วารสารแก่นเกษตร THAIJO

Content List Available at ThaiJo

Khon Kaen Agriculture Journal

Journal Home Page : https://li01.tci-thaijo.org/index.php/agkasetkaj

การกำหนดเขตการใช้ที่ดินสำหรับไม้ผลเศรษฐกิจเพื่อสนับสนุนทางเลือกการใช้ที่ดินของเกษตรกรผู้ปลูกยางพาราในจังหวัดบึงกาฬและนครพนม

Economic fruit trees zoning for supporting land-use alternatives of rubber farmers in Bueng Kan and Nakhon Phanom

วาสนา พุฒกลาง[1,2]* และ อุราวรรณ จันทร์เกษ[1,2]

Wasana Putklang[1,2]* and Urawan Chanket[1,2]

[1] *ศูนย์ภูมิภาคเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น 40002*
[1] Regional *Centre for Geo-Informatics and Space Technology, Northeast Thailand, Khon Kaen University, Khon Kaen 40002*
[2] *วิทยาลัยการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น 40002*
[2] Department of computer science, Khon Kaen University, Khon Kaen 40002 *มหาวิทยาลัยขอนแก่น*

บทคัดย่อ: ข้อมูลเชิงพื้นที่ความเหมาะสมของที่ดินสำหรับไม้ผลเศรษฐกิจหลายชนิดเป็นข้อมูลสนับสนุนยุทธศาสตร์การปรับลดพื้นที่ปลูกยางพาราและวางแผนการใช้ที่ดินในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความเหมาะสมของที่ดินสำหรับปลูกไม้ผลเศรษฐกิจ 4 ชนิด ได้แก่ ไม้ผลเศรษฐกิจภาคตะวันออก (ทุเรียน, มังคุด, ลองกอง, เงาะ) ลิ้นจี่ ส้มเขียวหวาน และ มะพร้าวน้ำหอม ด้วยเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศศาสตร์ และกำหนดเขตทางเลือกแบบผสมผสานพื้นที่ศักยภาพสำหรับปลูกไม้ผลเศรษฐกิจทดแทนพื้นที่ปลูกยางพารา โดยคำนึงถึงสภาพเศรษฐกิจสังคมและสิ่งแวดล้อม พื้นที่ศึกษาครอบคลุมจังหวัดบึงกาฬและนครพนม ตั้งอยู่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบนของประเทศไทย เนื้อที่ประมาณ 9,800 ตารางกิโลเมตร การประเมินความเหมาะสมของที่ดินดำเนินการตามหลักการประเมินค่าที่ดินของ FAO เพื่อสร้างแบบจำลองผลคูณจากการบูรณาการคุณภาพที่ดินที่ไม้ผลเศรษฐกิจต้องการ ได้แก่ น้ำที่เป็นประโยชน์ คุณสมบัติของดิน และ สภาพภูมิประเทศ จากนั้นผสมผสานทางเลือกการใช้ที่ดินจากการบูรณาการข้อมูลพื้นที่เหมาะสมมากและปานกลาง สำหรับปลูกไม้ผลเศรษฐกิจแต่ละชนิด และกำหนดแผนทางเลือกสำหรับเกษตรกรผู้ปลูกยางพารา ผลการศึกษาสามารถสร้างข้อสนเทศเชิงพื้นที่ และแผนที่ความเหมาะสมของที่ดินสำหรับปลูกไม้ผลเศรษฐกิจทั้ง 4 ชนิด และกำหนดเขตการใช้ที่ดินสำหรับปลูกไม้ผลเศรษฐกิจออกเป็น 7 เขต จังหวัดบึงกาฬและนครพนม มีพื้นที่ปลูกยางพารา 2,427.34 ตารางกิโลเมตร แบ่งออกเป็น พื้นที่ปลูกยางพาราอายุ < 5 ปี, 5-20 ปี และ > 20 ปี คิดเป็นร้อยละ 2.72 21.16 และ 1.49 ของพื้นที่ศึกษา ข้อมูลเขตทางเลือกการใช้ที่ดินสำหรับปลูกไม้ผลเศรษฐกิจสามารถสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับเกษตรกรผู้ปลูกยางพาราใกล้ตัดโค่นที่มีอายุ > 20 ปี ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และพบว่าการผลิตไม้ผลเศรษฐกิจทั้ง 4 ชนิดในจังหวัดบึงกาฬและนครพนม มีความคุ้มทุนทางเศรษฐศาสตร์
คำสำคัญ: การวางแผนการใช้ที่ดิน; การประเมินความเหมาะสมของที่ดิน; ไม้ผลเศรษฐกิจ

