รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ การประเมินมูลค่าการบริการของระบบนิเวศสวนทุเรียนในพื้นที่จังหวัดจันทบุรี โดยประยุกต์ข้อมูลดาวเทียมและภาพถ่ายทางอากาศจากหุ่นยนต์อากาศยานขนาดเล็ก

Evaluation of Ecosystem Services on Durian Plantation in Chantaburi Province Using Optical Satellite data and Aerial images from sUAV.

ปัทมา พอดี คณะภูมิสารสนเทศศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

กฤษนัยน์ เจริญจิตร คณะภูมิสารสนเทศศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

โครงการวิจัยประเภทงบประมาณเงินรายได้

จากเงินอุดหนุนรัฐบาล (งบประมาณแผ่นดิน)

ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2560

มหาวิทยาลัยบูรพา

รหัสโครงการ เพิ่มเติม

สัญญาเลขที่ 17/2560

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ การประเมินมูลค่าการบริการของระบบนิเวศสวนทุเรียนในพื้นที่จังหวัดจันทบุรี โดยประยุกต์ข้อมูลดาวเทียมและภาพถ่ายทางอากาศจากหุ่นยนต์อากาศยานขนาดเล็ก

Evaluation of Ecosystem Services on Durian Plantation in Chantaburi Province Using Optical Satellite data and Aerial images from sUAV.

ปัทมา พอดี (หัวหน้าโครงการ) คณะภูมิสารสนเทศศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

กฤษนัยน์ เจริญจิตร (ผู้ร่วมวิจัย) คณะภูมิสารสนเทศศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

โครงการวิจัยประเภทงบประมาณเงินรายได้จากเงินอุดหนุนรัฐบาล (งบประมาณแผ่นดิน)

ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2560

มหาวิทยาลัยบูรพา

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากงบประมาณเงินรายได้จากเงินอุดหนุนรัฐบาล (งบประมาณแผ่นดิน) ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2560 (เพิ่มเติม) มหาวิทยาลัยบูรพา ผ่านสำนักงานคณะกรรมการการวิจัยแห่งชาติ เลขที่สัญญา 17/2560

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยความกรุณาจากหลายส่วนงาน คณะผู้วิจัยใคร่ขอขอบคุณหน่วยงานต่าง ๆ ที่ให้ความร่วมมือและอนุเคราะห์สถานที่เพื่อใช้ในการสำรวจข้อมูลภาคสนาม ได้แก่ สวนทุเรียนนำร่องของดร.สุมิตร คุณเจตน์, ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตร อำเภอมะขาม, สวน KP Garden, สวนทุเรียนในอำเภอขลุง ได้แก่ สวนทองใบ 1 และ 2, สวนภูทิพย์ธารา, สวนทุเรียนในอำเภอโป่งน้ำร้อนได้แก่ สวนผู้ใหญ่บ้านหมู่ที่ 7, สวนผู้ช่วยผู้ใหญ่บ้านหมู่ที่ 7, สวนสมพงศ์, สวนทุเรียนในอำเภอเมืองได้แก่ สวนปัญจพร, สวนป้าสาว และสวนโถทอง

ท้ายสุดขอขอบพระคุณที่ปรึกษาวิจัย รองศาสตราจารย์ประสงค์ สงวนธรรม และผู้ร่วมวิจัยทุก ๆ ท่าน และบุคคลท่านอื่น ๆ ที่ไม่ได้เอ่ยนามในที่นี้ ที่ให้ความช่วยเหลือ สนับสนุน และเป็นกำลังใจที่สำคัญยิ่งในการทำวิจัยฉบับนี้ให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี และเนื่องจากงานวิจัยครั้งนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการการวิจัยแห่งชาติ ผู้วิจัยจึงขอขอบพระคุณมา ณ ที่นี้ด้วย

คณะผู้วิจัยฯ

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อประเมินศักยภาพการบริการของระบบนิเวศของสวนทุเรียนประยุกต์ภูมิสารสนเทศในพื้นที่จังหวัดจันทบุรี โดยบูรณาการสำรวจข้อมูลในภาคสนามร่วมกับข้อมูลสำรวจระยะไกลอาศัยข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศจากหุ่นยนต์อากาศยานขนาดเล็ก (รายละเอียด 7 เซนติเมตร) ช่วงคลื่นตามองเห็น และภาพถ่ายจากดาวเทียม Sentinel 2 (รายละเอียด 10 เมตร) ในช่วงคลื่นตามองเห็นและอินฟาเรดใกล้ ขั้นตอนแรกได้จำแนกพื้นที่สวนทุเรียนด้วยวิธีการจำแนกเชิงวัตถุแบบสร้างเงื่อนไข ซึ่งใช้ค่าดัชนีพืชพรรณ NDVI เป็นหลัก และใช้มูลภาคสนามและภาพถ่ายทางอากาศเป็นพื้นที่นำร่อง โดยแบ่งสวนทุเรียนเป็น 2 ประเภท ได้แก่ สวนทุเรียนเชิงเดี่ยว และสวนทุเรียนเชิงผสมซึ่งประกอบไปด้วย ลำไย ทุเรียน มังคุด เงาะ และลองกอง ในสัดส่วนร้อยละ 33, 32, 21, 9 และ 5 ตามลำดับ ขั้นตอนที่สองทำการสำรวจภาคสนามโดยใช้แบบสอบถามเพื่อประเมินมูลค่าการบริการของระบบนิเวศ ได้แก่ ผลผลิตของทุเรียน ไม้ทุเรียน การท่องเที่ยว การกักเก็บคาร์บอน และมูลค่าสัตว์ในเชิงเศรษฐกิจภายในสวนทุเรียน

ผลการวิจัยพบว่า 1. สวนทุเรียนแบบเชิงเดี่ยวมีมูลค่าการบริการระบบนิเวศประมาณ 77,056 บาท/ไร่ ในขณะที่สวนแบบผสมผสาน มีมูลค่าประมาณ 368,717 บาท/ไร่ 2. มูลค่าการบริการของระบบนิเวศทั้งจังหวัดจันทบุรี โดยจำแนกพื้นที่สวนทุเรียนในปี พ.ศ. 2560 ด้วยเทคนิคการสำรวจระยะไกล พบว่ามีพื้นที่ปลูกทุเรียนโดยรวมประมาณ 145,641 ไร่ คิดเป็นมูลค่ารวมของการบริการระบบนิเวศประมาณ 29,240 x 10^6 บาท ของทั้งพื้นที่ แบ่งเป็นทุเรียนแบบเชิงเดี่ยวประมาณ 83,875 ไร่ คิดเป็นมูลค่าทั้งหมดประมาณ 6,463 x 10^6 บาท และสวนปลูกทุเรียนเชิงผสมประมาณ 61,766 ไร่ คิดเป็นมูลค่าประมาณ 22,777 x 10^6 บาท ซึ่งแสดงให้เห็นถึงพื้นที่สวนทุเรียนเชิงผสมมีมูลค่ามากกว่าถึง 5 เท่า เมื่อเปรียบเทียบกับสวนทุเรียนแบบเชิงเดี่ยว อย่างไรก็ตามถึงแม้ว่าการจำแนกพื้นที่สวนทุเรียนด้วยเทคนิคการสำรวจระยะไกลจะมีค่าความถูกต้องในการแปลผลเฉลี่ยร้อยละ 88.7 และมีความสอดคล้องกับข้อมูลภาคสนามในระดับดี (Kappa = 77.4%) แต่ก็มีข้อจำกัดเนื่องจากใช้ดาวเทียมรายละเอียดปานกลาง ทำให้ความแม่นยำในการจำแนกข้อมูลสวนทุเรียนลดลง อาทิ ขนาดต้นทุเรียน ชนิดพันธ์ อายุ ความหนาแน่น เป็นต้น จึงจำเป็นต้องมีความเข้มข้นในการตรวจสอบข้อมูลภาคสนามเป็นอย่างมาก ในการวิจัยครั้งต่อไปจะดำเนินการปรับปรุงโดยทดสอบข้อมูลจากภาพถ่ายทางอากาศรายละเอียดสูงจากหุ่นยนต์อากาศยานขนาดเล็กทั้งหมดเพื่อลดข้อจำกัดดังกล่าว

ได้รับทุนสนับสนุนทำวิจัยจากงบประมาณรายได้ (เงินอุดหนุนจากรัฐบาล) ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2560 (เพิ่มเติม)

คำสำคัญ: หุ่นยนต์อากาศยานขนาดเล็ก, ทุเรียน, มูลค่าการบริการของระบบนิเวศ, ภาพถ่ายทางอากาศ, ข้อมูลดาวเทียม, จังหวัดจันทบุรี

ได้รับทุนสนับสนุนทำวิจัยจากงบประมาณรายได้ (เงินอุดหนุนจากรัฐบาล) ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2560 (เพิ่มเติม)

Abstract

This study aimed to evaluate the potential of the ecosystem services of durian plantations in Chanthaburi province using Geoinformation technology. The method was integrated field observation data and remote sensing data. sUAV imagery (7 cm. spatial resolution) and Sentinel-2 (10 m. spatial resolution) with visible-NIR bands were applied in this step. First one, the durian plantation was identified using the object-based classification with rule-based classification. The durian's mono crop and mixed crop types were identified in this study. The mixed crop included with the other plant with Longan (*Dimocarpus longan*), Durian (*Durio*), Mangosteen (*Garcinia mangostana*), Rambutan (*Nephelium lappaceum*), and Longkong **(***Lansium domesticum*) in ration as 33%, 32%, 21%, 9%, and 5%, respectively. Second one, the ecosystem service was evaluated using the contribution in term of durian's fresh product, durian's timber, eco-tourism, carbon storage and merchant animal (reptiles).

The study found: 1) the mono crop archived the ecosystem service has value approximately 77,056 Baht/rai, while the mixed crop has a higher rate within 368,717 Baht/rai. 2) According to the total of 145,641 rai were classified in durian plantation using the remote sensing technique (2017), the total value of ecosystem services in Chanthaburi Province archived 29,240 x 10^6 THB. The classified mono crop as 83,875 rai of the durian plantation which valued approximately 6,463 x 10^6 THB. The mixed crop 61,766 rai from the classification that it can be estimated to 22,777 x 10^6 THB. The comparison exhibited that the mixed cropping can be potential yield more five times greater than the durian's mono crop plantation. Even though the overall classification as 88.7% and 0.74 Kappa index. However, the limitation found in the research is the medium resolution satellite imagery could reduce the capability of durian plantation classification (i.e., the size of tree trunk, species, age, and density). In order to reduce these discrepancies, intensive field observation is relevant. Further study will emphasize the hi-resolution aerial imagery acquired from the sUAV so as to improve the accuracy of the classification.

ได้รับทุนสนับสนุนทำวิจัยจากงบประมาณรายได้ (เงินอุดหนุนจากรัฐบาล) ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2560 (เพิ่มเติม)

Keywords: Small Unmanned Aerial system (sUAV), Durian, Ecosystem services, Aerial images, Optical Satellite data, Chantaburi Province.

.

ได้รับทุนสนับสนุนทำวิจัยจากงบประมาณรายได้ (เงินอุดหนุนจากรัฐบาล) ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2560 (เพิ่มเติม)

สารบัญ

หน้า

กิตติกรรมประกาศ ก
บทคัดย่อ ข
Abstract ง
สารบัญ ฉ
สารบัญตาราง ซ
สารบัญรูปภาพ ญ
บทที่ 1 บทนำ 1
ที่มาและความสำคัญของปัญหา 1
วัตถุประสงค์ 3
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 3
ขอบเขตของโครงการวิจัย 3
กรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย 5
นิยามศัพท์เฉพาะ 6
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 8
ลักษณะทางชีววิทยาของทุเรียน 8
การบริการของระบบนิเวศกับการประเมินบริการหรือประโยชน์ของระบบนิเวศ 16
เทคโนโลยีการสำรวจระยะไกลกับการจัดการข้อมูลเชิงพื้นที่ 20
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 23
บทที่ 3 เครื่องมือและวิธีการดำเนินการวิจัย 27
ข้อมูลและอุปกรณ์ในการทำวิจัย 29
ขั้นตอนในการดำเนินงาน 31
บทที่ 4 ผลการศึกษา 38
แผนที่สวนทุเรียนนำร่องรายละเอียดสูงจากหุ่นยนต์อากาศยานขนาดเล็ก (sUAV) 38

หน้า

การวิเคราะห์การแปลข้อมูลสวนทุเรียนจากภาพถ่ายดาวเทียม Sentinel-2 53
ผลการสำรวจข้อมูลภาคสนามในพื้นที่สวนทุเรียนนำร่อง 67
ผลการประเมินศักยภาพการบริการของระบบนิเวศสวนทุเรียนในพื้นที่จังหวัดจันทบุรี 69
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ 81
การจัดทำข้อมูลภูมิสารสนเทศของสวนทุเรียนในพื้นที่จังหวัดจันทบุรี โดยบูรณาการข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศจากหุ่นยนต์อากาศยานขนาดเล็กและภาพถ่ายดาวเทียม 81
ประเมินศักยภาพการบริการของระบบนิเวศสวนทุเรียนในพื้นที่จังหวัดจันทบุรี โดยประยุกต์ภูมิสารสนเทศ 83
ข้อเสนอแนะ 84
บรรณานุกรม 85
ภาคผนวก 90
ประวัติย่อผู้วิจัย 91

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2-1 พันธุ์ทุเรียนที่นิยมปลูกและการเปรียบเทียบข้อดี ข้อเสียของแต่ละพันธุ์ 10
ตารางที่ 2-2 ตารางแสดงลักษณะข้อมูลที่ได้จากภาพสีผสมในแบนด์ต่าง ๆ 21
ตารางที่ 2-3 คุณสมบัติดาวเทียม Landsat 8 22
ตารางที่ 2-4 คุณสมบัติดาวเทียม Sentinel 2 ในแต่ละช่วงคลื่น 23
ตารางที่ 3-1 ข้อมูลที่ใช้ในการดำเนินงานวิจัย 29
ตารางที่ 3-2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการดำเนินงานวิจัย 30
ตารางที่ 3-3 การประเมินมูลค่าของระบบนิเวศทุเรียนแบบเชิงเดี่ยว 37
ตารางที่ 3-4 การประเมินมูลค่าของระบบนิเวศทุเรียนแบบผสม 37
ตารางที่ 4-1 Root Mean square Error : RMSE ของพื้นที่สวนทุเรียนนำร่องทั้ง 11 สวน 41
ตารางที่ 4-2 ค่าเฉลี่ยของดัชนีพืชพรรณและดัชนีลายพื้นผิว ที่ได้จากการทำ Zonal Statistics พื้นที่สวนทุเรียนแบบเชิงเดี่ยวและเชิงผสม จำนวนทั้งสิ้น 11 สวนนำร่อง 53
ตารางที่ 4-3 พื้นที่ประมาณการของสวนทุเรียนเชิงเดี่ยวและเชิงผสม พื้นที่จังหวัดจันทบุรี ที่ได้จากการแปลภาพถ่ายจากดาวเทียม Sentinel-2 ในปี พ.ศ. 2560 และค่าความถูกต้องในการจำแนก 55
ตารางที่ 4-4 ค่าความสูงเฉลี่ยของต้นทุเรียน เส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ย (DBS) ของต้นทุเรียนในพื้นทีสวนทุเรียนนำร่องทั้ง 12 สวน แต่ละสวนวางแปลงตัวอย่างขนาด 50 x 20 เมตร 68
ตารางที่ 4-5 ประโยชน์โดยตรง (Provisioning services) จากการประเมินราคาไม้ผลและราคาไม้ต้นทุเรียน 70
ตารางที่ 4-6 ค่าชีวมวล (Biomass) (กก.) และค่าการกักเก็บคาร์บอนต่อต้นของต้นไม้ชนิดต่าง ๆ 71
ตารางที่ 4-7 ค่าการกักเก็บคาร์บอน และมูลค่าคาร์บอนภาคสมัครใจ และผลรวมมูลค่าของ คาร์บอนเครดิต (บาทต่อไร่) 72
ตารางที่ 4-8 ประโยชน์ทางวัฒนธรรม (Cultural services) 72
ตารางที่ 4-9 ประโยชน์ที่เป็นตัวสนับสนุนก่อให้เกิดสามส่วนข้างต้น (Supporting services) 73
ตารางที่ 4-10 ตารางแสดงสัดส่วนพื้นที่ของผลไม้ชนิดต่าง ๆ ต่อ 1 ไร่ 74

หน้า

ตารางที่ 4-11 การประมาณมูลค่าการบริการของระบบนิเวศสวนทุเรียนทั้ง 4 ด้าน ในพื้นที่จังหวัดจันทบุรี ปี 2560 75
ตารางที่ 4-12 พื้นที่ประมาณการเพาะปลูกทุเรียนในจังหวัดจันทบุรีที่ได้จากการแปลภาพถ่ายดาวเทียม Sentinel-2 ปี 2560 และการประมาณมูลค่าระบบบริการนิเวศสวนทุเรียน (บาท) 78

สารบัญรูปภาพ

หน้า

ภาพที่ 1-1 แผนที่แสดงตำแหน่งพื้นที่ตัวอย่างของสวนทุเรียนเพื่อนำร่อง (Sample Study Area) จำนวนทั้งสิ้น 11 สวน 4 อำเภอ จังหวัดจันทบุรี 4
ภาพที่ 1-2 กรอบแนวคิดของโครงการวิจัย 6
ภาพที่ 2-1 การจำแนกบริการของระบบนิเวศทั้ง 4 ประเภท 17
ภาพที่ 2-2 ลำดับขั้นของการประเมินคุณค่าในระบบนิเวศ 19
ภาพที่ 3-1 ขั้นตอนการศึกษาวิจัย 28
ภาพที่ 3-2 สัดส่วนของชนิดผลไม้ในพื้นที่สวนทุเรียนแบบเชิงเดี่ยวและเชิงผสม จังหวัดจันทบุรี 31
ภาพที่ 3-3 การวางแผนแนวบินแบบ Grid Flight Planning (80% forward lap และ 60% side lap) ด้วยโปรแกรม Pix4D capture 32
ภาพที่ 4-1 แผนที่พื้นที่สวนทุเรียนนำร่องทั้ง 4 อำเภอ จังหวัดจันทบุรี 39
ภาพที่ 4-2 แผนที่ภาพออร์โธ (Orthophoto) ที่ได้จากการบินถ่ายภาพด้วยหุ่นยนต์อากาศยานขนาดเล็ก (sUAV) 40
ภาพที่ 4-3 แผนที่ภาพออร์โธสี (Orthophoto) บริเวณพื้นที่สวนทุเรียนในอำเภอมะขาม จังหวัดจันทบุรี 42
ภาพที่ 4-4 แผนที่ภาพออร์โธสี (Orthophoto) บริเวณพื้นที่ตัวอย่างสวนทุเรียนของศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตร จังหวัดจันทบุรี 43
ภาพที่ 4-5 แผนที่ภาพออร์โธสี (Orthophoto) บริเวณ สวน KP Garden อำเภอมะขาม จังหวัดจันทบุรี 44
ภาพที่ 4-6 แผนที่ภาพออร์โธสี (Orthophoto) บริเวณพื้นที่สวนทองใบ อำเภอขลุง จังหวัดจันทบุรี 45
ภาพที่ 4-7 แผนที่ภาพออร์โธสี (Orthophoto) บริเวณพื้นที่สวนทองใบ 2 อำเภอขลุง จังหวัดจันทบุรี 46
ภาพที่ 4-8 แผนที่ภาพออร์โธสี (Orthophoto) บริเวณพื้นที่สวนภูทิพย์ธารา อำเภอขลุง จังหวัดจันทบุรี 47

หน้า

ภาพที่ 4-9 แผนที่ภาพออร์โธสี (Orthophoto) บริเวณพื้นที่สวนผู้ใหญ่บ้านหมู่ที่ 7 อำเภอโป่งน้ำร้อน จังหวัดจันทบุรี 48
ภาพที่ 4-10 แผนที่ภาพออร์โธสี (Orthophoto) บริเวณพื้นที่สวนสมพงษ์ อำเภอโป่งน้ำร้อน จังหวัดจันทบุรี 49
ภาพที่ 4-11 แผนที่ภาพออร์โธสี (Orthophoto) บริเวณพื้นที่สวนผู้ช่วยผู้ใหญ่บ้านหมู่ที่ 7 อำเภอโป่งน้ำร้อน จังหวัดจันทบุรี 50
ภาพที่ 4-12 แผนที่ภาพออร์โธสี (Orthophoto) บริเวณพื้นที่สวนป้าสาว อำเภอเมือง จังหวัดจันทบุรี 51
ภาพที่ 4-13 แผนที่ภาพออร์โธสี (Orthophoto) บริเวณพื้นที่สวนทุเรียน อำเภอเมือง จังหวัดจันทบุรี 52
ภาพที่ 4-14 Object-based Classification แบบ Rule base 54
ภาพที่ 4-15 แผนที่แสดงพื้นที่สวนปลูกทุเรียน อำเภอเมือง จังหวัดจันทบุรี มีพื้นที่สวนปลูกทุเรียนแบบเชิงเดี่ยว 3,955.87 ไร่ และปลูกทุเรียนแบบผสม 4,610.96 ไร่ 57
ภาพที่ 4-16 พื้นที่สวนปลูกทุเรียน อำเภอแก่งหางแมว จังหวัดจันทบุรี มีพื้นที่สวนปลูกทุเรียนแบบเชิงเดี่ยว 2,841.64 ไร่ และสวนปลูกทุเรียนแบบผสม 1,199.90 ไร่ 58
ภาพที่ 4-17 พื้นที่สวนปลูกทุเรียน อำเภอเขาคิชฌกูฏ จังหวัดจันทบุรี มีพื้นที่สวนปลูกทุเรียนแบบเชิงเดี่ยว 18,046.73 ไร่ และสวนปลูกทุเรียนแบบผสม 15,644.42 ไร่ 59
ภาพที่ 4-18 พื้นที่สวนปลูกทุเรียน อำเภอขลุง จังหวัดจันทบุรี มีพื้นที่สวนปลูกทุเรียนแบบเชิงเดี่ยว 17,282.69 ไร่ และสวนปลูกทุเรียนแบบผสม 9,441.04 ไร่ 60
ภาพที่ 4-19 พื้นที่สวนปลูกทุเรียน อำเภอแหลมสิงห์ จังหวัดจันทบุรี มีพื้นที่สวนปลูกทุเรียนแบบเชิงเดี่ยว 76.87 ไร่ และสวนปลูกทุเรียนแบบผสม 424.7 ไร่ 61
ภาพที่ 4-20 พื้นที่สวนปลูกทุเรียน อำเภอมะขาม จังหวัดจันทบุรี มีพื้นที่สวนปลูกทุเรียนแบบเชิงเดี่ยว 13,260.70 ไร่ และสวนปลูกทุเรียนแบบผสม 13,594.13 ไร่ 62
ภาพที่ 4-21 พื้นที่สวนปลูกทุเรียน อำเภอนายายอาม จังหวัดจันทบุรี มีพื้นที่สวนปลูกทุเรียนแบบเชิงเดี่ยว 4,753.88 ไร่ และสวนปลูกทุเรียนแบบผสม 2,094.82 ไร่ 63

หน้า

ภาพที่ 4-22 พื้นที่สวนปลูกทุเรียน อำเภอโป่งน้ำร้อน จังหวัดจันทบุรี มีพื้นที่สวนปลูกทุเรียนแบบเชิงเดี่ยว 12,698.4 ไร่ และสวนปลูกทุเรียนแบบผสม 4,457.13 ไร่ 64

ภาพที่ 4-23 พื้นที่สวนปลูกทุเรียน อำเภอสอยดาว จังหวัดจันทบุรี มีพื้นที่สวนปลูกทุเรียนแบบเชิงเดี่ยว 1,739.19 ไร่ และสวนปลูกทุเรียนแบบผสม 309.74 ไร่ 65

ภาพที่ 4-24 พื้นที่สวนปลูกทุเรียน อำเภอท่าใหม่ จังหวัดจันทบุรี มีพื้นที่สวนปลูกทุเรียนแบบเชิงเดี่ยว 9,219.035 ไร่ และสวนปลูกทุเรียนแบบผสมผสาน 9,989.06 ไร่ 66

ภาพที่ 4-25 แผนที่ประเมินศักยภาพการบริการของระบบนิเวศสวนทุเรียนในพื้นที่จังหวัดจันทบุรี ปี 2560 77

ภาพที่ 4-26 แผนที่ประเมินมูลค่าการกักเก็บคาร์บอนของแต่ละตำบลของจังหวัดจันทบุรีในปี 2560 79

ภาพที่ 4-27 แผนที่แสดงการประเมินมูลค่าของสัตว์ที่อาศัยในระบบนิเวศน์สวนทุเรียน จังหวัดจันทบุรี ปี 2560 80

บทที่ 1
บทนำ

ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ตามยุทธศาสตร์แผนการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2560 - 2564) ในยุทธศาสตร์ที่ 3 และ 8 เรื่อง การสร้างความเข้มแข็งทางเศรษฐกิจและแข่งขันได้อย่างยั่งยืน และการพัฒนาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิจัย และนวัตกรรม ซึ่งได้จัดทำบนพื้นฐานของยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี (พ.ศ. 2560 – 2579) ซึ่งเป็นแผนแม่บทหลักของการพัฒนาประเทศ และเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (Sustainable Development Goals: SDGs) รวมทั้งการปรับโครงสร้างประเทศไทยไปสู่ประเทศไทย 4.0 ซึ่งเน้นการประยุกต์นวัตกรรมแขนงต่าง ๆ ในการสนับสนุนภาคการเกษตร (Smart Farming) (สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2559) โดยในพื้นที่ศึกษาวิจัยในครั้งนี้ คือ จังหวัดจันทบุรี ได้รับการส่งเสริมเศรษฐกิจด้านการเป็นศูนย์กลางแห่งผลไม้และเป็นรอยต่อระหว่างเขตเศรษฐกิจพิเศษ (Eastern Economic Corridor : EEC) ติดกับจังหวัดระยองซึ่งเป็นหนึ่งในจังหวัดนำร่องของภาคตะวันออกซึ่งมีความเป็นไปได้ว่าในอนาคตจะมีการขยายตัวทางเศรษฐกิจครอบคลุมภาคตะวันออกทั้งหมด เนื่องจากลักษณะของภูมิภาคนี้มีความได้เปรียบทางด้านสภาพภูมิประเทศ ดินและน้ำ (Natural Resource and Environment) ระบบการขนส่ง (Transportation) ที่เอื้อต่อการผลิตผลไม้มีมูลค่า (High Value) เช่น ทุเรียน มังคุด ที่ถูกทั่วโลกจัดอันดับให้เป็นเป็นราชาและราชินีผลไม้ (King & Queen of Fruit) จึงนับได้ว่าจันทบุรี เป็นหนึ่งในพื้นที่ควรค่าแก่การวิจัยในเชิงเกษตรมูลค่าสูงอย่างมีนัยยะสำคัญ

ประเทศไทยเป็นประเทศที่ผลิตทุเรียนเพื่อการส่งออกเป็นอันดับหนึ่งของโลก โดยปี พ.ศ. 2556 มีพื้นที่ปลูกทุเรียนจำนวน 641,248 ไร่ เป็นพื้นที่ให้ผลผลิตแล้ว 572,454 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 89.27 ของพื้นที่เพาะปลูกทั้งประเทศ ผลผลิตรวมทั้งสิ้น 562,713 ตัน มีการส่งออกทุเรียนสด 372,750 ตัน คิดเป็นร้อยละ 66.24 ของปริมาณผลผลิตทั้งหมด เป็นมูลค่า 7,513 ล้านบาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2557) โดยพื้นที่เพาะปลูกส่วนใหญ่อยู่ในภาคตะวันออกและภาคใต้ ปริมาณผลผลิตเฉลี่ยของ 3 จังหวัดในภาคตะวันออก (ระยอง จันทบุรี ตราด) ในปี พ.ศ. 2556 คิดเป็น 443,962.5 ตัน หรือ

ได้รับทุนสนับสนุนทำวิจัยจากงบประมาณรายได้ (เงินอุดหนุนจากรัฐบาล) ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2560 (เพิ่มเติม)

ประมาณร้อยละ 70 ของผลผลิตทั้งประเทศ ที่เหลืออีกร้อยละ 30 เป็นผลผลิตของภาคใต้ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2557) ในช่วง ปี พ.ศ. 2558 - 2559 ภาคตะวันออกประสบกับปัญหาภัยแล้งรุนแรงและพายุฤดูร้อน ทำให้เกษตรกรต้องเร่งตัดผลทุเรียนทิ้งเพื่อรักษาต้นไว้ เพราะต้นทุเรียนที่มีอายุราว 8 ปีกว่า ซึ่งกว่าจะเก็บลูกขายอาจตายก่อน เกษตรกรจึงจำเป็นต้องตัดลูกทิ้งก่อนที่จะโตและแก่ ทำให้ผลผลิตทุเรียนภาคตะวันออกลดลงอย่างมาก โดยในท้องตลาดปกติเดือนพฤษภาคมจะเป็นช่วงที่ผลผลิตทุเรียนภาคตะวันออกมีจำนวนมากและราคาปรับตัวลดลง แต่ในสถานการณ์เช่นนี้เป็นช่วงที่มีปริมาณผลผลิตออกสู่ตลาดมีน้อย โดยในปีที่ผ่านมานี้มีราคาสูงขึ้นประมาณ 50-60% จากปีก่อน (กรมวิชาการเกษตร, 2559) ซึ่งเห็นได้ว่ามูลค่าของทุเรียนจะขึ้นอยู่กับปัจจัยภายนอกเป็นอย่างมาก

ด้วยสถานการณ์ดังกล่าว (ภัยธรรมชาติ ความผันผวนของราคาตลาด) คณะผู้วิจัยจึงเล็งเห็นการเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจการเกษตรแบบยั่งยืน โดยผ่านกระบวนการทางเศรษฐศาสตร์สิ่งแวดล้อม (Environmental Economy) ซึ่งจะมุ่งประเด็นไปสู่การประเมินศักยภาพ (Potential) และมูลค่าการเป็นนิเวศบริการ (Ecosystem Services) ของสวนทุเรียนในจังหวัดจันทบุรี ที่ประกอบไปด้วย การประเมินประโยชน์โดยตรง (Provisioning services) ประโยชน์ที่ได้จากการทำหน้าที่ของระบบนิเวศ (Regulating service) ประโยชน์ทางวัฒนธรรม (Cultural services) และประโยชน์ที่เป็นตัวสนับสนุนก่อให้เกิดสามส่วนข้างต้น (Supporting services) ในงานวิจัยครั้งนี้ ได้บูรณาการข้อมูลวิทยาศาสตร์เชิงพื้นที่ (Data Science Mapping) หรือ ภูมิสารสนเทศ (Geoinformatics) โดยเน้นเทคโนโลยีการสำรวจระยะไกล (Remote Sensing) อาศัยข้อมูลภาพถ่ายสำรวจทางอากาศด้วยอากาศยานไร้คนขับ (Unmanned Aerial Vehicle : UAV) ซึ่งมีบทบทบาทในการสำรวจพื้นที่เกษตรและทรัพยากรสิ่งแวดล้อมได้อย่างมีประสิทธิภาพและรวดเร็ว สามารถบันทึกข้อมูลภาพได้อย่างอิสระและมีรายละเอียดภาพสูง ทำให้ได้ข้อมูลทางการเกษตรหลากหลายด้าน อาทิ การติดตามผลผลิต ข้อมูลความสมบูรณ์ ข้อมูลสภาพดิน ข้อมูลสภาพภูมิอากาศและอื่น ๆ ของสวนทุเรียน สามารถจัดทำแผนที่ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System : GIS) เพื่อติดตามการเปลี่ยนแปลงเชิงพื้นที่ เพื่อเพิ่มมีประสิทธิภาพในการประเมินมูลค่าการบริการของระบบนิเวศสวนทุเรียน และเป็นการเริ่มต้นแนวคิดเชิงพาณิชย์ในแบบเศรษฐศาสตร์เชิงสารสนเทศเพื่อการเกษตร (Digital Information Economy) ที่มีอยู่ในปัจจุบัน

ได้รับทุนสนับสนุนทำวิจัยจากงบประมาณรายได้ (เงินอุดหนุนจากรัฐบาล) ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2560 (เพิ่มเติม)

วัตถุประสงค์

1. เพื่อจัดทำข้อมูลภูมิสารสนเทศของสวนทุเรียนในพื้นที่จังหวัดจันทบุรี โดยบูรณาการข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศจากหุ่นยนต์อากาศยานขนาดเล็กและภาพถ่ายดาวเทียม

2. เพื่อประเมินศักยภาพการบริการของระบบนิเวศสวนทุเรียนในพื้นที่จังหวัดจันทบุรี โดยประยุกต์ภูมิสารสนเทศ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ทราบถึงมูลค่าเศรษฐ-สิ่งแวดล้อมของสวนทุเรียนในรูปแบบการวิเคราะห์เชิงพื้นที่

2. สามารถเสนอแนะแนวกลยุทธทางการจัดการใช้ที่ดิน การบริหารผลผลิตเกษตรและการส่งเสริมการเกษตรอย่างยั่งยืน

3. ได้องค์ความรู้ใหม่ ๆ ต่อการพัฒนางานด้านการสำรวจระยะไกล ภูมิสารสนเทศสำหรับการประเมินมูลค่าการเกษตรอย่างยั่งยืน

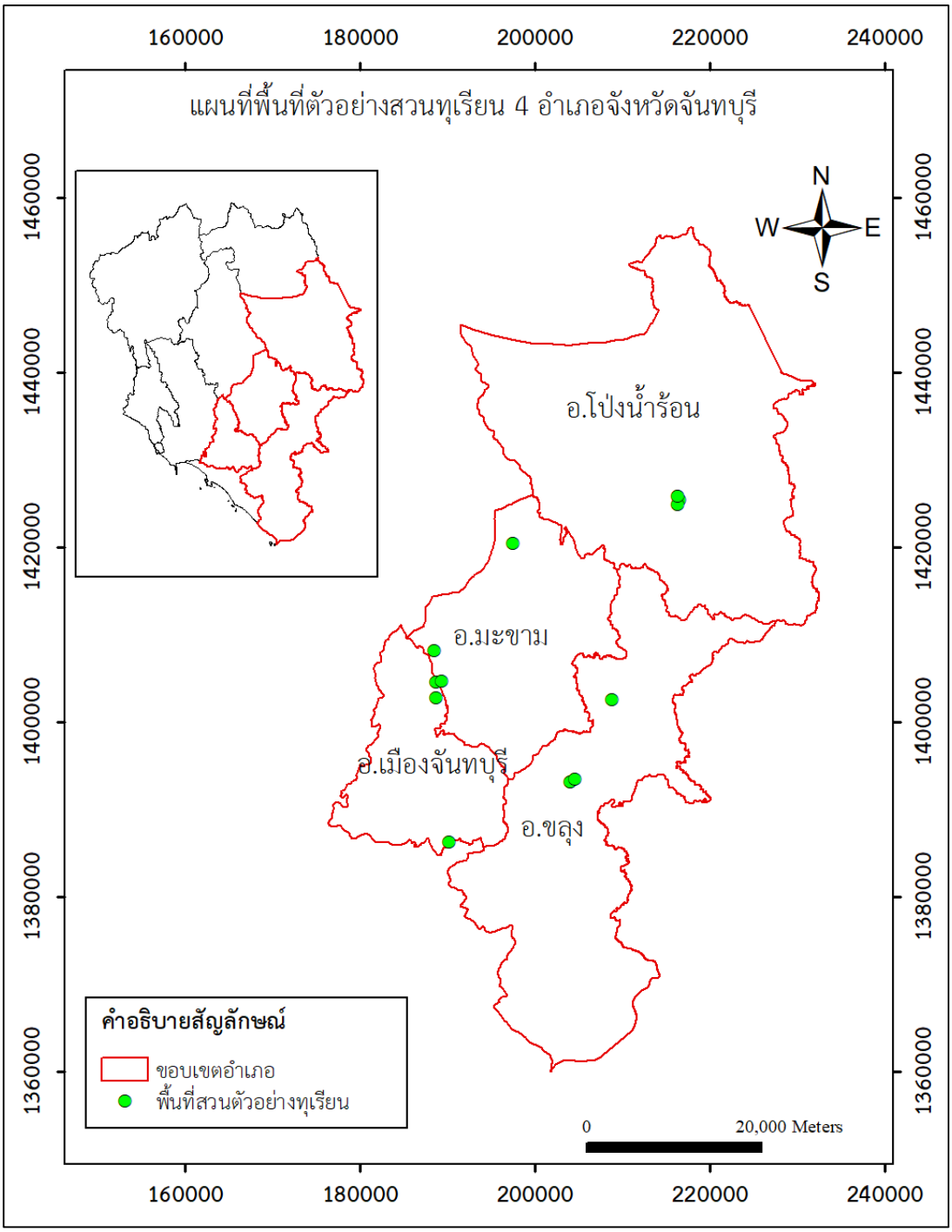
ขอบเขตของโครงการวิจัย

1. ขอบเขตพื้นที่ศึกษาวิจัยคือ พื้นที่สวนทุเรียนในเขตจังหวัดจันทบุรี โดยมีพื้นที่ตัวอย่างของสวนทุเรียนเพื่อนำร่อง (Sample Study Area) คัดเลือกจากปริมาณความหนาแน่นของสวนทุเรียนโดยอ้างอิงจากแผนที่ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) ของสวนทุเรียนที่มีอยู่เดิมในจังหวัดจันทบุรีทั้งหมด ซึ่งพื้นที่สวนทุเรียนเพื่อนำร่องอยู่ในพื้นที่ 4 อำเภอ ประกอบไปด้วย 1. อำเมือง 2. อำเภอมะขาม 3. อำเภอขลุงและ 4. อำเภอโป่งน้ำร้อน โดยการแบ่งในแต่ละอำเภอออกเป็น 2 ประเภทคือ สวนทุเรียนแบบเชิงเดี่ยว (Mono Cropping) และสวนทุเรียนแบบเชิงผสม (Mixed Cropping) ดังแสดงในภาพที่ 1-1

