าเกณฑ์สำหรับการจำแนก

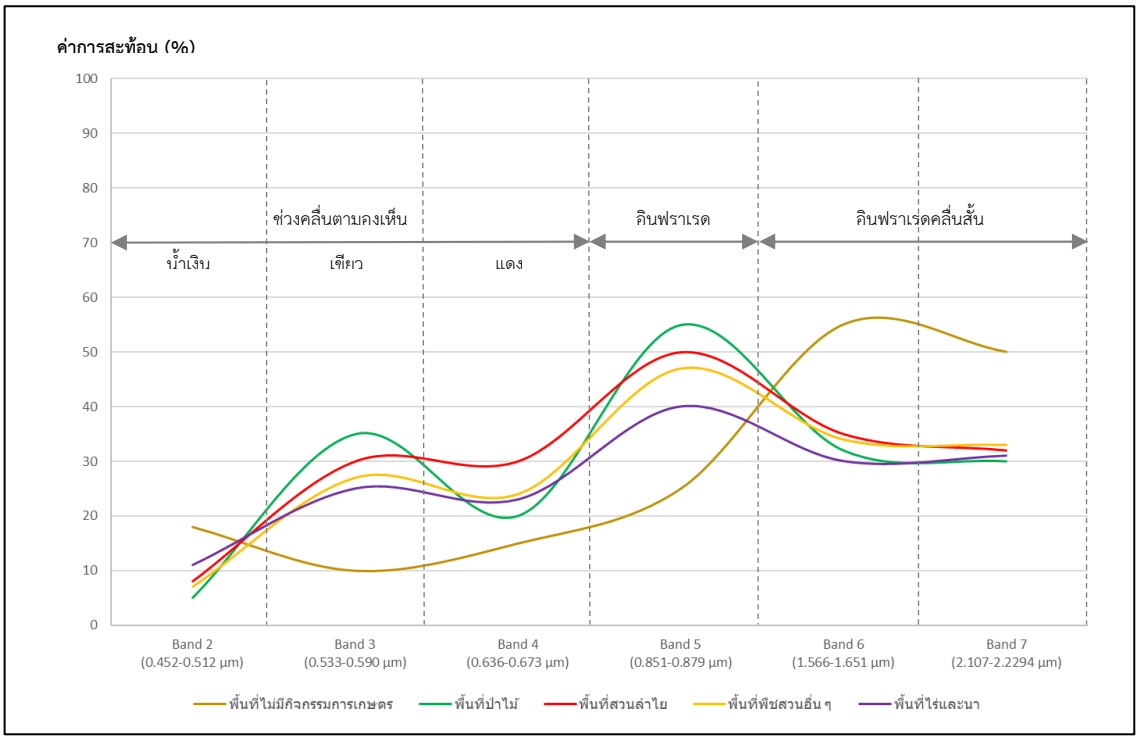
4.3.1 การวิเคราะห์ค่าการสะท้อนเชิงคลื่นของพื้นที่ปลูกลำไย

การวิเคราะห์ค่าการสะท้อนเชิงคลื่นของพื้นที่ปลูกลำไยดำเนินการโดยตรวจวัดค่าการสะท้อนของแต่ละช่วงคลื่นจากข้อมูลดาวเทียมที่อยู่ในพื้นที่ตัวอย่างที่ได้สร้างไว้เพื่อนำมาหาค่าเฉลี่ยของค่าการสะท้อนของแต่ช่วงคลื่น โดยค่าการสะท้อนเชิงคลื่นที่นำมาคำนวณเป็นค่าร้อยละของการสะท้อนเชิงคลื่นของแต่ละจุดภาพในแต่ละแบนด์ของข้อมูลดาวเทียม Landsat-8 ที่ผ่านกระบวนการเน้นความคมชัดด้วยวิธีการยืดภาพเชิงเส้น (Linear Contrast Stretching) แล้ว

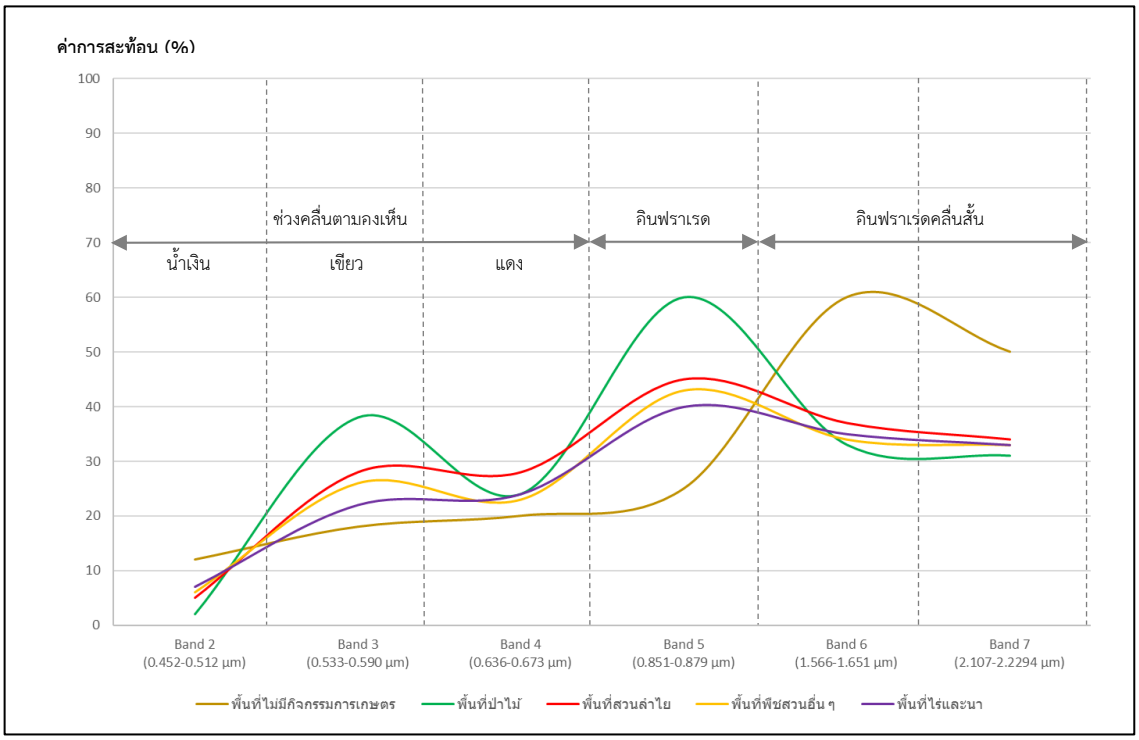
นอกจากการหาค่าเฉลี่ยการสะท้อนเชิงคลื่นของพื้นที่ปลูกลำไยจากพื้นที่ตัวอย่างที่กำหนดแล้ว ยังได้หาค่าเฉลี่ยการสะท้อนเชิงคลื่นของพื้นที่ที่เกี่ยวข้องตามโครงสร้างของการจำแนก ได้แก่ พื้นที่ไม่มีกิจกรรมการเกษตร พื้นที่ป่าไม้พื้นที่พืชสวนอื่น ๆ และ พื้นที่ไร่และนา ซึ่งผลที่ได้จะนำมาเพื่อพิจารณาความแตกต่างของค่าการสะท้อนเชิงคลื่นของพื้นที่แต่ละแบบ และใช้สำหรับเป็นค่าสำหรับการกำหนดให้ปัจจัยสำหรับการกำหนดกฎเกณฑ์เพื่อการจำแนกต่อไป

จากการประมวลผลพบว่า พื้นที่ที่ไม่มีกิจกรรมการเกษตรมีลายเซ็นเชิงคลื่นที่แตกต่างจากพื้นที่เกษตรกรรมอย่างชัดเจน เนื่องจากมีค่าการสะท้อนเชิงคลื่นของช่วงคลื่นสีเขียวและช่วงคลื่นอินฟราเรดที่น้องการพื้นที่เกษตรกรรมและพื้นที่ป่าไม้อย่างชัดเจน ในขณะที่มีการสะท้อนเชิงคลื่นของช่วงคลื่นอินฟราเรดสั้นมากกว่าอย่างเห็นได้ชัด

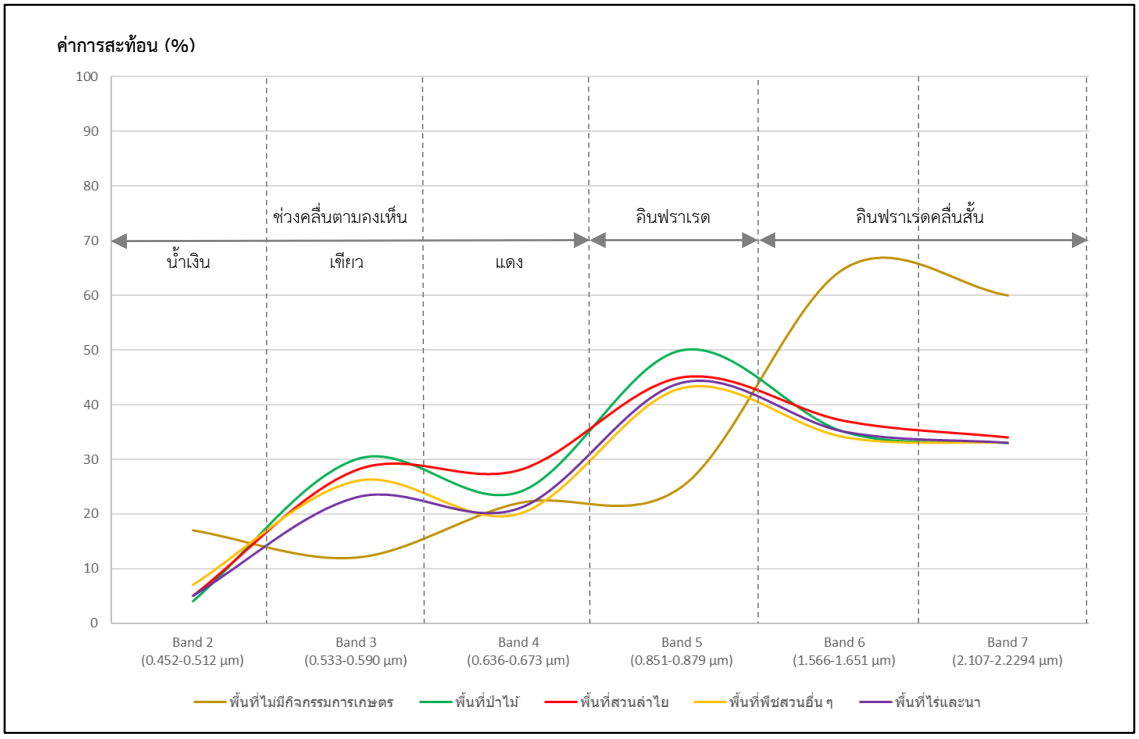
เมื่อพิจารณาพื้นที่ป่าไม้และพื้นที่เกษตรกรรม พบว่ามีลายเซ็นเชิงคลื่นเหมือนกันซึ่งเป็นลายเซ็นเชิงคลื่นของพืช อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาค่าการสะท้อนเชิงคลื่นจะพบว่ามีค่าการสะท้อนเชิงคลื่นแตกต่างในพื้นที่แต่ละแบบ โดยพื้นที่ปลูกลำไยมีค่าการสะท้อนเชิงคลื่นที่แตกต่างกับพื้นที่ปลูกไม้ผลอื่นและพื้นที่ปลูกพืชไร่ในช่วงคลื่นอินฟราเรด ซึ่งพื้นที่ปลูกลำไยจะมีค่าการสะท้อนสูงกว่าพื้นที่อื่น ๆ ยกเว้นเมื่อเปรียบกับพื้นที่ป่าไม้ อย่างไรก็ตามพื้นที่ป่าไม้มีค่าการสะท้อนช่วงคลื่นอินฟราเรดคลื่นสั้นที่ต่ำกว่าพื้นที่ปลูกลำไย และเมื่อพิจารณาปัจจัยอื่นประกอบ เช่น ลักษณะพื้นที่ รูปแบบทรงพุ่มของต้น และขนาดของพื้นที่ซึ่งมีความแตกต่างกันจะเป็นปัจจัยที่สามารถจำแนกพื้นที่ป่าไม้ออกจากพื้นที่ปลูกลำไยได้



รูปที่ 4-5 เปรียบเทียบค่าการสะท้อนเชิงคลื่นระหว่างพื้นที่แบบต่าง ๆ พื้นที่ตัวอย่างประเทศไทย



รูปที่ 4-6 เปรียบเทียบค่าการสะท้อนเชิงคลื่นระหว่างพื้นที่แบบต่าง ๆ พื้นที่ตัวอย่างประเทศกัมพูชา



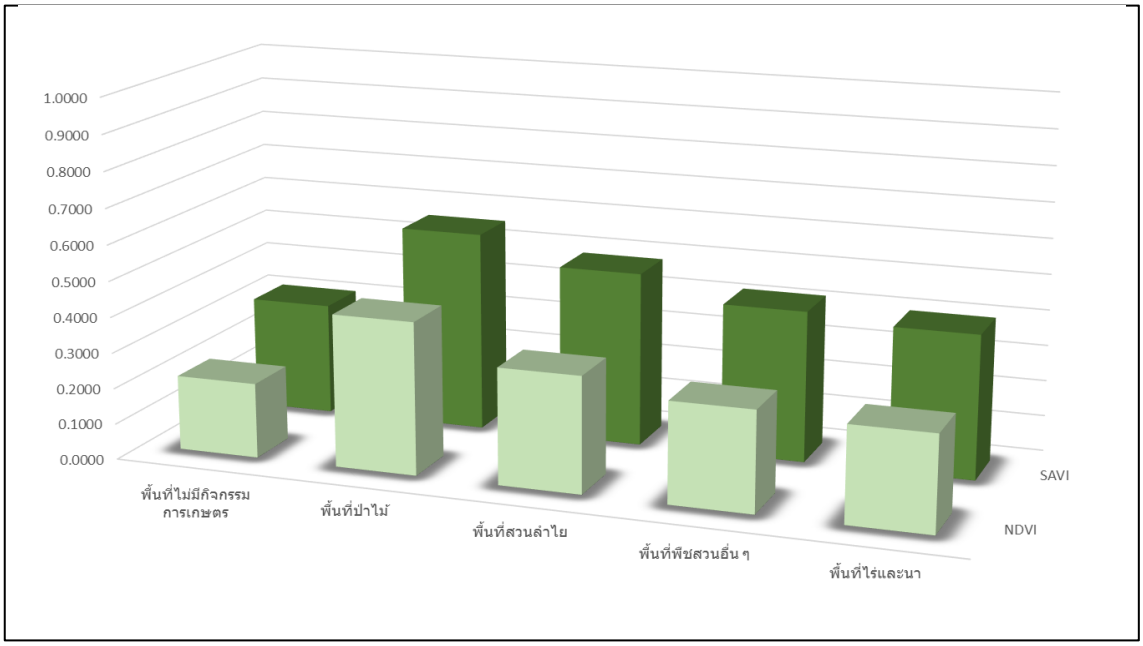
รูปที่ 4-7 เปรียบเทียบค่าการสะท้อนเชิงคลื่นระหว่างพื้นที่แบบต่าง ๆ พื้นที่ตัวอย่างประเทศเวียดนาม

4.3.2 การวิเคราะห์ค่าดัชนีพืชปรับความแตกต่างและค่าดัชนีพืชปรับแก้ดิน

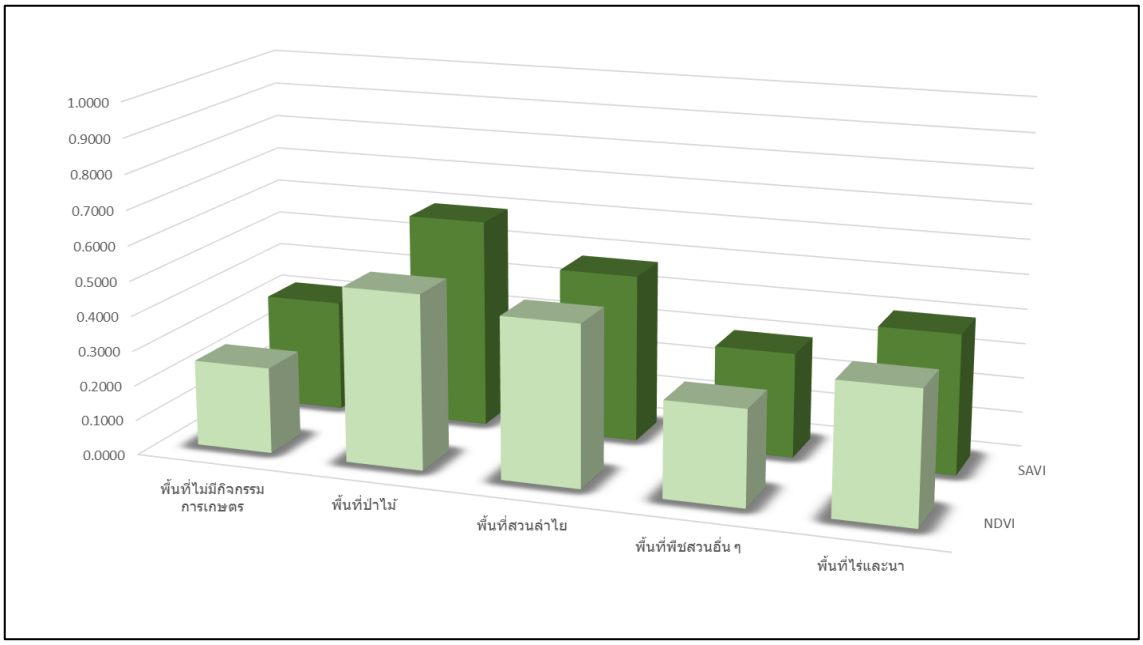
การวิเคราะห์ค่าดัชนีพืชปรับความแตกต่าง (NDVI) และค่าดัชนีพืชปรับแก้ดิน (SAVI) เป็นการประมวลผลข้อมูลดาวเทียม Landsat 8 ตามสมการการวิเคราะห์ค่า NDVI และ SAVI ซึ่งผลที่ได้จากการประมวลผลแสดงให้เห็นว่าค่า NDVI และ SAVI ของพื้นที่ที่ไม่มีกิจกรรมการเกษตรมีค่าต่ำสุด (NDVI < 0.25 และ SAVI < 0.32) เนื่องจากเป็นพื้นที่ที่มีพืชอยู่น้อยซึ่งสามารถใช้ยืนยันร่วมกับค่าการสะท้อนเชิงคลื่นเพื่อจำแนกพื้นที่พืชออกจากพื้นที่ไม่ใช่พืช

เมื่อพิจารณาพื้นที่ที่มีพืชเป็นหลัก จะพบว่าพื้นที่ป่าไม้มีค่า NDVI และ SAVI สูงกว่าพื้นที่ที่มีพืชอื่น ๆ (NDVI > 0.40 และ SAVI > 0.55) เนื่องจากปริมาณและความหนาแน่นของพืชพันธุ์ที่มีมากกว่าพื้นที่เกษตรกรรม ซึ่งสามารถใช้ค่าดังกล่าวเป็นค่าเกณฑ์สำหรับจำแนกพื้นที่ป่าไม้ออกจากพื้นที่เกษตรกรรม