ABSTRACT: The spatial data on land suitability for numerous types of economic fruit strongly encourages the strategies for reducing rubber plantation areas and land-use planning in northeastern Thailand. The objective of this study is to evaluate land suitability for economic fruit, namely the Eastern economic fruit trees (Durian, Mangosteen, Long Kong, Rambutan), Litchi, Tangerine, and Aromatic Coconut using geo-informatics technology and to define the alternatives of potential areas for economic fruits to replace the rubber plantation with respect to socio-economic and environmental concerns. The study area, comprising Bueng Kan and Nakhon Phanom provinces, is located in the upper northeastern part of Thailand and covers an area of about 9800 sq. km. Land suitability evaluation is based on the FAO guidelines to establish multiplication models obtained by integrating the land quality that each economic fruit tree requires. The land qualities for economic fruit trees are water availability, soil properties, and

* Corresponding author: putklang_w@kku.ac.th

Received: date; December 28, 2021 Accepted: date; May 9, 2022 Published: date; June 30, 2022

topography. Then combine land-use alternatives from the integration of high and moderate suitable areas for planting each type of economic fruit and formulate alternative plans for rubber farmers. The results showed a map of land suitability for four different types of economic fruit and land-use zoning for economic fruit into seven zones. Bueng Kan and Nakhon Phanom provinces have a total rubber plantation area of 2,427.34 sq. km. These figures represent 2.72, 21.16, and 1.49 percent of rubber planting areas aged < 5 years, 5-20 years, and > 20 years, respectively. Land use alternative for planting economic fruit trees is efficient for the farmer's decision-making process in their rubber plantation areas near a felling age of > 20 years, which found that production of all 4 types of economic fruit trees is economically feasible.
Keywords: land use planning; land suitability; economic fruit trees

บทนำ

ในช่วง 20 ปีที่ผ่านมา พื้นที่ปลูกยางพาราในภาคตะวันออกเฉียงเหนือขยายตัวเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว การเพิ่มขึ้นของพื้นที่ปลูกยางพาราในลุ่มน้ำโขงแบบก้าวกระโดดในปี พ.ศ. 2545 ซึ่งมีพื้นที่เพียงร้อยละ 0.83 ได้เพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 12.07 ในปี พ.ศ. 2558 ส่งผลกระทบให้เกิดการแตกกระจายของพื้นที่ป่าไม้ถึงร้อยละ 23.40 (วาสนา, 2561) พื้นที่ป่าไม้ผืนใหญ่กลับกลายเป็นป่าหย่อมเล็ก ๆ ซึ่งมีความหลากหลายของระบบนิเวศลดลง โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ป่าชุมชนและป่าบุ่งป่าทามที่มีความสำคัญในภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน จังหวัดบึงกาฬและนครพนมมีพื้นที่ปลูกยางพาราประมาณ 8.4 แสนไร่ และ 3.1 แสนไร่ ตามลำดับ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2563) กระจายตัวอย่างหนาแน่นในพื้นที่ดอนระบายน้ำดี ซึ่งทดแทนพื้นที่ปลูกพืชไร่เดิมอย่างอ้อยโรงงานและมันสำปะหลัง รวมไปจนถึงพื้นที่นาดอนที่มีความเหมาะสมน้อยสำหรับปลูกยางพารา นอกจากนี้ยังพบการบุกรุกของพื้นที่ปลูกยางพาราในพื้นที่ป่าสงวนแห่งชาติโซนอนุรักษ์ในจังหวัดบึงกาฬและนครพนม 10,800 เฮกแตร์ หรือประมาณ 67,500 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 5 ของพื้นที่ป่าสงวนแห่งชาติโซนอนุรักษ์ทั้งหมด (Mongkolsawat and Putklang, 2012)