2. ขอบเขตข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยประกอบไปด้วย

- ข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศรายละเอียดสูงในช่วงคลื่นตามองเห็น (RGB) และช่วงคลื่นใกล้อินฟาเรด (Near infrared) ที่ได้จากการวางแผนการบินถ่ายภาพด้วยหุ่นยนต์อากาศยานขนาดเล็กบริเวณพื้นที่สวนทุเรียนเพื่อนำร่อง ทั้ง 11 สวน มีรายละเอียดจุดภาพไม่ต่ำกว่า 10 เซนติเมตร

ได้รับทุนสนับสนุนทำวิจัยจากงบประมาณรายได้ (เงินอุดหนุนจากรัฐบาล) ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2560 (เพิ่มเติม)



ภาพที่ 1-1 แผนที่แสดงตำแหน่งพื้นที่ตัวอย่างของสวนทุเรียนเพื่อนำร่อง (Sample Study Area) จำนวนทั้งสิ้น 11 สวน 4 อำเภอ จังหวัดจันทบุรี

ได้รับทุนสนับสนุนทำวิจัยจากงบประมาณรายได้ (เงินอุดหนุนจากรัฐบาล) ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2560 (เพิ่มเติม)

- ข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม (Satellite Data) จากดาวเทียม Sentinel-2 ในช่วงคลื่นตามองเห็น (RGB) และช่วงคลื่นใกล้อินฟาเรด (Near infrared) ครอบคลุมบริเวณพื้นที่จังหวัดจันทบุรี มีรายละเอียดจุดภาพ 10 เมตร โดยปราศจากสัญญาณรบกวน หรือขจัดให้เหลือน้อยที่สุดและอยู่ในช่วงเวลาใกล้เคียงกับการออกผลผลิตทุเรียนของภาคตะวันออก
- ข้อมูลจากการสำรวจภาคสนามประกอบไปด้วย การสำรวจมวลชีวภาพปริมาณผลผลิตของทุเรียนและไม้สวนผสม และการสำรวจทรัพยากรด้านสัตว์ป่าโดยการสำรวจทางอ้อม จำนวนทั้งสิ้น 12 สวนทุเรียน
- การประเมินมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ของระบบนิเวศสวนทุเรียน

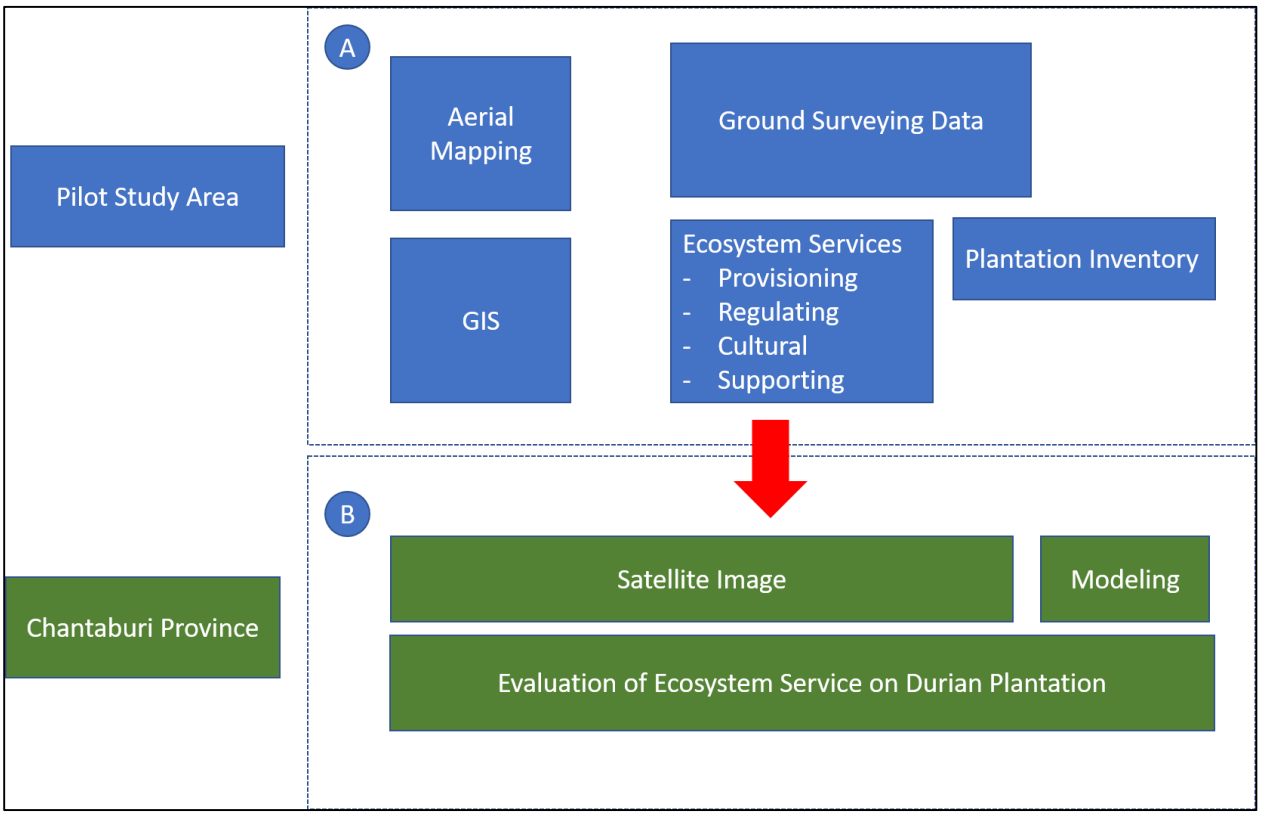
กรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย

เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศสามารถประเมินนิเวศบริการของสวนทุเรียนในรูปแบบเชิงพื้นที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพและมีความถูกต้อง ทำให้ทราบมูลค่าของระบบนิเวศสวนทุเรียนในพื้นที่จังหวัดจันทบุรี โดยมีกรอบแนวความคิดในภาพรวมสำหรับใช้ในการประเมินการบริการนิเวศของสวนทุเรียน (ดังภาพที่ 1-2) แบ่งออกเป็นสองส่วนที่สำคัญได้แก่ ลำดับแรกจะต้องสร้างข้อมูลพื้นฐานทางด้านภูมิสารสนเทศ (Geoinformation Database) สำหรับในพื้นที่ตัวอย่างเพื่อนำร่อง (Sample Study Area) ดำเนินการจัดทำข้อมูลภูมิสารสนเทศรายละเอียดสูงของสวนทุเรียน (Very High Resolution Data : 7 cm. Resolution) โดยประยุกต์หุ่นยนต์อากาศยานขนาดเล็ก (sUAV) ซึ่งประกอบไปด้วย แผนที่ออโทสี (Orthmosaic) แผนที่สามมิติ (3D Map)

ขั้นตอนต่อไปจะประยุกต์ภาพถ่ายจากดาวเทียม Sentinel-2 (10 m. resolution) ซึ่งถ่ายครอบคลุมพื้นที่จังหวัดจันทบุรีทั้งหมด จากนั้นดำเนินการเชื่อมข้อมูล (Linking) ระหว่างภาคสนาม (Ground Surveying Data) และข้อมูลในพื้นที่ตัวอย่างนำร่อง (Sample Data) และภาพถ่ายดาวเทียม (Satellite Data) โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ Empirical ซึ่งเป็นการเชื่อมโยงกันจากการได้มาของข้อมูลใน 3 ส่วนหลัก ๆ คือ ข้อมูลภูมิสารสนเทศรายละเอียดสูงของสวนทุเรียน ข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม Sentinel-2 และข้อมูลการสำรวจภาคสนาม เพื่อประเมินการบริการนิเวศของสวนทุเรียนทั้งจังหวัดจันทบุรี โดยข้อมูลทั้งหมดจะถูกจะถูกจัดเก็บในรูปแบบมาตรฐานในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

ได้รับทุนสนับสนุนทำวิจัยจากงบประมาณรายได้ (เงินอุดหนุนจากรัฐบาล) ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2560 (เพิ่มเติม)

(Standard Geospatial Data) ซึ่งกำหนดระบบพิกัดอ้างอิงในระบบ UTM WGS 1984 Zone 47N – 48N จากนั้นจึงนำข้อมูลเหล่านี้มาช่วยประเมินมูลค่าการเป็นนิเวศบริการของสวนทุเรียน



ภาพที่ 1-2 กรอบแนวคิดของโครงการวิจัย

นิยามศัพท์เฉพาะ

เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ หมายถึง การบูรณาการความรู้และเทคโนโลยีทางด้านการรับรู้จากระยะไกล (Remote Sensing : RS) ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System : GIS) และระบบดาวเทียมนำทางโลก (Global Navigation Satellite System : GNSS) นำไปสู่กระบวนการเทคโนโลยีการทำแผนที่ (Mapping Technology) ที่มีความทันสมัย เพื่อประยุกต์งานในด้านต่าง ๆ ให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

นิเวศบริการของสวนทุเรียน หมายถึง ประโยชน์หรือผลประโยชน์ที่มนุษย์ได้รับจากระบบนิเวศทั้งทางตรงและทางอ้อมซึ่งเป็นสิ่งที่จับต้องได้ หรือเป็นบริการที่จับต้องไม่ได้แต่รู้สึกหรือรับรู้ได้ สามารถ

ได้รับทุนสนับสนุนทำวิจัยจากงบประมาณรายได้ (เงินอุดหนุนจากรัฐบาล) ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2560 (เพิ่มเติม)

จำแนกออกเป็น 4 ประเภทได้แก่ 1. บริการหรือประโยชน์โดยตรง 2.บริการหรือประโยชน์ที่ได้จากการทำหน้าที่ของระบบนิเวศ 3.บริการหรือประโยชน์ทางวัฒนธรรม และ 4. บริการหรือประโยชน์ที่เป็นตัวสนับสนุนก่อให้เกิดสามส่วนข้างต้น

หุ่นยนต์อากาศยานขนาดเล็ก (small Unmanned Aerial Vehicle: sUAV) หมายถึง อากาศยานไร้คนขับที่สามารถควบคุมจากระยะไกลอัตโนมัติซึ่งมีอยู่ 2 ลักษณะที่สำคัญคือ คือ การควบคุมอัตโนมัติจากระยะไกล และการควบคุมแบบอัตโนมัติโดยใช้ระบบการบินด้วยตนเองซึ่งต้องอาศัยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

สวนทุเรียนแบบเชิงเดี่ยว (Mono Cropping) หมายถึง พื้นที่สวนทุเรียนตัวอย่างที่เกษตรกรมีอาชีพเพาะปลูกทุเรียนอย่างเดียวเป็นหลัก

สวนทุเรียนแบบเชิงผสม (Mixed Cropping) หมายถึง พื้นที่สวนทุเรียนตัวอย่างที่เกษตรกรมีอาชีพทั้งเพาะปลูกทุเรียนและไม้ผลชนิดอื่น ๆ เพื่อจำหน่วยร่วมกัน

มาตรฐานในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Standard Geospatial Data) หมายถึง มาตรฐานที่ใช้ได้กับข้อมูลภูมิศาสตร์หรือข้อมูลเชิงพื้นที่ (Geographic data or Spatial data)

ได้รับทุนสนับสนุนทำวิจัยจากงบประมาณรายได้ (เงินอุดหนุนจากรัฐบาล) ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2560 (เพิ่มเติม)

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่องการประเมินมูลค่าการบริการของระบบนิเวศสวนทุเรียนในพื้นที่จังหวัดจันทบุรี โดยประยุกต์ข้อมูลดาวเทียมและภาพถ่ายทางอากาศจากหุ่นยนต์อากาศยานขนาดเล็ก ผู้วิจัยได้ทำการศึกษารวบรวมเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องโดยแบ่งเป็นหัวข้อ ดังนี้

1. ลักษณะทางชีววิทยาของทุเรียน
2. การบริการของระบบนิเวศกับการประเมินบริการหรือประโยชน์ของระบบนิเวศ
3. เทคโนโลยีการสำรวจระยะไกลกับการจัดการข้อมูลเชิงพื้นที่
4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. ลักษณะทางชีววิทยาของทุเรียน

1.1 ความเป็นมาของทุเรียน

ทุเรียน เป็นไม้ผลในวงศ์ฝ้าย (Malvaceae) ในสกุลทุเรียน (*Durio*) (ถึงแม้ว่านักอนุกรมวิธานบางคนจัดให้อยู่ในวงศ์ทุเรียน (Bombacaceae) ก็ตาม) เป็นผลไม้ซึ่งได้ชื่อว่าเป็นราชาของผลไม้ผลทุเรียนมีขนาดใหญ่และมีหนามแข็งปกคลุมทั่วเปลือก อาจมีขนาดยาวถึง 30 ซม. และอาจมีเส้นผ่าศูนย์กลางยาวถึง 15 ซม. โดยทั่วไปมีน้ำหนัก 1-3 กิโลกรัม ผลมีรูปรีถึงกลม เปลือกมีสีเขียวถึงน้ำตาล เนื้อในมีสีเหลืองซีดถึงแดง แตกต่างกันไปตามสปีชีส์ (ปัญจพร เลิศรัตน์ และคณะ, 2547) ทุเรียนเป็นพืชพื้นเมืองของบรูไน อินโดนีเซีย และมาเลเซีย และเป็นที่รู้จักในโลกตะวันตกมาประมาณ 600 ปีมาแล้ว ในคริสต์ศตวรรษที่ 19 นักธรรมชาติวิทยาชาวอังกฤษ อัลเฟรด รัสเซล วอลเลซ ได้พรรณนาถึงทุเรียนว่า "เนื้อในมันเหมือนคัสตาร์ดอย่างมาก รสชาติคล้ายอาลมอนด์" เนื้อในของทุเรียนกินได้หลากหลายไม่ว่าจะห่าม หรือสุกงอม ในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้มีการนำทุเรียนมาทำอาหารได้หลายอย่าง ทั้งเป็นอาหารคาวและอาหารหวาน แม้แต่เมล็ดก็ยังรับประทานได้เมื่อทำให้สุก ทุเรียนมีมากกว่า 30 ชนิด มีอย่างน้อย 9 ชนิดที่รับประทานได้ แต่มีเพียง *Durio zibethinus* เพียงชนิดเดียวเท่านั้น ที่ได้รับความนิยมทั่วโลก จนมีตลาดเป็นสากล ในขณะทุเรียนชนิดที่เหลือมีขายแค่ในท้องถิ่นเท่านั้น ทุเรียนมีสายพันธุ์ประมาณ 100 สายพันธุ์ให้ผู้บริโภคเลือกรับประทาน นอกจากนี้ยังมีราคาสูงอีกด้วย ส่วนในประเทศไทยพบทุเรียนอยู่ 5 ชนิด

ได้รับทุนสนับสนุนทำวิจัยจากงบประมาณรายได้ (เงินอุดหนุนจากรัฐบาล) ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2560 (เพิ่มเติม)

1.2 ลักษณะของทุเรียน

ทุเรียนเป็นไม้ผลยืนต้นไม่ผลัดใบ ลำต้นตรง สูง 25-50 เมตรขึ้นกับชนิดแตกกิ่งเป็นมุมแหลม ปลายกิ่งตั้งกระจายกิ่งกลางลำต้นขึ้นไป เปลือกชั้นนอกของลำต้นสีเทาแก่ ผิวขรุขระหลุดลอกออกเป็นสะเก็ด ไม่มียาง ใบเป็นใบเดี่ยว เกิดกระจายทั่วกิ่ง เกิดเป็นคู่อยู่ตรงกันข้ามระนาบเดียวกัน ก้านใบกลม ยาว 2–4 ซม. แผ่นใบรูปไข่แกมขอบขนานปลายใบใบเรียวแหลม ยาว 10-18 ซม. ผิวใบเรียบลื่น มีไขนวลใบด้านบนมีสีเขียว ท้องใบมีสีน้ำตาลเส้นใบด้านล่างนูนเด่น ขอบใบเรียบ ดอกเป็นดอกช่อ มี 3-30 ช่อบนกิ่งเดียวกัน เกิดตามลำต้น และกิ่งก้านยาว 1–2 ซม. ลักษณะดอกสมบูรณ์เพศ มีกลีบเลี้ยงและมีกลีบดอก 5 กลีบ (บางครั้งอาจมี 4 หรือ 6 กลีบ) มีสีขาวหอม ลักษณะดอกคล้ายระฆัง มีช่วงเวลาออกดอก 1-2 ครั้งต่อปี ช่วงเวลาออกดอกขึ้นกับชนิด สายพันธุ์ และสถานที่ปลูกเลี้ยง โดยทั่วไปทุเรียนจะให้ผลเมื่อมีอายุ 4-5 ปี โดยจะออกตามกิ่งและสุกหลังจากผสมเกสรไปแล้ว 3 เดือน ผลเป็นผลสดชนิดผลเดี่ยว อาจยาวมากกว่า 30 ซม. เส้นผ่าศูนย์กลางอาจยาวกว่า 15 ซม. มีน้ำหนัก 1-3 กก. เป็นรูปรีถึงกลม เปลือกทุเรียนมีหนามแหลมเมื่อแก่ผลมีสีเขียว เมื่อสุกมีสีน้ำตาลอ่อน แตกตามแต่ละส่วนของผลเรียกเป็นพู เนื้อในมีตั้งแต่สีเหลืองอ่อนถึงแดง ขึ้นกับชนิด เนื้อในจะนิ่ม กึ่งอ่อนกึ่งแข็ง มีรสหวาน เมล็ดมีเยื่อหุ้ม กลมรี เปลือกหุ้มสีน้ำตาลผิวเรียบ เนื้อในเมล็ดสีขาว รสชาติฝาด

ดอกทุเรียนมีขนาดใหญ่ อ่อนนุ่ม และมีน้ำน้อยมาก มีกลิ่นแรง เปรี้ยวเหมือนเนย โดยทั่วไปเกสรจะผสมโดยค้างคาวบางชนิดที่กินน้ำต้อยและเรณู จากการศึกษาในประเทศมาเลเซียในช่วงปี พ.ศ. 2513 การผสมเกสรของทุเรียนเกือบทั้งหมดเกิดจากค้างคาวผลไม้ถ้ำ (*Eonycteris spelaea*) แต่การศึกษาในปี พ.ศ. 2539 ในทุเรียน 2 ชนิดคือ D. *grandiflorus* และ D. oblongus เกสรผสมโดยนกกินปลี ส่วน D. *kutejensis* ผสมโดยผึ้งหลวง, นก และ ค้างคาว ในการปลูกเลี้ยงเพื่อการค้านิยมขยายพันธุ์ด้วยการเสียบยอด

เป็นเวลาหลายศตวรรษมาแล้วทุเรียนที่เพาะปลูกมากมายหลายชนิดในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ใช้การขยายพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ โดยใช้ทุเรียนต้นที่ให้ผลดีมีรสอร่อยมาขยายพันธุ์โดยการเสียบยอด ทาบกิ่ง ติดตา และตอนกิ่งแต่ละพันธุ์ก็จะมีความเด่นที่ต่างกัน อย่างความต่างของรูปทรงผล เช่น หนาม เป็นต้น ทำให้ผู้บริโภคสามารถเลือกรับประทานได้ตามความพึงพอใจถึงแม้ว่าจะมีราคาสูงกว่าอีกพันธุ์หนึ่งในตลาดก็ตาม

สายพันธุ์ส่วนใหญ่มีชื่อเรียกและรหัสหมายเลขที่ขึ้นต้นด้วย "D" เช่น กบ (D99), ชะนี (D123), ทุเรียนเขียว (D145), ก้านยาว (D158), หมอนทอง (D159), กระดุมทอง และที่ไม่มีชื่อเรียก ได้แก่ D24 และ D169 แต่ละสายพันธุ์มีรสชาติและกลิ่นต่างกันไป มี D. *zibethinus* มากกว่า 200 สายพันธุ์ในไทย

ได้รับทุนสนับสนุนทำวิจัยจากงบประมาณรายได้ (เงินอุดหนุนจากรัฐบาล) ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2560 (เพิ่มเติม)

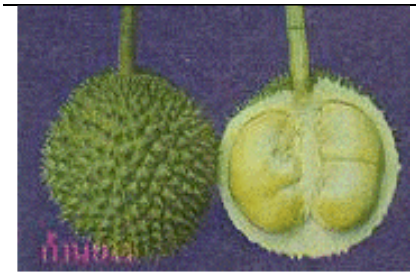
ชาวสวนนิยมนำพันธุ์ชะนีมาทำเป็นต้นตอเพราะเป็นพันธุ์ที่ทนทานต่อเชื้อรา *Phytophthora palmivora* ในจำนวนสายพันธุ์ทั้งหมดในประเทศไทยมีเพียง 4 พันธุ์เท่านั้นที่นิยมปลูกเชิงพานิชย์ คือ ชะนี, กระดุมทอง, หมอนทอง และก้านยาว ส่วนในมาเลเซียมีมากกว่า 100 สายพันธุ์ (ศูนย์วิจัยพืชสวนจังหวัดจันทบุรี, 2551).

พันธุ์ที่นิยมปลูกกันมากมี 4 พันธุ์ คือ หมอนทอง (D159), ชะนี (D123), ก้านยาว (D158) และกระดุม ซึ่งมีลักษณะดังนี้ ดังแสดงในตารางที่ 2-1

ตารางที่ 2-1 พันธุ์ทุเรียนที่นิยมปลูกและการเปรียบเทียบข้อดี ข้อเสียของแต่ละพันธุ์ (วันทนา บัวทรัพย์และมนตรี วงศ์รักษ์พานิช, 2533)

พันธุ์ทุเรียน	ข้อดี	ข้อเสีย
	- ทนทานต่อโรครากเน่าโคนเน่าพอสมควร - ออกดอกง่าย - เนื้อแห้ง รสดี สีสวย	- ออกดอกดกแต่ติดผลยาก - เป็นไส้ซึมง่าย - อ่อนแอต่อโรคใบติด
	- ราคาสูงกว่าพันธุ์อื่น - ติดผลดีมากน้ำหนักผลดี - เนื้อมากเมล็ดลีบ มีกลิ่นน้อย เนื้อละเอียดแห้ง ไม่เละ ผลสุกแล้วเก็บไว้ได้นาน - ไม่ค่อยเป็นไส้ซึม	- อ่อนแอต่อโรครากเน่าโคนเน่า

ตารางที่ 2-1 (ต่อ)

พันธุ์ทุเรียน	ข้อดี	ข้อเสีย
	- ติดผลดี - ราคาค่อนข้างดี -น้ำหนักผลดี	- ค่อนข้างอ่อนแอต่อโรครากเน่า โคนเน่า - เปลือกหนา - เนื้อน้อย - เป็นไส้ซึมค่อนข้างง่าย - ผลสุกเก็บไว้ได้ไม่นาน ก้นผลแตกง่าย - อายุการให้ผลช้า
	- ไม่มีปัญหาไส้ซึมเพราะเป็นพันธุ์เบาเก็บเกี่ยวก่อนฝนตกชุก - ออกดอกเร็วผลแก่เร็วจึงขายได้ราคาดีในช่วงต้นฤดู - ผลดก ติดผลง่าย - อายุการให้ผลเร็ว	- อ่อนแอต่อโรครากเน่าโคนเน่า

1). พันธุ์กระดุม ผลจะมีขนาดค่อนข้างเล็ก น้ำหนักประมาณ 1 กิโลกรัม ผลมีลักษณะค่อนข้างกลมด้านหัวและด้านท้ายผลค่อนข้างป้าน ก้นผลบุ๋มเล็กน้อย หนามเล็กสั้นและถี่ ขั้วค่อนข้างเล็กและสั้น ลักษณะของพูเต็มสมบูรณ์ ร่องพูค่อนข้างลึก เนื้อละเอียดอ่อนนุ่มสีเหลืองอ่อน เนื้อค่อนข้างบาง รสชาติหวานไม่ค่อยมัน เละง่ายเมื่อสุกจัด เมล็ดมีขนาดใหญ่

2). พันธุ์ชะนี (D123) ผลมีขนาดปานกลางถึงใหญ่ น้ำหนักประมาณ 2.5-3 กิโลกรัม ผลมีรูปทรงหวด กล่าวคือ กลางผลป่อง หัวเรียว ก้นตัด ร่องพูค่อนข้างลึกเห็นได้ชัด ขั้วผลใหญ่และสั้น เนื้อละเอียด สีเหลืองจัดเกือบเป็นสีจำปา ปริมาณมาก รสชาติหวานมัน เมล็ดค่อนข้างเล็กและมีจำนวนเมล็ดน้อย

3). พันธุ์หมอนทอง (D159) ผลมีขนาดใหญ่ น้ำหนักประมาณ 3-4 กิโลกรัม ทรงผลค่อนข้างยาวมีบ่าผล ปลายผลแหลม พูมักไม่ค่อยเต็มทุกพู หนามแหลมสูง ฐานหนามเป็นเหลี่ยม ระหว่างหนามใหญ่จะมีหนามเล็กวางแซมอยู่ทั่วไป ซึ่งเรียกหนามชนิดนี้ว่า เขี้ยวงู ก้านผลใหญ่แข็งแรง ช่วงกลางก้านผลจนถึงปากปลิงจะอ้วนใหญ่เป็นทรงกระบอก เนื้อหนาสีเหลืองอ่อนละเอียด เนื้อค่อนข้างแห้งไม่แฉะติดมือ รสชาติหวานมัน เมล็ดน้อยและลีบเป็นส่วนใหญ่

4). พันธุ์ก้านยาว (D158) ผลมีขนาดปานกลาง น้ำหนักประมาณ 3 กิโลกรัม ทรงผลกลมเห็นพูไม่ชัดเจน พูเต็มทุกพู หนามเล็กถี่สั้นสม่ำเสมอทั้งผล ก้านผลใหญ่และยาวกว่าพันธุ์อื่น ๆ เนื้อละเอียดสีเหลืองหนาปานกลาง รสชาติหวานมัน เมล็ดมากค่อนข้างใหญ่ (ศูนย์วิจัยพืชสวนจังหวัดจันทบุรี, 2551).

1.3 พันธุ์ทุเรียนในประเทศไทย

พันธุ์ทุเรียนในประเทศไทยสามารถจำแนกออกได้เป็น 6 กลุ่ม ตามลักษณะรูปร่างใบปลายใบ ฐานใบ ทรงผล และรูปร่างของหนาม คือ

- กลุ่มกบ มีลักษณะใบรูปไข่ขอบขนาน ปลายใบแหลมโค้ง ฐานใบกลมมน ทรงผลมี 3 ลักษณะคือ กลม กลมรี และกลมแป้น หนามผลมีลักษณะโค้งงอ จำแนกพันธุ์ได้ 46 พันธุ์ เช่น กบตาดำ กบทองคำ กบวัดเพลง กบก้านยาว

- กลุ่มลวง มีลักษณะใบแบบป้อมกลางใบ ปลายใบเรียวแหลม ฐานใบแหลมและมน ทรงผลมี 2 ลักษณะ คือ ทรงกระบอก และรูปรี หนามผลมีลักษณะเว้า จำแนกพันธุ์ได้ 12 พันธุ์ เช่น ลวงทอง ชะนี สายหยุด ชะนีก้านยาว

- กลุ่มก้านยาว มีลักษณะใบแบบป้อมปลายใบ ปลายใบเรียวแหลม ฐานใบเรียว ทรงผลเป็นรูปไข่กลับและกลม หนามผลมีลักษณะนูน จำแนกพันธุ์ได้ 8 พันธุ์ เช่น ก้านยาว ก้านยาววัดสัก ก้านยาวพวง

- กลุ่มกำปั่น มีลักษณะใบยาวเรียว ปลายใบเรียวแหลม ฐานใบแหลม ทรงผลเป็นทรงขอบขนาน หนามผลมีลักษณะแหลมตรง จำแนกพันธุ์ได้ 13 พันธุ์ เช่น กำปั่นเหลือง กำปั่นแดง ปิ่นทอง หมอนทอง

- กลุ่มทองย้อย มีลักษณะใบแบบป้อมปลายใบ ปลายใบเรียวแหลม ฐานใบมน ทรงผลเป็นรูปไข่ หนามผลมีลักษณะนูนปลายแหลม จำแนกพันธุ์ได้ 14 พันธุ์ เช่น ทองย้อยเดิม ทองย้อยฉัตร ทองใหม่

ได้รับทุนสนับสนุนทำวิจัยจากงบประมาณรายได้ (เงินอุดหนุนจากรัฐบาล) ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2560 (เพิ่มเติม)

- กลุ่มเบ็ดเตล็ด เป็นทุเรียนที่จำแนกลักษณะพันธุ์ได้ไม่แน่ชัด มีอยู่ถึง 83 พันธุ์ เช่น กะเทยเนื้อขาว กะเทยเนื้อแดง กะเทยเนื้อเหลืองและ กลุ่มลา เป็นทุเรียนไร้หนาม พันธุ์หายากจากอเมริกา

1.4 การเลือกพื้นที่ปลูกทุเรียน

การเลือกพื้นที่ปลูกทุเรียน ควรคำนึงถึงปัจจัย 3 ด้านดังต่อไปนี้เป็นสำคัญ

1). แหล่งน้ำต้องมีแหล่งน้ำจืดให้ต้นทุเรียนได้เพียงพอตลอดปี

2). อุณหภูมิและความชื้นทุเรียนชอบอากาศร้อนชื้นอุณหภูมิที่เหมาะสมอยู่ในช่วงประมาณ 25-30 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศประมาณ 75-85% ถ้าปลูกในพื้นที่ที่มีอากาศแห้งแล้งมีอากาศร้อนจัดเย็นจัดและมีลมแรงจะพบปัญหาใบไหม้หรือใบร่วงต้นทุเรียนไม่เจริญเติบโตหรือเติบโตช้าให้ผลผลิตช้าและน้อยไม่คุ้มต่อการลงทุน

3). สภาพดินควรเป็นดินร่วน ดินร่วนปนทราย ดินเหนียวปนทรายที่มีการระบายน้ำดีและมีหน้าดินลึกเพราะทุเรียนเป็นพืชที่อ่อนแอต่อสภาพน้ำขังความเป็นกรดด่างของดินอยู่ระหว่าง 5.5-6.5 ถ้าจำเป็นต้องปลูกทุเรียนในสภาพดินทราย จำเป็นต้องนำหน้าดินจากแหล่งอื่นมาเสริมต้องใส่ปุ๋ยคอกและต้องดูแลเรื่องการให้น้ำมากเป็นพิเศษแหล่งน้ำต้องเพียงพอ (วันทนา บัวทรัพย์และ มนตรี วงศ์รักษ์พานิช, 2533)

ในอดีต ประเทศไทยสามารถผลิตทุเรียนออกสู่ตลาดได้ประมาณ 4 เดือนต่อปี เริ่มจากเดือนพฤษภาคม - มิถุนายน ซึ่งเป็นผลผลิตที่ผลิตได้ในภาคตะวันออก แล้วต่อช่วงฤดูการผลิตโดยผลผลิตจากภาคใต้ ระหว่างเดือนกรกฎาคม - สิงหาคม ปัจจุบัน ประเทศไทยมีการผลิตทุเรียนออกสู่ตลาดได้ประมาณ 9 เดือนต่อปี เริ่มจากเดือนกุมภาพันธ์ - ตุลาคม โดยแบ่งเป็นผลผลิตจากพื้นที่ต่าง ๆ ดังนี้

ทุเรียนก่อนฤดูในพื้นที่จังหวัดระยอง และจันทบุรี เกษตรกรประสบความสำเร็จ ในการผลิตทุเรียนก่อนฤดูในเชิงการค้า โดยใช้สารแพกโคลบิวทราโซล เร่งให้ทุเรียนออกดอกได้ ในเดือนสิงหาคม และสามารถเก็บเกี่ยวได้ ในเดือนกุมภาพันธ์ นอกจากนี้ ยังทำให้มีผลผลิต ออกสู่ตลาดในระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ - เมษายน ก่อนที่ผลผลิตตามฤดูกาลปกติ จะออกสู่ตลาด ในเดือนพฤษภาคม – มิถุนายน

ทุเรียนล่าในพื้นที่จังหวัดจันทบุรี และชุมพร เกษตรกรในเขตอำเภอโป่งน้ำร้อน ประสบความสำเร็จในการผลิตทุเรียนล่า และมีผลผลิตออกสู่ตลาดในเดือนกรกฎาคม - สิงหาคมได้ เช่นกันกับเกษตรกรในจังหวัดชุมพรสามารถผลิตทุเรียนล่าออกสู่ตลาดได้ ในเดือนกันยายน – ตุลาคม

ได้รับทุนสนับสนุนทำวิจัยจากงบประมาณรายได้ (เงินอุดหนุนจากรัฐบาล) ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2560 (เพิ่มเติม)

ทุเรียนทวาย เกษตรกรผู้ผลิตทุเรียนทวาย สามารถทยอยตัดผลผลิตสู่ตลาดได้ตลอดทั้งปี โดยพิจารณาจากภาวะการตลาด เช่น เทศกาลต่าง ๆ และพยายามหลีกเลี่ยงการผลิต มิให้ผลผลิตออกมาในช่วงที่เป็นฤดูการผลิตปกติระหว่างเดือนพฤษภาคม - สิงหาคม ซึ่งเป็นช่วงที่ราคาผลิตผลทุเรียนตกต่ำ

ฤดูปลูก ถ้ามีการจัดระบบการให้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพ สามารถดูแลให้น้ำกับต้นทุเรียนได้สม่ำเสมอช่วงหลังปลูก ควรปลูกตั้งแต่เดือนมีนาคม-เมษายน แต่ถ้าหากจัดระบบน้ำไม่ทันหรือยังไม่อาจดูแลเรื่องน้ำได้ ควรปลูกต้นฤดูฝนเตรียมพื้นที่การปลูกทุเรียน

ระยะระหว่างต้นและระยะระหว่างแถวด้านละ 9 เมตร ปลูกได้ไร่ละ 20 ต้น การทำ สวนขนาดใหญ่ ควรขยายระยะระหว่างแถวให้กว้างขึ้น เพื่อสะดวกต่อการนำ เครื่องจักรกลต่าง ๆ ไปทำ งานในระหว่างแถววางแนวกำหนดแถวปลูกโดยคำนึงว่า แนวปลูกขวางความลาดเทของพื้นที่ หรืออาจกำหนดในแนวตั้งฉากกับถนน หรือกำหนดแถวปลูกไปในแนวทิศตะวันออก ตะวันตก และถ้ามีการจัดวางระบบน้ำต้องพิจารณาแนวทางจัดวางท่อในสวนด้วย จากนั้นจึงปักไม้ตามระยะที่กำหนดเพื่อขุดหลุมปลูกต่อไป วิธีการปลูกทุเรียนทำ ได้ 2 ลักษณะ

1. วิธีการขุดหลุมปลูก เหมาะกับสวนที่ไม่มีการวางระบบน้ำ

2. วิธีการปลูกแบบไม่ขุดหลุม เหมาะกับสวนที่จัดวางระบบน้ำ มีข้อดีคือ ประหยัดแรงงาน ค่าใช้จ่ายในการขุดหลุม ดินระบายน้ำและอากาศดี รากเจริญเร็ว (วันทนา บัวทรัพย์ และมนตรี วงศ์รักษ์พานิช, 2533).