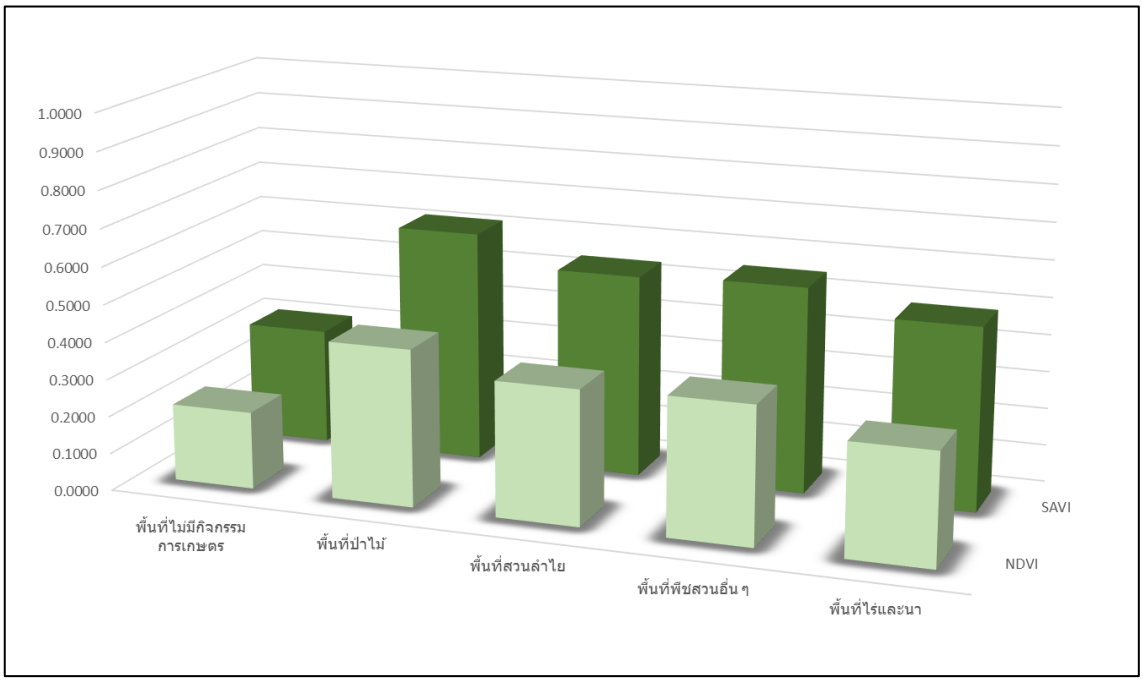
ส่วนพื้นที่เกษตรกรรม จะพบว่าพื้นที่ปลูกลำไยมีค่า NDVI และ SAVI สูงกว่าพื้นที่พืชสวนอื่น ๆ และพื้นที่ไร่และนา แสดงให้เห็นถึงลักษณะเฉพาะตัวของพื้นที่ปลูกลำไย ซึ่งค่า NDVI ควรอยู่ระหว่าง 0.30-0.40 และค่า SAVI ควรอยู่ระหว่าง 0.45-0.55 ซึ่งค่าดังกล่าวจะต้องถูกนำไปทดสอบในเกณฑ์การจำแนกสำหรับกระบวนการจำแนกต่อไป



รูปที่ 4-8 เปรียบเทียบ NDVI และ SAVI ระหว่างพื้นที่แบบต่าง ๆ พื้นที่ตัวอย่างประเทศไทย



รูปที่ 4-9 เปรียบเทียบ NDVI และ SAVI ระหว่างพื้นที่แบบต่าง ๆ พื้นที่ตัวอย่างประเทศกัมพูชา

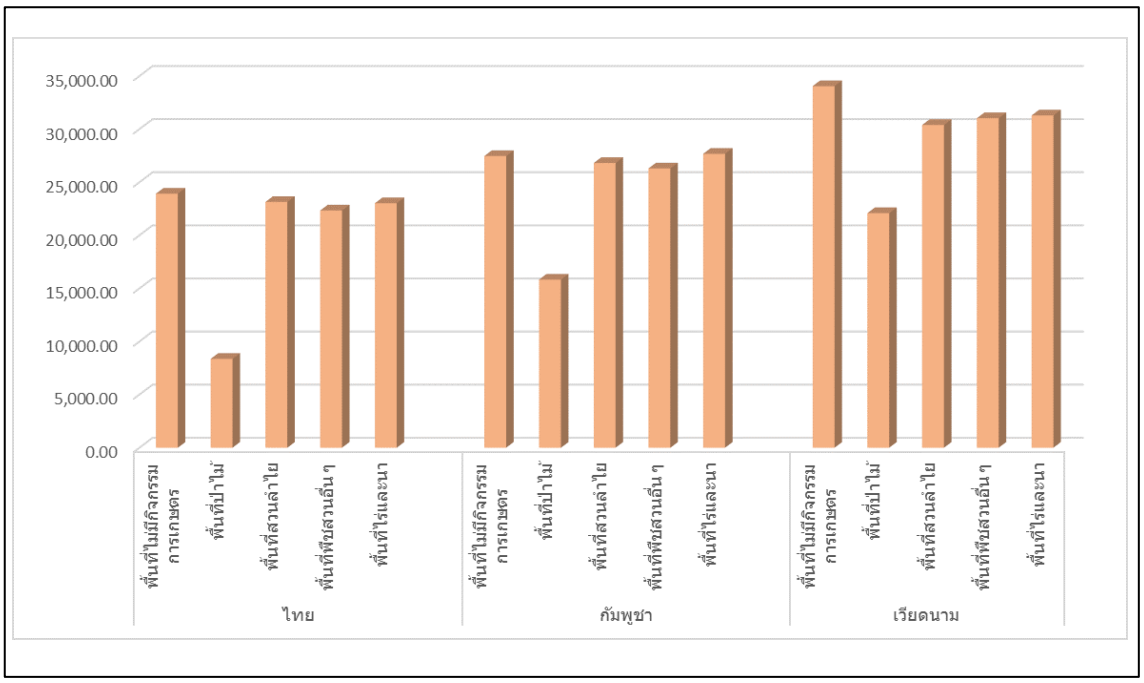


รูปที่ 4-10 เปรียบเทียบ NDVI และ SAVI ระหว่างพื้นที่แบบต่าง ๆ พื้นที่ตัวอย่างประเทศเวียดนาม

4.3.3 การวิเคราะห์ค่า Tasseled Cap Transformation

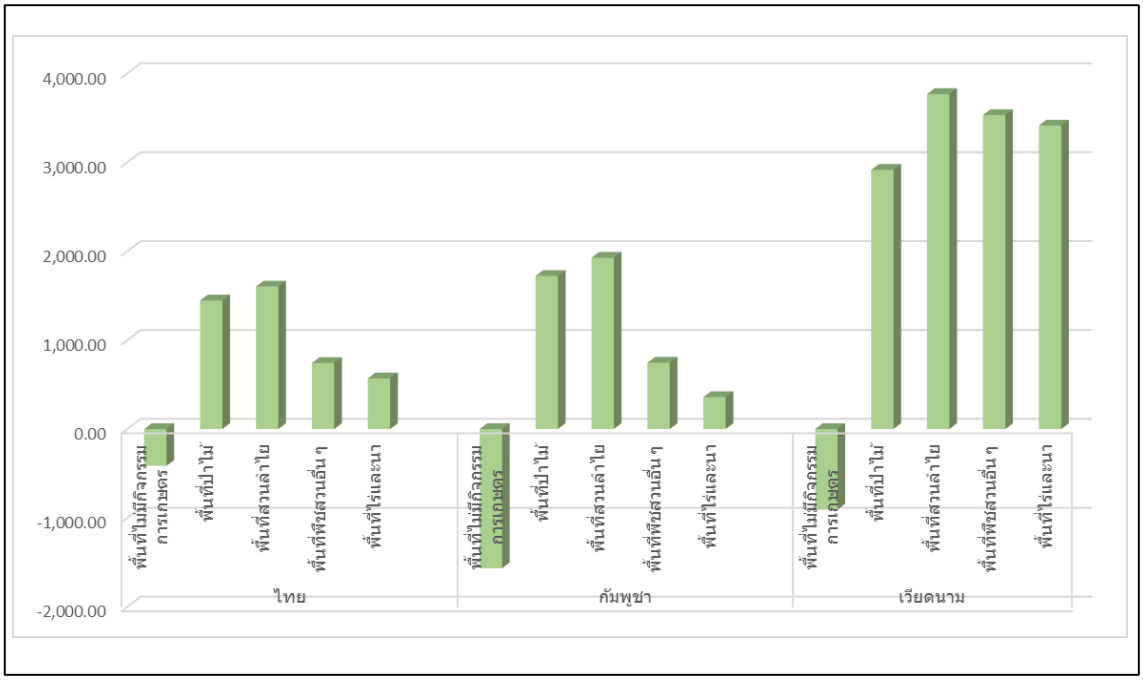
ค่า Tasseled Cap Transformation ได้จากการประมวลผลข้อมูลดาวเทียม Landsat-8 โดยใช้ฟังก์ชั่นสำเร็จรูปที่มีอยู่ในระบบโปรแกรมประมวลผลข้อมูลดาวเทียม ซึ่งจะนำผลสามแบนด์แรกที่ได้จากการประมวลผลที่แสดงค่า Brightness ค่า Greenness และค่า Wetness มาพิจารณาหาความสัมพันธ์กับลักษณะพื้นที่ตัวอย่าง

ค่า Brightness ที่ได้จากการประมวลผลพบว่าบริเวณพื้นที่ป่าไม้จะให้ค่า Brightness ต่ำที่สุดอย่างเห็นได้ชัดในขณะที่พื้นที่รูปแบบอื่น ๆ จะมีค่า Brightness ใกล้เคียงกัน ในกรณีนี้จึงพิจารณาใช้ค่าดังกล่าวนี้สำหรับเป็นเกณฑ์ในการจำแนกพื้นที่ป่าไม้ออกจากพื้นที่อื่น

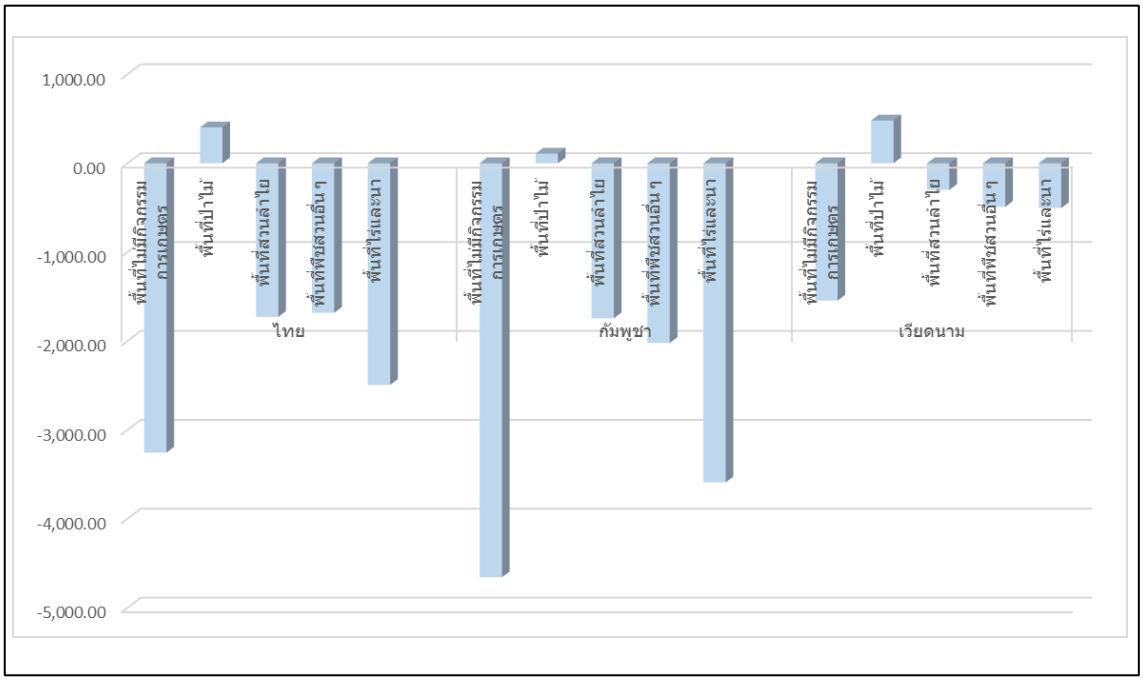


รูปที่ 4-11 ค่า Brightness เปรียบเทียบระหว่างพื้นที่แบบต่าง ๆ ของพื้นที่ตัวอย่าง

ค่า Greenness จะแสดงให้เห็นได้อย่างชัดเจนถึงความแตกต่างของพื้นที่ที่ไม่มีกิจกรรมการเกษตรกับพื้นที่ป่าไม้และพื้นที่เกษตรกรรม เนื่องจากค่าที่ประมวลผลได้ในพื้นที่ไม่มีกิจกรรมการเกษตรจะได้ค่าเป็นลบในขณะที่พื้นที่อื่นจะให้ผลเป็นบวก และประเด็นที่น่าสนใจคือในพื้นที่สวนลำไยค่า Greenness จะมีค่าสูงกว่าพื้นที่อื่น ๆ แม้กระทั่งพื้นที่ป่าไม้ ซึ่งเป็นตัวชี้ให้เห็นว่าค่า Greenness จะสามารถใช้เป็นเกณฑ์ในการจำแนกพื้นที่สวนลำไยออกจากพื้นที่อื่นได้ อย่างไรก็ตามค่า Greenness ที่สูงกว่าพื้นที่อื่นนั้น ยังคงต้องทดสอบค่าที่ดีที่สุดสำหรับการจำแนกในกระบวนการจำแนกต่อไป



รูปที่ 4-12 ค่า Greenness เปรียบเทียบระหว่างพื้นที่แบบต่าง ๆ ของพื้นที่ตัวอย่าง



รูปที่ 4-13 ค่า Wetness เปรียบเทียบระหว่างพื้นที่แบบต่าง ๆ ของพื้นที่ตัวอย่าง

ส่วนค่า Wetness จะเห็นว่าจะให้ค่าที่สามารถจำแนกพื้นที่ป่าไม้ได้อย่างชัดเจน เนื่องจากพื้นที่ป่าไม้จะมีค่า Wetness เป็นค่าบวกในขณะที่พื้นที่อื่นจะมีค่าเป็นลบ นอกจากนั้นยังสามารถใช้เป็นค่าเกณฑ์สำหรับการจำแนกพื้นที่ไม่มีกิจกรรมการเกษตร เนื่องจากพื้นที่ดังกล่าวจะให้ค่า Wetness ที่ติดลบมากกว่าพื้นที่อื่น ๆ อย่างชัดเจน

4.4 สรุปค่าเกณฑ์สำหรับการประมวลผลเพื่อจำแนกพื้นที่ปลูกลำไยจากข้อมูลดาวเทียม

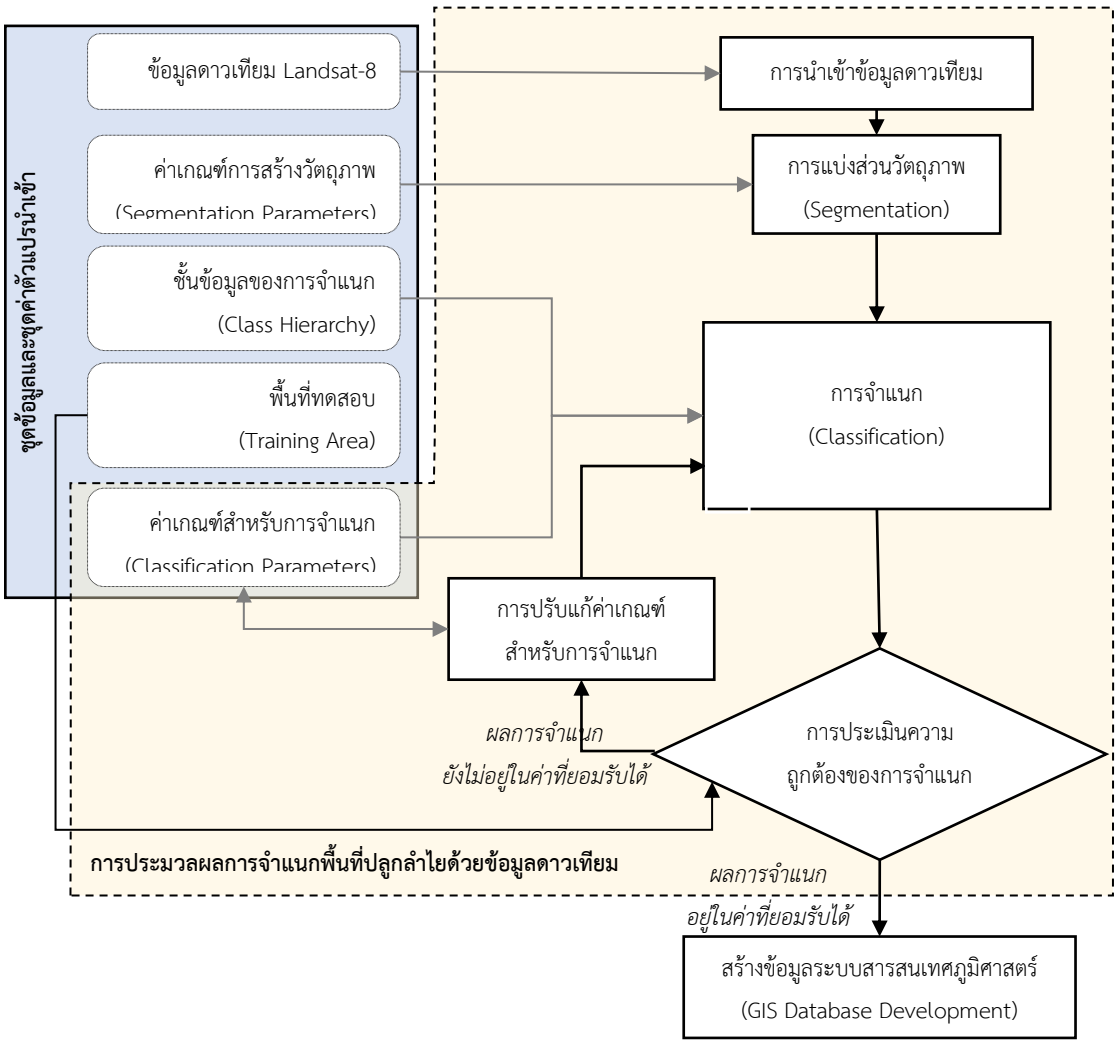
จากการวิเคราะห์ค่าเกณฑ์ของปัจจัยต่าง ๆ สามารถสรุปค่าเกณฑ์สำหรับใช้ในการประมวลผลเพื่อจำแนกพื้นที่ปลูกลำไยจากข้อมูลดาวเทียมด้วยวิธีการจำแนกเชิงวัตถุดังนี้