การผลิตยางพาราในภาคตะวันออกเฉียงเหนือยังคงประสบปัญหาราคายางพาราตกต่ำ จากราคายางแผ่นดิบเฉลี่ย ในปี พ.ศ. 2554 ที่สูงเป็นประวัติการ ซึ่งมีราคา 124.16 บาท/กิโลกรัม ได้ลดต่ำลงอย่างรวดเร็วในปลายเดือนตุลาคม พ.ศ. 2554 ซึ่งมีราคาต่ำกว่า 100 บาท/กิโลกรัม และยังตกต่ำลงอย่างต่อเนื่อง ในปี พ.ศ. 2564 มีราคาเฉลี่ยทั้งปีเพียง 51.97 บาท/กิโลกรัม (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2565) จากการประเมินความเหมาะสมของที่ดินสำหรับปลูกยางพาราในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พบว่าภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีพื้นที่ไม่เหมาะสมสำหรับปลูกยางพาราถึงร้อยละ 58.98 ของพื้นที่ (ชรัตน์ และ วาสนา, 2553) ด้วยสภาพพื้นที่ส่วนใหญ่มีปริมาณน้ำฝนค่อนข้างต่ำ และความอุดมสมบูรณ์ของดินต่ำโดยกำเนิด ส่งผลให้ปริมาณน้ำยางที่กรีดได้ในแต่ละครั้งค่อนข้างน้อย และผลผลิตรวมที่ได้น้อยกว่าทางภาคใต้ ซึ่งไม่คุ้มทุนต่อการเก็บรวมรวมเพื่อขายเป็นน้ำยางสด (วิทยา, 2564) อรวรรณ และ คณะ (2559) พบว่าการปลูกยางพาราในจังหวัดมหาสารคามได้ผลตอบแทนสุทธิ (กำไร) เฉลี่ยเพียงไร่ละ 2,660 บาท/ไร่ และมีระยะคืนทุนในปีที่ 11-12 ซึ่งไม่คุ้มค่าต่อการลงทุน เมื่อเปรียบเทียบกับ ข้าว อ้อย และ มันสำปะหลัง จากปัญหาดังกล่าว การปรับลดพื้นที่ปลูกยางพาราจึงเป็นแผนเพื่อแก้ไขปัญหายางพาราทั้งระบบในยุทธศาสตร์ยางพาราระยะ 20 ปี ซึ่งตั้งเป้าปีละ 400,000 ไร่ จากจำนวนพื้นที่ปลูกยางพารา ปี พ.ศ. 2559 ทั้งสิ้น 23.3 ล้านไร่ให้คงเหลือ 18.4 ล้านไร่ (ภายในปี พ.ศ. 2579) (มติชน, 2564) โดยให้ทำการตัดโค่นสวนยางพาราที่มีอายุมากกว่า 20 ปี และสวนยางพาราที่บุกรุกพื้นที่ป่าสงวนโซนอนุรักษ์ นอกจากนี้กองการยางแห่งประเทศไทย (กยท.) ได้มีนโยบายสอดรับแผนยุทธศาสตร์ยางพารา โดยสนับสนุนให้ปลูกไม้ผลและไม้ยืนต้นชนิดอื่นที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ พ.ศ. 2563 ทดแทนพื้นที่ปลูกยางพาราในเขตพื้นที่ไม่เหมาะสม (กองการยางแห่งประเทศไทย, 2563) ได้แก่ ขนุน เงาะ ชมพู่ ทุเรียน พุทรา ฝรั่งน้อยหน่า มะม่วง มะยงชิด มะพร้าว มังคุด ลิ้นจี่ ลางสาด ส้มโอ สละ และ อินทผลัม เป็นต้น หากพิจารณาถึงพืชทางเลือกที่จะปรับเปลี่ยนในพื้นที่ปลูกยางพาราเขตพื้นที่ไม่เหมาะสม พบว่าพืชทางเลือกที่เหมาะสมให้ผลตอบแทนที่ดีกว่า และตลาดมีความต้องการต่อเนื่อง เช่น ทุเรียน มะพร้าวน้ำหอม และ สละ ซึ่งมีช่วงอายุที่ให้ผลผลิตที่รวดเร็วกว่ายางพารา นอกจากนี้ยังมีราคาสูง เกษตรกรมีผลตอบแทนสุทธิเฉลี่ย (กำไร) เฉลี่ยสูงถึงไร่ละ 48,446 28,686 และ 91,720 บาท/ปี สำหรับการปลูกทุเรียน มะพร้าวน้ำหอม และ สละ ตามลำดับ (โพสต์ทูเดย์, 2565)

ทรัพยากรดินในภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำโดยกำเนิด ดังนั้นการวางแผนการใช้ที่ดินสนับสนุนการปลูกพืชเศรษฐกิจจึงต้องมีข้อมูลความเหมาะสมของที่ดินในการสนับสนุนการใช้ที่ดินให้ตรงตามศักยภาพของพื้นที่ การประเมินความเหมาะสมของที่ดินตามหลักการของ FAO Framework (FAO, 1983) ด้วยการบูรณาการชั้นคุณภาพที่ดิน และสร้างแบบจำลองเชิงพื้นที่เป็นวิธีที่ที่สอดคล้องกับผลผลิตที่ได้ ซึ่งมีประสิทธิภาพทั้งในเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ มีการศึกษาประยุกต์ใช้เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศสำหรับประเมินศักยภาพของที่ดิน เพื่อสนับสนุนการวางแผนการใช้ที่ดินตามยุทธศาสตร์การผลิตพืชเศรษฐกิจ ยกตัวอย่างเช่น การสร้างแบบจำลองเชิงพื้นที่แสดงศักยภาพของที่ดินสำหรับปลูกยางพารา ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (ชรัตน์ และ วาสนา, 2553) การประเมินความเหมาะสมของที่ดินสำหรับปลูกมันสำปะหลัง ด้วยข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (วาสนา และ ชรัตน์, 2553) การประเมินพื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกอ้อย ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (ชรัตน์ และคณะ, 2552) การบูรณาการคุณภาพที่ดินเพื่อประเมินความเหมาะสมของที่ดินสำหรับข้าว ในลุ่มน้ำชีภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (Hirunkul et al., 2019) การโซนนิ่งพื้นที่เกษตรกรรมสำหรับการผสมผสานหาทางเลือกสำหรับการใช้ที่ดิน ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (วาสนา และ ชรัตน์, 2557) เป็นต้น นอกจากนี้มีงานวิจัยที่ได้นำหลักการประเมินความเหมาะสมของที่ดินเชิงพื้นที่บูรณาการร่วมกับแบบจำลองผลผลิตพืช (Crop model) และข้อมูลทางด้านเศรษฐกิจและสังคม ซึ่งเป็นระบบสนับสนุนการตัดสินใจการใช้ที่ดินโดยกำหนดสถานการณ์ในแต่ละแผนการใช้ที่ดินเพื่อเกษตรกรรมในเชิงเศรษฐกิจและสังคม สามารถนำไปกำหนดสถานการณ์ล่วงหน้าโดยผู้ใช้ และนโยบายของรัฐในแผนการพัฒนาประเทศได้อย่างดี (Samranpong et al., 2009) ข้อมูลเชิงพื้นที่ความเหมาะสมของที่ดินสำหรับปลูกไม้ผลเศรษฐกิจหลายชนิด เพื่อผสมผสานทางเลือกการใช้ที่ดิน และกำหนดเขตพื้นที่ศักยภาพสำหรับปลูกไม้ผลเศรษฐกิจจึงเป็นข้อมูลสนับสนุนการตัดสินใจของหน่วยงานรัฐตามยุทธศาสตร์การปรับลดพื้นที่ปลูกยางพารา สนับสนุนการวางแผนการใช้ที่ดินได้อย่างเหมาะสมกับศักยภาพของที่ดิน เพิ่มความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจสังคมและสิ่งแวดล้อม การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 3 ข้อ ได้แก่ 1) เพื่อประเมินความเหมาะสมของที่ดินเชิงพื้นที่สำหรับปลูกไม้ผลเศรษฐกิจ 4 ชนิด ได้แก่ ไม้ผลเศรษฐกิจภาคตะวันออก (ทุเรียน, มังคุด, ลองกอง, เงาะ) ลิ้นจี่ ส้มเขียวหวาน และ มะพร้าวน้ำหอม ด้วยวิธีบูรณาการคุณภาพที่ดินด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ 2) เพื่อกำหนดเขตการใช้ที่ดินสำหรับปลูกไม้ผลเศรษฐกิจทั้ง 4 ชนิด และ 3) เพื่อประเมินพื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกไม้ผลเศรษฐกิจทั้ง 4 ชนิด ทดแทนพื้นที่ปลูกยางพาราที่อยู่ในช่วงอายุใกล้กำหนดตัดโค่น (มากกว่า 20 ปี) ในจังหวัดบึงกาฬและนครพนม