1.5 การปฏิบัติดูแลรักษาทุเรียน

ปฏิบัติดูแลทุเรียนในช่วงก่อนให้ผลผลิตเป็นสิ่งสำคัญที่จะทำ ให้ทุเรียนเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว และให้ผลผลิตได้เร็วขึ้น

1). ในระหว่างรอทุเรียนให้ผลผลิต ในช่วงแรกควรปลูกพืชแซมเสริมรายได้ โดยเลือกพืชให้ตรงกับความต้องการของตลาด

2). เมื่อตรวจพบทุเรียนตายหลังปลูกให้ทำ การปลูกซ่อม

3). การให้น้ำช่วงเวลาหลังจากปลูกจะตรงกับฤดูฝน ถ้ามีฝนตกหนักควรทำ ทางระบายน้ำและตรวจดูบริเวณหลุมปลูก ถ้าดินยุบตัวเป็นแอ่งมีน้ำขังต้องพูนดินเพิ่ม ถ้าฝนทิ้งช่วง ควรรดน้ำให้ดินมีความชื้นอยู่เสมอ ในปีต่อ ๆ ไป ควรดูแลรดน้ำให้ต้นไม้ผลอย่างสม่ำเสมอ และในช่วงฤดูแล้งควรใช้วัสดุคลุมดิน เพื่อช่วยรักษาความชื้นในดิน เช่น ฟางข้าว หญ้าแห้ง

4). การตัดแต่งกิ่ง ปีที่ 1-2 ไม่ควรตัดแต่ง ปล่อยให้ต้นทุเรียนเจริญเติบโตอย่างเต็มที่ ปีต่อ ๆ ไป ตัดแต่งกิ่งแห้ง กิ่งแขนง กิ่งกระโดงในทรงพุ่ม กิ่งเป็นโรคออก เลี้ยงกิ่งแขนงที่สมบูรณ์ที่อยู่ใน

แนวขนานกับพื้น (กิ่งมุมกว้าง) ไว้ในปริมาณและทิศทางเหมาะสม โดยให้กิ่งล่างสุดอยู่สูงจากพื้นดินประมาณ 80-100 เซนติเมตร

5). การป้องกัน กำจัด

ช่วงแตกใบอ่อน : ควรป้องกันกำ จัดโรคใบติด เพลี้ยไก่แจ้ เพลี้ยไฟ ไรแดง

ช่วงฤดูฝน:ป้องกันกำ จัดโรครากเน่าโคนเน่าและควบคุมวัชพืชโดยการปลูกพืชคลุมดินและอาจจะกำ จัดโดยใช้แรงงานขุด ถาก ถอน ตัด พยายามหลีกเลี่ยงการใช้สารเคมีเพราะต้นทุเรียนยังเล็กอยู่ละอองสารเคมีอาจจะไปทำ ลายต้นทุเรียน

6). การทำ ร่มเงาในช่วงฤดูแล้ง แสงแดดจัดมาก ทำ ให้ทุเรียนใบไหม้ได้ ควรทำ ร่มเงาให้

7). การใส่ปุ๋ยควรทำ ดังนี้

- ใส่ปุ๋ยหลังจากตัดแต่งกิ่ง

- ใส่ปุ๋ยพร้อมกับการทำ โคน คือ ถากวัชพืชบริเวณใต้ทรงพุ่ม หว่านปุ๋ยและพรวนดินนอกชายพุ่มขึ้นมากลบใต้ทรงพุ่มให้มีลักษณะเป็นหลังเต่า และขยายขนาดของเนินดินให้กว้างขึ้นตามขนาดของทรงพุ่มหรือจะใส่ปุ๋ย โดยวิธีใช้ไม้ปลายแหลมแทงดินเป็นรูหยอดปุ๋ยใส่และปิดหลุมเป็นระยะให้ทั่วบริเวณใต้ทรงพุ่มวิธีหลังนี้แม้จะเปลืองแรงงานแต่ช่วยลดการสูญเสียของปุ๋ยจากการระเหย หรือถูกน้ำชะพา

- หว่านปุ๋ยคอกก่อนและตามด้วยปุ๋ยเคมี

- ควรใส่ปุ๋ยในบริเวณใต้ทรงพุ่มโดยรอบ และให้ห่างจากโคนต้นประมาณ 20-30 เซนติเมตรขึ้นไป ขึ้นกับขนาดทรงพุ่มปริมาณและเวลาใส่ปุ๋ย

การปฏิบัติดูแลทุเรียนในช่วงให้ผลแล้วเป็นสิ่งสำคัญที่จะทำ ให้ทุเรียนออกดอกติดผลมากและให้ผลผลิต คุณภาพดี การเตรียมต้นให้พร้อมที่จะออกดอก คือ การเตรียมให้ต้น ทุเรียนมีความสมบูรณ์ มีอาหารสะสมเพียงพอ เมื่อทุเรียนมีใบแก่ทั้งต้น และสภาพแวดล้อมเหมาะสม ฝนแล้ง ดิน มีความชื้นต่ำ อากาศเย็นลงเล็กน้อยทุเรียนก็จะออกดอก ขั้นตอนต่าง ๆ จะต้องรีบดำเนินการภายหลังจากเก็บเกี่ยวผลผลิต ดังนี้

1). การตัดแต่งกิ่ง

หลังเก็บเกี่ยวให้รีบตัดแต่งกิ่งแห้ง กิ่งเป็นโรค กิ่งแขนง ด้านในทรงพุ่มออกโดยเร็ว รอยแผลที่ตัดด้วยสารเคมีป้องกันกำ จัด เชื้อรา หรือปูนแดงกินกับหมาก

2). หลังตัดแต่งกิ่ง ให้กำ จัดวัชพืชและใส่ปุ๋ยทันที

ทุเรียนต้นที่ขาดความสมบูรณ์ต้องการปุ๋ยมากกว่าทุเรียนต้น ที่มีความสมบูรณ์อยู่แล้ว ทุเรียนต้นที่ให้ผลผลิตไปมาก ต้องการปุ๋ย มากกว่า ทุเรียนที่ให้ผลผลิตน้อย

3). ในช่วงฤดูฝน

ถ้าฝนตกหนัก จัดการระบายน้ำออกจากแปลงปลูกถ้าฝนทิ้งช่วง ให้รดน้ำแก่ต้น ทุเรียนควบคุมวัชพืช โดยการตัดและ หรือใช้สารเคมีป้องกันกำจัดโรคแมลง เช่น โรครากเน่าโคนเน่า โรคใบติด โรคแอนแทรกโนส เพลี้ยไก่แจ้ ไรแดงและเพลี้ยไฟ

4). ในช่วงปลายฤดูฝน

ให้กำจัดวัชพืชใต้ทรงพุ่ม กวาดเศษหญ้า และใบทุเรียนออกจากโคนต้น เพื่อให้ดินแห้งเร็วขึ้น งดการให้น้ำ 10-14 วัน เมื่อสังเกตเห็นใบทุเรียนเริ่มลดลงต้องเริ่มให้น้ำทีละน้อยเพื่อกระตุ้นให้ตามดอกเจริญอย่าปล่อยให้ขาดน้ำนานจนใบเหลืองใบตกเพราะตาดอกจะไม่เจริญ และระวังอย่าให้น้ำมากเกินไป เพราะช่อดอกอาจเปลี่ยนเป็นใบได้

วิธีให้น้ำที่เหมาะสม คือ ให้น้ำแบบโชย ๆ แล้วเว้นระยะ สังเกตอาการของใบและดอก เมื่อเห็นดอกระยะไข่ปลามากพอแล้ว ก็เพิ่มปริมาณให้มากขึ้นเรื่อย ๆ จนสู่สภาวะปกติ

2. การบริการของระบบนิเวศกับการประเมินบริการหรือประโยชน์ของระบบนิเวศ

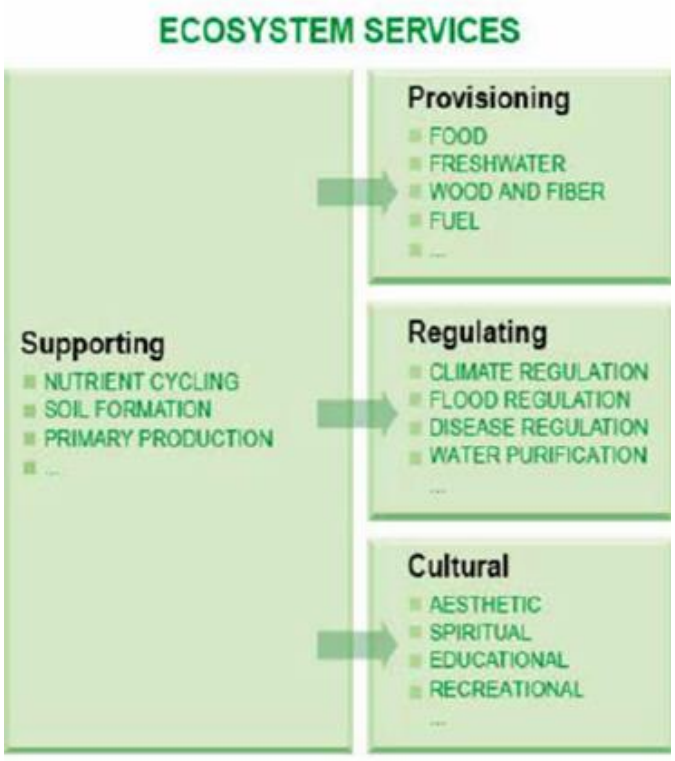
การบริการระบบนิเวศ หมายถึง ประโยชน์หรือผลประโยชน์ที่มนุษย์ได้รับจากระบบนิเวศทั้งทางตรงและทางอ้อมซึ่งเป็นสิ่งที่จับต้องได้หรือเป็นบริการที่จับต้องไม่ได้แต่รู้สึกหรือรับรู้ได้ เช่น ทางตรงใช้ประโยชน์เพื่อด้านอาหาร เพื่อการเพาะปลูก น้ำจืดเพื่อการอุปโภคและบริโภค ด้านพลังงานเชื้อเพลิง สำหรับบริการที่จับต้องไม่ได้ อาทิ การรองรับมลพิษ การดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ การควบคุมการกัดเซาะพังทลายของดิน การผสมละอองเกสร การเป็นแหล่งท่องเที่ยวและพักผ่อนหย่อนใจ ซึ่งในด้านการบริการของระบบนิเวศสามารถจำแนกออกเป็น 4 ประเภท ดังภาพที่ 2-1 (จตุพร เทียรมา, 2557; สิริกุล บรรพพงศ์, 2557) ได้แก่

1. บริการหรือประโยชน์โดยตรง (Provisioning services) ได้แก่ อาหาร เนื้อไม้ น้ำ สมุนไพร เชื้อเพลิง ของป่า เป็นต้น

2. บริการหรือประโยชน์ที่ได้จากการทำหน้าที่ของระบบนิเวศ (Regulating service) เช่น การป้องกันภัยพิบัติ การดูดซับปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ การลดอุณหภูมิ การกำจัดศัตรูพืช การรักษาสมดุลของคุณภาพน้ำ เป็นต้น

3. บริการหรือประโยชน์ทางวัฒนธรรม (Cultural services) เช่น การพักผ่อนหย่อนใจ การท่องเที่ยว นันทนาการ สุนทรียภาพ การศึกษา คุณค่าทางจิตใจ

4. บริการหรือประโยชน์ที่เป็นตัวสนับสนุนก่อให้เกิดสามส่วนข้างต้น (Supporting services) เช่น แหล่งหาอาหาร แหล่งเพาะพันธุ์สัตว์ การหมุนเวียนธาตุอาหาร ความหลากหลายทางชีวภาพ ถิ่นที่อยู่อาศัย เป็นต้น



ภาพที่ 2-1 การจำแนกบริการของระบบนิเวศทั้ง 4 ประเภท (จตุพร เทียรมา, 2557)

การประเมินบริการหรือประโยชน์ของระบบนิเวศทั้ง 4 ด้านนี้ทำให้ทุกฝ่ายได้รับทราบถึงความสัมพันธ์ของระบบนิเวศรวมถึงการผลประโยชน์ที่ไม่แตกต่างกันมากนักและเกิดข้อขัดแย้งน้อยที่สุด เนื่องจากท้ายที่สุดแล้วทุกฝ่ายต่างต้องร่วมมือกันเพื่อจะพัฒนาไปสู่การรักษาสมดุลของระบบนิเวศอย่างยั่งยืน ปัจจุบันนักเศรษฐศาสตร์นิเวศเสนอแนวคิดให้ผู้ได้รับประโยชน์จากบริการต่าง ๆ ของระบบนิเวศ "จ่ายคืน" กลับแก่ระบบ นิเวศ หรือที่เรียกว่า Payment for Ecological (or Environmental) Services เรียกโดยย่อว่า PES โดยนักเศรษฐศาสตร์ ต้องประเมินก่อนว่าระบบนิเวศนั้น ๆ มีบริการต่าง ๆ คิด เป็นมูลค่าเท่าใด ผู้ที่ได้รับประโยชน์จากการจ่ายคืนในลักษณะนี้ (ที่อาจเป็นรูปตัวเงินหรือรูปแบบอื่น ๆ) อาจเป็นชุมชนที่อยู่ใกล้ระบบนิเวศนั้น ๆ และสามารถปกป้อง ระบบนิเวศดังกล่าวเพื่อให้ระบบดังกล่าวดำเนิน

ไปอย่างปกติ เพื่อจะให้บริการต่าง ๆ ได้อย่างต่อเนื่อง ทั้งนี้ผลประโยชน์ สุดท้ายก็คือการที่ทุกฝ่ายได้รับประโยชน์และชุมชนมีแรงจูงใจในการอนุรักษ์ระบบนิเวศสืบไป (ประสิทธิ์ วังภคพัฒนวงศ์, 2557) บุคคลหรือกลุ่มคนที่ดูแลรักษาระบบนิเวศและทรัพยากร ธรรมชาติ จะเรียกว่า “ผู้ขาย” (Seller) หรือผู้จัดหาบริการของระบบนิเวศ (Provider) ในขณะที่บุคคลหรือกลุ่มคนที่ได้รับผลประโยชน์จากระบบนิเวศ จะเรียกว่า “ผู้ซื้อ” (Buyer) บริการของระบบนิเวศ ทั้งนี้ในการจ่ายค่าตอบแทนบริการนิเวศได้มีการกำหนดองค์ประกอบที่สำคัญในการดำเนินกลไกล PES โดย Sven Wunder (2005) มีดังนี้

1. เป็นข้อตกลงที่เกิดขึ้นจากความสมัครใจ ระหว่าง ผู้ซื้อและผู้ขายบริการของระบบนิเวศมีการกำหนดชนิดของบริการของระบบนิเวศที่ชัดเจน

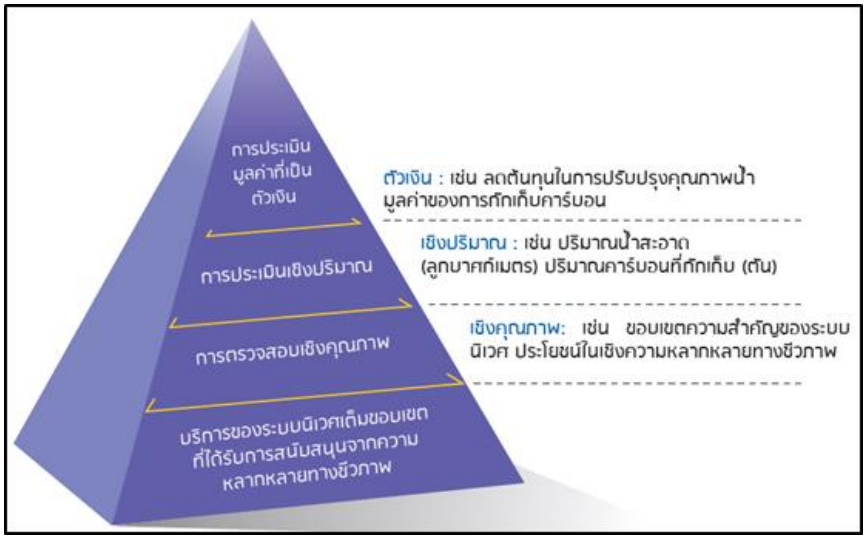
2. มีผู้ซื้อหรือผู้ได้รับประโยชน์จากบริการของระบบนิเวศอย่างน้อยหนึ่งราย

3. มีผู้ขายหรือผู้จัดหาบริการของระบบนิเวศอย่างน้อยหนึ่งราย

4. อยู่ภายใต้เงื่อนไขที่ว่าผู้จ่ายจะจ่ายค่าตอบแทนก็ต่อเมื่อมีการจัดหาบริการของระบบนิเวศอย่างสม่ำเสมอในช่วงระยะเวลาที่กำหนด

สำหรับตัวอย่างโครงการ PES ที่เริ่มนำร่องในประเทศไทยคือ พื้นที่สงวนชีวมณฑล แม่สา-คอกม้า จังหวัดเชียงใหม่ เป็นพื้นที่ดำเนินงานของโครงการ USAID LEAF ประเทศไทย (ชวพิชญ์ ไวทยการ และสมศักดิ์ สุทรนวภัทร, ม.ป.ป.) โดยพื้นที่สงวนชีวมณฑล แม่สา-คอกม้า เป็นพื้นที่ที่มีการอยู่ร่วมกันระหว่างมนุษย์และธรรมชาติอย่างพึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกัน เพื่อให้เกิดนวัตกรรมที่เสริมสร้างความร่วมมือในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติ โดยเปิดโอกาสให้ภาคชุมชน ภาคเอกชน ผู้ประกอบการธุรกิจ เข้ามามีส่วนร่วมกับหน่วยงานภาครัฐในการประสานความร่วมมือในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ เพื่อร่วมกันสร้างกลไกการบริหารจัดการการนำร่อง PES กลไกการจ่ายค่าตอบแทน การแบ่งปันผลประโยชน์จากบริการของระบบนิเวศอย่างโปร่งใส และเท่าเทียม ระหว่างผู้ดูแลบริการระบบนิเวศ กับผู้ได้รับประโยชน์จากบริการระบบนิเวศ ไม่ว่าจะเป็นบริการด้านการรักษาแหล่งต้นน้ำเพื่อการใช้อุปโภคบริโภค บริการด้านความสวยงามของทัศนียภาพความร่มรื่น บริการด้านการเก็บกักคาร์บอนเพื่อบรรเทาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

การประเมินคุณค่าระบบนิเวศโดย ปราโมทย์ อินสว่าง และคณะ (ม.ป.ป.) กล่าวว่า ควรเริ่มต้นด้วยการประเมินเชิงคุณภาพเพื่อกำหนดลำดับความสำคัญของการบริการของระบบนิเวศ ตามด้วยการประเมินเชิงปริมาณ และการประเมินมูลค่าที่เป็นตัวเงิน เพื่อแสดงให้เห็นถึงต้นทุนและประโยชน์ทางระบบนิเวศบางส่วนหรือทั้งหมด อย่างไรก็ดีในบางกรณีการประเมินเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณก็เพียงพอที่จะเป็นข้อมูลที่ใช้ประกอบการตัดสินใจ ดังภาพที่ 2-2



ภาพที่ 2-2 ลำดับขั้นของการประเมินคุณค่าในระบบนิเวศ (ปราโมทย์ อินสว่าง และคณะ, ม.ป.ป.)

การประเมินเชิงคุณภาพ คือ การอธิบายมูลค่าและกำหนดขนาดของมูลค่าในเชิงเปรียบเทียบ เช่น ระดับสูง ระดับกลาง ระดับต่ำ ซึ่งจะต้องสามารถเทียบเคียงกับการบริการของระบบนิเวศที่จะประเมินทั้งหมดภายในขอบเขตทางภูมิศาสตร์ที่กำหนดไว้

การประเมินเชิงปริมาณ คือ การประเมินมูลค่าโดยใช้ข้อมูลเชิงปริมาณ ตัวอย่างเช่น ผลกระทบที่เกิดกับการทำประมง อาจส่งผลให้ชาวประมงสามารถจับปลาได้ลดลง 25% จากเดิมที่ชาวประมง 40 คน จาก 4 หมู่บ้านสามารถจับปลาได้โดยเฉลี่ย 2 ตันต่อปี เป็นต้น

การประเมินมูลค่าที่เป็นตัวเงินคือ การกำหนดมูลค่าที่เป็น “ตัวเงิน” ให้กับผลกระทบและการพึ่งพิงจากระบบนิเวศ เพื่อประโยชน์ในการรวมค่าและเปรียบเทียบค่า ตัวอย่างเช่น ผลกระทบอาจส่งผลให้สูญเสียผลกำไรสุทธิถึง 5,000,000 บาท/ปี และทำให้สองหมู่บ้านขาดทุนหมู่บ้านละ 200,000 บาท ในขณะที่อีกสองหมู่บ้านขาดทุนหมู่บ้านละ 50,000 บาท เป็นต้น

นักเศรษฐศาสตร์ มีความพยายามประเมินคุณค่าบริการของระบบนิเวศ ให้เป็นมูลค่าทางเศรษฐกิจ ที่ใช้เป็นเครื่องมือจัดทำข้อเสนอเชิงนโยบายให้กับผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย เพื่อประกอบการตัดสินใจในการดำเนินงานต่าง ๆ โดยมีตัวอย่างการศึกษาประเภทการบริการและมูลค่าการบริการของระบบนิเวศในพื้นที่เพาะปลูก

3. เทคโนโลยีการสำรวจระยะไกลกับการจัดการข้อมูลเชิงพื้นที่

ปัจจุบันนวัตกรรมเทคโนโลยีการสำรวจระยะไกล (Remote Sensing) เช่น ข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม (Satellite Imagery) และเมื่อไม่นานมานี้ข้อมูลภาพถ่ายจากระบบหุ่นยนต์สำรวจทางอากาศขนาดเล็ก (small Unmanned Aerial System : sUAV) ได้เข้ามามีบทบทบาทในการสำรวจพื้นที่เกษตรและทรัพยากร-สิ่งแวดล้อมได้อย่างมีประสิทธิภาพและรวดเร็ว (Nebikera et al., 2008) ทำให้ได้รับข้อมูลรายละเอียดสูงและข้อมูลรายละเอียดปานกลางมาบูรณาการในการจัดการเชิงพื้นที่ เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานให้กับเกษตรกร ซึ่งระบบหุ่นยนต์อากาศยานขนาดเล็ก สามารถจัดสร้างแผนที่โอโธสีรายละเอียดสูงได้ถึงระดับ 7 เซนติเมตร หากนำมาปรับใช้กับการติดตามจำนวนต้นทุเรียน และใช้แยกแยะอายุของทุเรียนจะสามารถทำให้การประเมินผลผลิตมีความถูกต้องและมีประสิทธิภาพมากขึ้น

3.1 หลักการเบื้องต้นในการสำรวจจากระยะไกล

การสำรวจจากระยะไกล เป็นวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแขนงหนึ่งที่ใช้ในการบ่งบอก จำแนกหรือวิเคราะห์คุณลักษณะของวัตถุ และพื้นที่โดยปราศจากการสัมผัสโดยตรง (จำลอง แปลกสระน้อย, 2549) เชาวลิต ศิลปทอง (2540) กล่าวว่า การบันทึกข้อมูลจากระยะไกล สามารถแบ่งออกได้เป็น 4 ส่วน แหล่งพลังงาน (Source) ที่เป็นต้นกำเนิดของพลังงานคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ามาจากสามแหล่ง คือ พลังงานจากดวงอาทิตย์ การแผ่พลังงานความร้อนจากพื้นผิวโลกและระบบบันทึกข้อมูล ในขณะที่มีการทำงานนั้นจะเกิดขบวนการ การแผ่รังสีความร้อน (Radiation) การนำความร้อน (Conduction) และการพาความร้อน (Convection)

- ปฏิกิริยาที่มีต่อพื้นผิวโลก เป็นปริมาณของการแผ่รังสี หรือการสะท้อนพลังงานจากผิวโลก ซึ่งจะมากหรือน้อยก็ขึ้นอยู่กับชนิดของวัตถุบนพื้นโลก เนื่องจากวัตถุต่างชนิดกันจะมีสมบัติในการสะท้อนแสงและการส่งพลังงานความร้อนแตกต่างกันในแต่ละช่วงคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าความแตกต่างนี้สามารถนำมาใช้ประโยชน์ในการจำแนกประเภทของวัตถุต่าง ๆ

- ปฏิกิริยาที่มีต่อบรรยากาศ และเครื่องบันทึกข้อมูลพลังงานแม่เหล็กไฟฟ้าที่ผ่านเข้าไปในชั้นบรรยากาศจะถูกกระจัดกระจาย (Scatter) โดยธาตุองค์ประกอบของบรรยากาศซึ่งมีอิทธิพลต่อคุณภาพของภาพข้อมูล

- เครื่องวัดจากระยะไกล (Remote Sensor) หรือเครื่องบันทึกพลังงานที่สะท้อนจากพื้นผิวของวัตถุ เช่น กล้องถ่ายรูป หรือเครื่องกวาดภาพ เป็นต้น เครื่องวัดนี้จะถูกติดตั้งไว้ในยานสำรวจ (Platform) ได้แก่ เครื่องบินหรือดาวเทียม

3.2 การผสมสีข้อมูลหลายช่วงคลื่นจากภาพถ่ายดาวเทียม

ภัทรา ชัยเพียรเจริญกิจ (2551) กล่าวว่า ลักษณะภาพ และสีที่ปรากฏในภาพข้อมูลดาวเทียม ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของช่วงคลื่นแสง และคุณสมบัติของวัตถุที่สะท้อนแสง กล่าวคือวัตถุต่าง ๆ จะมีความสามารถในการดูดซับการสะท้อนแสง และการให้แสงผ่านไม่เหมือนกัน ดังตารางที่ 2-2

ตารางที่ 2-2 ตารางแสดงลักษณะข้อมูลที่ได้จากภาพสีผสมในแบนด์ต่าง ๆ (สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน), 2552)

แบนด์ที่ใช้ในการซ้อนข้อมูล			
Red	**Green**	**Blue**	**ลักษณะข้อมูลที่ได้จากภาพสีผสม**
3	2	1	ภาพที่ได้จะเป็นภาพข้อมูลที่มีสีคล้ายกับสีธรรมชาติมากที่สุด หรือเรียกว่า การผสมสีเสมือนจริง (True Color) คือพืชพรรณเป็นสีเขียว สามารถใช้ในการจำแนกพื้นที่เกษตรกรรม เช่น ที่นา พืชไร่
4	3	2	ภาพที่ได้จะมีลักษณะเหมือนกับภาพจากฟิลม์ สีอินฟราเรด คือ พืชพรรณเป็นสีม่วงแดง และสามารถใช้ในการจำแนกพื้นที่ที่มีความชื้น
4	5	2	ภาพที่ได้มีความคล้ายคลึงกับภาพสีผสมแบนด์ 432 แต่หากมีความคมชัดกว่า ในด้านความแตกต่างระหว่างพืช และ ดิน อย่างชัดเจน

ลักษณะการสะท้อนช่วงคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าของวัตถุจะสัมพันธ์กับความยาวช่วงคลื่นแสงในแต่ละแบนด์ โดยวัตถุต่าง ๆ สะท้อนแสงในแต่ละช่วงคลื่นไม่เท่ากันทำให้สีของวัตถุในภาพแต่ละแบนด์แตกต่างกันในระดับสีขาว-ดำ ซึ่งทำให้สีแตกต่างในภาพสีผสมด้วยคุณสมบัติดังกล่าวจึงเป็นพื้นฐานเบื้องต้นในการใช้พิจารณาประกอบในการแปล และวินิจฉัยวัตถุ คือ ความแตกต่างในเรื่องความเข้มของสี

และสี (Tone/Color) ซึ่งสีในที่นี้ หมายถึง สีธรรมชาติ หรือสีผสมเท็จในข้อมูลดาวเทียมที่ได้จากการบันทึกภาพ โดยอาศัยการสะท้อนคลื่นแสงของวัตถุที่แตกต่างกัน และได้กำหนดช่วงคลื่น (Spectral Range) ในการรับข้อมูลออกเป็นแบนด์ ต่าง ๆ ทำให้วัตถุที่ปรากฏในภาพขาว-ดำ มีระดับความเข้มของสีที่แตกต่างกันออกไป ฉะนั้นวัตถุในภาพข้อมูลดาวเทียมจึงมีระดับความเข้มของสีต่าง ๆ กันปกติวัตถุที่สะท้อนแสงได้ดีภาพที่ปรากฏจะมีสีขาวจางวัตถุที่มีการดูดซับแสงมาก หรือมีการสะท้อนแสงน้อย ภาพที่ปรากฏออกมาจะมีสีทึบ หรือออกดำ

3.3 ตัวอย่างดาวเทียมสำรวจทรัพยากร

ดาวเทียม Landsat 8 OLI/TIR เป็น ดาวเทียมสำรวจทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม ได้ถูกปล่อยขึ้นวงโคจรในวันที่ 11 กุมภาพันธ์ 2556 จากฐานทัพอากาศ Vandenberg California โดยจรวดพาหนะ Atlas-V 401 rocket. Landsat 8 ได้ติดตั้งเซนเซอร์สำรวจ 2 ชนิด ได้แก่ the Operational Land Imager (OLI) และ the Thermal Infrared Sensor (TIRS) รายละเอียดในแต่ละช่วงคลื่นแสดงในตารางที่ 2-3

ตารางที่ 2-3 คุณสมบัติดาวเทียม Landsat 8 (NASA Landsat Science, 2019).

Landsat-8 OLI and TIRS Band (μm)		
30 m Coastal / Aerosol	0.435-0.451	Band 1
30 m Blue	0.452-0.512	Band 2
30 m Green	0.533-0.590	Band 3
30 m Red	0.636-0.673	Band 4
30 m NIR	0.851-0.879	Band 5
30 m SWIR-1	1.566-1.651	Band 6
100 m TIR-1	10.60-11.19	Band 10
100 m TIR-2	11.50-12.51	Band 11
30 m SWIR-2	2.107-2.294	Band 7
15 m Pan	0.503-0.676	Band 8
30 m Cirrus	1.363-1.384	Band 9

ดาวเทียม **Sentinel 2** เป็นดาวเทียมสำรวจทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม ประกอบไปด้วย Sentinel 2A และ 2B ได้ถูกปล่อยขึ้นวงโคจรในวันที่ 23 มิถุนายน 2558 และ 7 มีนาคม 2560 โดย European Space Agency (ESA) ซึ่งมีคุณสมบัติดังตารางที่ 2-4

ตารางที่ 2-4 คุณสมบัติดาวเทียม Sentinel 2 ในแต่ละช่วงคลื่น (Wikipedia, 2019)

Sentinel-2 Bands	**Central Wavelength (μm)**	**Resolution (m)**
Band 1 – Coastal aerosol	0.443	60
Band 2 – Blue	0.49	10
Band 3 – Green	0.56	10
Band 4 – Red	0.665	10
Band 5 – Vegetation Red Edge	0.705	20
Band 6 – Vegetation Red Edge	0.74	20
Band 7 – Vegetation Red Edge	0.783	20
Band 8 – NIR	0.842	10
Band 8A – Vegetation Red Edge	0.865	20
Band 9 – Water vapor	0.945	60
Band 10 – SWIR – Cirrus	1.375	60
Band 11 – SWIR	1.61	20
Band 12 – SWIR	2.19	20

4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า มีการประยุกต์เทคโนโลยีระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (GIS) จำแนกพื้นที่และชนิดพันธุ์พืช และในอีกหลากหลายด้านที่มีความเกี่ยวข้อง ศึกษาและประเมินมูลค่าบริการของระบบนิเวศ โดยมีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

ได้รับทุนสนับสนุนทำวิจัยจากงบประมาณรายได้ (เงินอุดหนุนจากรัฐบาล) ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2560 (เพิ่มเติม)

Sandhu et al. (2007) ได้ศึกษามูลค่าการบริการของระบบนิเวศเปรียบเทียบระหว่างพื้นที่เพาะปลูกอินทรีย์ กับเคมี พบว่าพื้นที่เพาะปลูกแบบอินทรีย์จะมีความโดดเด่นในเรื่องมูลค่าบริการด้านการควบคุมศัตรูพืชเชิงชีวภาพ การหมุนเวียนธาตุอาหาร การหมุนเวียนน้ำ และการเป็นกำแพงป้องกันแมลงในพื้นที่เพาะปลูก รวมถึงการแลกเปลี่ยนละอองเกสร (จตุพร เทียรมา, 2557)

Harpinder S. Sandhu et al. (2008) ศึกษาอนาคตของภาคการเกษตร: มูลค่าของนิเวศบริการของเกษตรอินทรีย์ (Organic) และเกษตรปกติ หรือที่ใช้สารเคมี (Conventional) แนวทางการทดลอง ในพื้นที่หนึ่งของเมืองแคนเทอร์เบอรี่ ประเทศนิวซีแลนด์ และมีการเพาะปลูกอย่างเข้มข้น วิธีการศึกษาคือการเปรียบเทียบการทำการเกษตรแบบ 2 รูปแบบคือเกษตรอินทรีย์และเกษตรเคมี เป็นการคิดมูลค่าของทั้งผลผลิตที่เป็นสินค้าและบริการ โดยสุ่มพื้นที่จากฟาร์มทั้ง 29 แห่ง ผลการศึกษาพบว่ามูลค่านิเวศของเกษตรอินทรีย์มีมากกว่าเกษตรเคมีโดยมูลค่านิเวศของเกษตรอินทรีย์อยู่ที่ 1,610-19,420 ดอลล่าร์สหรัฐ ต่อพื้นที่ 1 เฮกตาร์ ส่วนมูลค่าของเกษตรเคมีอยู่ที่ 1,270-14,570 ดอลล่าร์สหรัฐ ต่อพื้นที่ 1 เฮกตาร์

Harpinder S. Sandhu et al. (2010) ได้ศึกษาต่อในด้านบทบาทนิเวศบริการด้านการเกื้อหนุนในพื้นที่ทำการเกษตรแบบอินทรีย์และเคมีซึ่งเป็นงานที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยข้างต้น แต่เน้นในด้านปัจจัยที่สนับสนุนนิเวศบริการของระบบเกษตร ประเด็นที่ทำให้ผลทางนิเวศบริการแตกต่างกันคือเกษตรอินทรีย์นั้นมีมูลค่านิเวศบริการมากกว่าเกษตรเคมี ในการศึกษานี้จึงศึกษาจำนวนทั้งสิ้น 29 ฟาร์ม โดยแบ่งเป็นเกษตรอินทรีย์และเคมีประมาณอย่างละครึ่ง ศึกษามูลค่าโดยแบ่งออกเป็น 3 ด้านคือ 1. การควบคุมศัตรูพืชแบบชีวภาพ โดยตัวห้ำ ตัวเบียน 2. กระบวนการสร้างดินการประเมินมูลค่าของไส้เดือนดิน และ 3. การสร้างธาตุอาหารในดิน ผลการศึกษาพบว่ามูลค่าทางเศรษฐกิจรวมสำหรับฟาร์มอินทรีย์สูงกว่าฟาร์มเคมี โดยฟาร์มอินทรีย์อยู่ระหว่าง 66 – 538 เหรียญฯ ต่อเฮกตาร์ต่อปี ฟาร์มเคมี 31 – 355 เหรียญฯ ต่อเฮกตาร์ต่อปี งานวิจัยชิ้นนี้จึงทำให้เห็นถึงความเข้าใจกระบวนการทางชีวภาพ และผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมของภาคการเกษตรซึ่งมีความเกี่ยวข้องกันอย่างชัดเจน เนื่องจากสามารถประเมินออกมาเป็นมูลค่าในเชิงตัวเลขได้

มนต์สรวง เรืองขนาบ, ระวี เจียรวิภา, อุดร เจริญแสง, Hong และ Zhen. (2557) ศึกษาการประเมินมวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอนในสวนส้มแมนดาริน (*Citrus reticulata* L.) อายุ 1, 5, 13, และ 25 ปี บริเวณมณฑลกวางสี ประเทศจีน ผลการประเมิน พบว่าค่ามวลชีวภาพของต้นส้มมีค่าอยู่ระหว่าง 0.12-67.69 กก./ต้น โดยที่อายุ 1 ปี ต้นส้มจะสะสมมวลชีวภาพไว้บริเวณรากมากที่สุด 47.44% ของต้น ในขณะที่ต้น อายุ 5 และ13 ปี สะสมมวลชีวภาพในส่วนของผลมากที่สุด คือ 44.90 และ 38.05%