ค่าเกณฑ์ของปัจจัย	ประเทศไทย	ประเทศกัมพูชา	ประเทศเวียดนาม
เกณฑ์การสร้างวัตถุภาพ			
+ ค่ามาตราส่วน	12		
+ ค่ารูปร่าง/ค่าสี	0.1		
+ ค่าการเกาะกลุ่ม/ค่าความเรียบ	0.1		
เกณฑ์การสะท้อนเชิงคลื่น (เปอร์เซ็นต์การสะท้อนหลังจากผ่านกระบวนการยืดภาพเชิงเส้น			
+ ค่าแบนด์-3	28-32%	28-32%	27-29%
+ ค่าแบนด์-4	> 25%	> 27%	> 25%
+ ค่าแบนด์-5	48-52%	44-50%	45-47%
+ ค่าแบนด์-6	< 45%	< 50%	< 50%
+ ค่าแบนด์-7	< 45%	< 50%	< 50%
เกณฑ์ดัชนีพืชปรับความแตกต่างและดัชนีปรับค่าดิน			
+ NDVI	0.30-0.40		
+ SAVI	0.45-0.55		
เกณฑ์ Tasseled Cap Transformation			
+ ค่า Brightness (เลือกพื้นที่ป่าไม้)	< 10,000	< 17,000	< 25,000
+ ค่า Greenness (เลือกพื้นที่ไม่มีกิจกรรมการเกษตร)		< 0	
+ ค่า Greenness (เลือกพื้นที่ปลูกลำไย)	> 1,200	> 1,700	> 3,200
+ ค่า Wetness (เลือกพื้นที่ป่าไม้)		> 0	
+ ค่า Wetness (เลือกพื้นที่ไม่มีกิจกรรมการเกษตร)	< -2,700	< -3,700	< -500

ค่าเกณฑ์ของปัจจัยต่าง ๆ ที่ได้จากผลการวิเคราะห์ จะถูกนำไปใช้สำหรับเป็นค่าเกณฑ์ของแต่ละปัจจัยในกระบวนการจำแนก ซึ่งจะได้นำเสนอในบทต่อไป

บทที่ 5
การประมวลผล ผลการจำแนก และการประเมินความถูกต้อง การจำแนกพื้นที่ปลูกลำไยด้วยข้อมูลดาวเทียม

จากข้อมูลที่จัดเตรียมและปัจจัยที่กำหนดรวมถึงค่าเกณฑ์ของแต่ละปัจจัยที่ได้ผ่านการวิเคราะห์ทั้งหมด จะถูกใช้เพื่อเป็นชุดข้อมูลและชุดค่าตัวแปรสำหรับนำเข้าสู่กระบวนการจำแนกพื้นที่ปลูกลำไยด้วยข้อมูลดาวเทียมด้วยกระบวนการจำแนกเชิงวัตถุ โดยมีผลจากการดำเนินงาน ดังนี้



รูปที่ 5-1 กระบวนการจำแนกเชิงวัตถุ

5.1 การประมวลผลการจำแนก

การประมวลผลเพื่อการจำแนกพื้นที่ปลูกลำไยจากข้อมูลดาวเทียม มีความจำเป็นต้องพิจารณาเลือกพื้นที่ทดสอบสำหรับประมวลผลให้มีขนาดเหมาะสมสำหรับการทดลองเปลี่ยนค่าปัจจัยต่าง ๆ เนื่องจากการประมวลผลข้อมูลดาวเทียมทั้งภาพนั้น ระบบต้องใช้เวลาประมวลผล 24-36 ชั่วโมงต่อภาพ ซึ่งการปฏิบัติงานจะต้องมีการทดสอบค่าปัจจัยต่าง ๆ สำหรับการประมวลผลเพื่อให้ได้ผลการจำแนกที่ดีที่สุด

การเลือกพื้นที่ทดสอบสำหรับการประมวลผล ได้พิจารณาเลือกพื้นที่ที่อยู่ในขอบเขตการสำรวจภาคสนามเป็นหลัก เนื่องจากมีข้อมูลเบื้องต้นที่ได้จากการสำรวจจริง และสร้างเป็นข้อมูลพื้นที่ปลูกลำไยจากสภาพจริง กำหนดพื้นที่ตัวอย่างขนาดประมาณ 10x10 กิโลเมตร โดยใช้ข้อมูลดาวเทียมรายละเอียดสูงประกอบการสร้างข้อมูล

ข้อมูลดาวเทียม Landsat-8 ที่ถูกตัดให้อยู่ในพื้นที่ทดสอบจะเป็นข้อมูลนำเข้าสำหรับการประมวลผลโดยใช้ค่าเกณฑ์สำหรับการจำแนกจากผลที่วิเคราะห์ได้ดังที่ได้นำเสนอก่อนหน้า ผลการจำแนกพื้นที่ปลูกลำไยจากการประมวลผลจะต้องนำมาตรวจสอบเพื่อประเมินระดับความถูกต้องของการจำแนก ในกรณีที่ผลการจำแนกยังไม่ให้ผลที่ดีพอ จะต้องทบทวนค่าเกณฑ์ของการจำแนกในแต่ละปัจจัยใหม่ และทดสอบค่าเกณฑ์ใหม่โดยการประมวลผลการจำแนกจนกว่าจะได้ผลการจำแนกที่ดีที่สุด หลังจากนั้นจึงนำค่าเกณฑ์ของปัจจัยต่าง ๆ ไปใช้เพื่อประมวลผลในแต่ละภาพเพื่อให้ได้ผลการจำแนกพื้นที่ปลูกลำไยของแต่ประเทศในที่สุด

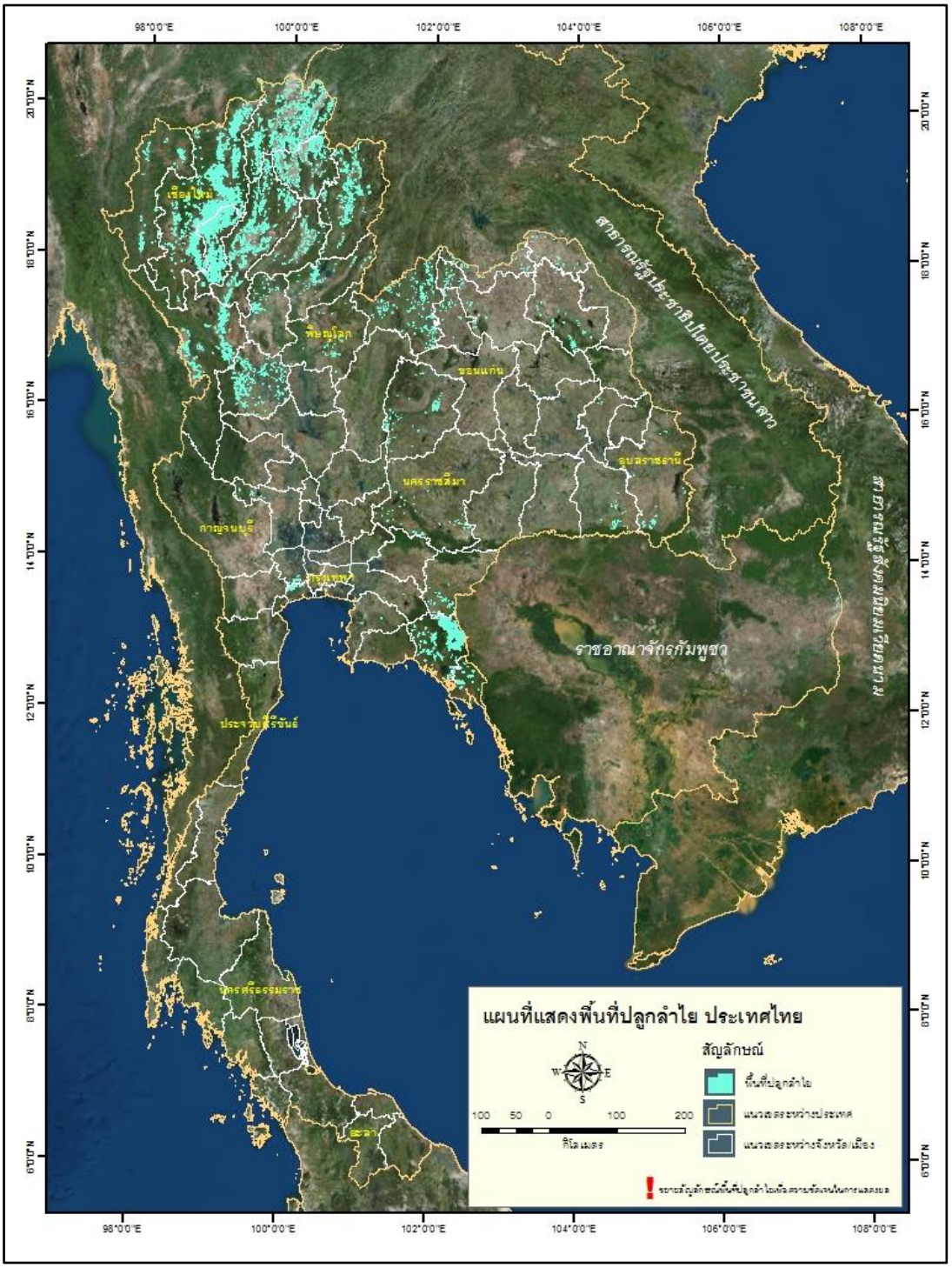
5.2 ผลการจำแนกพื้นที่ปลูกลำไยจากข้อมูลดาวเทียม

5.2.1 ผลการจำแนกพื้นที่ปลูกลำไยประเทศไทย

ผลการจำแนกพื้นที่ปลูกลำไยของประเทศไทย พบพื้นที่ปลูกลำไยรวมทั้งสิ้น 2,456.48 ตารางกิโลเมตรหรือประมาณ 1,535,297.94 ไร่ โดยพื้นที่ปลูกลำไยส่วนใหญ่อยู่ในภาคเหนือตามที่ราบริมแม่น้ำ ที่ราบระหว่างหุบเขา และบริเวณเชิงเขา จังหวัดที่มีพื้นที่ปลูกลำไยมากที่สุดคือจังหวัดเชียงใหม่และจังหวัดลำพูนซึ่งเป็นจังหวัดที่มีพื้นที่ปลูกมากที่สุดอันดับหนึ่งและอันดับสองของประเทศไทยอีกด้วย

บริเวณที่มีการปลูกลำไนกระจุกตัวหนาแน่นอีกพื้นที่คือภาคตะวันออก ซึ่งมีพื้นที่ปลูกลำไยกระจุกตัวอยู่ในจังหวัดจันทบุรีซึ่งมีพื้นที่ปลูกลำไยมากในอันดับต้นของประเทศไทย มีการปลูกลำไยเป็นพื้นที่หนาแน่นโดยปลูกในพื้นที่ราบ ที่ราบลูกฟูก ที่เนิน และบริเวณเชิงเขา

ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พื้นที่ปลูกลำไยกระจายไปในจังหวัดต่าง ๆ แต่ส่วนใหญ่ค่อนอยู่ในพื้นที่ส่วนเหนือของภาค ได้แก่ จังหวัดเลย จังหวัดสระแก้ว จังหวัดชัยภูมิ จังหวัดสกลนคร จังหวัดหนองบัวลำภู จังหวัดอุบลราชธานี และจังหวัดหนองคาย



รูปที่ 5-2 ผลการจำแนกพื้นที่ปลูกลำไยด้วยข้อมูลดาวเทียมประเทศไทย

ที่มา: ภาพดาวเทียม - Esri, DigitalGlobe, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AEX, Getmapping, Aerogrid, IGN, IGP, swisstopo, and the GIS User Community
เส้นขอบเขตการปกครอง – Natural Earth (http://www.naturalearthdata.com)
ประมวลผลด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

ในพื้นที่ภาคกลางนั้น พื้นที่ปลูกลำไยส่วนใหญ่จะกระจุกตัวอยู่ในจังหวัดสมุทรสาครและกระจายเป็นพื้นที่เล็กในจังหวัดโดยรอบ และไม่สามารถตรวจพบพื้นที่ปลูกลำไยในภาคใต้

เมื่อพิจารณาร่วมกับข้อมูลการปลูกลำไย ปี 2558 ของศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร กรมส่งเสริมการเกษตร พบว่าส่วนใหญ่ผลจากการจำแนกจะได้พื้นที่มากกว่ารายงานทางสถิติของกรมส่งเสริมการเกษตร อย่างไรก็ตามยังมีบางจังหวัดที่การจำแนกไม่สามารถตรวจพบพื้นที่ปลูกลำไยตามข้อมูลรายงานทางสถิติได้ ซึ่งจะเป็นจังหวัดที่มีพื้นที่ปลูกลำไยจำนวนน้อย

ตารางที่ 5-1 สรุปพื้นที่ปลูกลำไยประเทศไทย

	พื้นที่จากผลการจำแนก		พื้นที่จากรายงานสถิติ[1]	
	ตารางกิโลเมตร	ไร่	ตารางกิโลเมตร	ไร่
จังหวัดเชียงใหม่	767.38	479,609.43	504.88	315,551.00
จังหวัดลำพูน	472.10	295,062.91	434.25	271,408.00
จังหวัดลำปาง	219.88	137,426.21	42.68	26,680.00
จังหวัดจันทบุรี	211.99	132,493.11	236.48	147,797.00
จังหวัดเชียงราย	161.83	101,141.21	274.25	171,406.00
จังหวัดตาก	133.57	83,483.91	34.01	21,256
จังหวัดพะเยา	86.15	53,843.96	92.51	57,820.00
จังหวัดน่าน	78.56	49,101.67	52.65	32,904.00
จังหวัดเลย	58.23	36,393.83	54.75	34,221.00
จังหวัดกำแพงเพชร	55.73	34,828.78	8.30	5,187.00
จังหวัดแม่ฮ่องสอน	32.21	20,131.17	1.26	788.00
จังหวัดอุตรดิตถ์	23.22	14,510.64	7.25	4,531.00
จังหวัดสมุทรสาคร	21.69	13,556.81	2.40	1,499.00
จังหวัดตราด	20.18	12,613.50	4.84	3,025.00
จังหวัดสุโขทัย	18.76	11,723.24	2.46	1,539.00
จังหวัดแพร่	14.81	9,255.25	6.78	4,237.00
จังหวัดสระแก้ว	11.96	7,472.22	28.65	17,906.00
จังหวัดชัยภูมิ	9.98	6,240.44	5.53	3,458.00
จังหวัดพิษณุโลก	9.07	5,666.79	10.39	6,492.00
จังหวัดสกลนคร	8.19	5,119.12	1.89	1,180.00
จังหวัดหนองบัวลำภู	5.46	3,415.45	4.52	2,824.00
จังหวัดอุบลราชธานี	5.33	3,331.68	2.14	1,336.00
จังหวัดหนองคาย	5.31	3,321.11	1.31	821.00
จังหวัดนครราชสีมา	4.93	3,082.26	6.56	4,100.00
จังหวัดศรีสะเกษ	4.46	2,789.58	2.13	1,331.00

	พื้นที่จากผลการจำแนก		พื้นที่จากรายงานสถิติ[1]	
	ตารางกิโลเมตร	ไร่	ตารางกิโลเมตร	ไร่
จังหวัดอุดรธานี	4.46	2,786.01	1.34	839.00
จังหวัดนครปฐม	3.20	2,002.20	0.71	442.00
จังหวัดบึงกาฬ	2.86	1,790.29	0.04	27.00
จังหวัดสุพรรณบุรี	2.09	1,305.93	1.37	854.00
จังหวัดฉะเชิงเทรา	1.66	1,035.39	1.95	1,216.00
จังหวัดชลบุรี	0.59	367.47	1.02	638.00
จังหวัดยโสธร	0.51	321.18	0.41	254.00
จังหวัดมุกดาหาร	0.11	70.62	0.53	331.00
จังหวัดราชบุรี	0.01	4.55	6.82	4,260.00
จังหวัดระยอง	-	-	2.35	1,466.00
จังหวัดเพชรบูรณ์	-	-	1.53	956.00
จังหวัดกาญจนบุรี	-	-	1.43	895.00
จังหวัดปราจีนบุรี	-	-	1.18	738.00
จังหวัดบุรีรัมย์	-	-	1.11	692.00
จังหวัดนครสวรรค์	-	-	1.08	673.00
จังหวัดอุทัยธานี	-	-	0.81	508.00
จังหวัดยะลา	-	-	0.52	333.00
จังหวัดขอนแก่น	-	-	0.52	324.00
จังหวัดอำนาจเจริญ	-	-	0.50	309.00
จังหวัดสงขลา	-	-	0.46	288.00
จังหวัดปทุมธานี	-	-	0.38	237.00
จังหวัดพิจิตร	-	-	0.29	180.00
จังหวัดกาฬสินธุ์	-	-	0.26	161.00
จังหวัดสระบุรี	-	-	0.23	144.00
จังหวัดลพบุรี	-	-	0.21	132.00
จังหวัดประจวบคีรีขันธ์	-	-	0.16	102.00
จังหวัดสุรินทร์	-	-	0.12	76.00
จังหวัดร้อยเอ็ด	-	-	0.10	65.00
จังหวัดเพชรบุรี	-	-	0.10	60.00
จังหวัดตรัง	-	-	0.07	43.00
จังหวัดพังงา	-	-	0.05	30.00
จังหวัดปัตตานี	-	-	0.03	21.00
จังหวัดนครพนม	-	-	0.02	10.00

	พื้นที่จากผลการจำแนก		พื้นที่จากรายงานสถิติ[1]	
	ตารางกิโลเมตร	ไร่	ตารางกิโลเมตร	ไร่
จังหวัดชัยนาท	-	-	0.01	8.00
จังหวัดมหาสารคาม	-	-	0.01	7.00
จังหวัดอ่างทอง	-	-	0.00	1.00
จังหวัดสุราษฎร์ธานี	-	-	0.00	1.00
จังหวัดพัทลุง	-	-	0.00	1.00
รวม	**2,456.48**	**1,535,297.94**	**1,850.59**	**1,156,619.00**

ที่มา : [1] สถานการณ์การปลูกลำไย ปี 2558, ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร กรมส่งเสริมการเกษตร เมษายน 2559