วิธีการศึกษา

1. พื้นที่ศึกษา

พื้นที่ศึกษาครอบคลุมพื้นที่จังหวัดบึงกาฬ และจังหวัดนครพนม ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบนของประเทศไทย มีเนื้อที่ประมาณ 9,800 ตารางกิโลเมตร ตั้งอยู่ในช่วงเส้นรุ้ง (Latitude) 10° 79′ ถึง 18° 44′ เหนือ และเส้นแวง (Longitude) ที่ 103° 24′ ถึง 104° 80′ ตะวันออก (**Figure 1**) ลักษณะภูมิประเทศแบบลูกคลื่นลอนลาด พื้นที่ลุ่มใช้ทำนาข้าว และพื้นที่ดอนระบายน้ำดีได้กลายเป็นพื้นที่ปลูกยางพารา ทดแทนพื้นที่ที่พืชไร่ดั้งเดิม เช่น อ้อย และ มันสำปะหลัง จากรายงานพื้นที่ปลูกยางพาราในปีการเพาะปลูก 2563/2564 พบว่าจังหวัดบึงกาฬและนครพนม มีพื้นที่ปลูกยางพารา 8.4 และ 3.1 แสนไร่ตามลำดับ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2563) ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยระหว่าง 1,500-2,500 มิลลิเมตรต่อปี (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2558) ทรัพยากรดินมีเนื้อหยาบถึงหยาบปานกลาง ซึ่งกำเนิดจากการพัดพาอนุภาคทรายมาทับถมโดยกระแสน้ำ ชุดดินส่วนใหญ่เป็นดินตื้นลูกรัง ได้แก่ ชุดดินโพนพิสัย ชุดดินอ้น และชุดดินเพ็ญ (**Figure 1**)

2. หลักในการศึกษา

การศึกษาครั้งนี้ประกอบด้วย 3 ส่วนหลัก ได้แก่ ส่วนที่ 1 การประเมินพื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกไม้ผลเศรษฐกิจ 4 ชนิด ได้แก่ ไม้ผลเศรษฐกิจภาคตะวันออก (ทุเรียน, มังคุด, ลองกอง, เงาะ) ลิ้นจี่ ส้มเขียวหวาน และ มะพร้าวน้ำหอม โดยใช้แนวทางการประเมินค่าที่ดิน (Land evaluation) จากองค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ (FAO, 1983) ประเมินความเหมาะสม (Suitability evaluation) และสร้างแบบจำลองเชิงพื้นที่ด้วยการเปรียบเทียบคุณภาพที่ดิน (Land qualities) ที่ไม้ผลเศรษฐกิจทั้ง 4 ชนิดต้องการ โดยจำแนกพื้นที่ความเหมาะสม 4 ระดับ ได้แก่ พื้นที่เหมาะสมมาก (Highly suitable: S1) พื้นที่เหมาะสมปานกลาง(Moderately

suitable: S2) พื้นที่เหมาะสมเล็กน้อย (Marginally suitable: S3) และ พื้นที่ไม่เหมาะสม (Not suitable: N) ส่วนที่ 2 การกำหนดเขตการใช้ที่ดินสำหรับปลูกไม้ผลเศรษฐกิจ ด้วยวิธีบูรณาการพื้นที่ในระดับเหมาะสมมากและปานกลางสำหรับปลูกไม้ผลเศรษฐกิจทั้ง 4 ชนิดเข้าด้วยกันด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ และ ส่วนที่ 3 การกำหนดทางเลือกการใช้ที่ดินด้วยแผนการใช้ที่ดินสำหรับปลูกไม้ผลเศรษฐกิจสำหรับเกษตรกรผู้ปลูกยางพารา ในจังหวัดบึงกาฬและนครพนม (**Figure 2**)