ได้รับทุนสนับสนุนทำวิจัยจากงบประมาณรายได้ (เงินอุดหนุนจากรัฐบาล) ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2560 (เพิ่มเติม)

ตามลำดับ สำหรับต้นส้มอายุ 25 ปี การสะสมมวลชีวภาพพบมากที่สุดในส่วนของกิ่งก้าน คือ 41.46 % และจากการประเมินการกักเก็บคาร์บอนในสวนส้มพบว่า ปริมาณคาร์บอนในส่วนของต้นและเศษซากพืช ในสวนที่อายุ 1, 5, 13 และ 25 ปี มีค่าอยู่ระหว่าง 0.29-35.36 ตัน/เฮกตาร์ โดยพบการกักเก็บคาร์บอนมากที่สุดในสวนส้มที่มีอายุ 25 ปี ในขณะที่การกักเก็บคาร์บอนในดินไม่ได้เป็นไปในทิศทางเดียวกับอายุพืช ซึ่งพบมากที่สุดในสวนส้มที่อายุ 5 ปี เท่ากับ 79.19 ตัน/เฮกแตร์ จากผลการทดลองดังการแสดงให้เห็นว่าศักยภาพในการกักเก็บคาร์บอนในต้นส้มที่แตกต่างกันเกิดจากอายุต้นที่มีความสัมพันธ์โดยตรงกับการเจริญเติบโตและการสร้างมวลชีวภาพ โดยเฉพาะขนาดของกิ่งและลำต้นที่มักแตกต่างกันตามช่วงอายุและการจัดการสวนส้ม

ระวี เจียรวิภา, สุรชาติ เพชรแก้ว, มนตรี แก้วตวง และวิทยา พรหมมี. (2555) ศึกษาการประเมินการสะสมคาร์บอนในสวนยางพาราระหว่างอายุกับส่วนต่าง ๆ ของยางพารา เศษซากพืช และในดิน โดยใช้สมการความสัมพันธ์แบบโพลีโนเมียล และประเมินการกักเก็บคาร์บอนจากสวนยางพาราที่อายุ 2, 5, 6,12, 16 และ 26 ปี พบว่าต้นยางพาราที่มีอายุ 26 ปี คาร์บอนในเศษซากยางพาราที่อายุ 12 ปี และการกักเก็บคาร์บอนในดินที่ยางพารามีอายุ 5 ปี มีความสามารถในการเก็บกักคาร์บอนในการกักเก็บคาร์บอนสูงที่สุดเท่ากับ 143.10, 2.91 และ 58.77 ตัน/เฮกตาร์ ตามลำดับ ซึ่งจากการประเมินความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณคาร์บอนและอายุยางพาราแบบโพลีโนเมียล พบว่าปริมาณการเก็บกักคาร์บอนในส่วนของต้น เศษซากยางพารา และปริมาณคาร์บอนทั้งหมดในสวนยางพารามีความสัมพันธ์กับอายุของยางพารา ส่วนปริมาณคาร์บอนที่ตรวจในดินไม่มีความสัมพันธ์กับอายุของยางพารา แต่มีความสัมพันธ์กับปริมาณไนโตรเจนในดินของสวนยางพารา

Nebikera et al. (2008) ได้ศึกษาความเป็นไปได้ในการประยุกต์ระบบหุ่นยนต์อากาศยานขนาดเล็กเพื่อจัดสร้างแผนที่ทางอากาศรายละเอียดสูงและงานทางด้านการรังวัดด้วยภาพถ่ายทางอากาศ (Photogrammetry) ซึ่งภาพถ่ายทางอากาศจากระบบหุ่นยนต์อากาศยานขนาดเล็ก ให้รายละเอียดจุดภาพประมาณ 1 – 20 เซนติเมตร

Charoenjit et al. (2014) ได้ทดสอบระบบหุ่นยนต์อากาศยาน (UAS) โดยใช้กล้องถ่ายภาพช่วงคลื่นตามองเห็น (RGB camera) ในการสำรวจพื้นที่หญ้าทะเล บริเวณอุทยานแห่งชาติหาดเจ้าไหม ผลการศึกษาเบื้องต้นพบว่าระบบหุ่นยนต์อากาศยาน สามารถผลิตภาพถ่ายทางอากาศรายได้รายละเอียด 5 ซม. และสามารถใช้ดัชนี GRVI (Green-Red Vegetation Index) ช่วยในการจำแนกพื้นที่หญ้าทะเลออกจากพื้นที่อื่นๆ และเสนอแนะการประยุกต์กล้อง Near Infrared (NIR) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการจำแนกพื้นที่หญ้าทะเล

ได้รับทุนสนับสนุนทำวิจัยจากงบประมาณรายได้ (เงินอุดหนุนจากรัฐบาล) ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2560 (เพิ่มเติม)

Koedsin et al. (2016) ได้จำแนกพื้นที่และชนิดพันธุ์ของหญ้าทะเล บริเวณอ่าวป่าคลอก จังหวัดภูเก็ต โดยประยุกต์ภาพถ่ายดาวเทียม Worldview-2 จากการทดลองพบว่าการผสมช่วงคลื่น Near Infrared (NIR) ในการจำแนกแบบ Maximum Likelihood ได้ผลลัพธ์การจำแนก เพิ่มความถูกต้องมากยิ่งขึ้นทั้งเพิ่มค่า Overall accuracy และค่าความเชื่อมั่น Kappa Index

ได้รับทุนสนับสนุนทำวิจัยจากงบประมาณรายได้ (เงินอุดหนุนจากรัฐบาล) ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2560 (เพิ่มเติม)

บทที่ 3
เครื่องมือและวิธีการดำเนินการวิจัย

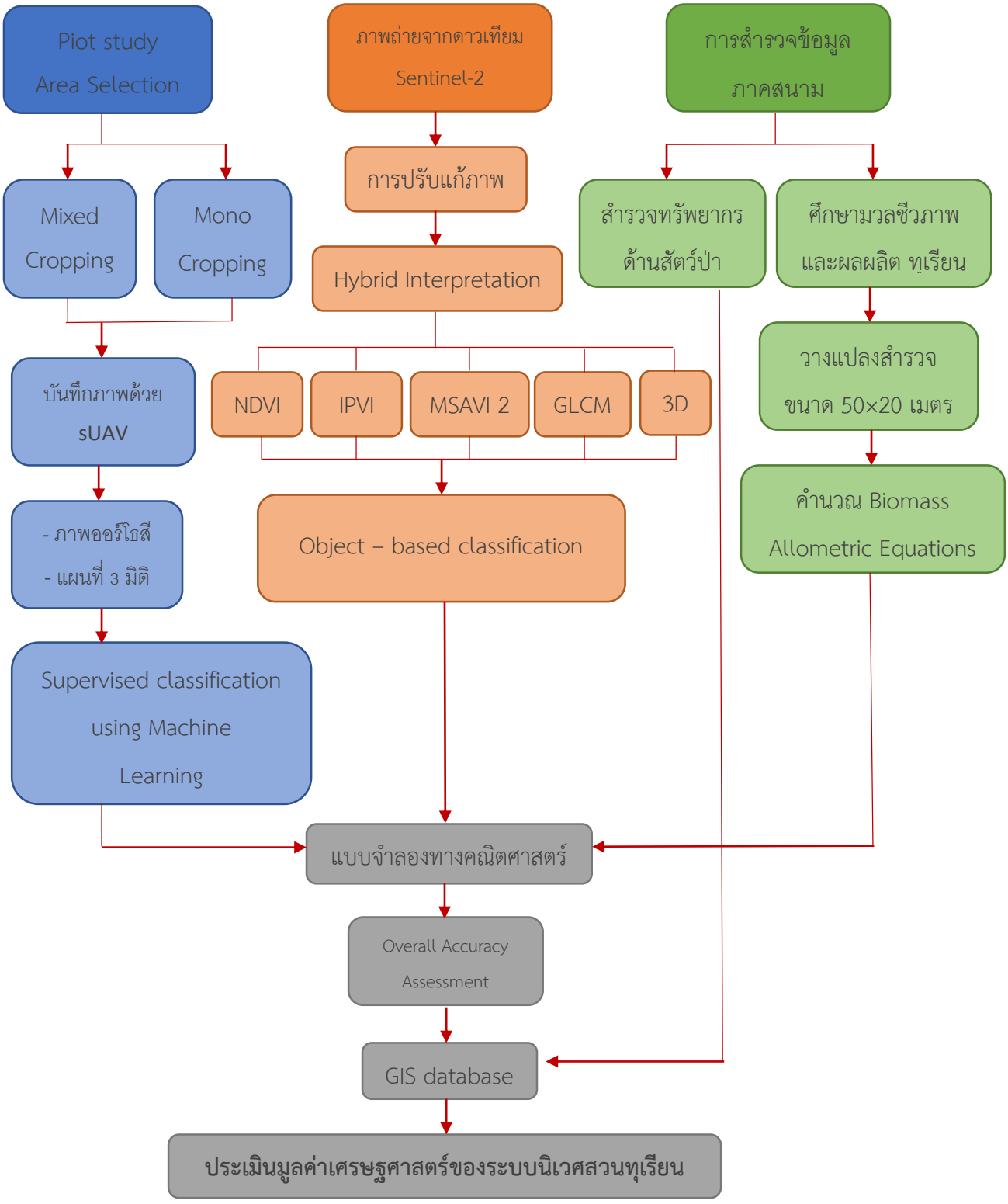
การดำเนินการวิจัยอ้างอิงตามการได้มาของข้อมูลในแต่ละส่วน สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ส่วนหลัก เพื่อจะนำมาประมวลผลและบูรณาการร่วมกันระหว่างข้อมูลสำรวจภาคสนามและข้อมูลภูมิสารสนเทศ จากนั้นจะนำข้อมูลทั้งหมดจัดเก็บในรูปแบบของฐานข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS Database) ในรูปแบบมาตรฐานในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Standard Geospatial Data) ซึ่งกำหนดระบบพิกัดอ้างอิงในระบบ UTM WGS 1984 Zone 47N – 48N เพื่อประเมินมูลค่าการบริการของระบบนิเวศสวนทุเรียนในพื้นที่จังหวัดจันทบุรี โดยมีขั้นตอนการศึกษาดังภาพที่ 3-1

1. ในส่วนแรกจะดำเนินการคัดเลือกพื้นที่นำร่อง (Pilot Study Area) จำนวน 12 สวน โดยแบ่งออกเป็น 1.รูปแบบสวนผสม (Mixed Cropping) และ 2. แบบเชิงเดี่ยว (Mono Cropping) ที่ปลูกทุเรียนเพียงอย่างเดียว โดยใช้ภาพถ่ายทางอากาศรายละเอียดสูง (VHR data) จากหุ่นยนต์อากาศยานขนาดเล็ก (sUAV) นำร่องในการทดสอบข้อมูล (Training Area) จากนั้นดำเนินการจำแนกข้อมูลสิ่งปกคลุม (Land Cover) ตรวจสอบความถูกต้องและจัดเก็บในรูปแบบฐานข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

2. ส่วนที่สองจะดำเนินการคัดเลือกภาพถ่ายดาวเทียมที่เป็นปัจจุบันเพื่อจำแนกพื้นที่ปลูกทุเรียนในรูปแบบสวนผสม และแบบเชิงเดี่ยว โดยประยุกต์เทคนิคการสำรวจระยะไกล (Remote Sensing) การวิจัยครั้งนี้ได้ทำการทดลองข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมที่หลากหลายและคัดเลือกภาพที่มีคุณภาพที่ดีและเหมาะสมกับช่วงเวลาที่ใช้ในการวิเคราะห์ จึงนำข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม Sentinel-2 ที่มีรายละเอียดเชิงพื้นที่ 10 เมตร ประกอบไปด้วย ช่วงคลื่นตามองเห็น (RGB) และช่วงคลื่นอินฟาเรดใกล้ (Near infrared) เน้นการจำแนกพืชพรรณ ซึ่งจำเป็นต่อการแปลข้อมูลด้วยสายตาและคอมพิวเตอร์และการคำนวณชีวมวลโดยอาศัยจากสูตรการคำนวณดัชนีพืชพรรณ จากนั้นดำเนินการคำนวณมูลค่าการบริการระบบนิเวศของทุเรียนโดยใช้แบบจำลองที่สร้างจากพื้นที่นำร่อง

3. ส่วนที่สามจะดำเนินการเก็บตัวอย่างในภาคสนาม (Ground Surveying Data) โดยทำควบคู่กันไปกับส่วนแรก ชนิดข้อมูลที่จะดำเนินการสำรวจได้แก่ 1. ข้อมูลการสำรวจมวลชีวภาพและผลผลิตของสวนทุเรียน (Biomass Production) โดยใช้สมการอโลเมทรี (Allometric Equation) และ 2. ข้อมูลการสำรวจมูลค่าการบริการของระบบนิเวศทุเรียน โดยใช้แบบสอบถาม (Questionnaire) ในการ

ได้รับทุนสนับสนุนทำวิจัยจากงบประมาณรายได้ (เงินอุดหนุนจากรัฐบาล) ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2560 (เพิ่มเติม)



ภาพที่ 3-1 ขั้นตอนการศึกษาวิจัย

สำรวจมูลค่าในแต่ละด้าน จากนั้นเชื่อมข้อมูลการสำรวจภาคสนามและข้อมูลภูมิสารสนเทศเพื่อการคำนวณมูลค่าการบริการของระบบนิเวศสวนทุเรียนในพื้นที่นำร่อง ท้ายที่สุดจะได้มูลค่าการบริการระบบนิเวศของสวนทุเรียนทั้งหมดในพื้นที่จังหวัดจันทบุรี

1. ข้อมูลและอุปกรณ์ในการทำวิจัย

ประเภทของข้อมูลและอุปกรณ์ที่ใช้ในงานวิจัยนั้นเพื่อการได้มาของข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์แสดงในตารางที่ 3-1 และตารางที่ 3-2 ตามลำดับ

ตารางที่ 3-1 ข้อมูลที่ใช้ในการดำเนินงานวิจัย

ข้อมูล	วันที่ผลิต	ชนิดข้อมูล	หน่วยงานที่ผลิต
1. ภาพถ่ายทางอากาศสวนตัวอย่าง	เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2560	Raster	คณะนักวิจัย
2. ข้อมูลขอบเขตพื้นที่สวนตัวอย่าง	เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2560	Vector	คณะนักวิจัย
3. ภาพถ่ายดาวเทียมจังหวัดจันทบุรี	เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2560	Raster	European Space Agency
4. ข้อมูลของราคาทุเรียน	เดือนธันวาคม พ.ศ. 2560	สถิติ	สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร
5. ข้อมูลของราคาคาร์บอน	เดือนธันวาคม พ.ศ. 2560	-	องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน)
6. ข้อมูลของราคาไม้ท่อน	เดือนธันวาคม พ.ศ. 2560	สถิติ	ห้างหุ้นส่วนจำกัดจียูเนี่ยน

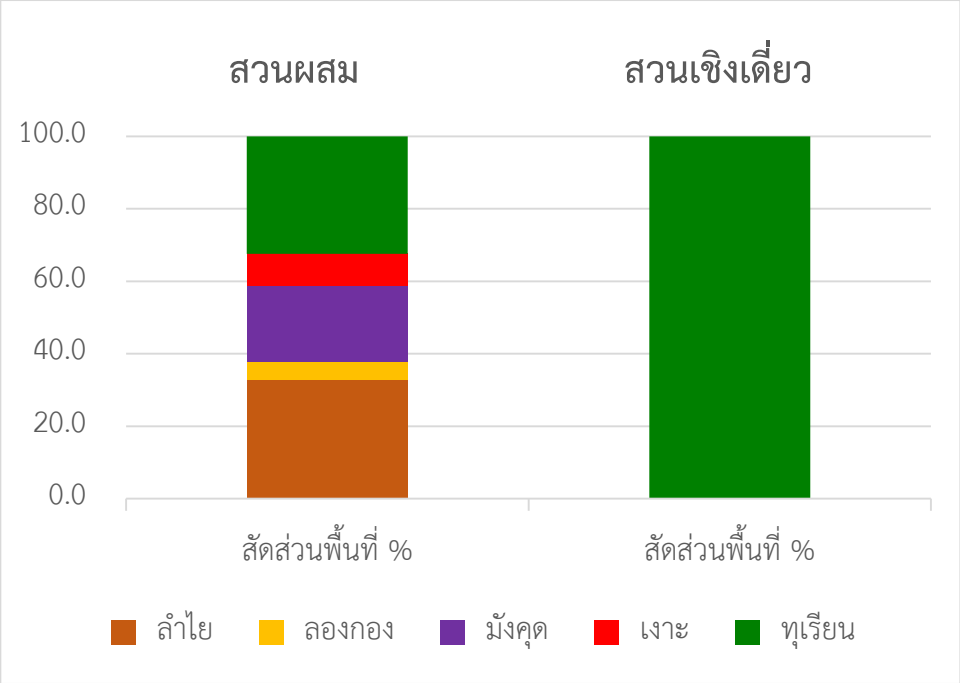
ตารางที่ 3-2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการดำเนินงานวิจัย

อุปกรณ์	การใช้งาน	รายละเอียดของอุปกรณ์	ผู้ผลิต
	ใช้ระบุพิกัดตำแหน่ง	เครื่องระบุตำแหน่งพิกัดบนพื้นโลก (GPS)	GARMIN
	ใช้ในการวัดพื้นที่วางแปลงสำรวจ	เทปวัดสนาม	Stanley Works Limited
	ใช้ในการวัดเส้นผ่านศูนย์กลางต้นไม้	เทปวัดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง	Nihon Doki CO.,LTD.
	ใช้ในการวัดระยะความสูงต้นไม้	กล้องวัดระยะรุ่น Forestry Pro	Nikon Corporation
	ใช้ในการผลิตแผนที่ภาพถ่ายรายละเอียดสูงในพื้นที่ศึกษา	sUAS รุ่น Phantom 3 Professional	DJI

2. ขั้นตอนในการดำเนินงาน

2.1 พื้นที่ศึกษานำร่อง (Pilot Study Area) เพื่อผลิตแผนที่ออโทสี (Orthophoto)

2.1.1 ในงานวิจัยนี้ทำการศึกษากำหนดพื้นที่วิจัยในจังหวัดจันทบุรีโดยคัดเลือกพื้นที่นำร่องจำนวนจำนวนทั้งสิ้น 11 สวนตัวอย่าง ประกอบไปด้วย 2 รูปแบบของระบบนิเวศทุเรียนที่แตกต่างกัน ได้แก่ พื้นที่สวนทุเรียนแบบเชิงเดี่ยว (Mono Cropping) ซึ่งปลูกเพียงทุเรียนอย่างเดียว (100%) และพื้นที่สวนทุเรียนแบบเชิงผสม (Mixed Cropping) มีทั้งการปลูกทุเรียนและการปลูกไม้ผลอื่น ๆ ร่วมด้วย (ลำไย 32.7% ลองกอง 5.1% มังคุด 20.8% เงาะ 8.9% และ ทุเรียน 32.5%) โดยนิยามพื้นที่สวนทุเรียนแบบเชิงผสมตามค่าเฉลี่ยตามการสำรวจจากสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร และเชิงเดี่ยว ดังนี้



ภาพที่ 3-2 สัดส่วนของชนิดผลไม้ในพื้นที่สวนทุเรียนแบบเชิงเดี่ยวและเชิงผสม จังหวัดจันทบุรี

จากนั้นทำการบันทึกภาพถ่ายทางอากาศรายละเอียดสูงในช่วงคลื่นตามองเห็น (RGB) และช่วงคลื่นใกล้อินฟาเรด (Near infrared) โดยประยุกต์หุ่นยนต์อากาศยานขนาดเล็กในพื้นที่ศึกษานำร่อง (Pilot Study Area) บินแบบกริด (Grid Flight Planning) โดยใช้ software autonomous flight planning ได้แก่ Pix4D capture เป็นต้น กำหนดระยะการซ้อนทับของภาพ (Overlapping) ด้านหน้า (forward

lap) เท่ากับ 80% และด้านข้าง (side lap) เท่ากับ 60% ดังภาพที่ 3-3 ซึ่งทางคณะผู้วิจัยฯ เลือกดำเนินการบินในช่วงท้องฟ้าโปร่ง เมฆปกคลุมน้อยกว่า 30% และไม่มีฝน (Bright Sky) ช่วงเวลาที่เหมาะสมในการบินตั้งแต่เวลา 8.00 น. – 11.00 น. สำหรับช่วงเช้า และ 14.00 น. – 17.00 น. เพื่อลีกเลี่ยงปัญหาแสงสะท้อนจากดวงอาทิตย์ (Glitter) และกำหนดระดับเพดานบินประมาณ 300 เมตร ด้วยความเร็วประมาณ 10-15 เมตร/วินาที

2.1.2 ดำเนินการต่อภาพและปรับแก้พิกัดภาพในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Orthomosaic) และดำเนินการสร้างแผนที่จำลองสภาพภูมิประเทศแบบสามมิติในบริเวณพื้นที่ (Digital Surface Model : DSM) ด้วยวิธีการทางด้านการรังวัดภาพถ่าย (Photogrammetry) และคอมพิวเตอร์วิทัศน์ (Computer Vision)

ภาพที่ 3-3 การวางแผนแนวบินแบบ Grid Flight Planning (80% forward lap และ 60% side lap) ด้วยโปรแกรม Pix4D capture

2.1.3 ทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะการสะท้อนพลังงานของสวนทุเรียนแบบเชิงเดี่ยวและผสม โดยใช้ช่วงคลื่นจากกล้อง ได้แก่ ช่วงคลื่นตามองเห็น (RGB) และช่วงคลื่นอินฟาเรดใกล้ (Near infrared) จากนั้นพัฒนาวิธีการจำแนกด้วยกระบวนการสำรวจระยะไกลแบบเรียนรู้อัตโนมัติ (Supervised Classification using Machine Learning) หรือสร้างแบบจำลองเพื่อเชื่อมโยง

ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลภาคพื้นกับข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศ โดยคัดเลือกปัจจัยดัชนีพืชพรรณ (Spectral information) ดัชนีลายพื้นผิว (Textural information) ความสูงของต้นไม้ (Tree Height information) โดยอาศัยการสร้างภาพ 3 มิติ จากภาพถ่ายรายละเอียดสูง (Photo Depth Information) เป็นต้น

2.1.4 ในขั้นตอนสุดท้ายจะประเมินความถูกต้องในการจำแนกโดยใช้การคำนวณ Overall Accuracy Assessment (ร้อยละความถูกต้อง) และแสดงในรูปแบบ Confusion Matrix Table การทำแผนที่จำแนกระบบนิเวศทุเรียนแบบเชิงเดี่ยวและแบบผสมผสาน โดยประยุกต์ข้อมูลดาวเทียม

2.2 การคัดเลือก ปรับแก้ และวิเคราะห์ข้อมูลจากภาพถ่ายดาวเทียม Sentinel-2

ภาพถ่ายจากดาวเทียม Sentinel-2 จะถูกนำมาใช้ในการประมวลผลในพื้นที่กว้างเพื่อให้เห็นถึงภาพรวมของสวนทุเรียนทั้งหมดที่มีอยู่ในจังหวัดจันทบุรี วิธีการเลือกภาพคัดเลือกจากภาพที่ปราศจากสัญญาณรบกวนและอยู่ในช่วงเวลาใกล้เคียงกับการออกผลผลิตทุเรียนของภาคตะวันออก ประมาณเดือนกุมภาพันธ์ของปี พ.ศ. 2560 (ทุเรียนในภาคตะวันออกในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ – เมษายน เป็นช่วงเร่งให้ออกผลผลิต และเดือนพฤษภาคม - มิถุนายน ผลผลิตจะออกตามฤดูกาลปกติ) ภาพถ่ายจากดาวเทียม Sentinel-2 ถูกแปลข้อมูลด้วยสายตาและคอมพิวเตอร์ หรือวิธี Hybrid interpretation โดยการพัฒนาแบบจำลองคณิตศาสตร์ในการระบุประเภทระบบนิเวศของทุเรียนแบบเชิงเดี่ยวและผสมผสานด้วยวิธีการ Object-based Classification แบบ Rule based โดยอาศัยดัชนีพืชพรรณในการสร้างเงื่อนไขจำนวนทั้งสิ้น 3 แบบ เพื่อช่วยในการวิเคราะห์สัดส่วนของพืชที่ปกคลุมบ่งบอกถึงค่าชีวมวลสัมพันธ์ (Relative Biomass) ได้แก่ 1. Normalized Difference vegetation index (NDVI) ดังสมการที่ 3-1, 2. Infrared percentage vegetation index (IPVI) ดังสมการที่ 3-2, 3. Seconded modified Soil-adjusted vegetation index (MSAVI2) ดังสมการที่ 3-3 (Susan Barati, et al., 2011) วิเคราะห์ร่วมกับดัชนีลายพื้นผิว (Gray-Level Co-Occurrence Matrix : GLCM) (Xin Huang, Xiaobo Liu and Liangpei Zhang., 2014) ดังสมการที่ 3-4 ถึง 3-11 และ ข้อมูลแผนที่สามมิติเพื่อใช้ในการจำแนกข้อมูลมีรายละเอียดดังนี้

1). Normalized Difference vegetation index (NDVI)

$$NDVI = (NIR - Red)/(NIR + Red) \quad (3\text{-}1)$$

2). Infrared percentage vegetation index (IPVI)

$$IPVI = NIR/(NIR+Red) \quad (3\text{-}2)$$

ได้รับทุนสนับสนุนทำวิจัยจากงบประมาณรายได้ (เงินอุดหนุนจากรัฐบาล) ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2560 (เพิ่มเติม)

3). Seconded modified Soil-adjusted vegetation index (MSAVI2)

$$MSAVI = (\frac{1}{2})\times(2(NIR+1)-\sqrt{((2\times NIR+1)^2-8(NIR-Red))}) \quad (3\text{-}3)$$

เมื่อ NIR คือ พลังงานคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าย่านความถี่ Near Infrared

Red คือ พลังงานคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าย่านความถี่สีแดง

4). Gray-Level Co-Occurrence Matrix (GLCM) เมตริกการเกิดร่วมกันของค่าระดับสีเทา ประกอบไปด้วยอัลกอริทึมต่าง ๆ ได้แก่

- การวัดค่าความเป็นเนื้อเดียวกัน (Homogeneity)

$$Homogeneity = \sum_{i,j} \frac{p(i,j)}{i+|i,j|} \quad (3\text{-}4)$$

- พลังงาน (Energy)

$$Energy = \sum_{i,j} p(i,j)^2 \quad (3\text{-}5)$$

- การวัดค่าสีที่ตัดกัน (Contrast)

$$Contrast = \sum_{i,j} (i-j)^2 p(i,j) \quad (3\text{-}6)$$

- การเกิดขึ้นร่วมกันของลวดลาย (Correlation)

$$Correlation = \sum_{i,j} \frac{(i-\mu_i)(j-\mu_j)p(i,j)}{\sigma_i \sigma_j} \quad (3\text{-}7)$$

- ความไม่คล้ายคลึงกัน (Dissimilarity)

$$Dissimilarity = \sum_{i,j} p(i,j)|i-j| \quad (3\text{-}8)$$

- ความแปรปวน (Variance)

$$Variance = \sigma_i^2 = \sum_{i,j} p(i,j)\,(i-\mu_i)^2 = \sigma_j^2 = \sum_{i,j} p(i,j)\,(j-\mu_j)^2 \quad (3\text{-}9)$$

- ค่าเฉลี่ย (Mean)

$$Mean = \mu_i = \sum_{i,j} i(p(i,j)) = \mu_j = \sum_{i,j} j(p(i,j)) \quad (3\text{-}10)$$

- ค่าโมเมนต์อันดับที่สองของมุม (Angular Second Moment)

$$Angular\ Second\ Moment = \sum_{i,j} \{p(i,j)\}^2 \quad (3\text{-}11)$$

เมื่อ p(i,j) คือ ค่าที่ผ่านการนอร์มัลไลเซชั่น Normalization

σ_i, σ_j คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของเมตริกตามแถวและคอลัมน์

μ_i, μ_j คือ ค่าเฉลี่ยของเมตริกตามแถวและคอลัมน์

5). ประเมินความถูกต้อง (Accuracy assessment) ของข้อมูลทั้งหมดที่ได้จากการแปลและวิเคราะห์ร่วมกับการสำรวจในภาคสนาม โดยกำหนดความถูกต้องในการจำแนกร้อยละ 80 ขึ้นไป โดยใช้สถิติค่าความถูกต้องโดยรวม (Overall Accuracy) และค่าดัชนีแคปปา (Kappa Index) และใช้ฐานข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ของสวนทุเรียนจากสำนักงานสารสนเทศการเกษตร (สสก.) และสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (สทอภ.) ในการร่วมตรวจสอบ

2.3 การสำรวจข้อมูลภาคสนาม

2.3.1 การสำรวจมวลชีวภาพปริมาณผลผลิตของทุเรียนและไม้สวนผสม หลังจากการประมวลผลภาพถ่ายรายละเอียดสูงจากระบบหุ่นยนต์อากาศยานขนาดเล็ก เพื่อจัดทำภาพ Orthomosaic จะดำเนินการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive random sampling) โดยให้กระจายครอบคลุมพื้นที่ตามลักษณะทางกายภาพของระบบนิเวศสวนทุเรียน จำนวนไม่น้อยกว่า 2 สถานีในแต่ละ ระบบนิเวศน์ เพื่อประเมินเชิงคุณภาพและปริมาณ โดยการวางแปลงชั่วคราวดังนี้

2.3.1.1 การวางแปลงตัวอย่างขนาด 50 x 20 เมตร ในสวนทุเรียนนำร่องทั้ง 12 สวน และดำเนินการวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (DBH) 1.30 เมตร วัดความสูงและค่าพิกัด (Geolocation) เพื่อคำนวณปริมาณมวลชีวภาพ (Biomass) ดังสมการที่ 3-12 โดยใช้สมการอโลเมทรี (Allometric Equation) (Martinez-Yrizar et al., 1992) จากแหล่งที่ได้รับการเผยแพร่แล้วให้เหมาะสมกับพืชชนิดที่แตกต่างกัน และสำรวจปริมาณผลผลิตเฉลี่ยต่อต้นของทุเรียนหรือไม้ผลอื่น ๆ เช่น เงาะ มังคุด ปาล์ม ลองกอง จากนั้นคำนวณการกักเก็บคาร์บอน ดังสมการที่ 3-13

$$\text{Tree biomass (kg)} = 10^{(-0.535+\log_{10}(\pi \times \text{DBH}(\text{cm})^2))} \quad (R^2 = 0.94) \qquad (3\text{-}12)$$

เมื่อ DBH คือ ค่าเส้นผ่าศูนย์กลางที่วัดจากต้นไม้ระดับอก

$$\text{คาร์บอนกักเก็บ} = \text{มวลชีวภาพ (Tree biomass)} \times 0.5 \qquad (3\text{-}13)$$

2.3.2 สำรวจทรัพยากรด้านสัตว์ป่า ตามวิธีการของ อดุลย์ จงรักษ์และกาญจน์ คุ้มทรัพย์ (2556) โดยการสำรวจทางอ้อม ประกอบไปด้วย

2.3.2.1 การสำรวจทางอ้อม (Indirect Method) โดยใช้การพูดคุยกับประชาชนในท้องถิ่นและจากเจ้าหน้าที่ที่ทำงานในพื้นที่นั้น ข้อมูลจากวิธีการนี้ใช้เป็นข้อมูลเสริมด้านความหลากหลาย

ของชนิดสัตว์ป่าที่ไม่พบเห็นจากการค้นหาโดยตรง โดยเฉพาะข้อมูลที่พบสัตว์คุ้นเคย ข้อมูลที่เคยได้จากการล่าสัตว์ และชนิดสัตว์ที่ชาวบ้านเคยนำมาบริโภค เมื่อนำข้อมูลจากการสอบถามชาวบ้านและเจ้าหน้าที่จากนั้นวิเคราะห์ข้อมูลด้านความหลากหลายทางชีวภาพของกลุ่มสัตว์ที่ศึกษา

2.3.2.2 การวิเคราะห์ความชุกชุม (Abundance) เป็นการวิเคราะห์ถึงความมากน้อยของชนิดสัตวสะเทินน้ำสะเทินบกและสัตวเลื้อยคลานตามวิธีการความชุกชุมของ ยอดชาย ช่วยเงิน, (2544) โดยคำนวณหาร้อยละความชุกชุมจากสูตรความชุกชุมของสัตวคือ

ความชุกชุมของสัตว์ชนิด A = (จำนวนครั้งที่พบชนิดสัตว A/ จำนวนครั้งที่สำรวจ) X 100

จากนั้นคำนวณหาค่าความหลากหลายของชนิดสัตว์ที่ศึกษา (Diversity Indices) เพื่อเปรียบเทียบแต่ละสังคมป่า และใช้สูตร Shannon-Wiener's Index โดยมีวิธีการคำนวณดังนี้

$$H' = -\sum (Pi \ln Pi) \quad (3\text{-}14)$$

I = 1 เมื่อ H คือ ดัชนีความหลากหลายของชนิด

เมื่อ S คือ จำนวนชนิด

Pi คือ สัดส่วนระหว่างจำนวนตัวอย่างของสิ่งมีชีวิต (i = 1, 2, 3,...) ต่อจำนวนสิ่งมีชีวิตทั้งหมด

หลังจากวิเคราะห์และตรวจสอบข้อมูลทั้งหมดแล้ว จะดำเนินการจัดสร้างฐานข้อมูลภูมิสารสนเทศ (GIS database) ของสวนทุเรียนในรูปแบบเวคเตอร์ (Vector) และราสเตอร์ (Raster) โดยสร้างส่วนอธิบายลักษณะข้อมูล (Metadata) ตามหลักการมาตรฐานเลขที่ มอก.19115 – 2548 ที่มีความเหมาะสม ในมาตราส่วน 1:50,000 หรือละเอียดกว่าและอ้างอิงระบบพิกัด UTM WGS-1984 Zone 48N

2.4 การประเมินมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ของระบบนิเวศสวนทุเรียน

รวบรวมข้อมูลทั้งหมดจากนั้นดำเนินการประเมินมูลค่าในมิติต่าง ๆ ในอัตรามูลค่า (บาท) ต่อหน่วยพื้นที่ (ไร่) ต่อระยะเวลา (ปี) โดยแบ่งออกเป็น 3 ด้านได้แก่

1). การประเมินประโยชน์โดยตรง (Provisioning services) ได้แก่ ผลผลิตของทุเรียน ผลไม้ต่าง ๆ และ มูลค่าถ่านไม้ทุเรียน

2). ประโยชน์ที่ได้จากการทำหน้าที่ของระบบนิเวศ (Regulating service) ได้แก่ มูลการกักเก็บคาร์บอน

3). ประโยชน์ทางวัฒนธรรม (Cultural services) ได้แก่ มูลค่าการท่องเที่ยว

4). ประโยชน์ที่เป็นตัวสนับสนุนก่อให้เกิดสามส่วนข้างต้น (Supporting services) เช่น สัตว์ต่าง ๆ ที่เป็นตัวสร้างสมดุลให้กับสวนทุเรียน

ซึ่งมีความแตกต่างกันตามประเภทระบบนิเวศของสวนทุเรียนแบบเชิงเดี่ยวและแบบผสม (แบบเชิงเดี่ยวไม่มีการประเมินมูลค่าผลไม้อื่น ๆ และมูลค่าการท่องเที่ยว) สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 3-3 และ 3-4

ตารางที่ 3-3 การประเมินมูลค่าของระบบนิเวศทุเรียนแบบเชิงเดี่ยว

รายการ	**มูลค่าที่ได้ต่อพื้นที่ 1 ไร่/(บาท)**
1.ประเมินมูลค่าผลผลิตทุเรียน	ผลรวมของจำนวนต้นทุเรียน × ราคาตลาดผลไม้ทุเรียน
2. ประเมินมูลค่าถ่านไม้ทุเรียน	ผลรวมของมวลชีวภาพพลังงาน × ราคาตลาด
3. ประเมินมูลการกักเก็บคาร์บอน (50% จากน้ำหนักแห้ง IPCC)	จำนวนตันคาร์บอนของทุเรียน × ราคาการซื้อขายคาร์บอนในตลาดโลกต่อตันคาร์บอน
4. ประเมินมูลค่าสัตว์ที่อาศัยในระบบนิเวศทุเรียน	ผลรวมของจำนวนสัตว์ชนิด A × ราคาตลาดของสัตว์ชนิด A หนึ่งตัว