5.2.2 ผลการจำแนกพื้นที่ปลูกลำไยประเทศกัมพูชา

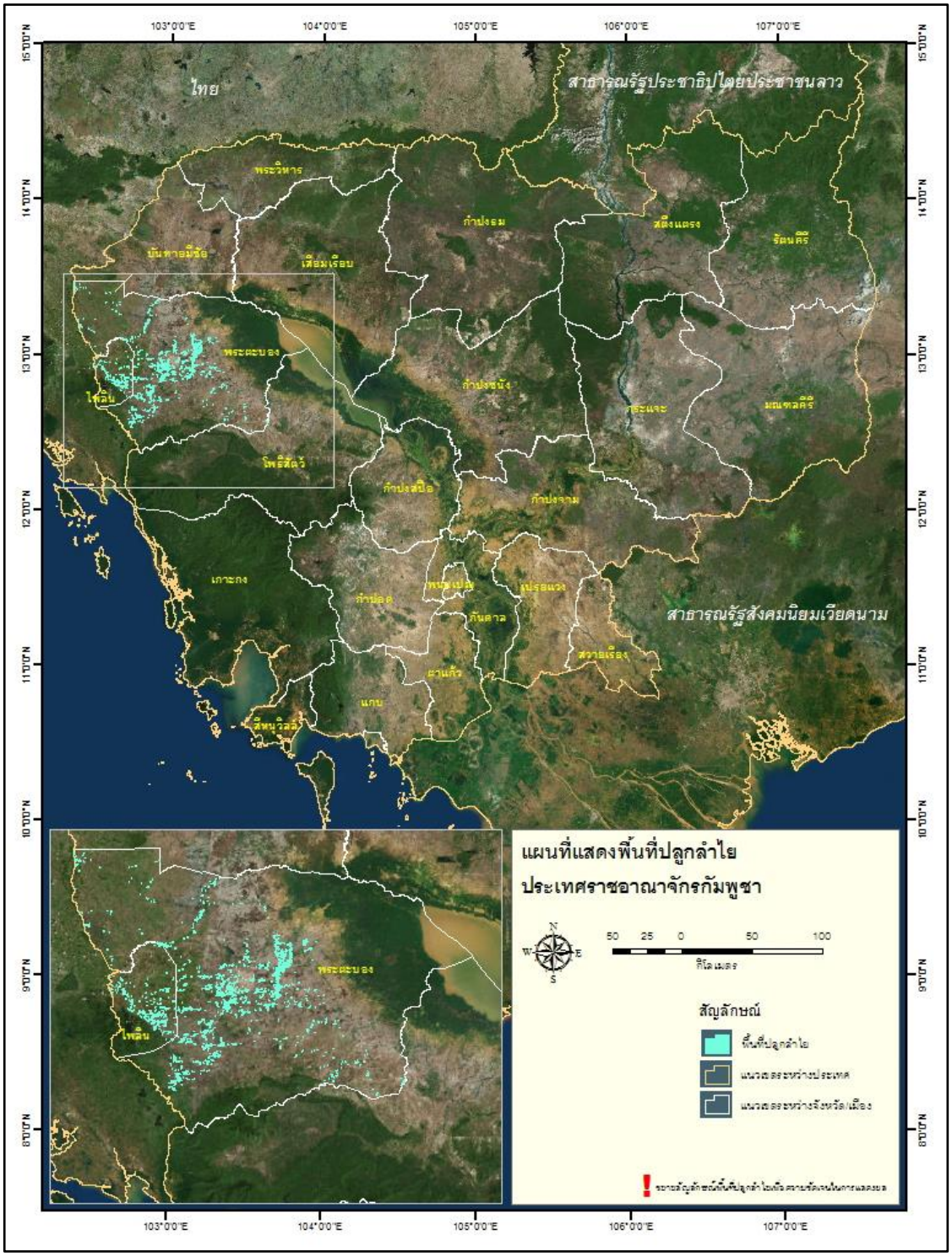
ผลการจำแนกพื้นที่ปลูกลำไยของประเทศกัมพูชา พบพื้นที่ปลูกลำไยใน 2 เมือง คือ พระตะบองและไพลิน โดยมีพื้นที่ปลูกลำไยรวมทั้งสิ้น 67.24 ตารางกิโลเมตรหรือคิดเป็น 42,024.53 ไร่

พื้นที่ปลูกลำไยในเมืองไพลินจะหนาแน่นอยู่บริเวณตอนกลางของพื้นที่และพื้นที่ตามแนวถนนสายหลัก และมีพื้นที่ปลูกลำไยกระจายออกไปทั่วพื้นที่ ยกเว้นพื้นที่ด้านใต้ซึ่งเป็นภูเขาและเป็นบริเวณป่าไม้ พื้นที่ปลูกลำไยในเมืองไพลินจะตั้งอยู่บนพื้นที่เชิงเขา ที่ราบลูกฟูก และที่ราบ

ในขณะที่พื้นที่ปลูกลำไยเมืองพระตะบองจะมีการกระจุกตัวมากกว่าแต่ยังมีรูปแบบคล้ายกัน นั่นคือมีการกระจายตัวของพื้นที่ปลูกลำไยไปตามถนนสายหลัก พื้นที่ปลูกลำไยในเมืองพระตะบองส่วนใหญ่เป็นที่ราบ ส่วนทางด้านทิศตะวันออกของจังหวัดพระตะบอง จะมีพื้นที่ปลูกลำไยน้อยมากจนถึงไม่มีพื้นที่ปลูกลำไย โดยเฉพาะอย่างยิ่งจะไม่พบพื้นที่ปลูกลำไยในบริเวณที่ราบน้ำท่วมถึงรวมถึงพื้นที่อนุรักษ์ชีวมณฑลโตนเลสาบ (Tonlé Sap Biosphere Reserve)

ตารางที่ 5-2 สรุปพื้นที่ปลูกลำไยประเทศกัมพูชา

	พื้นที่ (ตารางกิโลเมตร)	พื้นที่ (ไร่)
จังหวัดพระตะบอง	56.76	35,477.43
จังหวัดไพลิน	10.48	6,547.10
รวม	**67.24**	**42,024.53**



รูปที่ 5-3 ผลการจำแนกพื้นที่ปลูกลำไยด้วยข้อมูลดาวเทียมประเทศกัมพูชา

ที่มา: ภาพดาวเทียม - Esri, DigitalGlobe, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AEX, Getmapping, Aerogrid, IGN, IGP, swisstopo, and the GIS User Community
เส้นขอบเขตการปกครอง – Natural Earth (http://www.naturalearthdata.com)
ประมวลผลด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

5.2.3 ผลการจำแนกพื้นที่ปลูกลำไยประเทศเวียดนาม

ผลการจำแนกพื้นที่ปลูกลำไยประเทศเวียดนาม พบพื้นที่ปลูกลำไยรวมทั้งสิ้น 1,391.98 ตารางกิโลเมตรหรือประมาณ 869,990.52 ไร่

พื้นที่ปลูกลำไยส่วนใหญ่จะกระจุกตัวอยู่ในบริเวณที่ราบลุ่มดินดอนสามเหลี่ยมปากแม่น้ำแดงและดินดอนสามเหลี่ยมปากแม่น้ำโขงซึ่งเป็นพื้นที่เกษตรกรรมที่สำคัญของประเทศเวียดนาม โดยพื้นที่ดินดอนสามเหลี่ยมปากแม่น้ำโขงจะมีพื้นที่ปลูกลำไยมากกว่าพื้นที่ดินดอนสามเหลี่ยมปากแม่น้ำแดง เมืองที่มีพื้นที่ปลูกลำไยมากคือ เตี่ยนยางและหวิงลอง ส่วนพื้นที่ดินดอนสามเหลี่ยมปากแม่น้ำแดงมีเมืองบั๊กซางและเมืองฮึงเยนที่มีพื้นที่ปลูกลำไยมาก

ตารางที่ 5-3 สรุปพื้นที่ปลูกลำไยประเทศเวียดนาม

	พื้นที่ (ตารางกิโลเมตร)	พื้นที่ (ไร่)
จังหวัดบั๊กซาง (Bac Giang)	100.29	62,679.04
จังหวัดฮึงเยน (Hunag Yen)	48.84	30,522.14
จังหวัดไหเซือง (Hai Duong)	43.93	27,455.80
จังหวัดฮานอย (Hanoi)	12.29	7,683.42
จังหวัดก่วงนิง (Quang Ninh)	4.73	2,954.02
จังหวัดห่าเตย (HaTay)	2.99	1,871.29
จังหวัดหว่าบิ่ญ (Hoa Binh)	0.94	589.99
จังหวัดหวิงฟุก (Vinh Phuc)	0.11	67.04
จังหวัดบั๊กนิง (Bac Ninh)	0.08	51.08
จังหวัดห่านาม (Ha Nam)	0.04	26.78
จังหวัดเตี่ยนยาง (Tien Giang)	298.26	186,415.09
จังหวัดหวิงลอง (Vinh Long)	216.68	135,423.68
จังหวัดต่งทับ (Dong Thap)	99.20	62,000.27
จังหวัดโห่วยาง (Hau Giang)	92.09	57,555.60
จังหวัดเบ๊นแตร (Ben Tre)	323.24	202,024.20
จังหวัดซ็อกตรัง (Soc Trang)	67.36	42,099.89
จังหวัดตร่าวิญ (Tra Vinh)	54.45	34,028.53
จังหวัดเกิ่นเทอ (Can Tho)	26.22	16,386.89
จังหวัดบักเลียว (Bac Lieu)	0.24	148.86
รวม	**1,391.98**	**869,990.52**

รูปที่ 5-4 ผลการจำแนกพื้นที่ปลูกลำไยด้วยข้อมูลดาวเทียมประเทศเวียดนาม

ที่มา: ภาพดาวเทียม - Esri, DigitalGlobe, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AEX, Getmapping, Aerogrid, IGN, IGP, swisstopo, and the GIS User Community
เส้นขอบเขตการปกครอง – Natural Earth (http://www.naturalearthdata.com)
ประมวลผลด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

5.2.4 ผลการจำแนกพื้นที่ปลูกลำไยประเทศจีน

ผลการจำแนกพื้นที่ปลูกลำไยประเทศจีน พบพื้นที่ปลูกลำไยรวมทั้งสิ้น 24,958.36 ตารางกิโลเมตรหรือประมาณ 15,598,975.09ไร่ กระจายอยู่ในพื้นที่นครฉงชิ่ง มณฑลฝูเจี้ยน มณฑลกวางตุ้ง เขตปกครองตนเองกวางซีจ้วง และ มณฑลเจียงซี ซึ่งเป็นพื้นที่ทางตอนใต้ของประเทศจีน

พื้นที่ปลูกลำไยจากผลการจำแนกกระจายตัวอยู่ในพื้นที่เชิงเขา พื้นที่หุบเขา และที่ราบกระจายอยู่ทั่วพื้นที่ โดยพื้นที่ปลูกลำไยมากที่สุดคือมณฑลกวางตุ้ง รองลงมาคือเขตปกครองตนเองกว่างซีจ้วง มณฑลเจียงซี มณฑลฝูเจี้ยน และนครฉงชิ่ง ตามลำดับ

ตารางที่ 5-4 สรุปพื้นที่ปลูกลำไยประเทศจีน

	พื้นที่ (ตารางกิโลเมตร)	**พื้นที่ (ไร่)**
นครฉงชิ่ง (Chongqing)	976.98	610,611.49
มณฑลฝูเจี้ยน (Fujian)	4,217.22	2,635,763.87
มณฑลกวางตุ้ง (Guangdong)	8,287.61	5,179,755.14
เขตปกครองตนเองกว่างซีจ้วง (Guangxi Zhuang)	6,503.94	4,064,964.19
มณฑลเจียงซี (Jiangxi)	4,972.61	3,107,880.40
รวม	**24,958.36**	**15,598,975.09**

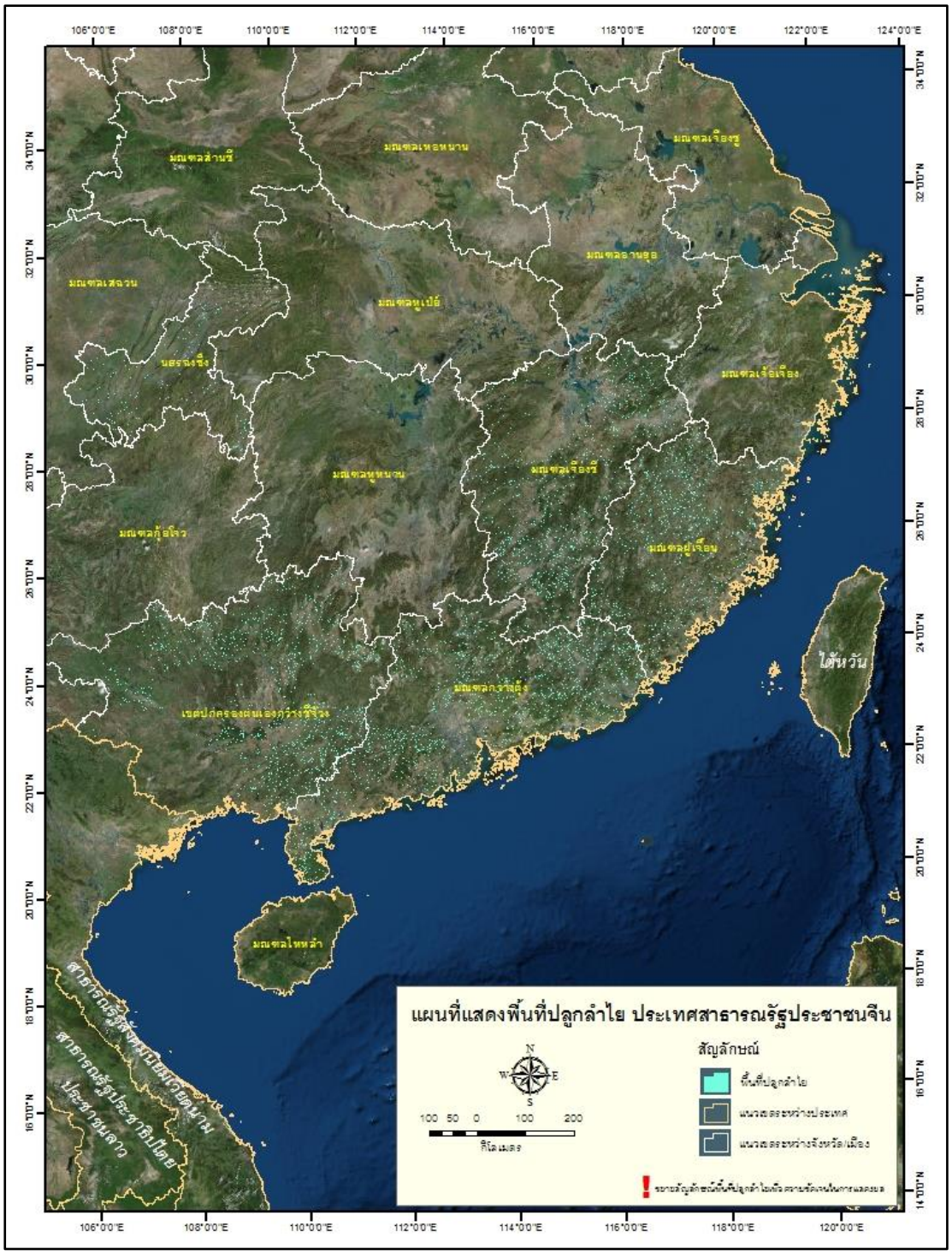
5.2.5 ผลการจำแนกพื้นที่ปลูกลำไยประเทศอินโดนีเซีย

ผลการจำแนกพื้นที่ปลูกลำไยประเทศอินโดนีเซีย พบว่ามีพื้นที่ปลูกลำไยรวมทั้งสิ้น 1,339.64 ตารางกิโลเมตรหรือประมาณ 837,273.69 ไร่ พื้นที่เกือบทั้งหมดกระจุกตัวอยู่ในจังหวัดชวากลาง และล้ำเข้าไปในพื้นที่จังหวัดชวาตะวันออกอีกเล็กน้อย

จากผลการจำแนกพบว่าพื้นที่ปลูกลำไยอยู่ในบริเวณเชิงเขาและที่ราบซึ่งอยู่รอบพื้นที่จังหวัด พื้นที่ที่พบสวนลำไยน้อยถึงไม่พบเลยคือบริเวณตอนกลางของพื้นที่จังหวัด เนื่องจากมีลักษณะภูมิประเทศเป็นภูเขาไฟที่มีความสูงมากกว่า 700 เมตร

ตารางที่ 5-5 สรุปพื้นที่ปลูกลำไยประเทศอินโดนีเซีย

	พื้นที่ (ตารางกิโลเมตร)	**พื้นที่ (ไร่)**
จังหวัดชวากลาง (Jawa Tengah)	1,339.64	837,273.69
จังหวัดชวาตะวันออก (Jawa Timur)	0.15	90.83
รวม	**1,339.78**	**837,364.52**



รูปที่ 5-5 ผลการจำแนกพื้นที่ปลูกลำไยด้วยข้อมูลดาวเทียมประเทศจีน

ที่มา: ภาพดาวเทียม - Esri, DigitalGlobe, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AEX, Getmapping, Aerogrid, IGN, IGP, swisstopo, and the GIS User Community
เส้นขอบเขตการปกครอง – Natural Earth (http://www.naturalearthdata.com)
ประมวลผลด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

รูปที่ 5-6 ผลการจำแนกพื้นที่ปลูกลำไยด้วยข้อมูลดาวเทียมประเทศอินโดนีเซีย

ที่มา: ภาพดาวเทียม - Esri, DigitalGlobe, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AEX, Getmapping, Aerogrid, IGN, IGP, swisstopo, and the GIS User Community
เส้นขอบเขตการปกครอง – Natural Earth (http://www.naturalearthdata.com)
ประมวลผลด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

5.3 การประเมินความถูกต้องของผลการจำแนก

ผลการจำแนกพื้นที่ปลูกลำไยจากข้อมูลดาวเทียมที่ได้จากการประมวลผลจะต้องถูกนำมาประเมินความถูกต้องของการจำแนก เพื่อวิเคราะห์หาความถูกต้องและความคลาดเคลื่อนจากการจำแนกสำหรับเป็นข้อพิจารณาในการปรับปรุงปัจจัยและค่าของปัจจัยสำหรับการจำแนก รวมถึงการพิจารณาปัจจัยเพิ่มเติมเพื่อทำให้ผลที่ได้จากการจำแนกมีความถูกต้องมากขึ้นสำหรับกระบวนการประมวลผล นอกจากนั้นในที่สุดแล้วผลของการประเมินความถูกต้องของการจำแนกจะเป็นข้อพิจารณาสำหรับการนำข้อมูลไปใช้ต่อไปอีกด้วย

วิธีการประเมินความถูกต้องของการจำแนก ใช้วิธีเปรียบเทียบพื้นที่ปลูกลำไยจากผลที่ได้จากการจำแนกด้วยข้อมูลดาวเทียมเปรียบเทียบกับสภาพพื้นที่จริงที่แปลตีความจากข้อมูลดาวเทียมรายละเอียดสูงที่สร้างขึ้นในขอบเขตพื้นที่ทดสอบ ประกอบกับข้อมูลที่ได้บันทึกจากการสำรวจภาคสนาม โดยใช้ตารางค่าความคลาดเคลื่อน (Confusion Matrix) ซึ่งจะประกอบด้วยค่าต่าง ๆ ดังนี้

1 ความคลาดเคลื่อนเนื่องจากการถูกจัดเข้ากลุ่ม (Error of Commission: EC)

ความคลาดเคลื่อนเนื่องจากการถูกจัดเข้ากลุ่ม เป็นความคลาดเคลื่อนของข้อมูลที่เกิดจากผลการจำแนกที่เกินมาจากพื้นที่ทดสอบ เนื่องจากผลของการจำแนกเป็นพื้นที่ปลูกลำไยในขณะที่พื้นที่ทดสอบเป็นพื้นที่อื่น ๆ ซึ่งค่านี้จะเป็นตัวบอกถึงระดับการจำแนกที่ให้ผลออกมาสูงกว่าที่เป็นจริง (Overestimation) เพราะการจัดข้อมูลเข้ากลุ่มของระบบทำไปมากกว่าที่ควรจะเป็น หรือเรียกว่าเป็นอัตราส่วนของจำนวนข้อมูลที่จำแนกเกินไปจากพื้นที่จริงกับจำนวนข้อมูลทั้งหมดที่จำแนกได้ของพื้นที่ทดสอบ

2 ความคลาดเคลื่อนเนื่องจากไม่ได้ถูกจัดเข้ากลุ่ม (Error of Omission: EO)