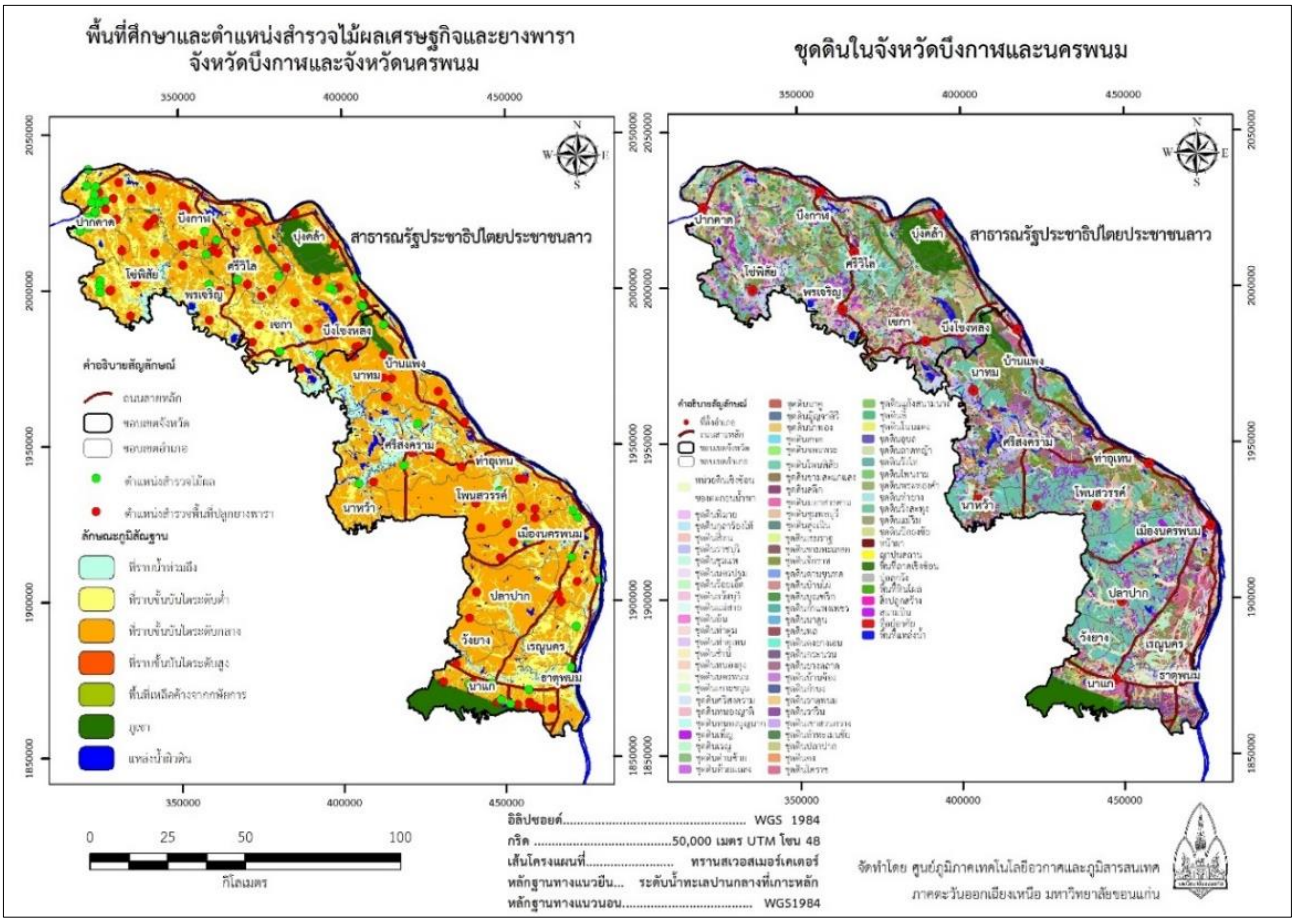

Figure 1 The study area included Bueng Kan and Nakhon Phanom provinces in the Northeast of Thailand (Left). The solid green dots represent the economic fruits sample data used for cost–benefit analysis derived from field surveys. The solid red dots represent the rubber tree plantations sample data used for validation derived from field surveys. Soil series map in Bueng Kan and Nakhon Phanom provinces (Right).