ตารางที่ 3-4 การประเมินมูลค่าของระบบนิเวศทุเรียนแบบผสม

รายการ	**มูลค่าที่ได้ต่อพื้นที่ 1 ไร่/(บาท)**
1. ประเมินมูลค่าผลผลิตของผลไม้ต่าง ๆ	ผลรวมของจำนวนไม้ผลชนิด A × ราคาตลาดผลไม้ชนิด A
2.ประเมินมูลค่าผลผลิตทุเรียน	ผลรวมของจำนวนต้นทุเรียน × ราคาตลาดผลไม้ทุเรียน
3. ประเมินมูลค่าถ่านไม้ทุเรียน	ผลรวมของมวลชีวภาพพลังงาน × ราคาตลาด
4. ประเมินมูลการกักเก็บคาร์บอนในไม้ประเภทต่าง ๆ (50% จากน้ำหนักแห้ง IPCC)	จำนวนตันคาร์บอนของไม้ชนิด A × ราคาการซื้อขายคาร์บอนในตลาดโลกต่อตันคาร์บอน
5. ประเมินมูลค่าสัตว์ที่อาศัยในระบบนิเวศทุเรียน	ผลรวมของจำนวนสัตว์ชนิด A × ราคาตลาดของสัตว์ชนิด A หนึ่งตัว
6. ประเมินมูลค่าการท่องเที่ยว	ผลรวมของจำนวนนักท่องเที่ยว × อัตราการใช้จ่ายต่อคน/ครั้ง

บทที่ 4
ผลการศึกษา

การประเมินมูลค่าการบริการของระบบนิเวศสวนทุเรียนในพื้นที่จังหวัดจันทบุรี โดยประยุกต์ข้อมูลดาวเทียมและภาพถ่ายทางอากาศจากหุ่นยนต์อากาศยานขนาดเล็กมีผลการศึกษาแบ่งออกเป็น 4 ส่วน มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. แผนที่สวนทุเรียนนำร่องรายละเอียดสูงจากหุ่นยนต์อากาศยานขนาดเล็ก (sUAV)
2. การวิเคราะห์การแปลข้อมูลสวนทุเรียนจากภาพถ่ายดาวเทียม Sentinel-2
3. ผลการสำรวจข้อมูลภาคสนามในพื้นที่สวนทุเรียนนำร่อง
4. ผลการประเมินศักยภาพการบริการของระบบนิเวศสวนทุเรียนในพื้นที่จังหวัดจันทบุรี

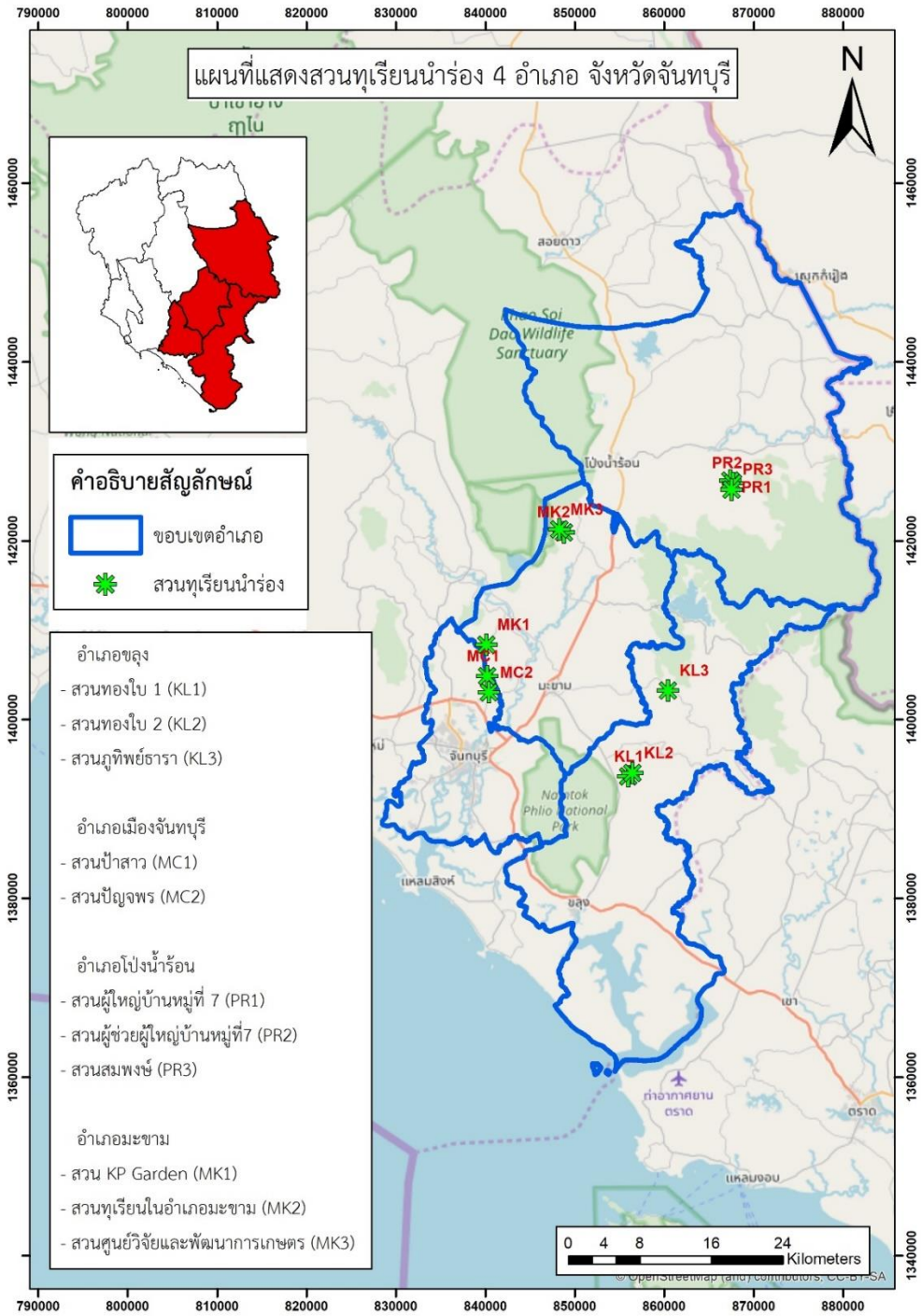
1. แผนที่สวนทุเรียนนำร่องรายละเอียดสูงจากหุ่นยนต์อากาศยานขนาดเล็ก (sUAV)

พื้นที่สวนทุเรียนนำร่องที่สุ่มแบบเฉพาะเจาะจง ประกอบไปด้วยสวนทุเรียนนำร่อง 11 สวน ครอบคลุม 4 อำเภอในจังหวัดจันทบุรี ประกอบไปด้วย อำเภอเมือง, อำเภอมะขาม, อำเภอขลุง และอำเภอโป่งน้ำร้อน ดังภาพที่ 4-1 เนื่องจากเป็นอำเภอที่มีพื้นที่ปลูกทุเรียนจำนวนมากจึงเหมาะสมกับการถ่ายภาพทางอากาศเพื่อสำรวจข้อมูล โดยการแบ่งสวนทุเรียนในแต่ละอำเภอออกเป็น 2 ประเภทคือ 1. สวนทุเรียนแบบเชิงเดี่ยว จำนวนทั้งสิ้น 6 สวนตัวอย่าง และ 2. สวนทุเรียนแบบเชิงผสมจำนวน 5 สวนตัวอย่าง คัดเลือกพื้นที่ตัวอย่างดำเนินการควบคู่ไปกับการสำรวจภาคสนามและจัดทำแผนที่ทางอากาศพิจารณาจากปริมาณความหนาแน่นของสวนทุเรียนในจังหวัดจันทบุรีด้วยการวิเคราะห์จากข้อมูลภูมิสารสนเทศ และเพื่อสร้างข้อมูลสารสนเทศตัวอย่าง (Training Area) ในการจำแนกพื้นที่ทุเรียน (Image Mining Classification) ให้กับข้อมูลดาวเทียมในลำดับถัดไป

จากการสำรวจพื้นที่และวางแผนการบิน ได้นำหุ่นยนต์อากาศยานขนาดเล็ก (sUAV) ขึ้นบินถ่ายภาพ ครอบคลุมพื้นที่ศึกษาบริเวณสวนทุเรียนตัวอย่าง 11 สวน เมื่อช่วงเดือน กรกฎาคม พ.ศ. 2560 ทำการประมวลผลภาพเพื่อจัดทำเป็นแผนที่ภาพถ่ายออร์โธสี มีผลการศึกษาดังนี้

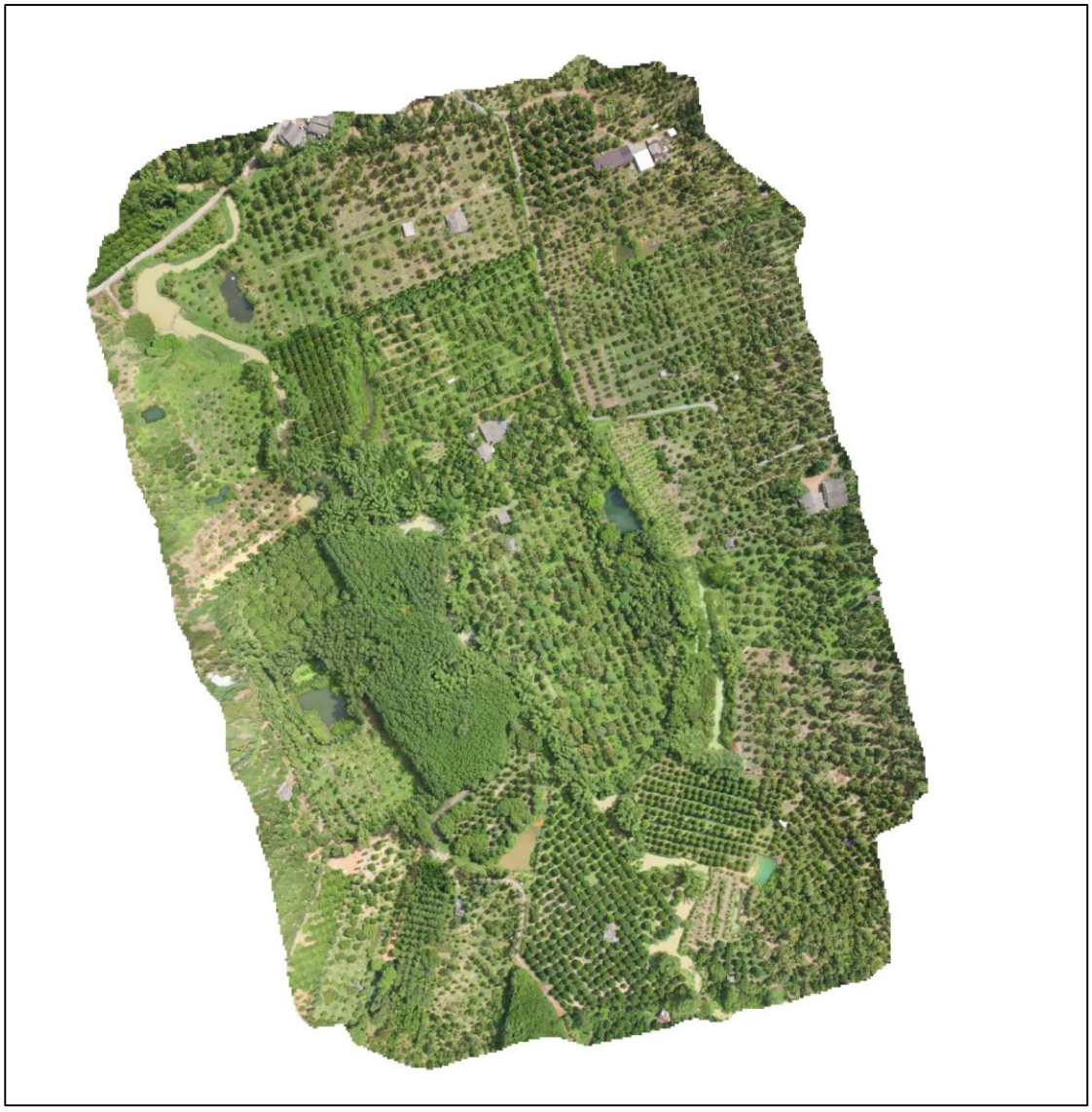
การบินถ่ายภาพครั้งนี้ได้กำหนดการซ้อนทับกันของภาพ (Overlap) ในแต่ละจุดภาพ (Pixel) กำหนดให้ด้านหน้า (Forward lap) คือ 80 เปอร์เซ็นต์ และด้านข้าง (Side lap) คือ 60 เปอร์เซ็นต์ โดยกำหนดเพดานบิน (Altitude) ที่ความสูง 300 เมตร ความเร็วในการบินประมาณ 15 เมตร/วินาที และ

มุมมองของกล้องในแนวดิ่ง (Nadir viewing) ดำเนินการต่อภาพและปรับแก้พิกัดภาพในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์จนได้ภาพออร์โธสี



ภาพที่ 4-1 แผนที่พื้นที่สวนทุเรียนนำร่องทั้ง 4 อำเภอ จังหวัดจันทบุรี

การประมวลผลภาพออร์โธสีอาศัยหลักการ Structure From Motion (SFM) ซึ่งได้จากคู่ภาพเสตอริโอแบบแนวดิ่ง (Nadir viewing) แล้วไปสร้างโครงข่ายสามเหลี่ยมทางอากาศ (Aerial Triangulation) อัตโนมัติเพื่อคำนวณหาค่าองค์ประกอบการจัดค่าภายนอก (Exterior Orientation Parameters) ของภาพทุกภาพ และได้ผลลัพธ์ออกมาเป็นภาพออร์โธสี (Orthophoto) ดังภาพที่ 4-2



ภาพที่ 4-2 แผนที่ภาพออร์โธ (Orthophoto) ที่ได้จากการบินถ่ายภาพด้วยหุ่นยนต์อากาศยานขนาดเล็ก (sUAV)

การหาระยะพื้นผิวที่ปรากฏในหนึ่งจุดภาพ (Ground Sampling Distance) เป็นการทำให้ทราบถึงความละเอียดของภาพที่ได้จากการบินถ่ายของระบบหุ่นยนต์อากาศยานขนาดเล็ก โดยมีขนาดของจุดภาพประมาณ 0.22 มิลลิเมตร บินถ่ายอยู่ที่ความสูง 300 เมตร และโฟคอลล์ (Focal length) เลนส์ของกล้องมีค่า 3.18 มิลลิเมตร ระยะพื้นผิวที่ปรากฏในหนึ่งจุดภาพ มีค่าเท่ากับ 7 เซนติเมตร ภาพออร์โธสีที่ได้จากจากการบินสำรวจพื้นที่และวางแผนการบิน หลังจากทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะการสะท้อนพลังงานของสวนทุเรียนแบบเชิงเดี่ยวและเชิงผสม โดยใช้ช่วงคลื่นจากกล้อง ได้แก่ ช่วงคลื่นตามองเห็น (RGB) และช่วงคลื่นอินฟาเรดใกล้ของสวนตัวอย่างและทำการคำนวณค่าความคลาดเคลื่อนรวมที่ได้จากการนำจุดควบคุมภาคพื้นดินมาคำนวณร่วมกับจุดบังคับภาพถ่าย ผลลัพธ์คือภาพออร์โธสีหลังจากทดสอบความคลาดรวมของภาพ (RMSE) ดังนี้

ตารางที่ 4-1 Root Mean square Error : RMSE ของพื้นที่สวนทุเรียนนำร่องทั้ง 11 สวน เมื่อ X, Y คือค่าพิกัด และ Z คือค่าความสูง

ลำดับที่	ชื่อสวนทุเรียน	อำเภอ	RMSE (m.)			แสดงในภาพที่
			ค่า X	ค่า Y	ค่า Z	
1.	สวนทุเรียนในอำเภอมะขาม	มะขาม	4.6819	1.6475	2.7942	4-3
2.	สวนศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตร	มะขาม	4.5353	1.8022	9.0148	4-4
3.	สวน KP Garden	มะขาม	4.5950	2.6566	1.7347	4-5
4.	สวนทองใบ 1	ขลุง	4.7432	1.6650	2.4804	4-6
5.	สวนทองใบ 2	ขลุง	4.3937	2.3201	1.3313	4-7
6.	สวนภูทิพย์ธารา	ขลุง	4.7101	2.9006	4.5561	4-8
7.	สวนผู้ใหญ่บ้านหมู่ที่ 7	โป่งน้ำร้อน	4.6431	2.7016	5.5777	4-9
8.	สวนสมพงษ์	โป่งน้ำร้อน	4.7147	1.9661	1.4122	4-10
9.	สวนผู้ช่วยผู้ใหญ่บ้านหมู่ที่ 7	โป่งน้ำร้อน	2.5249	5.2614	3.1191	4-11
10.	สวนป้าสาว	เมือง	6.9675	2.9800	1.4433	4-12
11.	สวนปัญจพร	เมือง	5.1526	2.1236	1.9073	4-13

ภาพที่ 4-3 แผนที่ภาพออร์โธสี (Orthophoto) บริเวณพื้นที่สวนทุเรียนในอำเภอมะขาม จังหวัดจันทบุรี

ได้รับทุนสนับสนุนทำวิจัยจากงบประมาณรายได้ (เงินอุดหนุนจากรัฐบาล) ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2560 (เพิ่มเติม)

ภาพที่ 4-4 แผนที่ภาพออร์โธสี (Orthophoto) บริเวณพื้นที่ตัวอย่างสวนทุเรียนของศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตร จังหวัดจันทบุรี

ได้รับทุนสนับสนุนทำวิจัยจากงบประมาณรายได้ (เงินอุดหนุนจากรัฐบาล) ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2560 (เพิ่มเติม)

ภาพที่ 4-5 แผนที่ภาพออร์โธสี (Orthophoto) บริเวณ สวน KP Garden อำเภอมะขาม จังหวัดจันทบุรี

ภาพที่ 4-6 แผนที่ภาพออร์โธสี (Orthophoto) บริเวณพื้นที่สวนทองใบ อำเภอขลุง จังหวัดจันทบุรี

ได้รับทุนสนับสนุนทำวิจัยจากงบประมาณรายได้ (เงินอุดหนุนจากรัฐบาล) ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2560 (เพิ่มเติม)

ภาพที่ 4-7 แผนที่ภาพออร์โธสี (Orthophoto) บริเวณพื้นที่สวนทองใบ 2 อำเภอขลุง จังหวัดจันทบุรี

ได้รับทุนสนับสนุนทำวิจัยจากงบประมาณรายได้ (เงินอุดหนุนจากรัฐบาล) ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2560 (เพิ่มเติม)

ภาพที่ 4-8 แผนที่ภาพออร์โธสี (Orthophoto) บริเวณพื้นที่สวนภูทิพย์ธารา อำเภอขลุง จังหวัดจันทบุรี

ได้รับทุนสนับสนุนทำวิจัยจากงบประมาณรายได้ (เงินอุดหนุนจากรัฐบาล) ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2560 (เพิ่มเติม)

ภาพที่ 4-9 แผนที่ภาพออร์โธสี (Orthophoto) บริเวณพื้นที่สวนผู้ใหญ่บ้านหมู่ที่ 7 อำเภอโป่งน้ำร้อน จังหวัดจันทบุรี

ได้รับทุนสนับสนุนทำวิจัยจากงบประมาณรายได้ (เงินอุดหนุนจากรัฐบาล) ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2560 (เพิ่มเติม)

ภาพที่ 4-10 แผนที่ภาพออร์โธสี (Orthophoto) บริเวณพื้นที่สวนสมพงษ์ อำเภอโป่งน้ำร้อน จังหวัดจันทบุรี

ได้รับทุนสนับสนุนทำวิจัยจากงบประมาณรายได้ (เงินอุดหนุนจากรัฐบาล) ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2560 (เพิ่มเติม)

ภาพที่ 4-11 แผนที่ภาพออร์โธสี (Orthophoto) บริเวณพื้นที่สวนผู้ช่วยผู้ใหญ่บ้านหมู่ที่ 7 อำเภอโป่งน้ำร้อน จังหวัดจันทบุรี

ได้รับทุนสนับสนุนทำวิจัยจากงบประมาณรายได้ (เงินอุดหนุนจากรัฐบาล) ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2560 (เพิ่มเติม)

ภาพที่ 4-12 แผนที่ภาพออร์โธสี (Orthophoto) บริเวณพื้นที่สวนป้าสาว อำเภอเมือง จังหวัดจันทบุรี

ได้รับทุนสนับสนุนทำวิจัยจากงบประมาณรายได้ (เงินอุดหนุนจากรัฐบาล) ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2560 (เพิ่มเติม)

ภาพที่ 4-13 แผนที่ภาพออร์โธสี (Orthophoto) บริเวณพื้นที่สวนทุเรียน อำเภอเมือง จังหวัดจันทบุรี

ได้รับทุนสนับสนุนทำวิจัยจากงบประมาณรายได้ (เงินอุดหนุนจากรัฐบาล) ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2560 (เพิ่มเติม)

2. การวิเคราะห์การแปลข้อมูลสวนทุเรียนจากภาพถ่ายดาวเทียม Sentinel-2

การวิเคราะห์เพื่อสกัดเฉพาะ (Object Extraction) พื้นที่สวนทุเรียนจากภาพถ่ายดาวเทียม Sentinel-2 ซึ่งมีรายละเอียดความคมชัดของภาพระดับ 10 เมตร (Spatial Resolution) ช่วงคลื่นที่นำมาวิเคราะห์คือ ช่วงคลื่นตามองเห็น (RGB) และช่วงคลื่นใกล้อินฟาเรด (Near infrared) ครอบคลุมบริเวณพื้นที่จังหวัดจันทบุรี โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ด้วยวิธีการจำแนกภาพเชิงวัตถุ (Object-based Classification) แบบเงื่อนไข (Rule based) เพื่อหาพื้นที่สวนปลูกทุเรียนแบบเชิงเดี่ยว (Mono Crop) และแบบเชิงผสม (Mixed Crop)

ตารางที่ 4-2 ค่าเฉลี่ยของดัชนีพืชพรรณและดัชนีลายพื้นผิว ที่ได้จากการทำ Zonal Statistics พื้นที่สวนทุเรียนแบบเชิงเดี่ยวและเชิงผสม จำนวนทั้งสิ้น 11 สวนนำร่อง

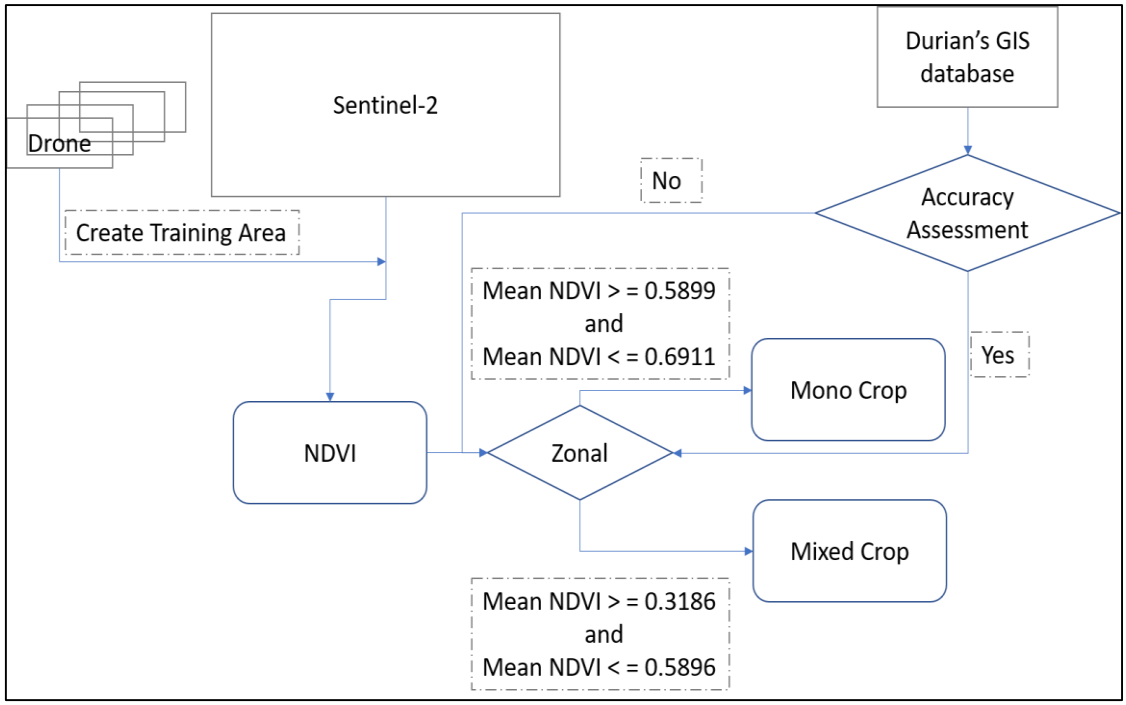
ลำดับของโซน	ค่าเฉลี่ย NDVI	ค่าเฉลี่ย IPVI	ค่าเฉลี่ย MSAVI	ค่าเฉลี่ย GLCM	รูปแบบสวน (Type)
1	0.6355	1.8157	0.8178	0.7753	เชิงผสม
2	0.6453	1.7761	0.8226	0.7834	เชิงเดี่ยว
3	0.6548	1.7401	0.8274	0.7891	เชิงผสม
4	0.6533	1.7394	0.8266	0.7894	เชิงเดี่ยว
5	0.5690	1.7781	0.7845	0.7222	เชิงเดี่ยว
6	0.5750	0.7124	0.7875	0.7143	เชิงผสม
7	0.6344	1.8212	0.8172	0.7749	เชิงเดี่ยว
8	0.6293	1.6603	0.8146	0.7692	เชิงเดี่ยว
9	0.5896	1.5755	0.7948	0.7365	เชิงผสม
10	0.6021	1.3303	0.8010	0.7491	เชิงเดี่ยว
11	0.5230	1.5805	0.7615	0.6847	เชิงเดี่ยว
12	0.3186	0.8872	0.6593	0.4816	เชิงเดี่ยว
13	0.5200	1.4338	0.7600	0.6826	เชิงเดี่ยว

เมื่อ NDVI = Normalized Difference Vegetation Index, IPVI = Infrared Percentage Vegetation Index, MSAVI = Seconded Modified Soil-adjusted Vegetation Index 2, GLCM = Gray-Level Co-Occurrence Matrix

ได้รับทุนสนับสนุนทำวิจัยจากงบประมาณรายได้ (เงินอุดหนุนจากรัฐบาล) ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2560 (เพิ่มเติม)

วิธีการนี้อาศัยข้อมูลดัชนีพืชพรรณในการสร้างเงื่อนไขจำนวนทั้งสิ้น 3 แบบ ได้แก่ Normalized Difference vegetation index (NDVI), Infrared percentage vegetation index (IPVI) และ Seconded modified Soil-adjusted vegetation index 2 (MSAVI2) เพื่อช่วยในการวิเคราะห์สัดส่วนของพืชที่ปกคลุมบ่งบอกถึงค่าชีวมวลสัมพันธ์ ทั้งนี้ยังอาศัยค่าดัชนีลายพื้นผิว Gray-Level Co-Occurrence Matrix (GLCM) เพื่อช่วยจำแนกลักษณะเฉพาะของต้นทุเรียนที่ปรากฏอยู่ในภาพถ่ายจากดาวเทียมออกมา จากนั้นทำการเฉลี่ยค่าสถิติของดัชนีพืชพรรณที่เป็นกลุ่มตัวแทนในแต่ละประเภทสวนทุเรียน (Zonal Statistics) เพื่อสุ่มและคัดเลือกบริเวณที่มีค่าการสะท้อน (Reflectance or Digital Number) ในแต่ละจุดภาพที่ใกล้เคียงกับสวนทุเรียน โดยการใช้ค่าดัชนีกลาง หรือ ค่าเฉลี่ย (mean value) ของตัวอย่างสวนแบบเชิงเดี่ยว และแบบเชิงผสม มีรายละเอียดของค่าเฉลี่ยที่ได้จากดัชนีพืชพรรณทั้ง 3 แบบ และค่าดัชนีลายพื้นผิว ดังตารางที่ 4-2

จากนั้นนำค่าเฉลี่ยกลุ่มข้อมูล (Zonal Statistics) ของพื้นที่สวนทุเรียนแบบเชิงเดี่ยว และแบบเชิงผสมในแต่ละอำเภอมาทำกันสกัดพื้นที่โดยสร้างเงื่อนไขในการจำแนกเฉพาะพื้นที่สวนทุเรียนด้วยวิธีการจำแนกภาพแบบเชิงวัตถุ (Object-based Classification Rule base)



ภาพที่ 4-14 Object-based Classification แบบ Rule base

ซึ่งวิธีการจำแนกแบบนี้จะนำฐานข้อมูล (GIS database) มาเป็นฐานในการสร้างขอบเขตแปลงทุเรียน (Segmentation) ในเบื้องต้น อ้างอิงจาก สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2560) และนำค่าดัชนีพืชพรรณ (NDVI) ร่วมกับดัชนีลายพื้นผิวมาใช้ในการสร้างเงื่อนไขสำหรับการจำแนกภาพ แต่เนื่องจากข้อมูล Sentinel-2 นั้น ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในการสร้างข้อมูลลายพื้นผิว (Texture information) เนื่องจากรายละเอียดของภาพที่หยาบเกินไป ซึ่งต่างจากข้อมูลจาก sUAV ทีมีรายละเอียดสูง (แต่มีข้อจำกัดที่มีข้อมูลภาพไม่ครอบคลุมพื้นที่ศึกษา) ดังนั้นคณะผู้วิจัยฯ จึงขอบูรณาการข้อมูลดัชนีพืชพรรณ NDVI ร่วมกัน Training Area โดยมีตัวอย่างในการสร้างเงื่อนไขสำหรับการจำแนก ดังภาพที่ 4-14

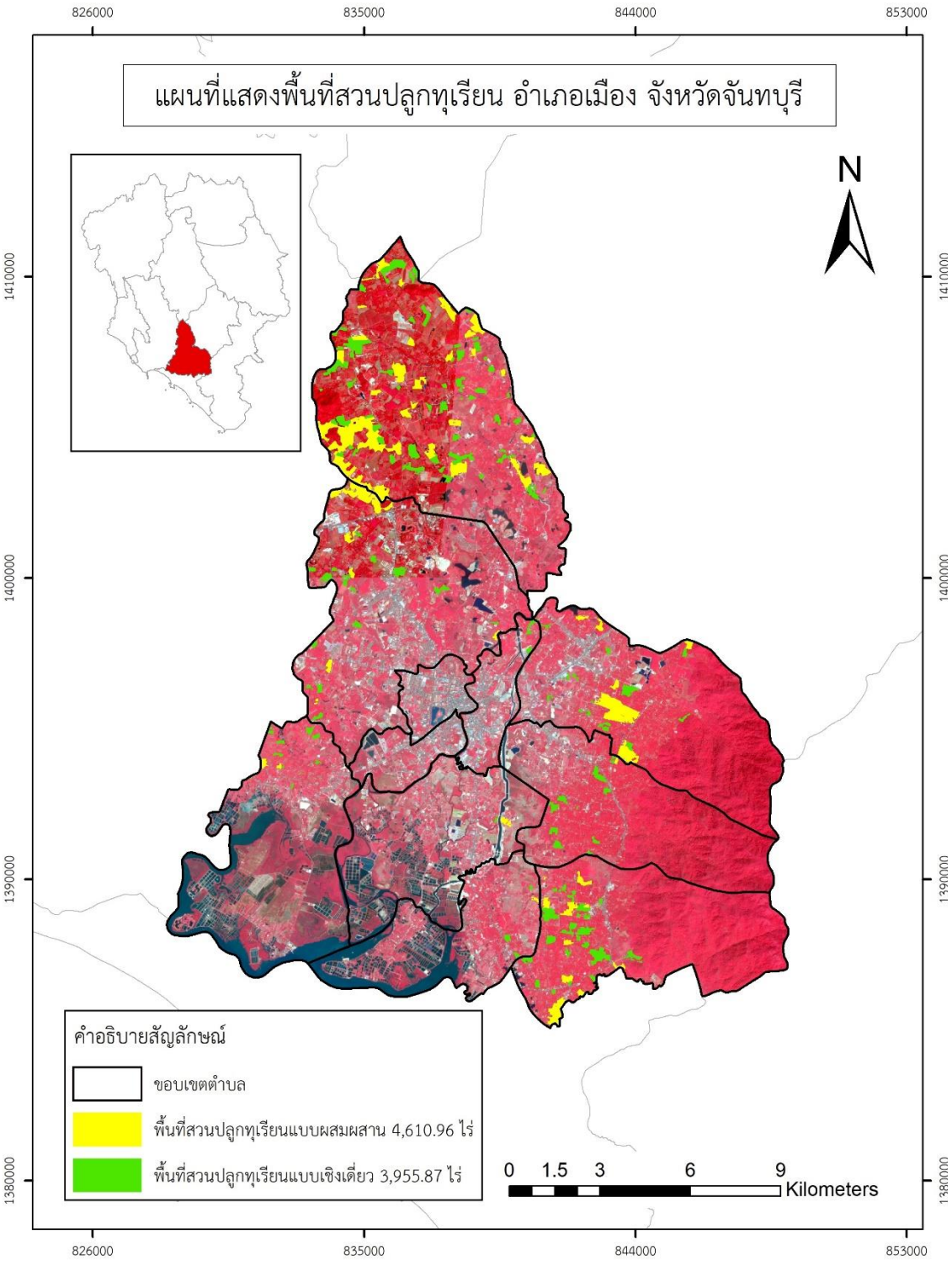
ตารางที่ 4-3 พื้นที่ประมาณการของสวนทุเรียนเชิงเดี่ยวและเชิงผสม พื้นที่จังหวัดจันทบุรี ที่ได้จากการแปลภาพถ่ายจากดาวเทียม Sentinel-2 ในปี พ.ศ. 2560 และค่าความถูกต้องในการจำแนก

ลำดับที่	อำเภอ	พื้นที่สวนทุเรียนเชิงเดี่ยว (ไร่)	พื้นที่สวนทุเรียนเชิงผสม (ไร่)	ค่าความถูกต้องในภาพรวม (%)	ค่า Kappa Index (%)
1.	เมือง	3,955.87	4,610.96	92	83
2.	แก่งหางแมว	2,841.64	1,199.90	88	71
3.	เขาคิชฌกูฏ	18,046.73	15,644.42	87	77
4.	ขลุง	17,282.69	9,441.04	90	81
5.	แหลมสิงห์	76.87	424.70	88	76
6.	มะขาม	13,260.70	13,594.13	92	84
7.	นายายอาม	4,753.88	2,094.82	90	81
8.	โป่งน้ำร้อน	12,698.40	4,457.13	86	68
9.	สอยดาว	1,739.19	309.74	76	57
10.	ท่าใหม่	9,219.03	9,989.06	98	96
	รวมทั้งสิ้น	**83,875.01**	**61,765.90**	**เฉลี่ย 88.7**	**เฉลี่ย 77.4**

ผลลัพธ์หลังการจำแนกจะได้พื้นที่ประมาณการสวนทุเรียนที่มีอยู่ในจังหวัดจันทบุรีทั้งหมด สามารถนำไปใช้ประมาณการพื้นที่สวนทุเรียนและประมาณการมูลค่าทางเศรษฐกิจที่ได้จากการปลูกทุเรียน โดยผลลัพธ์แยกเป็นรายอำเภอและตามประเภทของสวนทุเรียนเชิงเดี่ยวและเชิงผสมดังตารางที่ 4-3