ความคลาดเคลื่อนเนื่องจากไม่ได้ถูกจัดเข้ากลุ่ม เป็นความคลาดเคลื่อนของข้อมูลที่เกิดจากผลการจำแนกที่ขาดไปจากพื้นที่ทดสอบ เนื่องจากผลการจำแนกเป็นพื้นที่อื่น ๆ ในขณะที่พื้นที่ทดสอบเป็นพื้นที่ปลูกลำไย ค่านี้จะเป็นตัวบอกถึงระดับการจำแนก ที่ให้ผลออกมาต่ำกว่าที่เป็นจริง (Underestimation) เพราะการจัดข้อมูลเข้ากลุ่มของระบบทำไปน้อยกว่าที่ควรจะเป็น หรือเรียกว่าเป็นอัตราส่วนของจำนวนข้อมูลที่จำแนกขาดไปจากพื้นที่จริงกับจำนวนข้อมูลทั้งหมดของกลุ่มตัวอย่างกับพื้นที่ทดสอบ

3 ความถูกต้องสำหรับการจำแนก (Produce Accuracy: PA)

ความถูกต้องสำหรับการจำแนกเป็นค่าสำหรับแสดงโอกาสที่การจำแนกจะมีความถูกต้อง ซึ่งก็คืออัตราส่วนระหว่างข้อมูลที่จำแนกได้ถูกต้องกับจำนวนข้อมูลทั้งหมดของกลุ่มตัวอย่างในพื้นที่ทดสอบ

4 ความถูกต้องสำหรับผู้ใช้ (Consumer Accuracy: CA)

ความถูกต้องสำหรับผู้ใช้เป็นค่าที่แสดงให้เห็นโอกาสที่พื้นที่ใด ๆ จะถูกจำแนกอย่างถูกต้อง หรือหมายถึงอัตราส่วนระหว่างข้อมูลที่ถูกจำแนกอย่างถูกต้องของกลุ่มตัวอย่างกับจำนวนข้อมูลทั้งหมดของกลุ่มตัวอย่างในพื้นที่ทดสอบ

5 ค่าความถูกต้องรวม (Proportion Correctly Classified: PCC)

ค่าาความถูกต้องรวมเป็นค่าที่ใช้บอกประสิทธิภาพโดยรวมของผลการจำแนกว่ามีความถูกต้องมากเพียงใด หรือก็คืออัตราส่วนของข้อมูลที่ถูกจำแนกได้ถูกต้องทั้งหมดกับจำนวนข้อมูลทั้งหมดของพื้นที่ทดสอบของทุกกลุ่มตัวอย่างรวมกัน

5.3.1 ผลการประเมินความถูกต้องของการจำแนกพื้นที่ปลูกลำไยของประเทศไทย

ผลการประเมินความถูกต้องของการจำแนกพื้นที่ปลูกลำไยของประเทศไทย พบว่ามีค่าความถูกต้องสำหรับการจำแนกของพื้นที่ปลูกลำไยร้อยละ 87.55 โดยมีค่าความถูกต้องรวมร้อยละ 93.75 ซึ่งเป็นค่าที่อยู่ในเกณฑ์ดี

ตารางที่ 5-6 ผลการประเมินความถูกต้องของการจำแนกพื้นที่ทดสอบประเทศไทย

พื้นที่ทดสอบ / การจำแนก	พื้นที่ปลูกลำไย	พื้นที่อื่น ๆ	รวม	ความคลาดเคลื่อนเนื่องจากการถูกจัดเข้ากลุ่ม (%)	ความถูกต้องสำหรับผู้ใช้ (%)
พื้นที่ปลูกลำไย	21,914,074.67	6,637,538.68	28,551,613.34	23.25	76.75
พื้นที่อื่น ๆ	3,116,153.74	124,312,929.14	127,429,082.87	2.45	97.55
รวม	25,030,228.40	130,950,467.81	155,980,696.21		
ความคลาดเคลื่อนเนื่องจากไม่ได้ถูกจัดเข้ากลุ่ม (%)	12.45	5.07			
ความถูกต้องสำหรับการจำแนก (%)	87.55	94.93			
ค่าความถูกต้องรวม (%)	**93.75**				

หมายเหตุ: หน่วยพื้นที่ - ตารางเมตร

ความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นในพื้นที่คือการที่ระบบไม่สามารถจำแนกพื้นที่ปลูกลำไยขนาดเล็กได้ รวมถึงไม่สามารถจำแนกพื้นที่ปลูกลำไยที่มีการปลูกปะปนกับพืชอื่นโดยเฉพาะอย่างยิ่งพืชที่มีลักษณะใกล้เคียงกับลำไย เช่น มะม่วง ส้ม เป็นต้น นอกจากนั้นค่าความคลาดเคลื่อนเนื่องจากการถูกจัดเข้ากลุ่มที่มีค่าร้อยละ 23.25 เกิดจากผลการจำแนกพื้นที่ปลูกลำไยในพื้นที่อื่น ๆ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นพื้นที่พืชสวน ได้แก่ พื้นที่สวนมะม่วง ยางพารา ส้ม ฯลฯ เป็นตัวคาดการณ์ได้ว่าพื้นที่ปลูกลำไยที่ได้จากการจำแนกมีโอกาสได้พื้นที่มากกว่าพื้นที่จริงร้อยละ 23.25

5.3.2 ผลการประเมินความถูกต้องของการจำแนกพื้นที่ปลูกลำไยของประเทศกัมพูชา

ผลจากการประเมินความถูกต้องของการจำแนกของประเทศกัมพูชามีค่าความถูกต้องรวมสูงถึง 98.87 ซึ่งนับว่าสูงมา อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาเฉพาะผลการจำแนกพื้นที่ปลูกลำไยจะพบว่าค่าความถูกต้องสำหรับการจำแนกมีเพียงร้อยละ 69.29 ในขณะที่ค่าความคลาดเคลื่อนเนื่องจากไม่ได้ถูกจัดเข้ากลุ่มมีถึงร้อยละ 30.71 แต่เนื่องจากค่าความถูกต้องสำหรับการจำแนกพื้นที่อื่น ๆ สูงถึงร้อยละ 99.87 จึงทำให้ค่าความถูกต้องรวมสูงขึ้น

ตารางที่ 5-7 ผลการประเมินความถูกต้องของการจำแนกพื้นที่ทดสอบประเทศกัมพูชา

พื้นที่ทดสอบ / การจำแนก	พื้นที่ปลูกลำไย	พื้นที่อื่น ๆ	รวม	ความคลาดเคลื่อนเนื่องจากการถูกจัดเข้ากลุ่ม (%)	ความถูกต้องสำหรับผู้ใช้ (%)
พื้นที่ปลูกลำไย	2,272,159.20	123,625.48	2,395,784.68	5.16	94.84
พื้นที่อื่น ๆ	1,007,215.80	96,582,708.57	97,589,924.36	1.03	98.97
รวม	3,279,375.00	96,706,334.04	99,985,709.04		
ความคลาดเคลื่อนเนื่องจากไม่ได้ถูกจัดเข้ากลุ่ม (%)	30.71	0.13			
ความถูกต้องสำหรับการจำแนก (%)	69.29	99.87			
ค่าความถูกต้องรวม (%)	**98.87**				

หมายเหตุ: หน่วยพื้นที่ - ตารางเมตร

สาเหตุที่ทำให้ผลการประเมินมีลักษณะดังกล่าว เนื่องจากพื้นที่ประเทศกัมพูชามีรูปแบบการใช้ที่ดินที่ไม่ซับซ้อน โดยเฉพาะอย่างยิ่งพื้นที่การเกษตรซึ่งส่วนใหญ่ปลูกพืชเพียงไม่กี่ชนิดและปลูกเป็นแปลงขนาดใหญ่ ซึ่งสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ค่าความถูกต้องของการจำแนกพื้นที่ปลูกลำไยน้อยกว่าเพราะพื้นที่ปลูกลำไยส่วนใหญ่อยู่ในระยะเริ่มปลูก ต้นลำไยยังมีอายุน้อยทำให้ระบบไม่สามารถจำแนกได้

อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาความคลาดเคลื่อนเนื่องจากการถูกจัดเข้ากลุ่มในส่วนของพื้นที่ปลูกลำไย จะพบว่ามีค่าเพียงร้อยละ 5.16 แสดงให้เห็นได้ว่าความคลาดเคลื่อนที่การจำแนกพื้นที่ปลูกลำไยเป็นพื้นที่อื่น ๆ มีน้อยมาก ซึ่งหมายถึงผลการจำแนกพื้นที่ปลูกลำไยจะไม่สูงกว่าความเป็นจริงมากนัก

5.3.1 ผลการประเมินความถูกต้องของการจำแนกพื้นที่ปลูกลำไยของประเทศเวียดนาม

ผลการประเมินความถูกต้องของการจำแนกพื้นที่ปลูกลำไยของประเทศเวียดนาม ได้ค่าความถูกต้องรวมร้อยละ 81.90 ซึ่งนับว่าเป็นค่าความถูกต้องสูง แต่เมื่อพิจารณาเฉพาะผลการจำแนกของลำไย จะพบว่าผลการจำแนกยังค่อนข้างมีปัญหาเนื่องจากค่าความถูกต้องสำหรับการจำแนกของพื้นที่ปลูกลำไยมีค่าเพียงร้อยละ 57.80 และเมื่อพิจารณาค่าความคลาดเคลื่อนเนื่องจากการถูกจัดเข้ากลุ่มของการจำแนกพื้นที่ปลูกลำไยซึ่งมีค่าสูงถึงร้อยละ 44.71 ทำให้เห็นว่าผลการจำแนกที่ได้มีโอกาสที่จะทำให้พื้นที่ปลูกลำไยมีค่าสูงกว่าความเป็นจริงมาก

ตารางที่ 5-8 ผลการประเมินความถูกต้องของการจำแนกพื้นที่ทดสอบประเทศเวียดนาม

พื้นที่ทดสอบ / การจำแนก	พื้นที่ปลูกลำไย	พื้นที่อื่น ๆ	รวม	ความคลาดเคลื่อนเนื่องจากการถูกจัดเข้ากลุ่ม (%)	ความถูกต้องสำหรับผู้ใช้ (%)
พื้นที่ปลูกลำไย	11,845,284.52	9,578,022.20	21,423,306.72	44.71	55.29
พื้นที่อื่น ๆ	8,648,026.02	70,626,253.49	79,274,279.51	10.91	89.09
รวม	20,493,310.54	80,204,275.69	100,697,586.23		
ความคลาดเคลื่อนเนื่องจากไม่ได้ถูกจัดเข้ากลุ่ม (%)	42.20	11.94			
ความถูกต้องสำหรับการจำแนก (%)	57.80	88.06			
ค่าความถูกต้องรวม (%)	**81.90**				

หมายเหตุ: หน่วยพื้นที่ - ตารางเมตร

ปัญหาหลักที่ทำให้ได้ผลดังกล่าวเนื่องจากรูปแบบพื้นที่เกษตรกรรมของประเทศเวียดนามมีความหลากหลาย เพราะลักษณะพื้นที่ดินดอนสามเหลี่ยมปากแม่น้ำมีความอุดมสมบูรณ์เหมาะสำหรับการทำเกษตรกรรม ดังนั้นในพื้นที่ดังกล่าวจึงมีพื้นที่เกษตรกรรมที่หลากหลายปะปนกันทั้งนา ไร่ และสวน และมีการปลูกพืชหลายชนิดทั้งที่อยู่ในพื้นที่แปลงเดียวกันหรือพื้นที่แปลงติดกัน นอกจากนั้นแล้วพื้นที่แต่ละแปลงยังมีขนาดไม่ใหญ่นัก ซึ่งทั้งหมดนี้จะส่งผลต่อการจำแนกข้อมูลเนื่องจากข้อจำกัดทางด้านขนาดของจุดภาพของข้อมูลดาวเทียม

บทที่ 6
สรุป

6.1 สรุปการดำเนินงาน

การดำเนินงานโครงการ “การพัฒนาระบบการจำแนกและประมาณการพื้นที่เกษตรกรรมด้วยเทคนิคการสำรวจระยะไกล กรณีศึกษาสวนลำไยในประเทศไทย จีน เวียดนาม กัมพูชา และอินโดนีเซีย” มีเป้าหมายหลักเพื่อพัฒนาขั้นตอนวิธีดำเนินงานและเครื่องมือสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลดาวเทียมสำหรับการจำแนกพื้นที่ปลูกลำไย ภายใต้เงื่อนไขการใช้งบประมาณน้อยและเวลาการปฏิบัติงานสั้น เพื่อนำสู่การใช้งานจริงในหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ซึ่งผลที่ได้จะนำสู่การประมาณการพื้นที่ปลูกลำไยในประเทศไทย จีน เวียดนาม กัมพูชา และอินโดนีเซีย โดยอาศัยเทคโนโลยีการสำรวจระยะไกล และพัฒนาระบบการนำเสนอข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ เพื่อการคาดคะเนพื้นที่และผลผลิตที่เหมาะสม สำหรับนำเสนอข้อมูลการวิเคราะห์และการตัดสินใจ

การดำเนินงานมุ่งเน้นการพัฒนาปัจจัยและค่าของปัจจัยสำหรับการจำแนกเชิงวัตถุ รวมถึงการทดสอบค่าเกณฑ์ต่าง ๆ สำหรับการสร้างกลุ่มวัตถุภาพเพื่อนำสู่การประมวลผลเพื่อจำแนกพื้นที่ลำไยจากข้อมูลดาวเทียม จากนั้นจึงนำสู่การประมวลผลเพื่อจำแนกพื้นที่ปลูกลำไยจากข้อมูลดาวเทียมโดยกระบวนการจำแนกเชิงวัตถุ และประเมินค่าความถูกต้องของการจำแนกในที่สุด

ผลจากการดำเนินงานโครงการฯ คือข้อมูลพื้นที่ปลูกลำไยในประเทศไทย ประเทศกัมพูชา ประเทศเวียดนาม ประเทศจีน และประเทศอินโดนีเซีย ซึ่งจัดเก็บอยู่ในฐานข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ พร้อมสำหรับการนำไปใช้งานต่อไป

6.2 สรุปผลการจำแนกพื้นที่ปลูกลำไย

จากการประมวลผลข้อมูลดาวเทียม ได้พื้นที่ปลูกลำไยของประเทศต่าง ๆ ดังนี้

ตารางที่ 6-1 สรุปพื้นที่ปลูกลำไยจากการประมวลผลข้อมูลดาวเทียม

	พื้นที่ปลูกลำไย	
	ตารางกิโลเมตร	ไร่
ประเทศไทย	2,456.48	1,535,297.94
ประเทศกัมพูชา	67.24	42,024.53
ประเทศเวียดนาม	1,391.98	869,990.52
ประเทศจีน	24,958.36	15,598,975.09
ประเทศอินโดนีเซีย	1,339.78	837,364.52

6.3 สรุปผลการประเมินความถูกต้องของการจำแนกพื้นที่ปลูกลำไย

ผลที่ได้จากการประมวลผลข้อมูลดาวเทียมเพื่อจำแนกพื้นที่ปลูกลำไย ถูกนำมาประเมินความถูกต้องของการจำแนกโดยเปรียบเทียบกับพื้นที่ตัวอย่างที่มีพื้นที่ควบคุมพื้นที่ปลูกลำไยที่ได้จากการสำรวจภาคสนาม ได้ผลการประเมินดังนี้

ตารางที่ 6-2 สรุปผลการประเมินการจำแนกพื้นที่ปลูกลำไย

พื้นที่ทดสอบ / ค่าการประเมิน		ประเทศไทย	ประเทศกัมพูชา	ประเทศเวียดนาม
พื้นที่ประเมิน (ตร.กม.)		100,751,933.77	99,985,709.04	100,697,586.23
EC[1] (%)	**พื้นที่ปลูกลำไย**	21.43	5.16	44.71
	พื้นที่อื่น ๆ	12.63	1.03	10.91
EO[2] (%)	**พื้นที่ปลูกลำไย**	11.12	30.71	42.20
	พื้นที่อื่น ๆ	23.96	0.31	11.94
PA[3] (%)	**พื้นที่ปลูกลำไย**	88.88	69.29	57.80
	พื้นที่อื่น ๆ	76.04	99.87	88.06
CA[4] (%)	**พื้นที่ปลูกลำไย**	78.57	94.84	55.29
	พื้นที่อื่น ๆ	87.37	98.97	89.09
PCC[5] (%)		**82.42**	**98.87**	**81.90**

[1] ความคลาดเคลื่อนเนื่องจากการถูกจัดเข้ากลุ่ม (Error of Commission: EC)

[2] ความคลาดเคลื่อนเนื่องจากไม่ได้ถูกจัดเข้ากลุ่ม (Error of Omission: EO)

[3] ความถูกต้องสำหรับการจำแนก (Produce Accuracy: PA)

[4] ความถูกต้องสำหรับผู้ใช้ (Consumer Accuracy: CA)

[5] ค่าความถูกต้องรวม (Proportion Correctly Classified: PCC)

ผลการทดสอบพบว่าการจำแนกพื้นที่ปลูกลำไยของทุกประเทศมีค่าความถูกต้องรวมอยู่ในเกณฑ์ดี แต่เมื่อพิจารณาเฉพาะค่าความถูกต้องสำหรับการจำแนกพื้นที่ปลูกลำไยจะพบว่าเฉพาะประเทศไทยเท่านั้นที่มีค่าความถูกต้องสูง ในขณะที่ค่าความถูกต้องสำหรับการจำแนกพื้นที่ลำไยของประเทศกัมพูชาอยู่ในระดับปานกลางแต่ยังมีค่าความคลาดเคลื่อนเนื่องจากการถูกจัดกลุ่มอยู่ในค่าที่ยังสามารถยอมรับได้ ส่วนประเทศเวียดนามมีค่าความถูกต้องสำหรับการจำแนกพื้นที่ปลูกลำไยอยู่ในระดับที่อาจจะต้องพิจารณาปรับปรุงค่าเกณฑ์สำหรับการจำแนกใหม่

6.4 ข้อจำกัดของการจำแนกพื้นที่ปลูกลำไยจากข้อมูลดาวเทียมด้วยวิธีการจำแนกเชิงวัตถุ

จากผลการจำแนกพื้นที่ปลูกลำไยที่ได้จากการประมวลผลและผลการประเมินการจำแนกพื้นที่ปลูกลำไย พบว่าการดำเนินงานยังมีข้อจำกัดที่ทำให้ผลการจำแนกมีค่าความคลาดเคลื่อนสูง ได้แก่

1 การจำแนกไม่สามารถจำแนกพื้นที่ปลูกลำไยที่มีขนาดเล็กมากได้

เนื่องจากข้อจำกัดของข้อมูลดาวเทียม Landsat-8 ซึ่งมีขนาดจุภาพประมาณ 30x30 เมตร ทำให้ 1 จุดภาพของข้อมูลดาวเทียมจะครอบคลุมพื้นที่ 900 ตารางเมตร ส่งผลต่อให้รายละเอียดของพื้นที่ถูกลดทอนลง และส่งผลต่อการจำแนกในที่สุด

2 การจำแนกที่คลาดเคลื่อนจากรูปแบบการเกษตรกรรมที่ซับซ้อน

พื้นที่ที่มีรูปแบบการเพาะปลูกที่หลากหลายมาก ๆ จะส่งผลต่อความคลาดเคลื่อนของการจำแนก เนื่องจากค่าเกณฑ์ของปัจจัยที่ให้อาจมีความใกล้เคียงกันมากทำให้เกิดการเหลื่อมซ้อนกันและส่งผลให้ผลการจำแนกไม่ถูกต้องได้