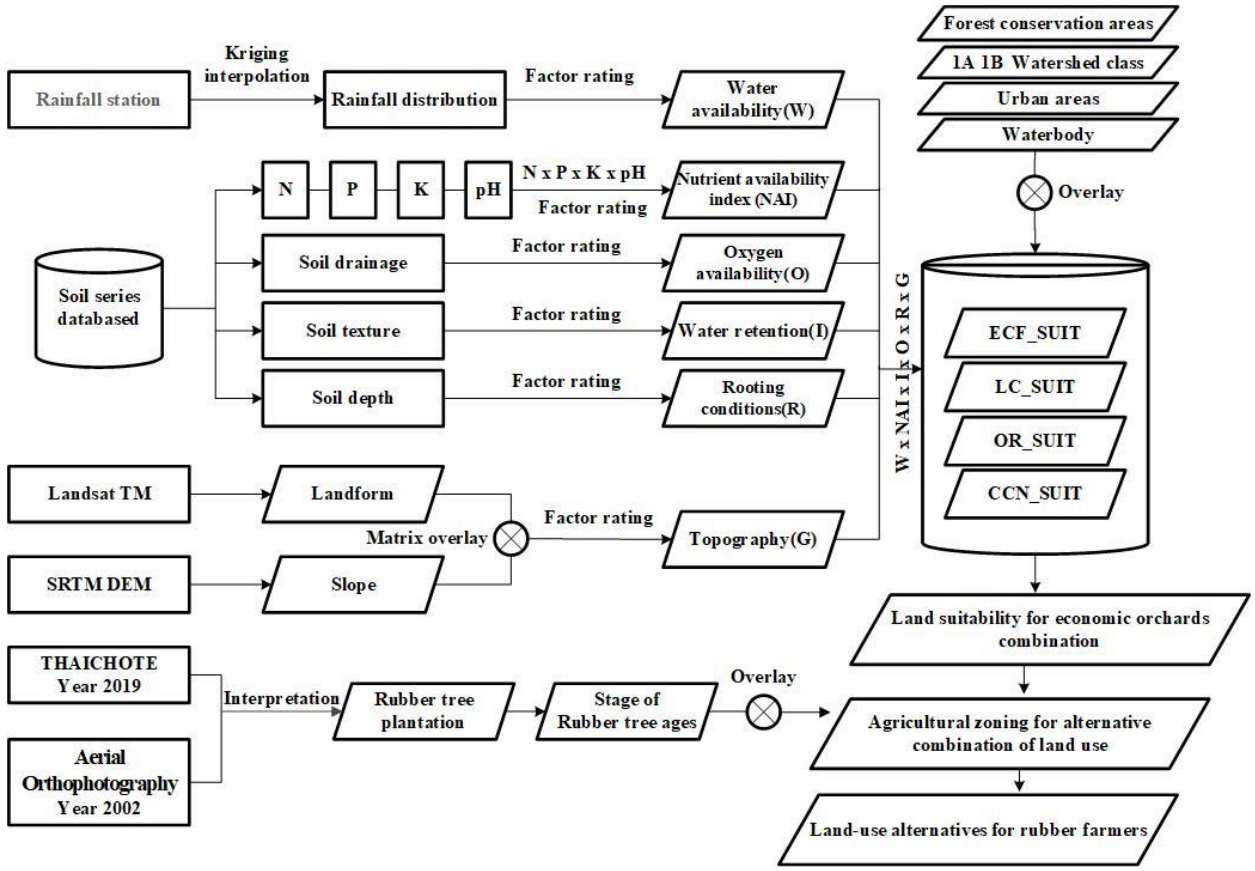

Figure 2 The flowchart of this study which consist of the land suitability model for four type of economic fruit trees and economic fruit trees zoning for supporting land use alternatives of rubber farmer applied by using GIS analysis