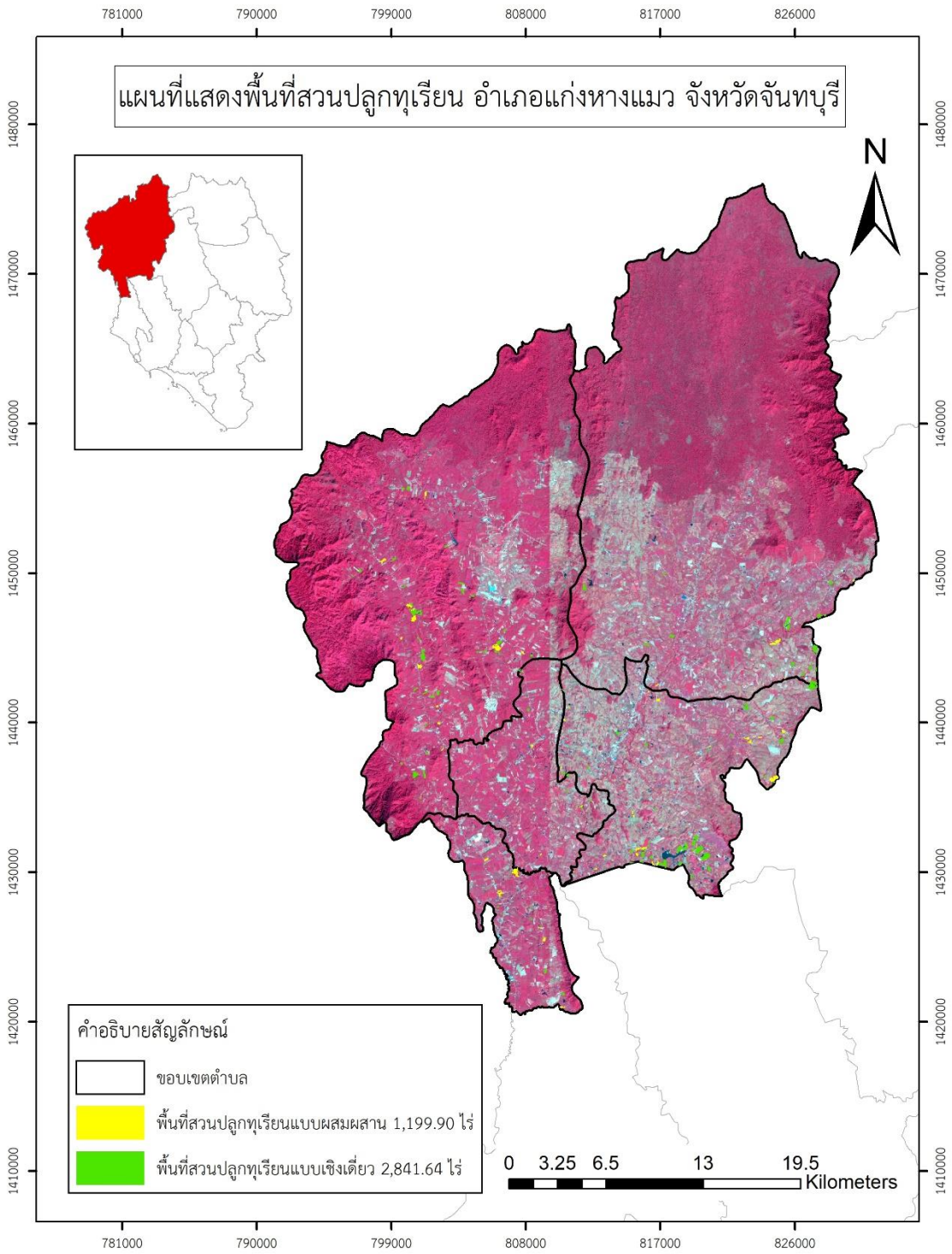
จากการวิเคราะห์แปลสวนทุเรียนจากภาพถ่ายดาวเทียมด้วยวิธีการจำแนกเชิงวัตถุ (Object-based Classification) แบบ Rule base บนภาพถ่ายดาวเทียม Sentinel-2 บริเวณ 10 อำเภอของพื้นที่จังหวัดจันทบุรี สามารถคำนวณพื้นที่ประมาณการสำหรับสวนที่ปลูกทุเรียนแบบเชิงเดี่ยวจำนวนทั้งสิ้น 83,875.01 ไร่ และสวนปลูกทุเรียนเชิงผสม จำนวน 61,765.90 ไร่ โดยมีค่าความถูกต้องในภาพรวมเฉลี่ยจากการแปลแต่ละอำเภอ (Overall Accuracy Assessment Average) อยู่ที่ประมาณ 88.7 % และค่าความเชื่อมั่นดัชนีแคปปาร์ (Kappa Index) ในระดับสอดคล้องดี (Substantial Agreement : 77.4 %) รายละเอียดของแผนที่ในดังภาพด้านล่าง

ได้รับทุนสนับสนุนทำวิจัยจากงบประมาณรายได้ (เงินอุดหนุนจากรัฐบาล) ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2560 (เพิ่มเติม)



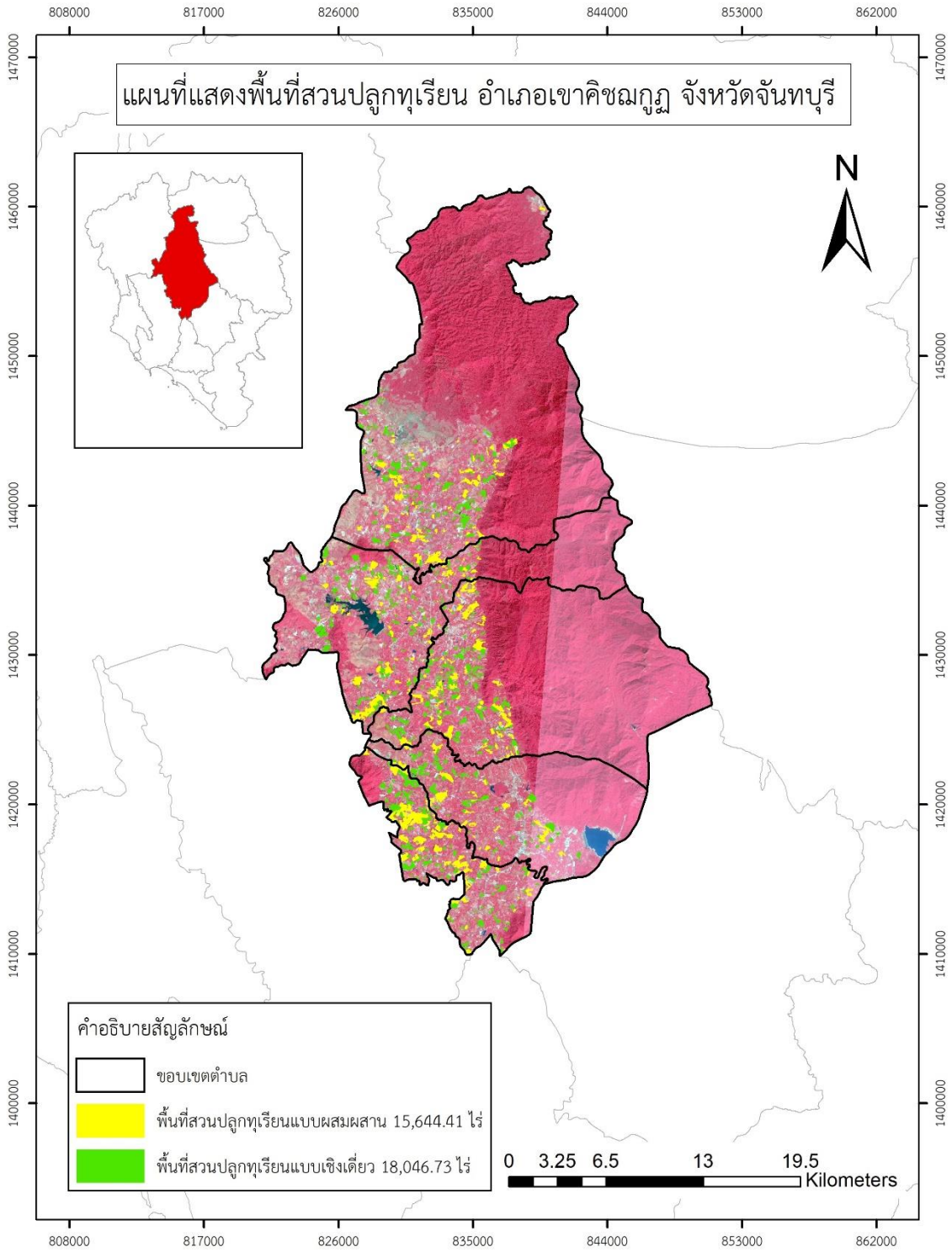
ภาพที่ 4-15 แผนที่แสดงพื้นที่สวนปลูกทุเรียน อำเภอเมือง จังหวัดจันทบุรี มีพื้นที่สวนปลูกทุเรียนแบบเชิงเดี่ยว 3,955.87 ไร่ และปลูกทุเรียนแบบผสม 4,610.96 ไร่

ได้รับทุนสนับสนุนทำวิจัยจากงบประมาณรายได้ (เงินอุดหนุนจากรัฐบาล) ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2560 (เพิ่มเติม)



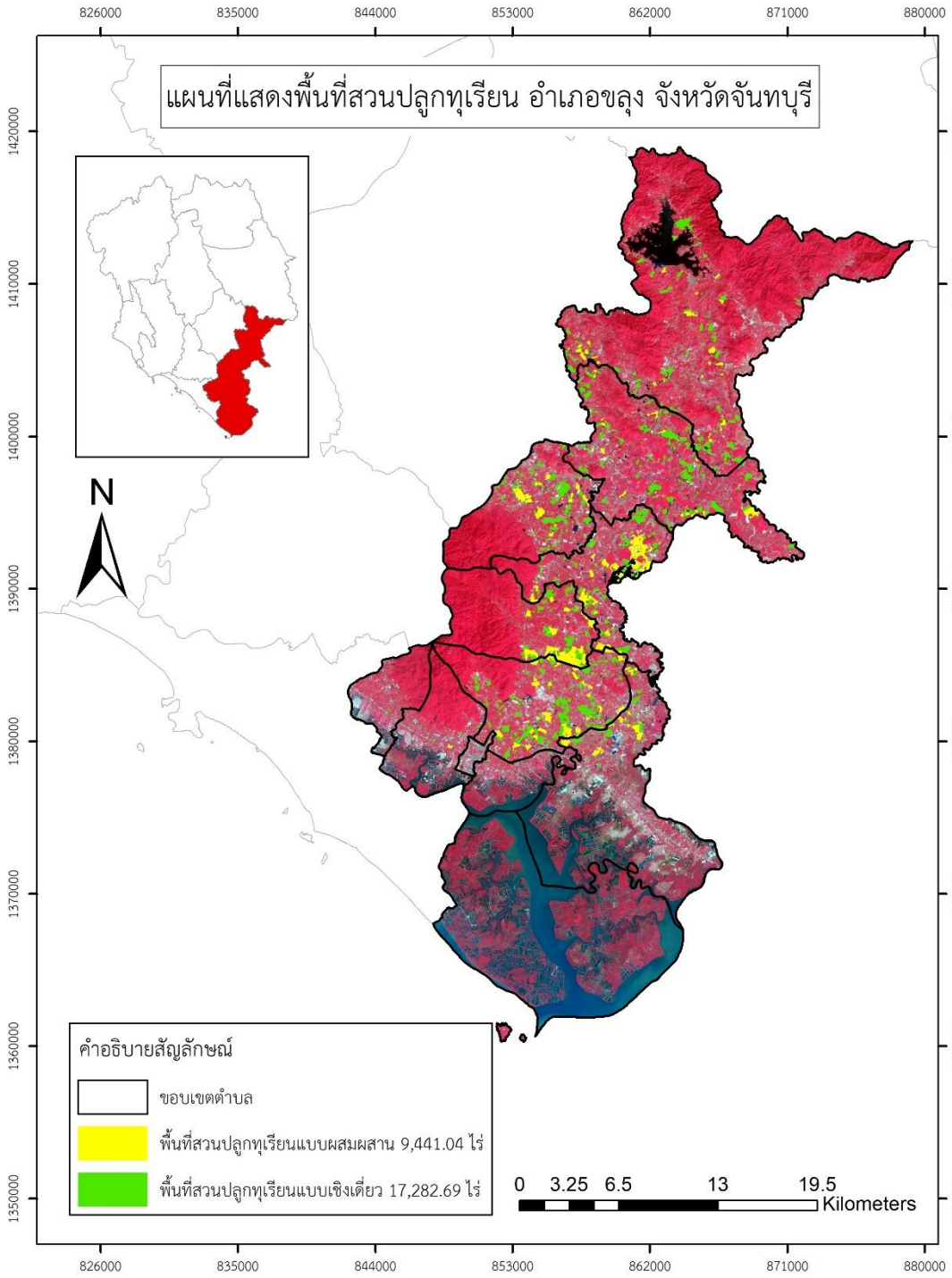
ภาพที่ 4-16 พื้นที่สวนปลูกทุเรียน อำเภอแก่งหางแมว จังหวัดจันทบุรี มีพื้นที่สวนปลูกทุเรียนแบบเชิงเดี่ยว 2,841.64 ไร่ และสวนปลูกทุเรียนแบบผสม 1,199.90 ไร่

ได้รับทุนสนับสนุนทำวิจัยจากงบประมาณรายได้ (เงินอุดหนุนจากรัฐบาล) ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2560 (เพิ่มเติม)



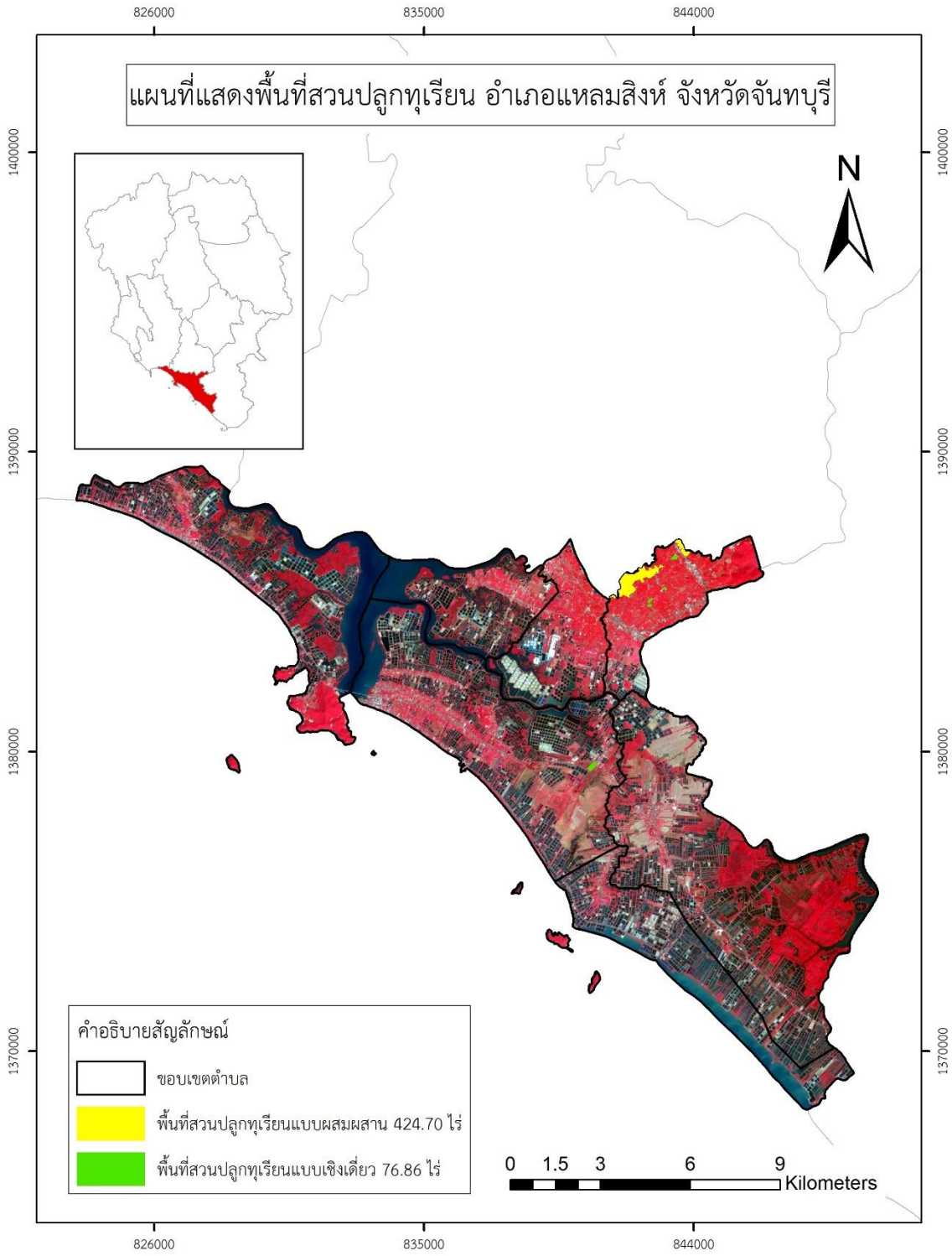
ดังภาพที่ 4-17 พื้นที่สวนปลูกทุเรียน อำเภอเขาคิชฌกูฏ จังหวัดจันทบุรี มีพื้นที่สวนปลูกทุเรียนแบบเชิงเดี่ยว 18,046.73 ไร่ และสวนปลูกทุเรียนแบบผสม 15,644.42 ไร่

ได้รับทุนสนับสนุนทำวิจัยจากงบประมาณรายได้ (เงินอุดหนุนจากรัฐบาล) ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2560 (เพิ่มเติม)



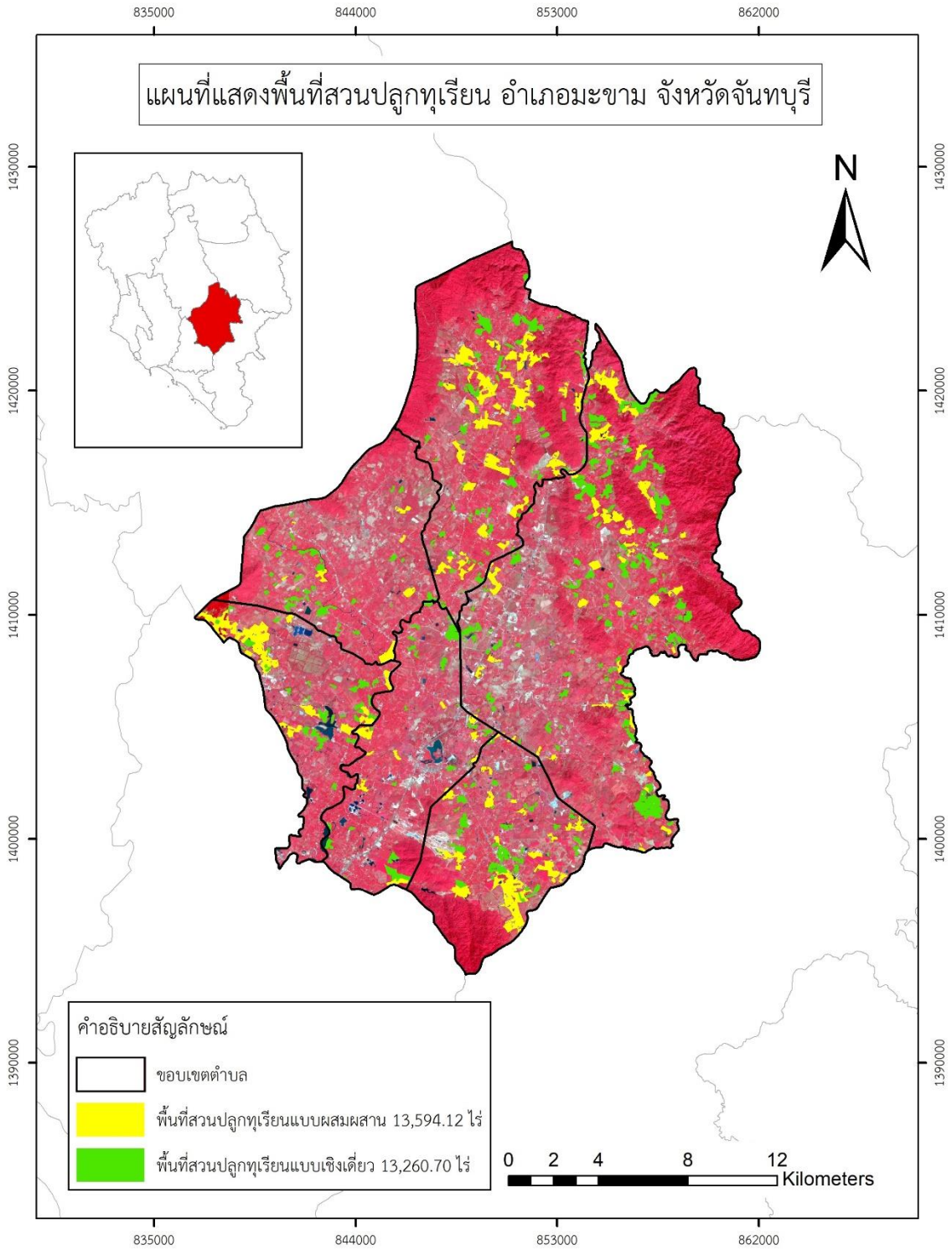
ภาพที่ 4-18 พื้นที่สวนปลูกทุเรียน อำเภอขลุง จังหวัดจันทบุรี มีพื้นที่สวนปลูกทุเรียนแบบเชิงเดี่ยว 17,282.69 ไร่ และสวนปลูกทุเรียนแบบผสม 9,441.04 ไร่

ได้รับทุนสนับสนุนทำวิจัยจากงบประมาณรายได้ (เงินอุดหนุนจากรัฐบาล) ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2560 (เพิ่มเติม)



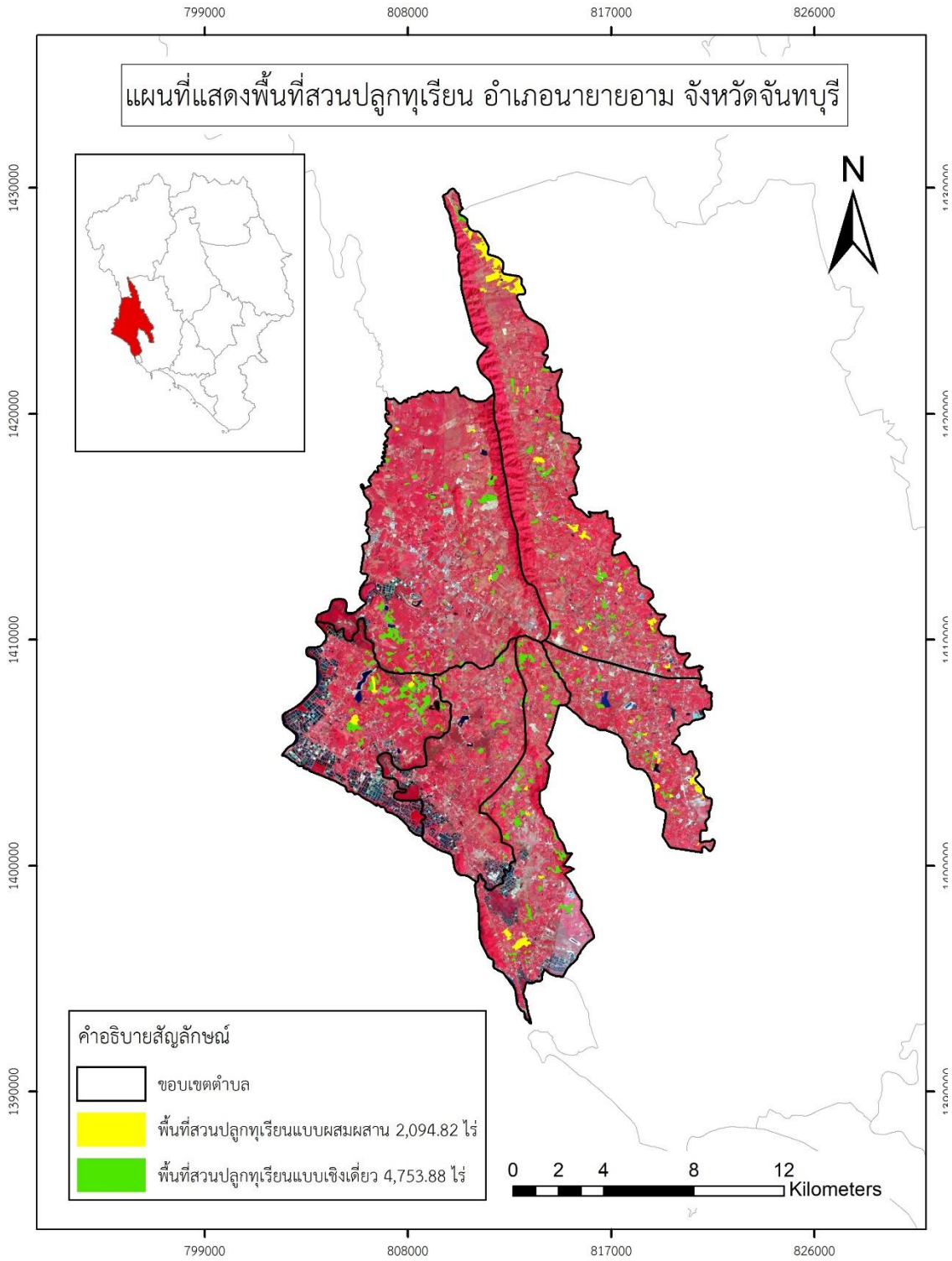
ภาพที่ 4-19 พื้นที่สวนปลูกทุเรียน อำเภอแหลมสิงห์ จังหวัดจันทบุรี มีพื้นที่สวนปลูกทุเรียนแบบเชิงเดี่ยว 76.87 ไร่ และสวนปลูกทุเรียนแบบผสม 424.7 ไร่

ได้รับทุนสนับสนุนทำวิจัยจากงบประมาณรายได้ (เงินอุดหนุนจากรัฐบาล) ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2560 (เพิ่มเติม)

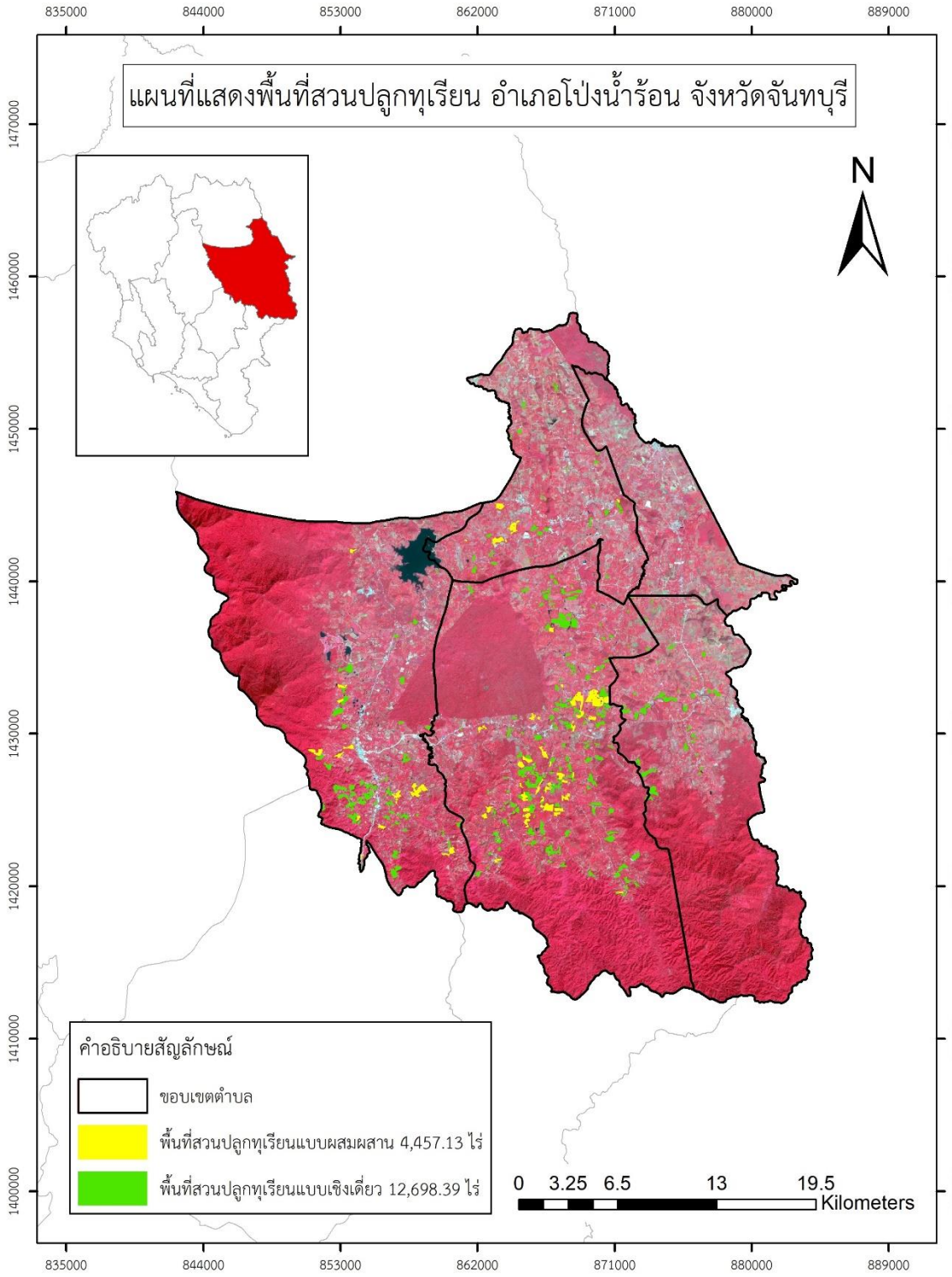


ภาพที่ 4-20 พื้นที่สวนปลูกทุเรียน อำเภอมะขาม จังหวัดจันทบุรี มีพื้นที่สวนปลูกทุเรียนแบบเชิงเดี่ยว 13,260.70 ไร่ และสวนปลูกทุเรียนแบบผสม 13,594.13 ไร่

ได้รับทุนสนับสนุนทำวิจัยจากงบประมาณรายได้ (เงินอุดหนุนจากรัฐบาล) ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2560 (เพิ่มเติม)

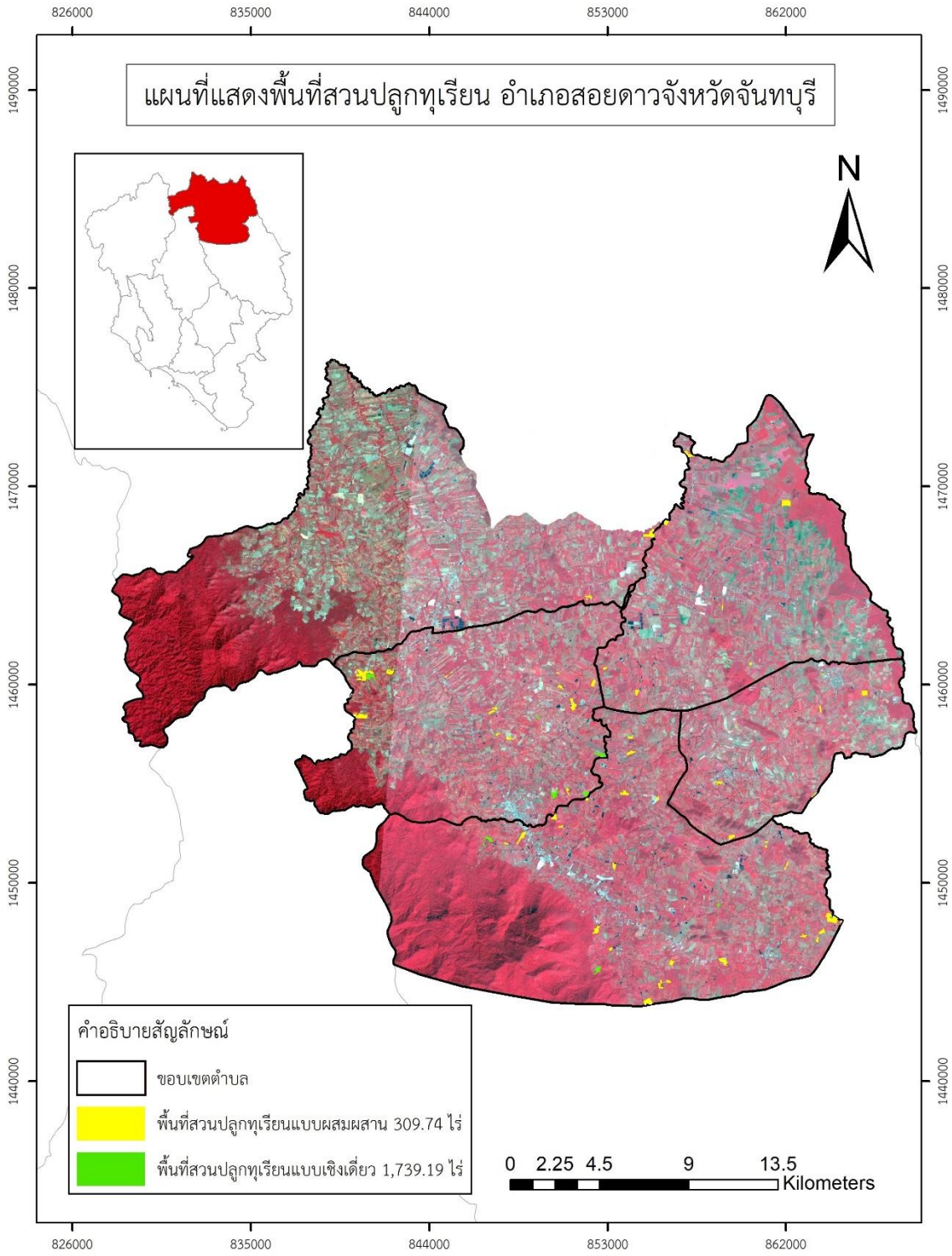


ภาพที่ 4-21 พื้นที่สวนปลูกทุเรียน อำเภอนายายอาม จังหวัดจันทบุรี มีพื้นที่สวนปลูกทุเรียนแบบเชิงเดี่ยว 4,753.88 ไร่ และสวนปลูกทุเรียนแบบผสม 2,094.82 ไร่



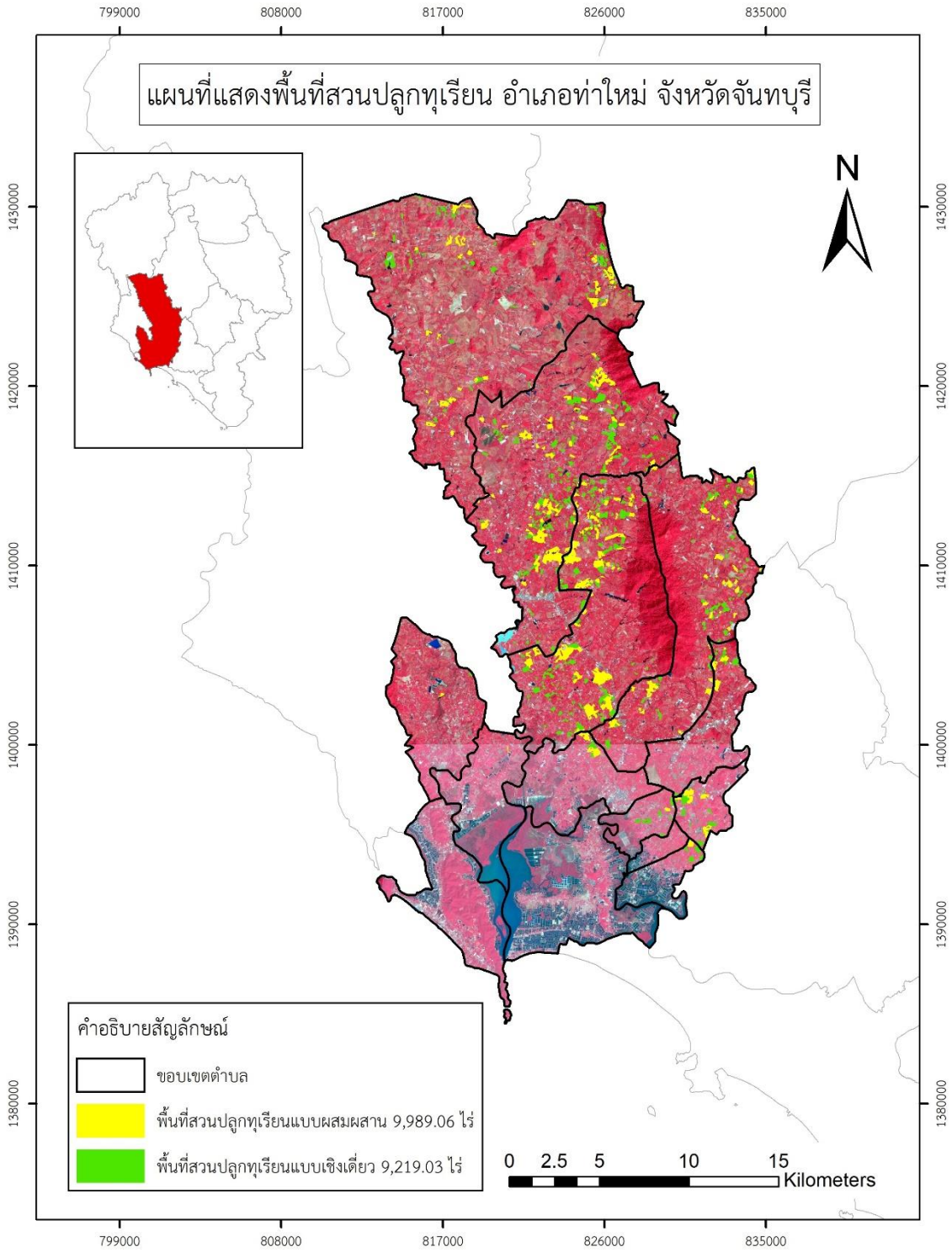
ภาพที่ 4-22 พื้นที่สวนปลูกทุเรียน อำเภอโป่งน้ำร้อน จังหวัดจันทบุรี มีพื้นที่สวนปลูกทุเรียนแบบเชิงเดี่ยว 12,698.4 ไร่ และสวนปลูกทุเรียนแบบผสม 4,457.13 ไร่