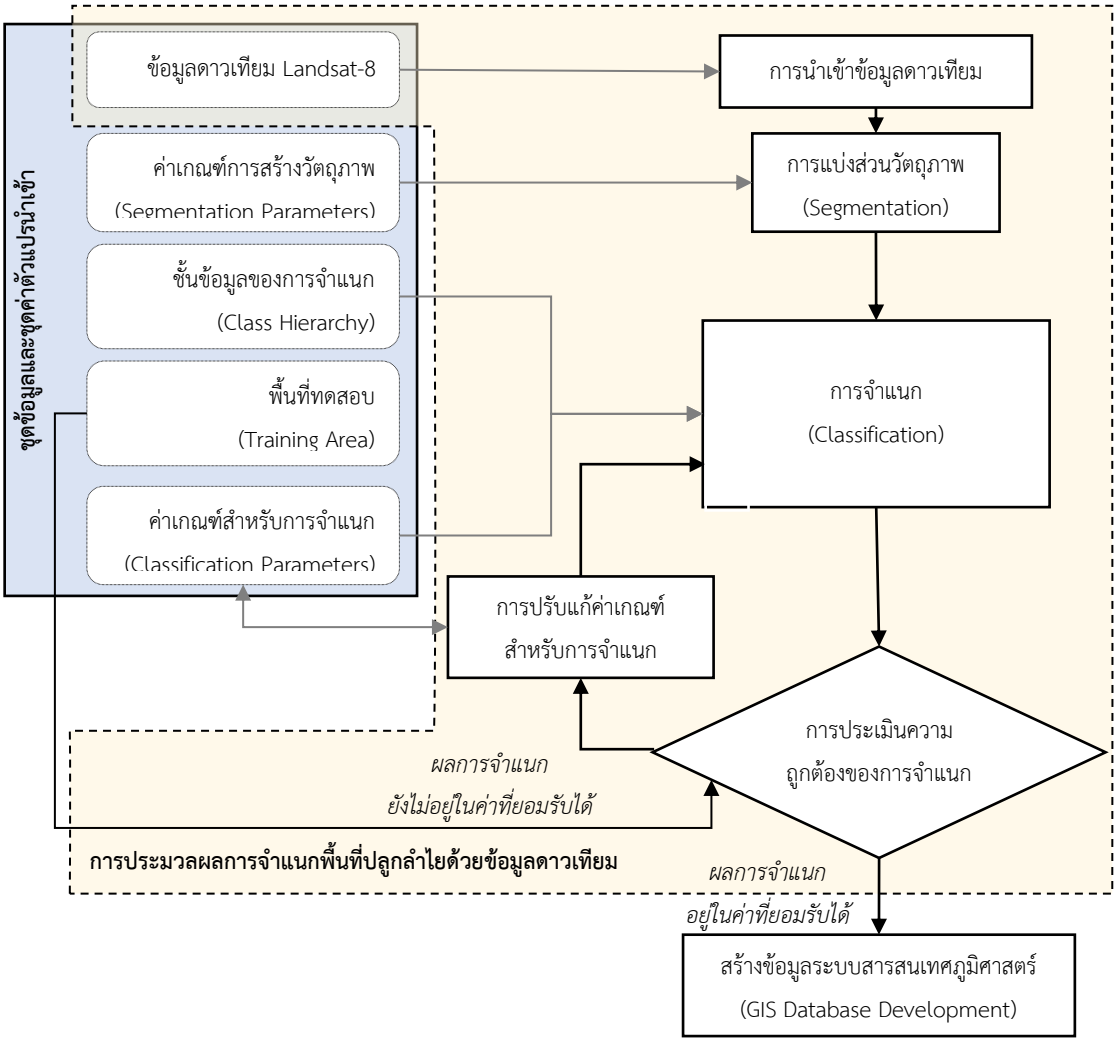
3 การจำแนกที่คลาดเคลื่อนจากการปะปนกันของวัตถุในพื้นที่

ในพื้นที่ปลูกที่มีการปลูกพืชปนกันหรือรูปแบบการปลูกพืชแซมกัน การมีวัชพืชจำนวนมาก การมีแหล่งน้ำหรือท้องร่องอยู่ในพื้นที่ รวมถึงพื้นที่ที่ต้นลำไยขนาดเล็กทำให้เห็นผิวดินมาก เงื่อนไขต่าง ๆ เหล่านี้จะส่งผลต่อค่าการสะท้อนเชิงคลื่น ทำให้การจำแนกขาดประสิทธิภาพ และเกิดความคลาดเคลื่อนในการจำแนกขึ้น

6.5 สรุประยะเวลาสำหรับการปฏิบัติงานของขั้นตอนการจำแนกพื้นที่ปลูกลำไยจากข้อมูลดาวเทียมด้วยวิธีการจำแนกเชิงวัตถุ

การดำเนินงานโครงการฯ มีเป้าหมายหลักที่จะพัฒนาขั้นตอนกระบวนการเพื่อจำแนกพื้นที่ปลูกลำไยจากข้อมูลดาวเทียมด้วยวิธีการจำแนกเชิงวัตถุเพื่อให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องสามารถนำไปใช้งานได้จริงในเชิงปฏิบัติ

ถึงแม้ว่ากระบวนการปฏิบัติงานเพื่อจำแนกพื้นที่ปลูกลำไยจากข้อมูลดาวเทียมจะมีความซับซ้อนในบางกระบวนการ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการวิเคราะห์ค่าเกณฑ์สำหรับปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการจำแนก อย่างไรก็ดีผลของการปฏิบัติงานในโครงสร้างได้กำหนดปัจจัยและพัฒนาค่าเริ่มต้นของค่าเกณฑ์ของปัจจัยต่าง ๆ เพื่อให้ผู้ปฏิบัติสามารถในไปใช้ในกระบวนการจำแนกได้โดยไม่ต้องวิเคราะห์ค่าเกณฑ์ต่าง ๆ แต่อาจมีการปรับค่าเกณฑ์เพื่อความเหมาะในกระบวนการจำแนกได้ต่อไป



รูปที่ 6-1 กระบวนการจำแนกพื้นที่ปลูกลำไยจากข้อมูลดาวเทียมด้วยวิธีการจำแนกเชิงวัตถุสำหรับการปฏิบัติงานของหน่วยงาน

จากรูป กระบวนการในกรอบการประมวลผลการจำแนกพื้นที่ปลูกลำไยด้วยข้อมูลดาวเทียมเป็นกระบวนการที่ผู้ปฏิบัติงานสามารถดำเนินงานได้โดยผ่านระบบโปรแกรมที่สนับสนุนกระบวนการจำแนกเชิงวัตถุโดยใช้ค่าเกณฑ์ของปัจจัยต่าง ๆ ที่ได้จากการพัฒนาในโครงการเป็นค่าเริ่มต้นสำหรับการประมวลผลได้ทันที ซึ่งได้ประเมินระยะเวลาสำหรับการปฏิบัติงานดังนี้

ตารางที่ 6-3 ระยะเวลาสำหรับการปฏิบัติงานในขั้นตอนการจำแนกพื้นที่ปลูกลำไยจากข้อมูลดาวเทียมด้วยวิธีการจำแนกเชิงวัตถุ

กระบวนการปฏิบัติงาน	ระยะเวลาการปฏิบัติงาน	ข้อกำหนดสำหรับการปฏิบัติงาน
การรวบรวมข้อมูลดาวเทียม	30 นาที/ภาพ	● ดาวน์โหลดจากผู้ให้บริการข้อมูล ● เวลาสำหรับการดาวน์โหลดขึ้นอยู่กับความเร็วของระบบที่ใช้
การนำเข้าข้อมูลและกำหนดค่าเกณฑ์สำหรับตัวแปรเพื่อการจำแนก	30 นาที/ภาพ	● ใช้ค่าเกณฑ์ที่ได้จากการพัฒนาในโครงการเป็นค่าเริ่มต้น
การประมวลผลเพื่อแบ่งส่วนวัตถุภาพ	2 ชั่วโมง/ภาพ	● เวลาสำหรับการประมวลผลขึ้นกับประสิทธิภาพของระบบคอมพิวเตอร์
การประมวลผลเพื่อการจำแนก	24 ชั่วโมง/ภาพ	● เวลาสำหรับการประมวลผลขึ้นกับประสิทธิภาพของระบบคอมพิวเตอร์
การประเมินความถูกต้องของการจำแนก	1 ชั่วโมง/ภาพ	● มีการเตรียมพื้นที่ทดสอบไว้อยู่ระบบฐานข้อมูลแล้ว
การปรับแก้ค่าเกณฑ์สำหรับการจำแนกและประมวลผลเพื่อการจำแนกใหม่	24 ชั่วโมง/ภาพ	● เป็นขั้นตอนทางเลือกในกรณีที่ผลการจำแนกไม่อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้

ระยะเวลาสำหรับการปฏิบัติงานในขั้นตอนการจำแนกพื้นที่ปลูกลำไยจากข้อมูลดาวเทียมด้วยวิธีการจำแนกเชิงวัตถุตั้งแต่ขั้นตอนนำข้อมูลเข้าจนได้ผลการจำแนกใช้เวลาประมาณ 28 ชั่วโมงต่อภาพ ภายใต้เงื่อนไขที่การดำเนินงานจะต้องมีค่าเกณฑ์สำหรับตัวแปรต่าง ๆ ไว้พร้อมสำหรับการประมวลผล ซึ่งการปฏิบัติงานในโครงการฯ การประมวลผลข้อมูลดาวเทียมประเทศไทยทั้งประเทศจำนวน 39 ภาพ ใช้เวลาดำเนินงานประมาณ 20 วัน

6.6 การเปรียบเทียบเทคนิคการจำแนกพื้นที่

การดำเนินงานเพื่อจำแนกพื้นที่ปลูกลำไยมีทางเลือกสำหรับการดำเนินงานได้หลายวิธีและยังมีทางเลือกสำหรับแหล่งข้อมูลที่จะนำมาใช้ในกระบวนการได้หลายรูปแบบซึ่งจะมีข้อจำกัดและคุณภาพของงานไม่เหมือนกัน

การดำเนินงานโครงการฯ มุ่งเน้นการพัฒนาทางเลือกสำหรับการจำแนกพื้นที่ปลูกลำไยด้วยข้อมูลดาวเทียมภายใต้ข้อจำกัดของงบประมาณและระยะเวลาสำหรับการปฏิบัติงานของหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เพื่อที่หน่วยงานจะได้นำไปใช้ปฏิบัติงานได้จริง

การปฏิบัติงานเพื่อให้ได้ข้อมูลพื้นที่การปลูกลำไยในปัจจุบันมีเทคนิคการดำเนินงานหลัก ๆ ได้แก่

- การสำรวจเพื่อทำสถิติพื้นที่ปลูกลำไย เป็นวิธีการสำรวจจากเกษตรกรโดยอาศัยหน่วยงานที่เกี่ยวข้องที่ปฏิบัติงานในพื้นที่หรือให้เกษตรลงทะเบียนพร้อมแจ้งจำนวนที่ปลูกลำไย จากนั้นจึงรวบรวมข้อมูลทั้งหมดในระบบฐานข้อมูล
- การแปลตีความด้วยสายตาจากข้อมูลดาวเทียมรายละเอียดสูงหรือภาพถ่ายทางอากาศ วิธีการนี้ต้องอาศัยข้อมูลจากภาพถ่ายทางอากาศหรือภาพดาวเทียมรายละเอียดสูง ผ่านกระบวนการทางภาพถ่ายทางอากาศ (Photogrammetry) จากนั้นนำมาแปลตีความจำแนกพื้นที่ปลูกลำไยเพื่อสร้างเป็นแผนที่และฐานข้อมูลต่อไป
- การจำแนกด้วยระบบคอมพิวเตอร์จากข้อมูลดาวเทียม ซึ่งต้องอาศัยข้อมูลดาวเทียมและลักษณะเฉพาะของข้อมูลดาวเทียม รวมกับเทคนิควิธีด้านการสำรวจระยะไกล และบุคลากรที่มีความรู้ความชำนาญเฉพาะด้านเพื่อปฏิบัติงาน เพื่อจำแนกข้อมูล สร้างเป็นแผนที่ และจัดทำเป็นระบบฐานข้อมูลในที่สุด

การดำเนินงานโครงการฯ เลือกพัฒนาเทคนิควิธีการโดยใช้พื้นฐานจากการจำแนกด้วยระบบคอมพิวเตอร์จากข้อมูลดาวเทียม เพื่อให้ตรงกับความต้องการตามเงื่อนไขให้มากที่สุด ซึ่งสามารถสรุปเปรียบเทียบถึงจุดแข็งและจุดอ่อนของแต่ละวิธี ดังนี้

ตารางที่ 6-4 เปรียบเทียบจุดแข็ง-จุดอ่อนของเทคนิควิธีการสำรวจข้อมูลพื้นที่ปลูกลำไย

เทคนิควิธี / ประเด็นพิจารณา	การสำรวจสถิติ	การแปลตีความด้วยสายตา	การจำแนกด้วยระบบคอมพิวเตอร์
แหล่งข้อมูล	● เกษตรกร	● ภาพถ่ายทางอากาศ ● ภาพดาวเทียมรายละเอียดสูง	ข้อมูลดาวเทียมทุกรายละเอียด
เทคนิคการปฏิบัติงาน	● การสำรวจ ● การทำสำมะโน	● กระบวนการสำรวจด้วยภาพถ่ายทางอากาศ (Photogrammetry) ● การแปลตีความภาพ (Image Interpretation)	● การจำแนกเชิงจุดภาพ (Pixel-based Classification) ● การจำแนกเชิงวัตถุ (Object-based Classification)
ระยะเวลาสำหรับการปฏิบัติงานต่อพื้นที่ระดับประเทศ	1 ปี	1-3 ปี	1-2 เดือน

เทคนิควิธี / ประเด็นพิจารณา	การสำรวจสถิติ	การแปลตีความด้วยสายตา	การจำแนกด้วยระบบคอมพิวเตอร์
รายการงบประมาณต่อพื้นที่ระดับประเทศ	● ค่าจ้างสำรวจ	● ค่าจัดหาข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศหรือภาพดาวเทียมรายละเอียดสูง ● ค่าดำเนินการแปลตีความ	● ค่าดำเนินงานจำแนกข้อมูล ● ค่าดำเนินงานตรวจสอบข้อมูลภาคสนาม
จำนวนบุคลากรสำหรับปฏิบัติงาน	มาก	มาก	น้อย
ความรู้ความชำนาญเฉพาะด้าน	ปานกลาง	มาก	มาก แต่สามารถพัฒนากระบวนการกึ่งสำเร็จรูปให้บุคลากรทั่วไปสามารถใช้งานได้
รูปแบบข้อมูลสำหรับใช้งาน	● ข้อมูลสถิติพื้นที่ปลูกลำไย	● ข้อมูลสถิติพื้นที่ปลูกลำไย ● ข้อมูลเชิงพื้นที่พื้นที่ปลูกลำไย	● ข้อมูลสถิติพื้นที่ปลูกลำไย ● ข้อมูลเชิงพื้นที่พื้นที่ปลูกลำไย
มาตราส่วนแผนที่สำหรับการใช้ข้อมูล	ไม่มีข้อมูลเชิงพื้นที่	ใหญ่กว่า 1:80,000	เล็กกว่า 1:500,000
รอบการปรับปรุงข้อมูล	1 ปี	5 ปี	ตามคาบการโคจรของดาวเทียม
การดำเนินงานในระดับต่างประเทศ	ไม่สามารถทำได้	ขึ้นอยู่กับภาพที่ใช้	สามารถทำได้ทุกพื้นที่

จากตารางเปรียบเทียบข้างต้น จะเห็นว่าการพิจารณาใช้เทคนิคการจำแนกด้วยคอมพิวเตอร์จากข้อมูลดาวเทียมเป็นทางเลือกที่ดีสำหรับตอบสนองเงื่อนไขการนำไปใช้งานที่ไม่ต้องใช้งบประมาณและระยะเวลาสำหรับการปฏิบัติงานมาก

ข้อมูลดาวเทียม Landsat-8 ที่ถูกเลือกใช้สำหรับการจำแนกสามารถเรียกใช้ได้โดยไม่ต้องใช้งบประมาณเนื่องจากหน่วยงานผู้ผลิตจ้อมูลให้บริการข้อมูลโดยไม่คิดค่าบริการ ประกอบกับข้อมูลดาวเทียมยังมีครอบคลุมพื้นที่ทั้งโลกเป็นการเปิดอากาสให้หน่วยงานสามารถจำแนกพื้นที่ปลูกลำไยได้ในทุกพื้นที่ทั้งพื้นที่ในประเทศรวมถึงประเทศที่อยู่ในความสนใจ อีกทั้งข้อมูลดังกล่าวมีให้เรียกใช้งานได้หลายช่วงเวลาทำให้สามารถปรับปรุงข้อมูลให้เป็นปัจจุบันได้ตลอดเวลา

ในประเด็นระยะเวลาปฏิบัติงานนั้น ในกรณีที่การปฏิบัติงานมีค่าเกณฑ์การจำแนกอยู่แล้ว กระบวนการสำหรับการประมวลผลเพื่อการจำแนกจะใช้เวลาน้อยมากเมื่อเปรียบเทียบกับเทคนิควิธีแบบอื่น ๆ ทำให้เพิ่มความเป็นไปได้ที่จะสามารถพัฒนาและปรับปรุงฐานข้อมูลได้อย่างต่อเนื่อง

สำหรับบุคลากรผู้ปฏิบัติงานนั้นสามารถใช้บุคลากรเพียง 1-2 คนปฏิบัติงาน ส่งผลให้สามารถประหยัดงบประมาณลงได้อีก ถึงแม้ว่าเทคนิคบางส่วนต้องการบุคลากรที่มีองค์ความรู้และความชำนาญเฉพาะด้าน แต่องค์ความรู้นั้นสามารถเรียนรู้และฝึกได้ในเวลาอันสั้น ทำให้การพัฒนาบุคลากรเพื่อปฏิบัติงานด้านนี้สามารถทำได้ในระดับปฏิบัติ นอกจากนั้นขั้นตอนการปฏิบัติงานบางส่วนยังสามารถพัฒนาเป็นขั้นตอนสำเร็จรูปเพื่อให้บุคลากรระดับปฏิบัติงานทั่วไปสามารถปฏิบัติงานได้

ดังนั้น เทคนิควิธีการจำแนกด้วยระบบคอมพิวเตอร์จากข้อมูลดาวเทียมด้วยวิธีการจำแนกเชิงวัตถุจึงเป็นทางเลือกที่ดีสำหรับการนำไปใช้เพื่อจำแนกพื้นที่ปลูกลำไย และเป็นทางเลือกที่เป็นไปได้ในเชิงปฏิบัติสำหรับหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง

6.7 การนำผลการวิจัยสู่การปฏิบัติ

จากการดำเนินงานโครงการฯ ผลที่ได้จากการปฏิบัติงานคือปัจจัยและค่าของปัจจัยที่ผ่านการวิเคราะห์สำหรับการนำไปใช้เป็นค่าเริ่มต้นในการจำแนกพื้นที่ปลูกลำไยด้วยกระบวนการจำแนกข้อมูลดาวเทียมโดยวิธีการจำแนกเชิงวัตถุ รวมถึงกระบวนการปฏิบัติงานที่ผู้ปฏิบัติงานสามารถนำไปใช้เป็นต้นแบบสำหรับการดำเนินงานในองค์กรได้

อย่างไรก็ตาม ในการปฏิบัติงานยังคงต้องปรับแก้ปัจจัยและค่าปัจจัยให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น เพื่อให้ผลการจำแนกมีความถูกต้องที่ดีขึ้น นอกจากนั้นยังสามารถนำเอาแนวคิดการดำเนินงานในกระบวนการที่ศึกษานี้ นำไปประยุกต์ใช้กับพืชอื่น ๆ ได้อีกด้วย

บรรณานุกรม

-. (2553). เรียกใช้เมื่อ 24 มกราคม 2559 จาก คลังข้อมูลสารสนเทศลำไยเชิงลึก: http://www.arda.or.th/kasetinfo/logan/

-. (ม.ป.ป.). *ลำไย*. เรียกใช้เมื่อ 2 พฤษภาคม 2559 จาก รอบรู้เรื่องเมืองลำพูน: http://pioneer.netserv.chula.ac.th/~cturdsak/lamyai.htm

A Jon Kimerling. (4 12 2009). *Mathematical relationships among map scale, raster data resolution, and map display resolution*. (ESRI) เรียกใช้เมื่อ 10 2016 จาก ARCGIS BLOG: https://blogs.esri.com/esri/arcgis/2009/12/04/mathematical-relationships-among-map-scale-raster-data-resolution-and-map-display-resolution/

Chayakrit Malumpong. (2006). *A Comparison between the Manual Digitizing, the Pixel-Based Classification and the Objected-Based Classification via eCognition Methods on Basis of Building Data.* School of Engineering and Technologies. Pathumthani: Asian Institute of Technology.