ได้รับทุนสนับสนุนทำวิจัยจากงบประมาณรายได้ (เงินอุดหนุนจากรัฐบาล) ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2560 (เพิ่มเติม)



ภาพที่ 4-23 พื้นที่สวนปลูกทุเรียน อำเภอสอยดาว จังหวัดจันทบุรี มีพื้นที่สวนปลูกทุเรียนแบบเชิงเดี่ยว 1,739.19 ไร่ และสวนปลูกทุเรียนแบบผสม 309.74 ไร่

ได้รับทุนสนับสนุนทำวิจัยจากงบประมาณรายได้ (เงินอุดหนุนจากรัฐบาล) ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2560 (เพิ่มเติม)



ภาพที่ 4-24 พื้นที่สวนปลูกทุเรียน อำเภอท่าใหม่ จังหวัดจันทบุรี มีพื้นที่สวนปลูกทุเรียนแบบเชิงเดี่ยว 9,219.035 ไร่ และสวนปลูกทุเรียนแบบผสมผสาน 9,989.06 ไร่

3. ผลการสำรวจข้อมูลภาคสนามในพื้นที่สวนทุเรียนนำร่อง

จากการสำรวจสวนทุเรียนตัวอย่างได้ค่าความสูงของต้นทุเรียน เส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ย (DBS) ในพื้นทีสวนทุเรียนนำร่องทั้ง 12 สวน (ผู้วิจัยได้ติดต่อสวนโถทองในอำเภอเมืองเพิ่มเติม) แต่ละสวนวางแปลงตัวอย่างขนาด 50 x 20 เมตร จำนวนสามแปลง รวมกันเป็นขนาดพื้นที่ 0.625 ไร่ โดยมีรายละเอียดของค่าเฉลี่ยความสูง เส้นผ่านศูนย์กลางและจำนวนต้นทุเรียนในแต่ละแปลงดังตารางที่ 4-4

โดยมีรายละเอียดของแต่ละพื้นที่ดังนี้

3.1 สวนทุเรียนทุเรียนตัวอย่างบริเวณศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรอยู่ที่ อำเภอมะขาม จังหวัดจันทบุรีพบเป็นสวนทุเรียนเชิงเดี่ยว พบต้นทุเรียน 44 ต้น เส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ย 13.29 เซนติเมตร ความสูงของต้นทุเรียนเฉลี่ย 5.66 เมตร

3.2 สวนทุเรียนอำเภอมะขาม จังหวัดจันทบุรี พบเป็นสวนทุเรียนเชิงเดี่ยว โดยพบต้นทุเรียน 29 ต้น เส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ย 19.66 เซนติเมตร ความสูงของต้นทุเรียนเฉลี่ย 19.66 เมตร

3.3 สวน KP Garden อยู่ที่ อำเภอมะขาม จังหวัดจันทบุรี พบเป็นสวนทุเรียนผสม โดยพบต้นทุเรียน 27 ต้น เงาะ 1 ต้น มังคุด 18 ต้น ลองกอง 5 ต้น ลำไย 1 ต้น โดยมีเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ยของทุเรียน 22.26 เซนติเมตร ความสูงของต้นทุเรียนเฉลี่ย 5.61 เมตร

3.4 บริเวณสวนทองใบ อำเภอขลุง จังหวัดจันทบุรี พบเป็นสวนทุเรียนผสม โดยพบต้นทุเรียน 38 ต้น ลองกอง 2 ต้น ยางพารา 8 ต้น แอปเปิ้ลแดง 1 ต้น มังคุด 1 ต้น โดยมีเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ยของทุเรียน 22.10 เซนติเมตร ความสูงของต้นทุเรียนเฉลี่ย 6.97 เมตร

3.5 สวนทองใบ 2 อำเภอขลุง จังหวัดจันทบุรี พบเป็นสวนทุเรียนเชิงเดี่ยว โดยพบต้นทุเรียน 53 ต้น ต้น เส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ย 21.08 เซนติเมตร ความสูงของต้นทุเรียนเฉลี่ย 8.04 เมตร

3.6 บริเวณสวนภูทิพย์ธารา อำเภอขลุง จังหวัดจันทบุรี พบเป็นสวนทุเรียนผสม โดยพบต้นทุเรียน 41 ต้น ลองกอง 1 ต้น โดยมีเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ยของทุเรียน 15.49 เซนติเมตร ความสูงของต้นทุเรียนเฉลี่ย 5.22 เมตร

3.7 สวนสมพงษ์ อยู่ที่ อำเภอโป่งน้ำร้อน จังหวัดจันทบุรี พบเป็นสวนทุเรียนเชิงเดี่ยว โดยพบต้นทุเรียน 41 ต้น ลองกอง 1 ต้น โดยมีเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ยของทุเรียน 25.96 เซนติเมตร ความสูงของต้นทุเรียนเฉลี่ย 8.09 เมตร

ตารางที่ 4-4 ค่าความสูงเฉลี่ยของต้นทุเรียน เส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ย (DBS) ของต้นทุเรียนในพื้นทีสวนทุเรียนนำร่องทั้ง 12 สวน แต่ละสวนวางแปลงตัวอย่างขนาด 50 x 20 เมตร

ชื่อสวนทุเรียน	ประเภทสวน	ชนิดของผลไม้	จำนวนต้นที่สำรวจ	ค่าเฉลี่ย DBS (cm)	ค่าเฉลี่ยความสูง (m)
1.สวนทุเรียนตัวอย่างบริเวณศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตร	เชิงเดี่ยว	ทุเรียน	44	13.29	5.66
2. สวนทุเรียนตัวอย่าง อ.มะขาม	เชิงเดี่ยว	ทุเรียน	29	19.66	4.45
3. สวน KP Garden	ผสม	ทุเรียน	27	22.26	5.61
		เงาะ	1	40.1	6
		มังคุด	18	11.52	3.64
		ลองกอง	5	23.32	3.54
		ลำไย	1	28	2.2
4. สวนทองใบ	ผสม	ทุเรียน	38	22.1	6.97
		ยางพารา	8	22.17	13.78
		ลองกอง	2	13.95	4
		มังคุด	1	22.8	3.9
		แอปเปิ้ลแดง	1	9.5	4
5. สวนทองใบ 2	เชิงเดี่ยว	ทุเรียน	53	21.08	8.04
6. สวนภูทิพย์ธารา	ผสม	ทุเรียน	41	15.49	5.22
		ลองกอง	1	20	7
7. สวนสมพงษ์	เดี่ยว	ทุเรียน	41	25.96	8.09
		ลองกอง	1	4.7	24
8. สวนผู้ช่วยผู้ใหญ่บ้าน	ผสม	ทุเรียน	72	22.87	7.61
		ลองกอง	7	14.96	10.77
		มังคุด	1	15.72	8.6
9. สวนผู้ใหญ่บ้าน	ผสม	ทุเรียน	49	28.38	6.59
		ลองกอง	12	12.6	4.42
10. สวนป้าสาว	เชิงเดี่ยว	ทุเรียน	11	23.16	6.1
11. สวนปัญจพร	เชิงเดี่ยว	ทุเรียน	55	11.33	2.87
		มังคุด	3	17.9	5.9
12. สวนโถทอง	ผสม	ทุเรียน	35	16.74	7.11
		มังคุด	20	21.96	8.74
		ลองกอง	7	15.84	7.24

ได้รับทุนสนับสนุนทำวิจัยจากงบประมาณรายได้ (เงินอุดหนุนจากรัฐบาล) ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2560 (เพิ่มเติม)

3.8 สวนผู้ช่วยผู้ใหญ่บ้านหมู่ที่ 7 อำเภอโป่งน้ำร้อน จังหวัดจันทบุรี พบเป็นสวนทุเรียนผสม โดยพบต้นทุเรียน 72 ต้น ลองกอง 7 ต้น มังคุด 1 ต้น โดยมีเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ยของทุเรียน 22.87 เซนติเมตร ความสูงของต้นทุเรียนเฉลี่ย 7.61 เมตร

3.9 สวนผู้ใหญ่บ้านหมู่ที่ 7 อำเภอโป่งน้ำร้อน จังหวัดจันทบุรี พบเป็นสวนทุเรียนผสมโดยพบต้นทุเรียน 49 ต้น ลองกอง 12 ต้น โดยมีเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ยของทุเรียน 28.38 เซนติเมตร ความสูงของต้นทุเรียนเฉลี่ย 6.59 เมตร

3.10 สวนป้าสาว อำเภอเมือง จังหวัดจันทบุรี พบเป็นสวนทุเรียนเชิงเดี่ยว โดยพบต้นทุเรียน 11 ต้น ต้น โดยมีเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ยของทุเรียน 23.16 เซนติเมตร ความสูงของต้นทุเรียนเฉลี่ย 6.10 เมตร

3.11 สวนปัญจพร อำเภอเมือง จังหวัดจันทบุรี พบเป็นสวนทุเรียนเดี่ยว โดยพบต้นทุเรียน 55 ต้น มังคุด 3 ต้น โดยมีเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ยของทุเรียน 11.33 เซนติเมตร ความสูงของต้นทุเรียนเฉลี่ย 2.87 เมตร

3.12 สวนโถทอง อำเภอเมือง จังหวัดจันทบุรี พบเป็นสวนเชิงผสม โดยพบต้นทุเรียน 35 ต้น มังคุด 20 ต้น ลองกอง 7 ต้น โดยมีเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ยของทุเรียน 16.74 เซนติเมตร ความสูงของต้นทุเรียนเฉลี่ย 7.11 เมตร

4. ผลการประเมินศักยภาพการบริการของระบบนิเวศสวนทุเรียนในพื้นที่จังหวัดจันทบุรี

การบริการของระบบนิเวศสามารถจำแนกออกเป็น 4 ประเภทดังต่อไปนี้ รวบรวมข้อมูลทั้งหมด จากนั้นดำเนินการประเมินมูลค่าในมิติต่าง ๆ ในอัตรามูลค่า (บาท) ต่อหน่วยพื้นที่ (ไร่) ต่อระยะเวลา (ปี) โดยมีรายละเอียดคือ

4.1 ด้านที่ 1 ประโยชน์โดยตรง (Provisioning services)

ประโยชน์โดยตรงที่ได้จากการผลทุเรียนและขายไม้ทุเรียนซึ่งสำรวจและรวบรวมข้อมูลของราคาทุเรียนโดยอ้างอิงจาก สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2560) และข้อมูลของราคาไม้ต้นทุเรียนจากห้างหุ้นส่วนจำกัดจียูเนี่ยน รวมถึงข้อมูลที่ทำการสอบถามจากเกษตรกรในพื้นที่จังหวัดจันทบุรี จากนั้นนำมารวบรวมเพื่อใช้ในการประเมินมูลค่า (บาท) ต่อ จำนวนพื้นที่ 1 ไร่ สำหรับไม้ผลแต่ละประเภท โดยมีรายละเอียดดังตารางที่ 4-5

ตารางที่ 4-5 ประโยชน์โดยตรง (Provisioning services) จากการประเมินราคาไม้ผลและราคาไม้ต้นทุเรียน

ประเภท	แหล่งข้อมูลอ้างอิง	ปริมาณ/หน่วย	มูลค่าต่อไร่ (บาท)	หมายเหตุ
ผล	ราคาทุเรียนพันธุ์หมอนทองคละรายปี (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2560)	71.81 บาท/กก.	63,910.9 บาท	ระยะห่างต้น 5 เมตร 1 ไร่ = 1,600 ตร.ม ดังนั้น 1 ไร่มีต้นทุเรียนประมาณ 64 ต้น
	ผลผลิตทุเรียนต่อไร่ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2559)	890 กก./ไร่		
	ราคามังคุดรายปี (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2560)	40.10 บาท/กก.	17,964.8 บาท	
	ผลผลิตมังคุดต่อไร่ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2559)	448 กก./ไร่		
	ราคาลองกองรายปี (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2560)	39.75 กก./ไร่	15,105 บาท	
	ผลผลิตลองกองต่อไร่ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2559)	380 กก./ไร่		
	ราคาเงาะรายปี (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2560)	25.39 บาท/กก.	20,108.9 บาท	
	ผลผลิตเงาะต่อไร่ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2559)	792 กก./ไร่		
	ราคาลำไยรายปี (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2560)	22.35 บาท/กก.	8,493 บาท	
	ผลผลิตลำไยต่อไร่ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2559)	380 กก./ไร่		
ไม้	ราคาไม้ต้นทุเรียน	2,200 บาท/ตัน	13,145.09 บาท/ไร่	อ้างอิงห้างหุ้นส่วนจำกัดจียูเนี่ยน ทุเรียนมีน้ำหนัก 93.36 กิโลกรัม

4.2 ด้านที่ 2 ประโยชน์ที่ได้จากการทำหน้าที่ของระบบนิเวศ (Regulating service)

จากค่าความสูงของต้น เส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ยของต้นทุเรียนจากสวนตัวอย่าง อ้างอิงข้อมูลจากตารางที่ 4-4 นำมาเข้าสมการแอลโลเมตรี (Allometric Equation) เพื่อหาค่ามวลชีวภาพ (Biomass) และค่าการกักเก็บคาร์บอน โดยทั่วไปจะมีค่าประมาณ 50% ของค่ามวลชีวภาพ ตามสมการที่ 3-12 และ 3-13 ที่อ้างอิงในส่วนของวิธีการศึกษา

ดังนั้นค่าชีวมวล (Biomass) และค่าการกักเก็บคาร์บอนต่อต้น ของต้นไม้ชนิดต่าง ๆ จากสวนตัวอย่างได้จากสมการแอลโลเมตรี (Allometric Equation) ตามสมการที่ 3-12 และการกักเก็บคาร์บอนตามสมการที่ 3-13 มีรายละเอียดตามตารางที่ 4-6

ตารางที่ 4-6 ค่าชีวมวล (Biomass) (กิโลกรัม) และค่าการกักเก็บคาร์บอนต่อต้นของต้นไม้ชนิดต่าง ๆ

ประเภทไม้ผล	Tree biomass (kg)	Carbon Stock
ทุเรียน	373.42	186.71
ลองกอง	207.49	103.75
มังคุด	296.15	148.07
เงาะ	1473.05	736.53
ลำไย	718.20	359.10

หมายเหตุ: คาร์บอนกักเก็บ (Carbon Stock) = มวลชีวภาพ (Tree biomass) × 0.5

สำหรับสวนทุเรียนเชิงผสมจะประมาณการจากชนิดของไม้ผลที่มีอยู่โดยส่วนใหญ่ของสวน

โดยมีข้อมูลอ้างอิงจากราคาตลาดคาร์บอนภาคสมัครใจขององค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) ค่าการกักเก็บคาร์บอน และมูลค่าคาร์บอนภาคสมัครใจจาก Unlocking Potential State of the Voluntary Carbon Markets 2017 มีราคาประมาณ 163.35 บาท/ตัน โดยอ้างอิงจากค่าเงินบาท ณ วันที่ 12 มกราคม พ.ศ. 2561 ดังนั้นราคาคาร์บอนต่อไร่ ของต้นไม้ชนิดต่าง ๆ จากสวนตัวอย่างที่มีระยะห่างระหว่างต้นประมาณ 5 เมตร ดังนั้น 1 ไร่ จะมีต้นไม้ประมาณ 64 ต้น สำหรับสวนทุเรียนเชิงผสมจะคิดสัดส่วนตามชนิดของไม้ผลโดยส่วนใหญ่ที่ได้จากการสำรวจ และอ้างอิงสัดส่วนของสวนผสมตามวิธีการศึกษา (บทที่ 3 ข้อ 2.1.1) มีค่าสัดส่วนและมูลค่าของคาร์บอนเครดิตต่อไร่ดังตารางที่ 4-7

ตารางที่ 4-7 ค่าการกักเก็บคาร์บอน และมูลค่าคาร์บอนภาคสมัครใจ และผลรวมมูลค่าของ คาร์บอนเครดิต (บาทต่อไร่)

ประเภทสวน	ประเภทไม้ผล	Carbon Stock (ตัน/ไร่)	สัดส่วนของไม้ต่อไร่ (%)	มูลค่าของคาร์บอนเครดิต (บาท/ไร่)	รวม (บาท/ไร่)
เชิงเดี่ยว	ทุเรียน	11.95	100	124,925.58	124,925.58
เชิงผสม	ทุเรียน	11.95	32.45	40,543.54	187,324.51
	ลองกอง	6.64	5.09	3,532.68	
	มังคุด	9.48	20.80	20,604.89	
	เงาะ	47.14	8.93	44,005.58	
	ลำไย	22.98	32.73	78,637.82	

4.3 ด้านที่ 3 ประโยชน์ทางวัฒนธรรม (Cultural services)

ประโยชน์ทางวัฒนธรรมที่ได้สวนทุเรียนคือประโยชน์ในเชิงท่องเที่ยวสวนทุเรียนที่มีอยู่ในจังหวัดจันทบุรี อ้างอิงข้อมูลจากสำนักงานเกษตรจังหวัดจันทบุรี นำมาประมาณมูลค่าที่เกิดขึ้นจากการท่องเที่ยว มีรายละเอียดดังตารางที่ 4-8

ตารางที่ 4-8 ประโยชน์ทางวัฒนธรรม (Cultural services)

ประเภท	ข้อมูล	ค่าใช้จ่ายต่อคน	จำนวนนักท่องเที่ยว	หมายเหตุ
ท่องเที่ยว	เที่ยวชม และกินผลไม้	300 บาท	1,086 คน/ไร่	สำนักงานเกษตรจังหวัดจันทบุรี

4.4 ด้านที่ 4 ประโยชน์ที่เป็นตัวสนับสนุนก่อให้เกิดสามส่วนข้างต้น (Supporting services)

จากข้อมูลการสำรวจและสอบถามเกษตรกรในพื้นที่พบว่า สิ่งมีชีวิตที่มีส่วนช่วยสนับสนุนให้เกิดระบบนิเวศน์สวนทุเรียนได้แก่ ค้างคาว ผู้เชี่ยวชาญด้านค้างคาว ดร. สาระ บำรุงศรี กล่าวว่า ค้างคาวเป็นผู้ผสมเกสรที่มีอยู่ตามธรรมชาติที่ช่วยทำให้ทุเรียนติดผลได้มากที่สุดเมื่อเทียบกับผู้ผสมเกสรชนิดอื่น และสวนทุเรียนที่ทำการเกษตรแบบผสมผสานจะช่วยดึงดูดให้ค้างคาวเข้ามาใช้ประโยชน์ในสวนได้มากกว่าสวนที่ทำการเกษตรเชิงเดี่ยว เนื่องจากมีอาหารให้ค้างคาวกินตลอดทั้งปี ซึ่งจะช่วยให้ค้างคาวในกลุ่มนี้เข้ามาช่วยผสมเกสรและช่วยทำให้ทุเรียนติดผล ในจังหวัดจันทบุรีมีการพบค้างคาวอยู่ที่อุทยานแห่งชาติเขาชะเมา-เขาวง อำเภอแก่งหางแมว จังหวัดจันทบุรี นอกจากนี้สภาพสวนทุเรียนโดยทั่วไปจะปล่อยตามธรรมชาติ มีการจัดการน้อย (ศูนย์วิจัยพืชสวนจันทบุรี) ทำให้เกิดมีการพบสัตว์มีพิษต่าง ๆ โดยมีรายละเอียดดังตารางที่ 4-9

ตารางที่ 4-9 ประโยชน์ที่เป็นตัวสนับสนุนก่อให้เกิดสามส่วนข้างต้น (Supporting services)

ประเภท	ประเภทของสัตว์	ประเมินราคา	หมายเหตุ
แหล่งหาอาหาร	ค้างคาวกินน้ำหวานของดอกทุเรียน	5 บาท/ตัว	ดร. สาระ บำรุงศรี
แหล่งอาศัย	ตะขาบ	100 บาท/ตัว	
	งูจงอาง	3,000 บาท/ตัว	

การประมาณการมูลค่าระบบนิเวศน์สวนทุเรียนแบ่งออกเป็น สวนเชิงเดี่ยว และสวนเชิงผสมซึ่งจะประมาณการจากสัดส่วนของการปลูกไม้ผลชนิดต่าง ๆ ในพื้นที่ 1 ไร่ของจังหวัดจันทบุรี โดยคัดเลือก

จากชนิดของผลไม้โดยส่วนใหญ่ที่สำรวจพบในภาคสนามประกอบกับข้อมูลการประมาณการพื้นที่การเพาะปลูกผลไม้จากสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรปี 2560 ดังตารางที่ 4-10

ตารางที่ 4-10 ตารางแสดงสัดส่วนพื้นที่ของผลไม้ชนิดต่าง ๆ ต่อ 1 ไร่

ประเภทของผลไม้	ร้อยละ
ลำไย	32.73
ลองกอง	5.09
มังคุด	20.80
เงาะ	8.93
ทุเรียน	32.45
รวม	**100.00**

จากข้อมูลขั้นต้นประเมินมูลค่าในมิติต่าง ๆ ในอัตรา มูลค่า (บาท) ต่อพื้นที่ (ไร่) ต่อระยะเวลา (1ปี) ได้แก่ ผลผลิตที่ได้จากการขายผลไม้ต่าง ๆ, มูลค่าไม้, มูลการกักเก็บคาร์บอน, ประเมินมูลค่าสัตว์ต่าง ๆ ที่อยู่ในสวน, มูลค่าการท่องเที่ยวจากนักท่องเที่ยวที่เปิดให้เข้าชมสวน นำข้อมูลมาประมาณการมูลค่าการบริการของระบบนิเวศสวนทุเรียนของพื้นที่จังหวัดจันทบุรีในปี 2560 ทั้ง 4 ด้าน ได้แก่

ด้านที่ 1 ประโยชน์โดยตรง (Provisioning services) ได้แก่ มูลค่าการขายผลทุเรียนและการขายไม้ทุเรียน

ด้านที่ 2 ประโยชน์ที่ได้จากการทำหน้าที่ของระบบนิเวศ (Regulating service) ได้แก่ มูลค่าของคาร์บอนเครดิตต่อ 1 ไร่

ด้านที่ 3 ประโยชน์ทางวัฒนธรรม (Cultural services) ได้แก่ มูลค่าที่ได้จากการท่องเที่ยว

ด้านที่ 4 ประโยชน์ที่เป็นตัวสนับสนุนก่อให้เกิดสามส่วนข้างต้น (Supporting services) ได้แก่ มูลค่าที่ได้จากสัตว์ต่าง ๆ ที่อยู่ในสวนทุเรียน

นำข้อมูลทั้ง 4 ด้านนำมาสรุปตามความแตกต่างกันตามประเภทระบบนิเวศของสวนทุเรียนแบบเชิงเดี่ยวและแบบผสมดังตารางที่ 4-11

ตารางที่ 4-11 การประมาณมูลค่าการบริการของระบบนิเวศสวนทุเรียนทั้ง 4 ด้าน ในพื้นที่จังหวัดจันทบุรี ปี 2560

ประเภท	ประเภทการบริการของระบบนิเวศ	รายการ	มูลค่าที่ได้ต่อพื้นที่ 1 ไร่ (บาท)	รวม (บาท/ไร่)
สวนเชิงเดี่ยว	ด้านที่ 1	1 .ประเมินมูลค่าผลผลิตของทุเรียน	63,910.90	77,055.99
		2. ประเมินมูลค่าไม้	13,145.09	
	ด้านที่ 2	3. ประเมินมูลการกักเก็บคาร์บอนผลไม้ชนิดต่าง ๆ (50% จากน้ำหนักแห้ง IPCC)	124,925.58	
	ด้านที่ 4	4. ประเมินมูลค่าสัตว์ต่าง ๆ ภายในสวน	9,315	
สวนเชิงผสม	ด้านที่ 1	1. ประเมินมูลค่าผลผลิตทุเรียน	29,822.09	368,767.18
		2. ประเมินมูลค่าไม้	13,145.09	
	ด้านที่ 3	4. ประเมินมูลค่าการท่องเที่ยว	325,800.00	
	ด้านที่ 2	3. ประเมินมูลการกักเก็บคาร์บอนผลไม้ชนิดต่าง ๆ (50% จากน้ำหนักแห้ง IPCC)	187,324.51	
	ด้านที่ 4	5. ประเมินมูลค่าสัตว์ต่าง ๆ ภายในสวน	9,315	

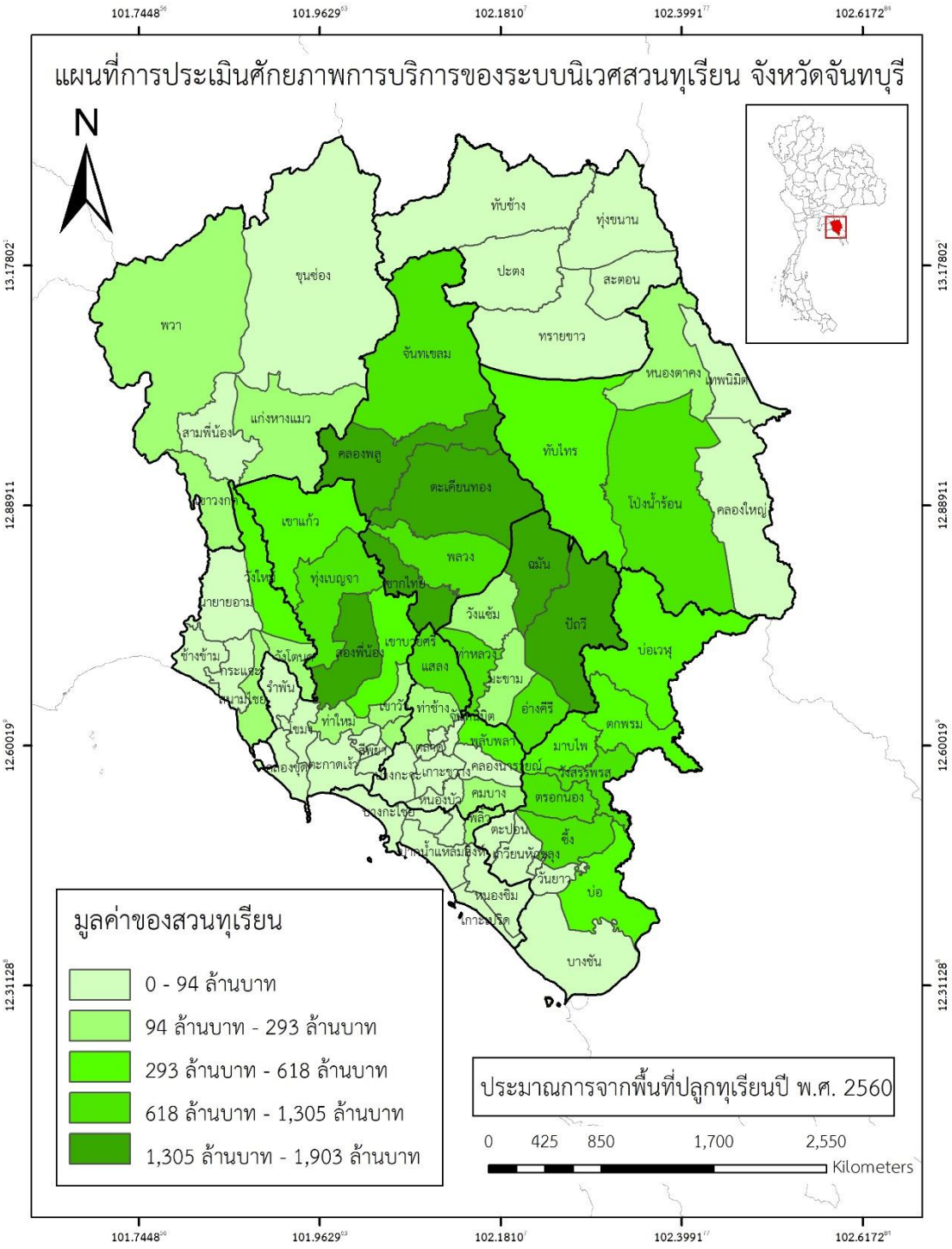
การประเมินมูลค่าบริการของระบบนิเวศ (Ecosystem Service) ของทุเรียนทางคณะผู้วิจัยฯ ได้ดำเนินการวิเคราะห์มูลค่าเฉพาะด้านที่มีกิจกรรมซื้อ-ขายในปัจจุบัน ได้แก่ ประเมินมูลค่าผลผลิตทุเรียนหรือผลสด ประเมินมูลค่าไม้และประเมินมูลค่าการท่องเที่ยว (เฉพาะสวนผสม) โดยไม่รวมมูลค่าที่ได้จากคาร์บอนเครดิตและมูลค่าสัตว์ต่าง ๆ ภายในสวน

ผลการวิเคราะห์พบว่าแบบเชิงเดี่ยวมูลค่านิเวศบริการรวมทั้งหมดที่ได้ต่อพื้นที่ 1 ไร่ ประมาณ 77,055.99 บาท ในขณะที่สวนแบบผสมมูลค่านิเวศบริการรวมทั้งหมดที่ได้ต่อพื้นที่ 1 ไร่ ประมาณ

368,717.18 บาท ซึ่งแสดงให้เห็นถึงพื้นที่สวนทุเรียนแบบผสมมีมูลค่ามากกว่าถึง 4.8 เท่า เมื่อเปรียบเทียบกับสวนทุเรียนแบบเชิงเดี่ยว

จากการจำแนกพื้นที่สวนทุเรียนโดยใช้ภาพถ่ายจากดาวเทียม Sentinel-2 ด้วยเทคนิคสำรวจระยะไกล บริเวณพื้นที่จังหวัดจันทบุรี ในปี พ.ศ.2560 มีพื้นที่ปลูกทุเรียนโดยรวมทั้งหมด 145,640.95 ไร่ คิดเป็นมูลค่าการบริการของระบบนิเวศสวนทุเรียน ประมาณ 29,240 x 10^6 บาท เมื่อจำแนกพื้นที่สวนปลูกทุเรียนแบบเชิงเดี่ยวออกมา ประมาณ 83,875.02 ไร่ คิดเป็นมูลค่าทั้งหมดประมาณ 6,463 x 10^6 บาท และสวนปลูกทุเรียนแบบผสมผสาน ประมาณ 61,765.93 ไร่ คิดเป็นมูลค่าประมาณ 22,777 x 10^6 บาท โดยพบว่า อำเภอเขาคิชกูฏมีมูลค่าการบริการของระบบนิเวศสวนทุเรียนสูงสุด ประมาณ 7,160 x 10^6 บาท รองลงมาได้แก่ อำเภอมะขาม ประมาณ 6,035 x 10^6 บาท และอำเภอขลุง ประมาณ 4,813 x 10^6 ในขณะที่อำเภอแหลมสิงห์พบมูลค่าการบริการของระบบนิเวศต่ำสุด ประมาณ 163 x 10^6 บาท และสามารถจำแนกรายละเอียดเป็นรายอำเภอและรายตำบล ดังภาพที่ 4-25 รวมถึงสรุปข้อมูลพื้นสวนทุเรียนแบบเชิงเดี่ยวและเชิงผสมที่ได้จากการแปลข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม Sentinel-2 พร้อมมูลค่าการบริการของระบบนิเวศของสวนทุเรียนในจังหวัดจันทบุรีทั้งหมด ดังตารางที่ 4-12

สำหรับข้อมูลการประมาณมูลค่าการกักเก็บคาร์บอนของพื้นที่สวนทุเรียนในจังหวัดจันทบุรี อ้างอิงจากราคาตลาดภาคคาร์บอนสมัครใจ ขององค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) ในช่วงปี พ.ศ. 2560 สามารถจัดลำดับมูลค่าตามรายอำเภอดังแผนที่ 4-26 และการจัดลำดับมูลค่าของสัตว์ที่อาศัยในระบบนิเวศน์สวนทุเรียน จังหวัดจันทบุรี ในปี พ.ศ. 2560 ดังแผนที่ 4-27

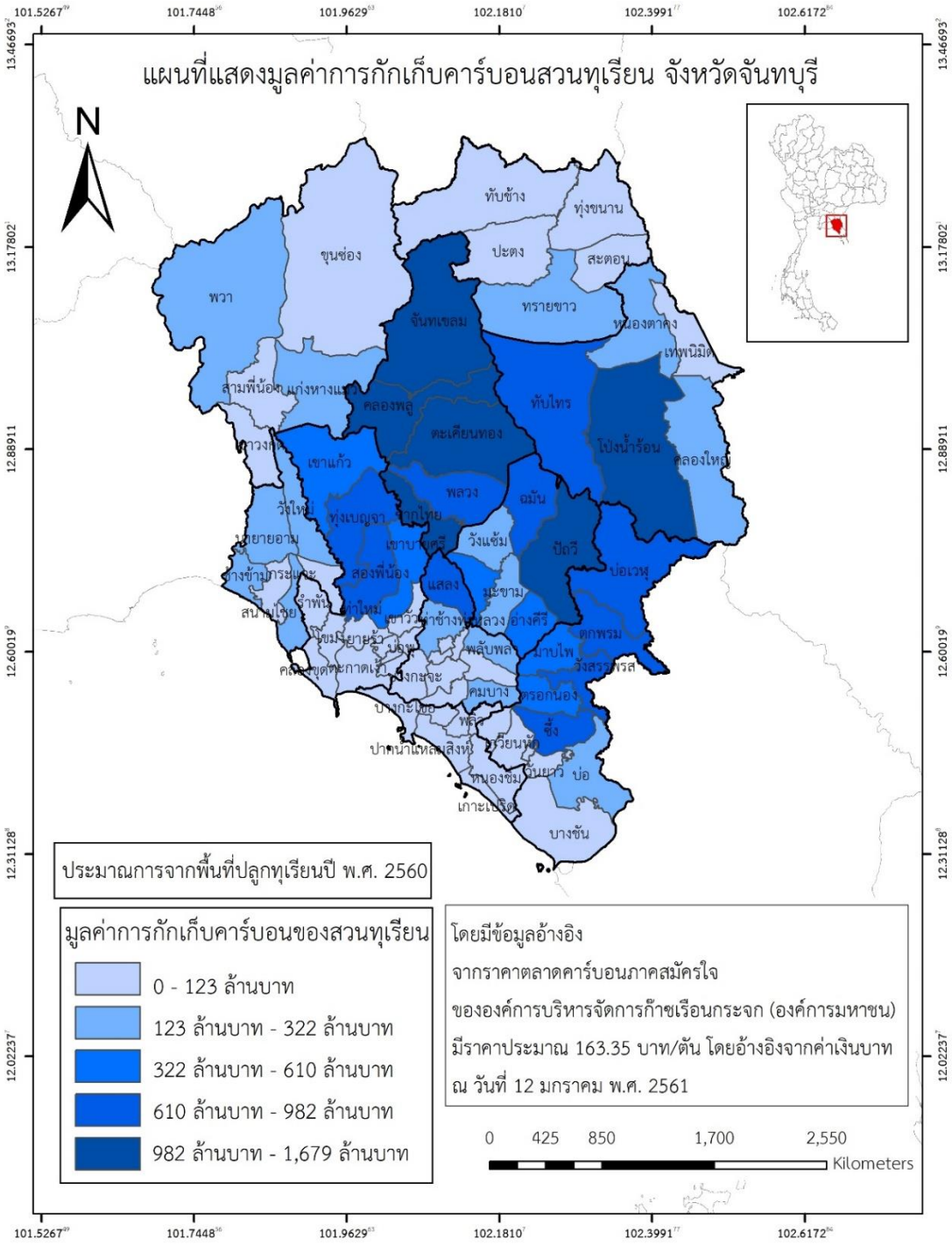


ภาพที่ 4-25 แผนที่ประเมินศักยภาพการบริการของระบบนิเวศสวนทุเรียนในพื้นที่จังหวัดจันทบุรี ปี 2560

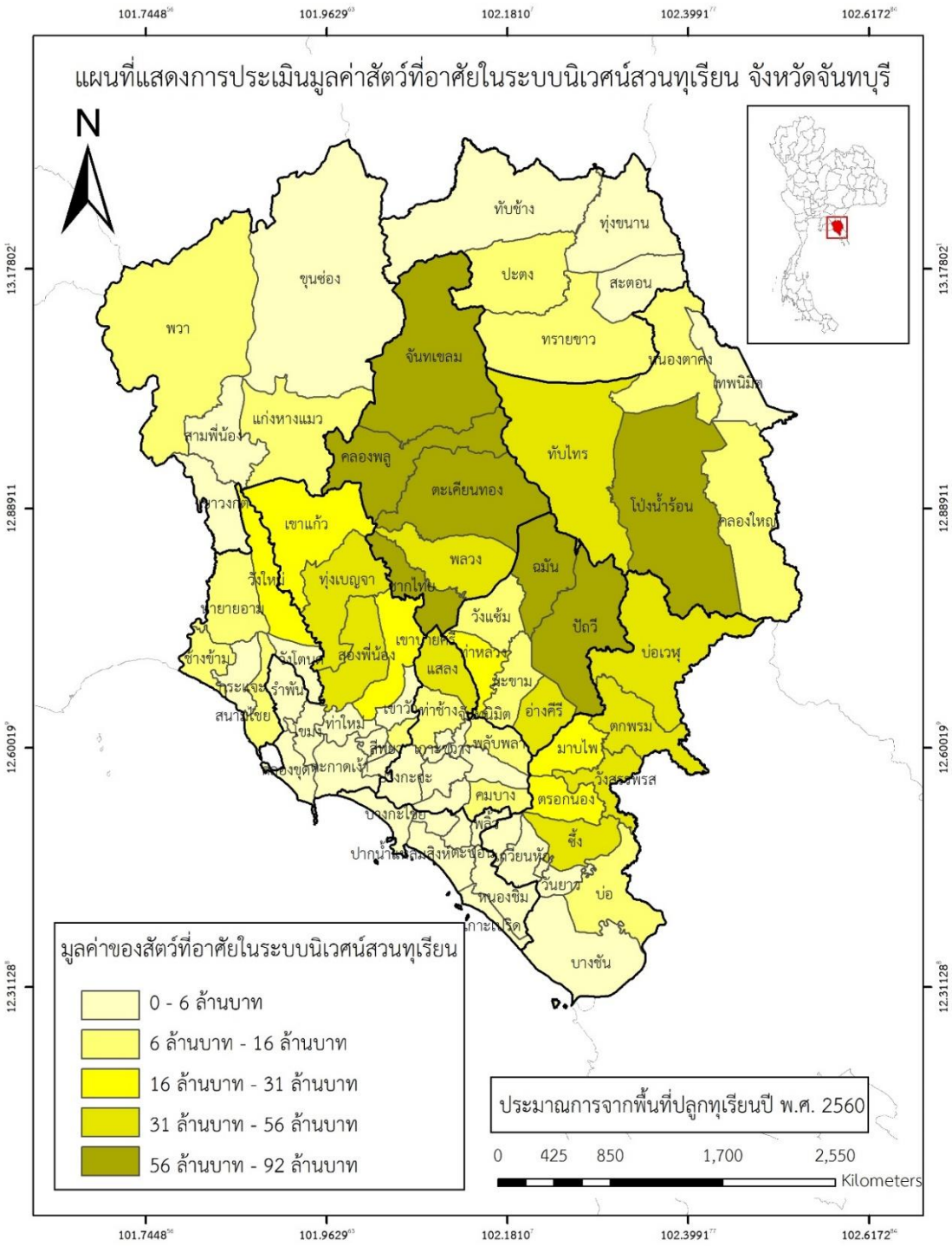
ตารางที่ 4-12 พื้นที่ประมาณการเพาะปลูกทุเรียนในจังหวัดจันทบุรีที่ได้จากการแปลภาพถ่ายดาวเทียม Sentinel-2 ปี 2560 และการประมาณมูลค่าระบบบริการนิเวศสวนทุเรียน (บาท)

พื้นที่ประมาณการเพาะปลูกทุเรียนในจังหวัดจันทบุรีที่ได้จากการแปลภาพถ่ายดาวเทียม Sentinel-2 ปี 2560			
อำเภอ	สวนทุเรียนเชิงเดี่ยว (ไร่)	สวนทุเรียนผสม (ไร่)	ประมาณมูลค่าการบริการระบบนิเวศของสวนทุเรียน (บาท)
1. แก่งหางแมว	2,841.65	1,199.90	661,447,743.05
2. ขลุง	17,282.69	9,441.05	3 4,813,265,673.75
3. เขาคิชฌกูฏ	18,046.73	15,644.42	1 7,159,737,641.80
4. ท่าใหม่	9,219.03	9,989.06	4,394,010,613.49
5. นายายอาม	4,753.88	2,094.82	1,138,811,369.61
6. โป่งน้ำร้อน	12,698.40	4,457.13	2,622,118,963.24
7. มะขาม	13,260.70	13,594.13	2 6,034,870,726.64
8. เมือง	3,955.87	4,610.96	2,005,191,883.51
9. สอยดาว	1,739.19	309.74	248,235,631.64
10. แหลมสิงห์	76.87	424.70	162,540,099.88
รวม	**83,875.02**	**61,765.93**	**29,240,230,346.61**

หมายเหตุ : การประมาณมูลค่าการบริการระบบนิเวศสวนทุเรียนในแต่ละอำเภอ อ้างอิงจากตารางที่ 4-11 (ไม่รวมมูลค่าที่ได้จากคาร์บอนเครดิตและมูลค่าสัตว์ต่าง ๆ ภายในสวนทุเรียน)



ภาพที่ 4-26 แผนที่ประเมินมูลค่าการกักเก็บคาร์บอนของแต่ละตำบลของจังหวัดจันทบุรีในปี 2560



ภาพที่ 4-27 แผนที่แสดงการประเมินมูลค่าของสัตว์ที่อาศัยในระบบนิเวศน์สวนทุเรียน จังหวัดจันทบุรี ปี 2560

บทที่ 5
สรุปผลและข้อเสนอแนะ

การประเมินมูลค่าการบริการของระบบนิเวศสวนทุเรียนในพื้นที่จังหวัดจันทบุรีโดยประยุกต์ข้อมูลดาวเทียมและภาพถ่ายทางอากาศจากหุ่นยนต์อากาศยานขนาดเล็กมีวัตถุประสงค์ คือ 1. เพื่อจัดทำข้อมูลภูมิสารสนเทศของสวนทุเรียนในพื้นที่จังหวัดจันทบุรีโดยบูรณาการข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศจากหุ่นยนต์อากาศยานขนาดเล็กและภาพถ่ายดาวเทียม และ 2. เพื่อประเมินศักยภาพการบริการของระบบนิเวศสวนทุเรียนในพื้นที่จังหวัดจันทบุรี โดยประยุกต์ภูมิสารสนเทศ สามารถสรุปผลการศึกษาเพื่อตอบตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยได้ออกเป็น 2 ส่วนหลัก มีรายละเอียดดังนี้

1. การจัดทำข้อมูลภูมิสารสนเทศของสวนทุเรียนในพื้นที่จังหวัดจันทบุรี โดยบูรณาการข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศจากหุ่นยนต์อากาศยานขนาดเล็กและภาพถ่ายดาวเทียม

การจัดทำข้อมูลภูมิสารสนเทศของสวนทุเรียนในพื้นที่จังหวัดจันทบุรี โดยบูรณาการข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศจากหุ่นยนต์อากาศยานขนาดเล็ก (sUAV) (รายละเอียด 7 ซม.) และภาพถ่ายดาวเทียม Sentinel 2 (รายละเอียด 10 เมตร) แบ่งประเภทของทุเรียนออกเป็น 2 แบบคือ 1. สวนทุเรียนเชิงเดี่ยวและ 2. สวนทุเรียนเชิงผสม คัดเลือกพื้นที่ตัวอย่างสวนทุเรียนนำร่องจำนวนทั้งสิ้น 11 สวน จากปริมาณความหนาแน่นของสวนทุเรียนโดยอ้างอิงจากแผนที่ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) ของสวนทุเรียนที่มีอยู่เดิมในจังหวัดจันทบุรีทั้งหมด ประกอบไปด้วย 4 อำเภอได้แก่ 1. อำเมือง 2. อำเภอมะขาม 3. อำเภอขลุง และ 4. อำเภอโป่งน้ำร้อน จากนั้นวางแผนการบินถ่ายภาพในพื้นที่นำร่องโดยอาศัยช่วงคลื่นตามองเห็น (RGB) พร้อมดำเนินการสำรวจภาคสนามควบคู่กันไป ผลลัพธ์จากการบินถ่ายภาพทางอากาศจากหุ่นยนต์อากาศยานขนาดเล็กได้ภาพออร์โธสีที่มีค่าพิกัดที่ถูกต้องและแสดงถึงจำนวนของต้นทุเรียนและไม้ผลต่าง ๆ ที่มีอยู่ในสวน จากนั้นดำเนินการเชื่อมข้อมูลระหว่างภาคสนาม ข้อมูลในพื้นที่สวนตัวอย่าง และภาพถ่ายดาวเทียม Sentinel 2 โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์

ข้อมูลจากผลการวิเคราะห์แปลภาพสวนทุเรียนด้วยภาพถ่ายจากดาวเทียม Sentinel 2 ด้วยวิธีการจำแนกเชิงวัตถุ (Object-based Classification) แบบ Rule base บริเวณ 10 อำเภอของพื้นที่

จังหวัดจันทบุรีโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ แบบ Rule base พบเงื่อนไขของค่า NDVI (NIR-RED / NIR+RED) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

- สวนทุเรียนแบบผสมผสาน [Mean NDVI > = 0.3186 and Mean NDVI < = 0.5896]
- สวนทุเรียนแบบเชิงเดี่ยว [Mean NDVI > = 0.5899 and Mean NDVI < = 0.6911]

จากการวิเคราะพบว่าค่า NDVI ที่ได้จากการทำ Band Ratio โดยอาศัยการสะท้อนจากช่วงคลื่น Near Infrared และช่วงคลื่นสีแดง ซึ่งทั้งสองช่วงคลื่นมีความสัมพันธ์กับค่าชีวมวลในพืชของสวนทุเรียน พบว่าค่า NDVI แบบสวนเชิงเดี่ยวจะมีค่าสูงกว่า เนื่องจากส่วนใหญ่มีต้นทุเรียนเต็มพื้นที่และไม่เกิดช่องว่างในแปลงปลูก แตกต่างกับสวนทุเรียนเชิงผสมที่มีทั้งการปลูกทุเรียนและการปลูกไม้ผลอื่น ๆ ร่วมด้วย จากผลการสำรวจข้อมูลภาคสนามประกอบกับการคำนวณพื้นที่เพาะปลูกในจังหวัดจันทบุรี (อ้างอิงข้อมูลจากสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2560) ได้สัดส่วนการปลูกไม้ผลในสวนทุเรียนแบบผสมประกอบไปด้วย ลำไย 32.7% ลองกอง 5.1% มังคุด 20.8% เงาะ 8.9% และ ทุเรียน 32.5% ซึ่งจากการวิเคราะห์ด้วยภาพถ่ายจากดาวเทียมพบว่า ไม้ผลอื่น ๆ มีความสัมพันธ์ของชีวมวลน้อยกว่าทุเรียนเพียงชนิดเดียว ปัจจัยที่ส่งผลให้ค่าชีวมวลแตกต่างกัน อาทิ ความหนาแน่นของเรือนยอด ความหนาแน่นของต้นไม้ ชนิดของพันธุ์ไม้ ที่วิเคราะห์ได้จากภาพถ่ายดาวเทียม

ผลการคำนวณพื้นที่ประมาณการสำหรับสวนที่ปลูกทุเรียนแบบเชิงเดี่ยว ในจังหวัดจันทบุรีมีพื้นที่จำนวนทั้งสิ้น 83,875.01 ไร่ และสวนปลูกทุเรียนเชิงผสม จำนวน 61,765.90 ไร่ โดยมีค่าความถูกต้องในภาพรวมเฉลี่ยจากการแปลแต่ละอำเภอ (Overall Accuracy Assessment Average) อยู่ที่ประมาณ 88.7% และค่า ความเชื่อมั่นดัชนีแคปปาร์ (Kappa Index) ในระดับสอดคล้องดี (Substantial Agreement : 77.4 %) จัด 3 ลำดับพื้นที่สำหรับการปลูกทุเรียนมากที่สุดตามรายอำเภอมีดังนี้ (อ้างอิงจากตาราง 4-12)

อำเภอที่มีพื้นที่ปลูกทุเรียนแบบเชิงเดี่ยวสูงสุด ได้แก่ อำเภอเขาคิชกูฏ อำเภอขลุง และอำเภอมะขาม ตามลำดับ

อำเภอที่มีพื้นที่ปลูกทุเรียนแบบเชิงผสมสูงสุด ได้แก่อำเภอเขาคิชกูฏ อำเภอขลุง และอำเภอมะขาม ตามลำดับ ซึ่งตัวเลขมีแนวโน้มสอดคล้องกับการปลูกแบบเชิงเดี่ยว และเป็น 3 อำเภอที่มีพื้นที่การปลูกทุเรียนรวมมากที่สุดเช่นกัน (อำเภอเขาคิชกูฏ 33,691 ไร่, อำเภอขลุง 26,855 ไร่ และอำเภอมะขาม 26,724 ไร่)

5.2. ประเมินศักยภาพการบริการของระบบนิเวศสวนทุเรียนในพื้นที่จังหวัดจันทบุรี โดยประยุกต์ภูมิสารสนเทศ

ข้อมูลจากการสำรวจภาคสนามประกอบไปด้วย การสำรวจมวลชีวภาพปริมาณผลผลิตของทุเรียนและไม้สวนผสม และการสำรวจทรัพยากรด้านสัตว์ป่าโดยการสำรวจทางอ้อม จำนวนทั้งสิ้น 12 สวนทุเรียนแต่ละสวนวางแปลงตัวอย่างขนาด 50 x 20 เมตร จำนวนสามแปลง เก็บข้อมูลรายละเอียดของค่าเฉลี่ยความสูงต้นไม้ เส้นผ่านศูนย์กลางต้น และจำนวนต้นทุเรียนในแต่ละแปลง จากนั้นอาศัยสมการอโลเมทรี (Allometric Equation) เพื่อช่วยคำนวณมูลค่าการกักเก็บคาร์บอน และ ข้อมูลการสำรวจมูลค่าการบริการของระบบนิเวศทุเรียน โดยใช้แบบสอบถาม (Questionnaire) ในการเก็บข้อมูล

ผลการประเมินการบริการของระบบนิเวศ ทั้ง 4 ด้าน พบว่า ด้านที่ให้มูลค่าสูงสุด ได้แก่ด้านที่ 3 ประโยชน์ทางวัฒนธรรม (Cultural services) ได้แก่ มูลค่าที่ได้จากการท่องเที่ยวสวนทุเรียนที่มีอยู่ในจังหวัดจันทบุรี คิดเป็นมูลค่าประมาณ 325,800.00 ต่อไร่ รองลงมาเป็น ประโยชน์ที่ได้จากการทำหน้าที่ของระบบนิเวศ (Regulating service) ได้แก่ มูลค่าของคาร์บอนเครดิตต่อ 1 ไร่ คิดเป็นมูลค่าประมาณ 187,324.51 บาท ในสวนเชิงผสม และ 124,925.58 บาท/ไร่ ในสวนเชิงเดี่ยว แต่เนื่องจากราคาตลาดคาร์บอนเครดิตมีความผันแปรตามแหล่งอ้างอิงและอื่น ๆ ซึ่งหนึ่งในนั้น ขึ้นอยู่กับกลไกการลดผลกระทบการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในแต่ละภูมิภาคที่ร่วมลงนามในสัตยาบัน (Paris Agreement 2018) การศึกษาวิจัยครั้งนี้ จึงใช้การอ้างอิงมูลค่าคาร์บอนภาคสมัครใจที่สอดคล้องกับประเทศไทย (Unlocking Potential State of the Voluntary Carbon Markets 2017) ที่อัตราประมาณ 163.35 บาท/ตัน ซึ่งเป็นมูลค่าที่ค่อนข้างสูง ลำดับที่ 3 เป็น ประโยชน์โดยตรง (Provisioning services) ที่ได้จากมูลค่าการการขายผลทุเรียน/ขายผลไม้อื่น ๆ และการขายไม้ คิดเป็นมูลค่าประมาณ 42,967 บาท/ไร่ ในสวนเชิงผสม และ 77,056 บาท/ไร่ ในสวนเชิงเดี่ยว สาเหตุที่สวนเชิงเดี่ยวมีมูลค่าต่อไร่มากกว่าเนื่องจากผลของทุเรียนมีราคาตลาดสูงกว่าผลไม้ชนิดอื่น ๆ อันดับสุดท้ายเป็นมูลค่าที่ได้จากประเมินมูลค่าสัตว์ต่าง ๆ ภายในสวน

ผลการวิเคราะห์พบว่าแบบสวนทุเรียนเชิงเดี่ยวมูลค่าการบริการของระบบนิเวศ รวมทั้งหมดที่ได้ต่อพื้นที่ 1 ไร่ ประมาณ 77,055.99 บาท ในขณะที่สวนแบบผสมมูลค่าการบริการของระบบนิเวศทั้งหมดที่ได้ต่อพื้นที่ 1 ไร่ ประมาณ 368,717.18 บาท ซึ่งแสดงให้เห็นถึงพื้นที่สวนทุเรียนแบบผสมมีมูลค่ามากกว่าถึง 4.8 เท่า เมื่อเปรียบเทียบกับสวนทุเรียนแบบเชิงเดี่ยว ปัจจัยที่ช่วยส่งเสริมมูลค่าคือการท่องเที่ยวที่เกิดขึ้นภายในสวนทุเรียน

จากการจำแนกพื้นที่สวนทุเรียนโดยใช้ภาพถ่ายจากดาวเทียม Sentinel 2 ด้วยเทคนิคสำรวจระยะไกล บริเวณพื้นที่จังหวัดจันทบุรี ในปี พ.ศ. 2560 มีพื้นที่ปลูกทุเรียนโดยรวมทั้งหมด 145,640.95 ไร่ คิดเป็นมูลค่าการบริการของระบบนิเวศสวนทุเรียน ประมาณ 29,240 x 10^6 บาท เมื่อจำแนกพื้นที่สวนปลูกทุเรียนแบบเชิงเดี่ยวออกมา ประมาณ 83,875.02 ไร่ คิดเป็นมูลค่าทั้งหมดประมาณ 6,463 x 10^6 บาท และสวนปลูกทุเรียนแบบผสมผสาน ประมาณ 61,765.93 ไร่ คิดเป็นมูลค่าประมาณ 22,777 x 10^6 บาท โดยพบว่า อำเภอเขาคิชกูฏมีมูลค่าการบริการของระบบนิเวศสวนทุเรียนสูงสุด ประมาณ 7,160 x 10^6 บาท รองลงมาได้แก่ อำเภอมะขาม ประมาณ 6,035 x 10^6 บาท และอำเภอขลุง ประมาณ 4,813 x 10^6 บาท ในขณะที่อำเภอแหลมสิงห์พบมูลค่าการบริการของระบบนิเวศน์ต่ำสุด ประมาณ 163 x 10^6 บาท

5.3 ข้อเสนอแนะ

1. ถึงแม้ว่าพื้นที่สวนทุเรียนแบบผสมผสานมีมูลค่ามากกว่าถึงประมาณ 5 เท่า เมื่อเปรียบเทียบกับสวนทุเรียนแบบเชิงเดี่ยว และผลการจำแนกพื้นที่สวนทุเรียนด้วยเทคนิคการสำรวจระยะไกลจะมีค่าความถูกต้องในการแปลผลเฉลี่ยสูงถึงร้อยละ 89 และมีความสอดคล้องกับข้อมูลภาคสนามในระดับดี (Kappa = 77%) แต่ก็พบข้อจำกัดทำให้จำเป็นต้องมีข้อมูลการตรวจสอบในภาคสนามเป็นอย่างมาก เนื่องจากภาพถ่ายจากดาวเทียมที่นำมาประวิเคราะห์มีรายละเอียดระดับปานกลาง (รายละเอียด 10 เมตร) ทำให้มีข้อจำกัดในการจำแนกรายละเอียดที่แม่นยำขึ้นในสวนทุเรียน อาทิ ขนาดต้นทุเรียน ชนิดพันธ์ อายุ ความหนาแน่น เป็นต้น ในการวิจัยครั้งต่อไปจะดำเนินการปรับปรุงโดยทดสอบข้อมูลจากภาพถ่ายทางอากาศรายละเอียดสูงจากหุ่นยนต์อากาศยานขนาดเล็กทั้งหมด หรือใช้ภาพถ่ายดาวเทียมรายละเอียดสูงที่มีรายละเอียดไม่ต่ำกว่า 50 เซนติเมตร เพื่อลดข้อจำกัดดังกล่าว

2. ผลลัพธ์ที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้ จะเป็นประโยชน์ในด้านการสนับสนุนระบบการตัดสินใจ (Decision Support System : DSS) ในภาคการพาณิชย์ การผลิตและห่วงโซ่อื่น ๆ ของรัฐบาล เพื่อให้เกิดสมดุลยภาพทั้งอุปสงค์ และอุปทาน การวางแผนการใช้ที่ดินอย่างมีประสิทธิภาพ ประโยชน์ต่อเกษตรกรโดยรวมและการยกระดับประเทศในฐานเกษตรกรรมแบบมูลค่าสูงของทุเรียนในจังหวัดจันทบุรี ที่นอกเหนือจากการขายผลสดของทุเรียนเพียงอย่างเดียว ก็ควรมีการประเมินการบริการระบบนิเวศ (Ecosystem Service) เพื่อส่งเสริมธุรกิจห่วงโซ่ อาทิ ด้านการท่องเที่ยวแบบสร้างสรรค์ เป็นต้น

บรรณานุกรม

กันย์ จานงค์ภักดี, ณัฐวุฒิ อุดมศิริพงษ์. (2559). มูลค่าการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพเหนือพื้นดินป่าเต็งรังอุทยานแห่งชาติแม่ปิง จังหวัดเชียงใหม่ จังหวัดลาพูน และจังหวัดตาก. ศูนย์ศึกษาและวิจัยอุทยานแห่งชาติทางบก จังหวัดเชียงใหม่ ส่วนศึกษาและวิจัยอุทยานแห่งชาติ สำนักอุทยานแห่งชาติ กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช.

กรมวิชาการเกษตร. (2559). สถานการณ์การตลาดและต้นทุนการผลิตทุเรียน. เข้าถึงได้จาก http://ag-ebook.lib.ku.ac.th/เอกสารวิชาการทุเรียน

จตุพร เทียรมา. (2557). เรียนรู้หลักคิด และประเด็นวิชาการ เรื่อง “บริการของระบบนิเวศ” (Ecosystem Service) วันจันทร์ที่ 27 ตุลาคม 2557 ณ ศูนย์การเรียนรู้วิถีนิเวศน์ชุมชนบ้านกุดร่อง ต.ท่าขอนยาง อ.กันทรวิชัย จ.มหาสารคาม คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

จำลอง แปลกสระน้อย. (2549). การประยุกต์การรับรู้จากระยะไกลและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าดิบแล้งและป่าเต็งรัง บริเวณสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อม. 141 หน้า.

ชวพิชญ์ ไวทยการ และสมศักดิ์ สุทรนวภัทร. (ม.ป.ป.). รายงานเรื่องการดำเนินการนำร่องการจ่ายค่าตอบแทนบริการระบบนิเวศ (Payment for Ecosystem Services) โครงการลดก๊าซเรือนกระจกในป่าเอเชีย (USAID LEAF) ประเทศไทย พื้นที่สงวนชีวมณฑลแม่สา – คอกม้า จังหวัดเชียงใหม่ ข้อมูลเพิ่มเติม www.leafasia.org หรือ www.facebook.com/LeafAsia หรือ www.twitter.com/USAID_LEAF

เชาวลิต ศิลปทอง. (2540). โครงการประยุกต์ภาพถ่ายทางอากาศระบบเรดาร์ ในประเทศไทย. จุลสารดาวเทียม, ฉบับที่ 62(ต.ค. 2540), 19-20

ประสิทธิ์ วังภคพัฒนวงศ์. (2557). บริการต่างๆของระบบนิเวศป่าและระบบนิเวศอื่นๆ สาระวิชา ข่าวสาร คณะวิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ปีที่ 20 ตุลาคม-ธันวาคม 2557 ภาควิชาชีววิทยา

ปัญจพร เลิศรัตน์, เบญจมาส รัตนชินกร, สุชาติ วิจิตรานนท์, ศรุต สุทธิอารมณ์, สมทรง ปวีณการ์, หิรัญ ประดิษฐ์, สุขวัฒน์ จันทรปรรณิก และเสริมสุข สลักเพ็ชร์. (2547). ทุเรียน: เอกสารวิชาการลำดับที่ 13/2547 กรุงเทพฯ: กรมวิชาการเกษตร, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

ปราโมทย์ อินสว่าง สุปราณี จงดีไพศาล ศิริธัญญ์ ไพโรจน์บริบูรณ์ และ ขวัญฤดี โชติชนาทวีวงศ์. (ม.ป.ป.) คุณค่าระบบนิเวศและบริการของระบบนิเวศสำหรับภาคธุรกิจ พิมพ์ครั้งที่ 1 องค์กรธุรกิจเพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน

ได้รับทุนสนับสนุนทำวิจัยจากงบประมาณรายได้ (เงินอุดหนุนจากรัฐบาล) ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2560 (เพิ่มเติม)

มนต์สรวง เรืองขนาบ, ระวี เจียรวิภา, อุดร เจริญแสง, Hong, L. L., Zhen, H. H. (2557). การประเมิน มวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอนในสวนส้มแมนดาริน (Citrus reticulata L.) อายุ 1, 5, 13, และ 25 ปี บริเวณมณฑลกวางสี ประเทศจีน. แก่นเกษตร, 42(2), 345-353.

ภัทรา ชัยเพียรเจริญกิจ. (2551). ศักยภาพด้านความละเอียดเชิงพื้นที่ของข้อมูลดาวเทียม THEOS ในการ จำแนกสิ่งปกคลุมดิน: กรณีศึกษาพื้นที่สวนลำไย วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต คณะสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ยอดชาย ช่วยเงิน (2544) การวิเคราะห์ความชุกชุม (Abundance) ความหลากหลายของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก และสัตว์เลื้อยคลานที่อุทยานแห่งชาติปางสีดา จ.สระแก้ว. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. สาขาวิชาชีววิทยาป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วันทนา บัวทรัพย์ และมนตรี วงศ์รักษ์พานิช. (2533). การปลูกทุเรียน. เอกสารประกอบคำแนะนำที่ 17. กรุงเทพฯ: กรมส่งเสริมการเกษตร, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

ระวี เจียรวิภา, สุรชาติ เพชรแก้ว, มนตรี แก้วตวง และวิทยา พรหมมี. (2555). การประเมินการเก็บกักคาร์บอนและรายได้จากการชดเชยคาร์บอนในสวนยางพารา. วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา. 17(2), 91-102.

วรรณนิภา บุญมา. (2558). ค้างคาว นักผสมเกสรที่ยิ่งใหญ่. เข้าถึงได้จาก http://baimai.org/stories/ bat-pollination/

ศูนย์วิจัยพืชสวนจังหวัดจันทบุรี. (2551). เทคโนโลยีการผลิตทุเรียนให้มีคุณภาพ. เอกสารวิชาการ. จันทบุรี: ศูนย์วิจัยพืชสวนจันทบุรี, กรมวิชาการเกษตร.

สาระ บำรุงศรี. (2545). บทบาทของค้างคาวเล็บกุด (Eonycteris spelaea Dobson) ในการผสมเกสรพืชเศรษฐกิจ (ทุเรียนบ้าน, สะตอ, และเหรียง) ในภาคใต้. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) เข้าถึงได้จาก https://elibrary.trf.or.th/project_content.asp?PJID=MRG4580044

สิริกุล บรรพพงศ์. (2557). การประยุกต์ใช้แนวทางเศรษฐศาสตร์ของระบบนิเวศและความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทย. เอกสารการประชุมเชิงวิชาการ สำนักนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

สิริพร กมลธรรม. (2547). ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เบื้องต้น. วารสารอุตุนิยมวิทยา. 3 ฉบับที่ 3 (ก.ค.-ก.ย.2546), 30-37.

สุระ พัฒนเกียรติ. (2534). หลักเบื้องต้นระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ. กรุงเทพฯ, 89 หน้า.

สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2559). แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่สิบสอง พ.ศ. 2560 - 2564, ราชกิจจานุเบกษา เล่ม 133 ตอนที่ 115 ก 30 ธันวาคม 2559.

สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน). (2552). ตำราเทคโนโลยีอวกาศและภูมิ สารสนเทศศาสตร์ = Space technology and geo-informatics. สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน). กรุงเทพฯ, 331 หน้า.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. (2557). ยุทธศาสตร์การพัฒนางานวิจัยทุเรียน พ.ศ. 2559-2563. เข้าถึงได้จาก http://www.oae.go.th/cai/main.php?filename=index

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. (2560). ข้อมูลการผลิตสินค้าการเกษตร พ.ศ. 2559-2563. เข้าถึงได้จาก http://www.oae.go.th/view1/ข้อมูลการผลิตสินค้าการเกษตร/TH-TH

อาดุลย์ จงรักษ์และกาญจน์ คุ้มทรัพย์. (2556). ความหลากชนิดของสัตว์เลื้อยคลานในสังคมป่าและฤดูกาลต่างกัน ในอ่างเก็บน้ำคลองลำกง อำเภอหนองไผ่ จังหวัดเพชรบูรณ์

องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน). (2560). ตลาดคาร์บอน เข้าถึงได้จาก http://carbonmarket.tgo.or.th/index.php#home Author Martinez-Yrizar et al. (1992). Default allometric equations for estimating above-ground biomass. Broad-leaved species, tropical dry regions (UNFCCC guideline.)

Baburao Kamble, Yann Chemin. (2015). Calculates different types of vegetation indices. Asian Institute of Technology, Thailand. Retrieved from http://manpages.ubuntu.com/manpages/xenial/man1/i.vi.1grass.html

Christophe Nioche, Fanny Orlhac, Irène Buvat. (2017). Grey Level Co-occurrence Matrix (GLCM). Retrieved from https://www.lifexsoft.org/index.php/resources/1 9 - texture/radiomic-features/66-radiomic-features-calculated-in-lifex

ได้รับทุนสนับสนุนทำวิจัยจากงบประมาณรายได้ (เงินอุดหนุนจากรัฐบาล) ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2560 (เพิ่มเติม)

ESA. (2017). Sentinel-2 Data. Retrieved from The Copernicus Open Access Hub https://scihub.copernicus.eu/

Harpinder S. Sandhu, Stephen D. Wratten, Ross Cullen, (2007). From poachers to gamekeepers: perceptions of farmers towards ecosystem services. International Journal of Agricultural Sustainability 5, 39–50.

Harpinder S. Sandhu, Stephen D. Wratten, Ross Cullen, Brad Case. (2008). The future of farming: The value of ecosystem services inconventional and organic arable land. An experimental approach. Ecological Economics. Volume 64 No. 4

Harpinder S. Sandhu, Stephen D. Wratten, Ross Cullen. (2010). The role of supporting ecosystem services in conventional and organic arable farmland. Ecological Complexity Volume 7, Issue 3, September 2010, Pages 302–310.

Kitsanai Charoenjit, Pongsan Mittranon, Anchana Prathep. (2014). Using Mini Drone for Seagrass High Resolution Mapping in Had Chao Mai, Southern Thailand. e-proceeding of International BioScience Conference 2014 and 5th Joint PSU-UNS International BioScience Conference 29-30 September 2014 - Phuket, Thailand.

Koedsin et al. (2016). An Integrated Field and Remote Sensing Method for Mapping Seagrass Species, Cover, and Biomass in Southern Thailand. Remote Sensing 8(4):292.

A Martinez-Yrizar et al. (1992). Above-ground phytomass of a tropical deciduous forest on the coast of Jalisco, México Journal of Tropical Ecology 8 (1), 87-96

NASA. (2019). Landsat Science. Retrieved from https://landsat.gsfc.nasa.gov/landsat-data-continuity-mission/

ได้รับทุนสนับสนุนทำวิจัยจากงบประมาณรายได้ (เงินอุดหนุนจากรัฐบาล) ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2560 (เพิ่มเติม)

Nebikera. S, Annena. A, Scherrerb. M, Oeschc. D. (2008). Light weight Multispectral Sensor for Micro UAV-Opportunities for Very High Resolution Airborn Remote Sensing - The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. Vol. XXXVII. Part B1. Beijing 2008.

Pablo. J., Zarco. Tejada., Neil. Hubbard., and Philippe. Loudjani1., (2014). Precision Agriculture : An Opportunity for EU Farmers-Potential Support with The CAP 2014 - 2020.Joint Research Centre (JRC) of the European Commission. Monitoring Agriculture ResourceS (MARS) Unit H04.

Sven Wunder. (2005). Payments for environmental services: Some nuts and bolts. CIFOR Occasional Paper No. 42. Center for International Forestry Research.

Susan Barati, Behzad Rayegani, Mehdi Saati, Alireza Sharifi and Masoud Nasri. (2011). Comparison the accuracies of different spectral indices for estimation of vegetation cover fraction in sparse vegetated areas. The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Sciences (2011) 14, 49–56

Xin Huang, Xiaobo Liu and Liangpei Zhang., (2014). Remote Sensing A Multichannel Gray Level Co-Occurrence Matrix for Multi/Hyperspectral Image Texture Representation 2014, VOL 6, p. 8424-8445.

ได้รับทุนสนับสนุนทำวิจัยจากงบประมาณรายได้ (เงินอุดหนุนจากรัฐบาล) ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2560 (เพิ่มเติม)

ภาคผนวก

การวางแปลง

การวางแปลงจะทำการวางพื้นที่ขนาด 50×20 เมตร

ภาพที่ 1 การวางแปลงจะทำการวางพื้นที่ขนาด 50×20 เมตร

การวัดเส้นผ่านศูนย์กลาง

การการวัดเส้นผ่านศูนย์กลางของต้นไม้จะทำการวัดระดับอก หรือ 1.2 เมตร

ภาพที่ 2 การการวัดเส้นผ่านศูนย์กลางของต้นไม้จะทำการวัดระดับอก หรือ 1.2 เมตร

ได้รับทุนสนับสนุนทำวิจัยจากงบประมาณรายได้ (เงินอุดหนุนจากรัฐบาล) ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2560 (เพิ่มเติม)

การระบุพิกัดตำแหน่งและการจดบันทึก

ภาพที่ 3 การระบุพิกัดตำแหน่งและการจจดบันทึก

แบบบันทึกข้อมูลแปลงศึกษาพรรณทุเรียน

ชื่อสวน.....ขนาดแปลงตัวอย่าง 50×20 เมตร แปลงที่.....

ชื่อผู้สำรวจ.....วันที่สำรวจ.....

เนื้อที่รวม.....ไร่ สภาพอากาศ.....พิกัดสวน.....

พิกัดมุม..... ลักษณะของสวน.....

No	Type	เส้นรอบวง (ซม.)	เส้นผ่านศูนย์กลาง (ซม.)	เรือนยอด	X	Y	Note
1							
2							
3							
4							
5							

ภาพที่ 4 แบบบันทึกข้อมูลแปลงศึกษาพรรณทุเรียน

ได้รับทุนสนับสนุนทำวิจัยจากงบประมาณรายได้ (เงินอุดหนุนจากรัฐบาล) ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2560 (เพิ่มเติม)

การบินถ่ายภาพทางอากาศ

การบินถ่ายภาพทางอากาศ โดยการวางแผนบินด้วยความสูงที่ 150 เมตร พร้อมทั้งกำหนดส่วนซ้อนระหว่างภาพ (overlap) 80% และส่วนซ้อนระหว่างแนวบิน (Side lap) 60 %

ภาพที่ 5 การบินถ่ายภาพทางอากาศ

ได้รับทุนสนับสนุนทำวิจัยจากงบประมาณรายได้ (เงินอุดหนุนจากรัฐบาล) ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2560 (เพิ่มเติม)