James R. Irons. (10 May 2016). *Landsat 8 - Landsat Science*. เรียกใช้เมื่อ 28 February 2016 จาก NASA Landsat Science: http://landsat.gsfc.nasa.gov/?page_id=4071

JARS Japan Association of Remote Sensing. (1996). Remote Sensing Notes.

Narong Chomchalow. (December 2004). *Fruits of Vietnam.* เรียกใช้เมื่อ 15 February 2016 จาก FAO Corporate Document Repository: http://www.fao.org/docrep/008/ad523e/ad523e00.htm#Contents

Robert A. Schowengerdt. (2007). *Remote Sensing - Models and Methods for Image Processing* (พิมพ์ครั้งที่ 3rd Edition). USA.: Elsevier Inc.

Science Education through Earth Observation for High Schools (SEOS) Project. (ม.ป.ป.). *Introduction to categorisation of objects from their data*. เรียกใช้เมื่อ February 2016 จาก SEOS : Classification algorithms and methods: http://www.seos-project.eu/modules/classification/classification-c00-p05.html

Soil-adjusted Vegetation Index. (ม.ป.ป.). เรียกใช้เมื่อ 12 07 2016 จาก The LandsacpeToolbox: http://wiki.landscapetoolbox.org/doku.php/remote_sensing_methods:soil-adjusted_vegetation_index

Tamblyn Cassie. (21 04 2016). *Tasseled Cap Transformation for Landsat 8*. เรียกใช้เมื่อ 15 06 2016 จาก Hexagon Geospatial: http://community.hexagongeospatial.com/t5/Spatial-Recipes/Tasseled-Cap-Transformation-for-Landsat-8/ta-p/1609

Trimble. (2014). *Trimble Document: eCognition Developer 9.0 Reference Book.* Munich, Germany: Trimble Germany GmbH.

U.S. Geological Survey. (1 May 2016). *Landsat Missions*. เรียกใช้เมื่อ 5 February 2016 จาก USGS scicence for a changing world: http://landsat.usgs.gov//index.php

Wong Kai Choo. (2000). *Longan Production in Asia.* Bangkok: FAO Regional Office for Asia and the Pacific.

กรมประชาสัมพันธ์. (24 เมษายน 2559). เข้าถึงได้จาก ศูนย์ข้อมูลข่าวสารอาเซียน กรมประชาสัมพันธ์: http://www.aseanthai.net

กฤชวรรธน์ โล่ห์วัชรินทร์. (2553). สภาพภูมิศาสตร์. ใน *ประเทศจีนโดยสังเขป A Survey of China* (หน้า 1-3). ขอนแก่น: สถาบันขงจื้อ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ชยกฤต ม้าลำพอง, ปุริม ศรีสวัสดิ์, ศรัณย์ จิตอารีย์. (2554). *การวิจัยการใช้พลังงานทดแทน: การพัฒนาเทคนิคภูมิสารสนเทศในการจาแนกพืชเศรษฐกิจด้วยข้อมูลภาพดาวเทียมธีออสกรณีศึกษาสวนลำไยและลิ้นจี่ ในเขต 8 จังหวัดภาคเหนือตอนบน.* เชียงใหม่: ศูนย์ภูมิภาคเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (ภาคเหนือ).

พาวิน มะโนชัย. (2543). *ลำไย.* เชียงใหม่: สาขาไม้ผล ภาควิชาพืชสวน มหาวิทยาลัยแม่โจ้.

มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน และ สถาบันเอเชียตะวันออกศึกษา. (2553). *Vietnam 2010.* เรียกใช้เมื่อ 25 กุมภาพันธ์ 2559 จาก BOI - Thailand Board of Investment: http://www.boi.go.th/thai/clmv/Back_up/file_index/2010_vietnam_0_0.html

วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี. (ม.ป.ป.). *วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี.* เรียกใช้เมื่อ 20 มกราคม 2559 จาก วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี: https://th.wikipedia.org

ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร. (เมษายน 2559). สถานการณ์การปลูกลำไย ปี 2558. กรุงเทพฯ. เรียกใช้เมื่อ มิถุยายน 2559 จาก http://www.agriinfo.doae.go.th/year59/plant/rortor/fruit2/longan.pdf

ศูนย์สารสนเทศการเกษตร. (มิถุนายน 2559). ลำไย : เนื้อที่ยืนต้น เนื้อที่ให้ผล ผลผลิต ผลผลิตต่อไร่ ปี 2557-2559. กรุงเทพฯ. เรียกใช้เมื่อ มิถุนายน 2559 จาก สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร: http://www.oae.go.th/download/prcai/farmcrop/longan.pdf

สมพงษ์ เลี่ยงโรคาพาธ. (2556). *Landsat 8 : โครงการสานความต่อเนื่องข้อมูลภาพของพื้นโลก จากอดีตสู่อนาคต*. เรียกใช้เมื่อ 5 กุมภาพันธ์ 2559 จาก สำนักกิจการอวกาศแห่งชาติ: http://www.space.mict.go.th/knowledge.php?id=Landsat8

สมาคมภูมิศาสตร์แห่งประเทศไทย. (2555). *การประชุมทางวิชาการภูมิศาสตร์ประชาคมอาเซียน (Geography of ASEAN).* เชียงใหม่.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. (ม.ป.ป.). *ข้อมูลการผลิตสินค้าเกษตร*. เรียกใช้เมื่อ พฤษภาคม 2559 จาก กรมส่งเสริมการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์: http://www.oae.go.th/download/prcai/farmcrop/longan.pdf

สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน). (กันยายน 2558). *พื้นฐานการรับรู้จากระยะไกล (2)*, 2559. เข้าถึงได้จาก สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน): http://www.gistda.or.th/main/th/node/940

สำนักบริหารการค้าสินค้าทั่วไปกลุ่มสินค้าเกษตร. (มิถุนายน 2556). *สถานการณ์การค้าลำไย.* เรียกใช้เมื่อ 5 กุมภาพันธ์ 2559 จาก http://www.dft.go.th/Portals/0/ContentManagement/Document_Mod785/%E0%B8%A5%E0

%B8%B3%E0%B9%84%E0%B8%A2%20%E0%B9%84%E0%B8%95%E0%B8%A3%E0%B8%A1%E0%B8%B2%E0%B8%AA%2056%E0%B9%84%E0%B8%95%E0%B8%A3%E0%B8%A1%E0%B8%B2%E0%B8%AA1@25560612-1021158656.pdf

อริศรา เจริญปัญญาเนตร. (2556). *เอกสารประกอบการสอนกระบวนวิชา 154275 รีโมทเซนซิ่ง (REMOTE SENSING).* เชียงใหม่: ภาควิชาภูมิศาสตร์ คณะสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ภาคผนวก 1
แบบฟอร์มบันทึกการสำรวจภาคสนาม

แบบบันทึกข้อมูลการสำรวจภาคสนาม
การพัฒนาระบบการจำแนกและประมาณการพื้นที่เกษตรกรรมด้วยข้อมูลภาพดาวเทียม

จุดสำรวจที่..... **วัน/เดือน/ปี** .....

พิกัด Zone ..... x-Coordinate ..... y-Coordinate .....

ค่าความถูกต้อง ±..... **ความสูง** .....

รูปแบบการใช้ที่ดิน .....

.....

ข้อมูลการปลูกลำไย

ขนาดแปลงปลูก .....

ระยะห่างระหว่างต้น (เมตร).....

พันธุ์ .....

อายุต้น.....

ช่วงเวลาออกดอก.....

ช่วงเวลาติดผล .....

ช่วงเวลาเก็บเกี่ยวผลผลิต .....

ปริมาณผลผลิตเฉลี่ย

.....

พืชแทรก .....

.....

.....

ภาพสเก็ตการใช้ที่ดินรอบแปลง (ด้านหลัง)

ภาคผนวก 2
พื้นที่ปลูกลำไยจำแนกรายอำเภอของประเทศไทย

จังหวัด	อำเภอ	พื้นที่ปลูกลำไย (ตร.กม.)	พื้นที่ปลูกลำไย (ไร่)
เชียงใหม่	จอมทอง	125.25	78,281.67
	ดอยเต่า	72.79	45,493.72
	พร้าว	69.11	43,195.02
	แม่แตง	65.97	41,228.49
	สารภี	46.49	29,057.76
	สันป่าตอง	45.76	28,597.28
	ฮอด	41.87	26,167.08
	แม่วาง	41.15	25,717.75
	ดอยหล่อ	38.61	24,129.79
	เชียงดาว	29.17	18,232.20
	หางดง	28.65	17,908.64
	ฝาง	27.32	17,077.71
	ไชยปราการ	25.75	16,091.58
	สันทราย	24.78	15,485.56
	แม่ริม	17.24	10,775.69
	ดอยสะเก็ด	13.31	8,317.77
	แม่แจ่ม	11.09	6,932.62
	แม่อาย	10.88	6,798.01
	สันกำแพง	9.99	6,245.33
	แม่ออน	8.65	5,404.37
	สะเมิง	6.27	3,916.11
	เวียงแหง	3.26	2,038.76
	อมก๋อย	2.30	1,437.46
	เมืองเชียงใหม่	1.73	1,079.07
	รวม	**767.38**	**479,609.43**
ลำพูน	ลี้	124.81	78,008.08
	บ้านโฮ่ง	112.82	70,511.69
	ป่าซาง	100.35	62,716.08

จังหวัด	อำเภอ	พื้นที่ปลูกลำไย (ตร.กม.)	พื้นที่ปลูกลำไย (ไร่)
	เมืองลำพูน	68.97	43,109.01
	เวียงหนองล่อง	32.03	20,016.48
	ทุ่งหัวช้าง	17.31	10,820.13
	บ้านธิ	15.81	9,881.43
	รวม	**472.10**	**295,062.91**
จันทบุรี	โป่งน้ำร้อน	98.64	61,650.20
	สอยดาว	78.08	48,800.07
	เขาคิชฌกูฏ	12.53	7,828.18
	ท่าใหม่	7.13	4,457.05
	มะขาม	5.24	3,277.57
	ขลุง	4.70	2,940.37
	แก่งหางแมว	3.13	1,957.98
	นายายอาม	1.57	984.25
	เมืองจันทบุรี	0.96	597.44
	รวม	**211.99**	**132,493.11**
ลำปาง	แม่ทา	61.15	38,221.13
	เมืองลำปาง	40.49	25,308.54
	เกาะคา	18.04	11,277.80
	งาว	15.33	9,579.35
	แม่พริก	15.25	9,529.82
	เถิน	12.45	7,784.09
	สบปราบ	12.30	7,689.98
	แจ้ห่ม	10.13	6,332.20
	เสริมงาม	9.25	5,779.84
	เมืองปาน	9.11	5,695.81
	วังเหนือ	7.30	4,565.60
	ห้างฉัตร	6.41	4,005.20
	แม่เมาะ	2.65	1,656.87
	รวม	**219.88**	**137,426.21**
เชียงราย	แม่สรวย	32.01	20,003.23
	พาน	18.01	11,254.22
	เทิง	16.45	10,282.01
	เมืองเชียงราย	16.22	10,137.74
	เวียงป่าเป้า	14.82	9,263.05

จังหวัด	อำเภอ	พื้นที่ปลูกลำไย (ตร.กม.)	พื้นที่ปลูกลำไย (ไร่)
	พระยาเม็งราย	12.62	7,888.34
	ป่าแดด	10.22	6,384.76
	เชียงของ	7.81	4,880.86
	ขุนตาล	5.30	3,311.24
	เวียงแก่น	4.56	2,852.69
	ดอยหลวง	4.41	2,755.98
	เวียงเชียงรุ้ง	4.37	2,730.98
	เวียงชัย	3.92	2,449.32
	เชียงแสน	3.65	2,282.86
	แม่จัน	2.39	1,495.68
	แม่ฟ้าหลวง	2.15	1,346.59
	แม่ลาว	1.89	1,182.86
	แม่สาย	1.02	638.79
	รวม	**161.83**	**101,141.21**
ตาก	สามเงา	53.07	33,168.60
	บ้านตาก	19.11	11,944.95
	วังเจ้า	16.68	10,422.52
	พบพระ	16.50	10,311.57
	แม่สอด	15.69	9,803.75
	เมืองตาก	10.23	6,396.71
	แม่ระมาด	2.30	1,435.81
	รวม	**133.57**	**83,483.91**
พะเยา	เชียงคำ	25.74	16,085.91
	แม่ใจ	21.51	13,443.99
	เมืองพะเยา	8.63	5,394.10
	จุน	7.32	4,572.50
	ภูซาง	6.58	4,114.21
	ออกคำใต้	5.55	3,471.25
	เชียงม่วน	5.46	3,414.61
	ปง	4.16	2,598.83
	ภูกามยาว	1.20	748.56
	รวม	**86.15**	**53,843.96**
น่าน	ท่าวังผา	18.16	11,350.61
	เวียงสา	13.61	8,503.97

จังหวัด	อำเภอ	พื้นที่ปลูกลำไย (ตร.กม.)	พื้นที่ปลูกลำไย (ไร่)
	เมืองน่าน	13.21	8,254.19
	ภูเพียง	10.24	6,398.44
	สองแคว	6.07	3,794.48
	เชียงกลาง	3.73	2,332.57
	สันติสุข	3.64	2,276.68
	ปัว	2.64	1,652.84
	บ้านหลวง	2.28	1,425.23
	ทุ่งช้าง	2.10	1,312.03
	นาหมื่น	1.74	1,086.04
	นาน้อย	0.69	432.88
	บ่อเกลือ	0.25	156.07
	แม่จริม	0.19	117.59
	เฉลิมพระเกียรติ	0.01	8.05
	รวม	**78.56**	**49,101.67**
เลย	เมืองเลย	13.77	8,605.30
	ปากชม	9.79	6,116.91
	ภูเรือ	5.29	3,304.45
	ภูกระดึง	5.07	3,166.77
	เอราวัณ	4.21	2,632.07
	ผาขาว	3.30	2,063.12
	ด่านซ้าย	3.11	1,940.86
	ท่าลี่	2.97	1,856.86
	หนองหิน	2.63	1,641.93
	ภูหลวง	2.51	1,567.46
	วังสะพุง	2.22	1,384.62
	นาด้วง	1.73	1,079.44
	เชียงคาน	1.55	969.36
	นาแห้ว	0.10	64.69
	รวม	**58.23**	**36,393.83**
กำแพงเพชร	เมืองกำแพงเพชร	17.79	11,120.32
	คลองลาน	9.94	6,215.38
	โกสัมพีนคร	6.20	3,876.80
	บึงสามัคคี	4.59	2,870.12
	ไทรงาม	4.02	2,514.09

จังหวัด	อำเภอ	พื้นที่ปลูกลำไย (ตร.กม.)	พื้นที่ปลูกลำไย (ไร่)
	ปางศิลาทอง	3.16	1,972.51
	ขาณุวรลักษบุรี	3.06	1,915.24
	คลองขลุง	3.03	1,891.36
	ลานกระบือ	1.97	1,229.44
	พรานกระต่าย	1.63	1,019.76
	ทรายทองวัฒนา	0.33	203.76
	รวม	**55.73**	**34,828.78**
แม่ฮ่องสอน	ปาย	11.29	7,054.99
	แม่สะเรียง	10.13	6,328.88
	แม่ลาน้อย	5.85	3,659.33
	เมืองแม่ฮ่องสอน	3.88	2,424.43
	ปางมะผ้า	0.79	490.87
	สบเมย	0.28	172.68
	รวม	**32.21**	**20,131.17**
อุตรดิตถ์	ท่าปลา	19.56	12,227.03
	เมืองอุตรดิตถ์	1.53	953.68
	บ้านโคก	0.85	532.69
	ฟากท่า	0.70	435.71
	ทองแสนขัน	0.22	137.65
	น้ำปาด	0.21	128.81
	ลับแล	0.08	52.87
	ตรอน	0.07	42.19
	รวม	**23.22**	**14,510.63**
สมุทรสาคร	บ้านแพ้ว	18.00	11,249.65
	กระทุ่มแบน	3.69	2,307.16
	รวม	**21.69**	**13,556.81**
ตราด	เขาสมิง	11.52	7,198.04
	บ่อไร่	7.85	4,906.48
	เมืองตราด	0.81	508.98
	รวม	**20.18**	**12,613.50**
สุโขทัย	ทุ่งเสลี่ยม	11.93	7,457.06
	ศรีสัชนาลัย	6.30	3,935.99
	บ้านด่านลานหอย	0.23	146.25
	ศรีสำโรง	0.17	103.50

จังหวัด	อำเภอ	พื้นที่ปลูกลำไย (ตร.กม.)	พื้นที่ปลูกลำไย (ไร่)
	คีรีมาศ	0.08	50.06
	สวรรคโลก	0.05	30.37
	รวม	**18.76**	**11,723.24**
แพร่	สอง	4.59	2,866.17
	ร้องกวาง	3.75	2,340.77
	เมืองแพร่	2.52	1,577.04
	ลอง	1.20	751.82
	สูงเม่น	1.01	633.97
	หนองม่วงไข่	0.88	547.39
	เด่นชัย	0.86	535.47
	วังชิ้น	0.00	2.63
	รวม	**14.81**	**9,255.25**
สระแก้ว	วังสมบูรณ์	6.34	3,964.29
	วังน้ำเย็น	3.00	1,873.48
	คลองหาด	1.94	1,214.42
	เขาฉกรรจ์	0.57	358.40
	เมืองสระแก้ว	0.06	35.94
	วัฒนานคร	0.04	25.70
	รวม	**11.96**	**7,472.22**
ชัยภูมิ	เกษตรสมบูรณ์	2.63	1,644.10
	ภักดีชุมพล	2.43	1,520.79
	เมืองชัยภูมิ	1.48	927.28
	เทพสถิต	1.48	925.38
	คอนสาร	1.00	623.10
	หนองบัวระเหว	0.55	342.76
	จัตุรัส	0.16	96.96
	หนองบัวแดง	0.13	82.06
	บ้านเขว้า	0.04	22.69
	แก่งคร้อ	0.02	14.37
	คอนสวรรค์	0.02	14.04
	บำเหน็จณรงค์	0.02	10.80
	ภูเขียว	0.01	6.10
	ซับใหญ่	0.01	5.65
	เนินสง่า	0.01	4.36

จังหวัด	อำเภอ	พื้นที่ปลูกลำไย (ตร.กม.)	พื้นที่ปลูกลำไย (ไร่)
	รวม	**9.98**	**6,240.44**
พิษณุโลก	วังทอง	5.30	3,309.48
	เนินมะปราง	2.37	1,479.64
	นครไทย	0.75	466.87
	ชาติตระการ	0.37	230.06
	วัดโบสถ์	0.20	125.04
	บางระกำ	0.05	30.94
	เมืองพิษณุโลก	0.04	24.75
	รวม	**9.07**	**5,666.79**
สกลนคร	ภูพาน	3.63	2,265.79
	เมืองสกลนคร	1.18	740.60
	วาริชภูมิ	1.16	722.11
	นิคมน้ำอุ่น	0.41	257.13
	กุดบาก	0.39	243.48
	สว่างแดนดิน	0.33	208.16
	พรรณานิคม	0.30	185.50
	บ้านม่วง	0.24	150.55
	คำตากล้า	0.23	146.32
	ส่องดาว	0.13	83.68
	พังโคน	0.09	55.48
	เต่างอย	0.04	27.39
	อากาศอำนวย	0.03	18.47
	วานรนิวาส	0.02	14.45
	เจริญศิลป์	0.00	0.00
	รวม	**8.19**	**5,119.12**
หนองบัวลำภู	สุวรรณคูหา	1.82	1,139.12
	นากลาง	1.65	1,030.66
	นาวัง	0.91	568.33
	ศรีบุญเรือง	0.76	473.47
	เมืองหนองบัวลำภู	0.32	199.41
	โนนสัง	0.01	4.47
	รวม	**5.46**	**3,415.45**
อุบลราชธานี	น้ำยืน	2.72	1,699.81
	น้ำขุ่น	0.99	619.95

จังหวัด	อำเภอ	พื้นที่ปลูกลำไย (ตร.กม.)	พื้นที่ปลูกลำไย (ไร่)
	โพธิ์ไทร	0.54	335.25
	เขมราฐ	0.36	222.59
	สิรินธร	0.24	151.59
	ตะการพืชผล	0.12	77.22
	เดชอุดม	0.12	75.15
	ทุ่งศรีอุดม	0.06	36.63
	นาจะหลวย	0.05	30.10
	ม่วงสามสิบ	0.04	22.75
	วารินชำราบ	0.03	19.04
	สำโรง	0.02	13.30
	กุดข้าวปุ้น	0.01	9.16
	บุณฑริก	0.01	8.10
	ศรีเมืองใหม่	0.01	6.07
	เขื่องใน	0.01	4.96
	รวม	**5.33**	**3,331.68**
หนองคาย	สังคม	1.86	1,161.76
	โพนพิสัย	0.87	541.12
	เมืองหนองคาย	0.68	427.84
	โพธิ์ตาก	0.50	313.66
	ศรีเชียงใหม่	0.50	310.63
	เฝ้าไร่	0.32	200.12
	ท่าบ่อ	0.32	198.41
	รัตนวาปี	0.27	167.57
	รวม	**5.31**	**3,321.11**
นครราชสีมา	ปากช่อง	1.52	950.98
	วังน้ำเขียว	1.06	659.97
	ครบุรี	0.65	408.97
	สีคิ้ว	0.54	338.89
	สีงสาง	0.52	325.94
	สูงเนิน	0.37	230.11
	ปักธงชัย	0.08	49.57
	ขามทะเลสอ	0.07	45.37
	เทพารักษ์	0.05	33.93
	หนองบุญมาก	0.04	24.78

จังหวัด	อำเภอ	พื้นที่ปลูกลำไย (ตร.กม.)	พื้นที่ปลูกลำไย (ไร่)
	ด่านขุนทด	0.02	13.75
	รวม	**4.93**	**3,082.26**
ศรีสะเกษ	กันทรลักษ์	2.54	1,585.84
	ขุนหาญ	1.37	856.32
	ศรีรัตน	0.25	155.89
	ขุขันธ์	0.10	61.70
	น้ำเกลี้ยง	0.09	54.57
	ศิลาลาด	0.08	46.92
	กันทรารมย์	0.03	17.89
	โนนคูณ	0.01	5.40
	ราษีไศล	0.01	5.05
	รวม	**4.46**	**2,789.58**
อุดรธานี	น้ำโสม	2.00	1,252.19
	บ้านดุง	0.92	575.67
	หนองวัวซอ	0.63	392.60
	นายูง	0.31	192.97
	วังสามหมอ	0.26	163.13
	กุดจับ	0.25	153.32
	เมืองอุดรธานี	0.06	38.34
	หนองหาน	0.03	17.78
	รวม	**4.46**	**2,786.01**
นครปฐม	สามพราน	1.85	1,158.46
	นครชัยศรี	1.18	736.94
	เมืองนครปฐม	0.14	90.33
	กำแพงแสน	0.03	16.47
	รวม	**3.20**	**2,002.20**
บึงกาฬ	เซกา	0.82	512.10
	เมืองบึงกาฬ	0.80	498.24
	ปากคาด	0.40	249.06
	พรเจริญ	0.32	202.20
	โซ่พิสัย	0.32	199.78
	บึงโขงหลง	0.10	63.72
	ศรีวิไล	0.07	42.25
	บุ่งคล้า	0.04	22.93

จังหวัด	อำเภอ	พื้นที่ปลูกลำไย (ตร.กม.)	พื้นที่ปลูกลำไย (ไร่)
	รวม	**2.86**	**1,790.29**
สุพรรณบุรี	ด่านช้าง	1.93	1,207.45
	อู่ทอง	0.07	46.85
	หนองหญ้าไซ	0.05	32.73
	ดอนเจดีย์	0.02	13.75
	สามชุก	0.01	5.15
	รวม	**2.09**	**1,305.93**
ฉะเชิงเทรา	ท่าตะเกียบ	1.50	936.78
	แปลงยาว	0.08	49.59
	สนามชัยเขต	0.08	49.02
	รวม	**1.66**	**1,035.39**
ชลบุรี	หนองใหญ่	0.46	287.61
	ศรีราชา	0.13	79.86
	รวม	**0.59**	**367.47**
ยโสธร	เลิงนกทา	0.23	142.44
	เมืองยโสธร	0.14	89.84
	ไทยเจริญ	0.08	52.65
	ทรายมูล	0.03	21.22
	กุดชุม	0.02	15.03
	รวม	**0.51**	**321.18**
มุกดาหาร	ดอนตาล	0.09	54.68
	นิคมคำสร้อย	0.02	11.44
	หนองสูง	0.01	4.51
	รวม	**0.11**	**70.62**
ราชบุรี	ดำเนินสะดวก	0.01	4.55
	รวม	**0.01**	**4.55**
รวมทั้งสิ้น		**2,456.48**	**1,535,297.94**

ภาคผนวก 3
พื้นที่ปลูกลำไยจำแนกรายอำเภอของประเทศกัมพูชา

จังหวัด	อำเภอ	พื้นที่ปลูกลำไย (ตร.กม.)	พื้นที่ปลูกลำไย (ไร่)
Battambang	Rotanak Mondol	19.13	11,955.58
	Banan	16.02	10,015.56
	Samlout	4.85	3,031.84
	Moung Ruessei	3.61	2,255.42
	Phnum Proek	3.54	2,213.78
	Svay Pao	3.53	2,207.22
	Bavel	2.69	1,679.40
	Sangkae	1.63	1,015.81
	Bat Dambang	1.33	833.40
	Aek Phnum	0.43	269.42
	รวม	**56.76**	**35,477.43**
Pailin	Pailin	6.76	4,225.22
	Sala Krau	3.72	2,321.88
	รวม	**10.48**	**6,547.10**
รวมทั้งสิ้น		**56.76**	**35,477.43**

ภาคผนวก 4
พื้นที่ปลูกลำไยจำแนกรายอำเภอของประเทศเวียดนาม

จังหวัด	อำเภอ	พื้นที่ปลูกลำไย (ตร.กม.)	พื้นที่ปลูกลำไย (ไร่)
Bac Giang	Luc Ngan	40.61	25,382.41
	Yen The	19.15	11,970.24
	Luc Nam	15.74	9,836.51
	Lang Giang	12.38	7,740.34
	Tan Yen	6.64	4,148.78
	Yen Dung	2.60	1,624.01
	Son Dong	1.66	1,038.54
	Hiep Hoa	0.83	521.11
	Bac Giang	0.34	214.61
	Viet Yen	0.32	202.48
	รวม	**100.29**	**62,679.04**
Hung Yen	Khoai Chau	34.88	21,798.20
	Van Giang	9.33	5,828.60
	Yen My	3.18	1,985.74
	Kim Dong	0.44	274.14
	Tien Lu	0.42	261.04
	Van Lam	0.40	252.06
	เธขก Thi	0.15	92.91
	Hung Yen	0.03	19.38
	Phu Cu	0.01	7.41
	My Hao	0.00	2.66
	รวม	**48.84**	**30,522.14**
Hai Duong	Thanh Ha	23.91	14,942.21
	Chi Linh	13.26	8,290.37
	Kim Thanh	3.72	2,322.38
	Kinh Mon	2.77	1,728.78
	Nam Sach	0.25	157.65
	Cam Giang	0.02	14.41

จังหวัด	อำเภอ	พื้นที่ปลูกลำไย (ตร.กม.)	พื้นที่ปลูกลำไย (ไร่)
	รวม	**43.93**	**27,455.80**
Hanoi	Gia Lam	6.76	4,225.34
	Long Bien	2.92	1,822.37
	Dong Anh	1.43	895.09
	Tu Liem	0.58	362.67
	Hoang Mai	0.57	355.12
	Tay Ho	0.04	22.83
	รวม	**12.29**	**7,683.42**
Quang Ninh	Dong Trieu	3.26	2,039.72
	Uong Bi	1.32	825.69
	Yen Hung	0.08	51.99
	Tien Yen	0.05	30.33
	Dam Ha	0.01	6.30
	รวม	**4.73**	**2,954.02**
Ha Tay	Thanh Oai	0.93	582.21
	Chuong My	0.60	373.02
	Ung Hoa	0.33	208.12
	Hoai Duc	0.26	162.31
	My Duc	0.21	133.43
	Thuong Tin	0.19	118.65
	Ha Dong	0.19	115.88
	Quoc Oai	0.17	106.73
	Dan Phuong	0.11	67.22
	Phu Xuyen	0.01	3.73
	รวม	**2.99**	**1,871.29**
Hoa Binh	Luong Son	0.59	366.34
	Lac Thuy	0.26	162.26
	Kim Boi	0.11	68.29
	รวม	**0.96**	**596.89**
Vinh Phuc	Me Linh	0.11	67.04
	รวม	**0.11**	**67.04**
Bac Ninh	Tu Son	0.05	28.75
	Thuan Thanh	0.02	14.89
	Tien Du	0.01	7.44

จังหวัด	อำเภอ	พื้นที่ปลูกลำไย (ตร.กม.)	พื้นที่ปลูกลำไย (ไร่)
	รวม	**0.08**	**51.08**
Ha Nam	Duy Tien	0.04	26.78
	รวม	**0.04**	**26.78**
Tien Giang	Cai Lay	126.63	79,144.91
	Cai Be	107.32	67,075.58
	Cho Gao	29.61	18,506.78
	Go Cong Tay	20.38	12,740.29
	My Tho City	12.97	8,105.28
	Go Cong	1.13	708.17
	Tan Phuoc	0.16	101.48
	Go Cong Dong	0.05	32.60
	รวม	**298.26**	**186,415.09**
Vinh Long	Mang Thit	78.57	49,106.55
	Long Ho	59.55	37,217.18
	Vung Liem	58.71	36,694.67
	Vinh Long	13.04	8,151.22
	Tam Binh	6.80	4,247.57
	Binh Than	0.01	6.49
	รวม	**216.68**	**135,423.68**
Dong Thap	Cao Lanh	77.38	48,362.61
	Lap Vo	12.12	7,573.57
	Sa Dec	6.38	3,985.31
	Lai Vung	2.31	1,446.18
	Thap Muoi	1.01	632.60
	รวม	**99.20**	**62,000.27**
Hau Giang	Phung Hiep	80.23	50,141.52
	Chau Thanh A	11.86	7,414.08
	รวม	**92.09**	**57,555.60**
Ben Tre	Chau Thanh	234.56	146,597.23
	Cho Lach	64.13	40,081.59
	Binh Dai	17.71	11,070.54
	Giong Trom	5.22	3,260.68
	Mo Cay	1.62	1,014.16
	รวม	**323.24**	**202,024.20**

จังหวัด	อำเภอ	พื้นที่ปลูกลำไย (ตร.กม.)	พื้นที่ปลูกลำไย (ไร่)
Soc Trang	Ke Sach	40.58	25,363.89
	Cu Lao Dung	17.39	10,870.26
	My Tu	5.26	3,289.63
	Vinh Chau	3.57	2,228.64
	Long Phu	0.28	174.14
	Nga Nam	0.20	125.39
	Thanh Tri	0.08	47.94
	รวม	**67.36**	**42,099.89**
Tra Vinh	Cang Long	35.84	22,403.05
	Tra Vinh	11.22	7,009.79
	Tieu Can	4.53	2,833.09
	Tra Cu	2.85	1,782.60
	รวม	**54.45**	**34,028.53**
Can Tho	Phong Dien	20.53	12,831.78
	Cai Rang	2.49	1,554.78
	Co Do	1.70	1,063.37
	Binh Thuy	1.19	742.38
	o Mon	0.31	194.57
	รวม	**26.22**	**16,386.89**
Bac Lieu	Bac Lieu	0.23	143.00
	Hoa Binh	0.01	5.86
	รวม	**0.24**	**148.86**
รวมทั้งสิ้น		**1,391.98**	**869,990.52**

ภาคผนวก 5
พื้นที่ปลูกลำไยจำแนกรายอำเภอของประเทศจีน

มณฑล/เขต	เมือง	พื้นที่ปลูกลำไย (ตร.กม.)	พื้นที่ปลูกลำไย (ไร่)
Chongqing	Chongqing	976.98	610,611.49
	รวม	**976.98**	**610,611.49**
Fujian	Fuzhou	362.71	226,694.36
	Longyan	572.48	357,802.22
	Nanping	1,208.02	755,011.31
	Ningde	370.99	231,868.07
	Putian	127.88	79,926.71
	Quanzhou	259.41	162,130.40
	Sanming	702.75	439,215.94
	Xiamen	33.60	21,001.22
	Zhangzhou	579.38	362,113.65
	รวม	**4,217.22**	**2,635,763.87**
Guangdong	Chaozhou	213.33	133,331.67
	Dongguan	64.92	40,574.43
	Foshan	95.22	59,510.71
	Guangzhou	315.81	197,379.79
	Heyuan	1,040.80	650,498.94
	Huizhou	597.67	373,542.54
	Jiangmen	428.59	267,867.91
	Jieyang	317.60	198,499.12
	Maoming	581.99	363,746.58
	Meizhou	1,076.40	672,748.81
	Qingyuan	717.93	448,703.61
	Shantou	94.51	59,066.06
	Shanwei	182.65	114,154.18
	Shaoguan	537.97	336,232.99
	Shenzhen	73.22	45,759.80
	Yangjiang	279.03	174,394.08
	Yunfu	618.91	386,820.17
	Zhanjiang	737.54	460,965.33
	Zhaoqing	235.02	146,886.58

มณฑล/เขต	เมือง	พื้นที่ปลูกลำไย (ตร.กม.)	พื้นที่ปลูกลำไย (ไร่)
	Zhongshan	28.56	17,847.99
	Zhuhai	49.96	31,223.86
	รวม	**8,287.61**	**5,179,755.14**
Guangxi	Baise	378.39	236,493.17
	Beihai	131.10	81,936.76
	Chongzuo	0.79	495.83
	Fangchenggang	0.81	507.38
	Guigang	572.74	357,963.47
	Guilin	854.87	534,291.34
	Hechi	1,015.23	634,516.35
	Hezhou	334.26	208,911.12
	Laibin	290.16	181,347.69
	Liuzhou	625.16	390,722.24
	Nanning	435.87	272,419.91
	Qinzhou	428.79	267,996.86
	Wuzhou	481.80	301,124.72
	Yulin	953.98	596,237.34
	รวม	**6,503.94**	**4,064,964.19**
Jiangxi	Fuzhou	477.36	298,349.34
	Ganzhou	1,923.69	1,202,305.03
	Ji'an	809.81	506,128.27
	Jingdezhen	212.09	132,556.15
	Jiujiang	195.75	122,346.37
	Nanchang	142.09	88,804.23
	Pingxiang	96.25	60,155.81
	Shangrao	700.23	437,642.94
	Xinyu	77.23	48,271.38
	Yichun	229.63	143,516.86
	Yingtan	108.49	67,804.02
	รวม	**4,972.61**	**3,107,880.40**
รวมทั้งสิ้น		**24,958.36**	**15,598,975.09**

ภาคผนวก 6

พื้นที่ปลูกลำไยจำแนกรายอำเภอของประเทศอินโดนีเซีย

จังหวัด	อำเภอ	พื้นที่ปลูกลำไย (ตร.กม.)	พื้นที่ปลูกลำไย (ไร่)
Jawa Tengah	Banjarnegara	20.03	12,519.56
	Banyumas	100.09	62,559.00
	Batang	35.12	21,948.19
	Blora	67.55	42,216.82
	Boyolali	22.43	14,019.19
	Brebes	96.75	60,471.21
	Cilacap	140.77	87,980.58
	Demak	24.19	15,120.80
	Grobogan	79.01	49,380.75
	Jepara	43.58	27,239.89
	Karanganyar	32.49	20,305.13
	Kebumen	35.08	21,926.81
	Kendal	46.98	29,361.95
	Klaten	41.80	26,123.81
	Kota Magelang	0.62	388.69
	Kota Pekalongan	5.72	3,572.77
	Kota Semarang	16.75	10,471.50
	Kota Tegal	1.97	1,234.12
	Kudus	9.70	6,060.94
	Magelang	32.02	20,014.45
	Pati	62.68	39,177.00
	Pekalongan	28.04	17,524.79
	Pemalang	51.45	32,158.24
	Purbalingga	19.86	12,414.94
	Purwokerto	6.62	4,137.75
	Purworejo	26.37	16,479.27
	Rembang	45.09	28,184.08
	Salatiga	0.64	401.06
	Semarang	33.92	21,197.81
	Sragen	36.49	22,806.08
	Sukoharjo	24.55	15,346.48

จังหวัด	อำเภอ	พื้นที่ปลูกลำไย (ตร.กม.)	พื้นที่ปลูกลำไย (ไร่)
	Surakarta	3.36	2,099.81
	Tegal	55.72	34,826.21
	Temanggung	9.00	5,625.00
	Wonogiri	76.64	47,902.56
	Wonosobo	6.52	4,076.44
	รวม	**1,339.64**	**837,273.69**
Jawa Timur	Pacitan	0.15	90.83
	รวม	**0.15**	**90.83**
รวมทั้งสิ้น		**1,339.78**	**837,364.52**