3. ขั้นตอนการศึกษา

3.1 การรวบรวมข้อมูล

ทำการรวบรวมข้อมูลพื้นฐานเชิงพื้นที่ ได้แก่ แผนที่ชุดดิน หรือ Soil series map (**Figure 1**) แผนที่ภูมิประเทศ แผนที่ขอบเขตการปกครอง แผนที่ภูมิสัณฐาน แผนที่ความลาดชัน แผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน ตำแหน่งสถานีน้ำฝน แผนที่ขอบเขตป่าสงวนแห่งชาติ แผนที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ และ แผนที่ผังเมืองรวมจังหวัด ข้อมูลเชิงอธิบาย ได้แก่ ข้อมูลปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือน ข้อมูลคุณสมบัติทางด้านกายภาพและเคมี ในแต่ละชุดดิน ข้อมูลสัมภาษณ์เกษตรกรผู้ปลูกไม้ผลเศรษฐกิจ และข้อมูลสถิติการผลิตไม้ผลเศรษฐกิจ นอกจากนี้การศึกษาครั้งนี้ได้ใช้ข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมไทยโชต ปี พ.ศ. 2562 ในระบบ Multispectral และผลิตภัณฑ์ PAN-Sharpened รายละเอียด 15 เมตร และ 2 เมตร และภาพถ่ายทางอากาศ (Aerial Orthophotography) ปี พ.ศ 2545 เพื่อประเมินพื้นที่ปลูกยางพาราในจังหวัดบึงกาฬและนครพนม

3.2 การประเมินพื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกไม้ผลเศรษฐกิจ4 ชนิด

ทำการประเมินพื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกไม้ผลเศรษฐกิจ 4 ชนิด ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้ 1) การคัดเลือกคุณภาพที่ดินและการวิเคราะห์ความต้องการการใช้ที่ดินของไม้ผลเศรษฐกิจทั้ง 4 ชนิด 2) การบูรณาการคุณภาพที่ดินเพื่อประเมินความเหมาะสมของที่ดินสำหรับปลูกไม้ผลเศรษฐกิจ 4 ชนิด และ 3) การประเมินความเหมาะสมของที่ดินสำหรับปลูกไม้ผลเศรษฐกิจ 4 ชนิดในภาพรวม อธิบายโดยละเอียดได้ดังต่อไปนี้

1) การคัดเลือกคุณภาพที่ดินและการวิเคราะห์ความต้องการการใช้ที่ดินสำหรับไม้ผลเศรษฐกิจทั้ง 4 ชนิด

การเจริญเติบโตและให้ผลผลิตของพืชต้องการปัจจัยที่เหมาะสมกับความต้องการใช้ที่ดินของพืช เช่น ปริมาณน้ำฝน ความอุดมมบูรณ์ของดิน และ สภาพพื้นที่ เป็นต้น ซึ่งปัจจัยเหล่านี้ กรมพัฒนาที่ดินได้กำหนดไว้ในรูปแบบคุณภาพที่ดินสำหรับการประเมินค่า

ที่ดินเพื่อปลูกพืชเศรษฐกิจจำนวน 12 คุณภาพที่ดิน ตามหลักเกณฑ์ของ FAO (1983) สำหรับการศึกษาครั้งนี้ได้คัดเลือกคุณภาพที่ดิน (Land quality) ทั้งสิ้น 6 คุณภาพที่ดิน ตามที่ FAO (1983) และ บัณฑิต และ คำรณ (2539) นำเสนอไว้ ได้แก่ น้ำที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (Water availability) ความเป็นประโยชน์ของออกซิเจนต่อรากพืช (Oxygen availability) ดัชนีความเป็นประโยชน์ธาตุอาหารพืช (Nutrient availability index) การรักษาน้ำของเนื้อดิน (Water retention) สภาวะการหยั่งลึกของราก (Rooting conditions) และสภาพพื้นที่ (Topography) โดยแต่ละคุณภาพที่ดินมีปัจจัยวินิจฉัย (Diagnostic factor) ที่ตรวจวัดได้เป็นตัวแทน โดยแสดงข้อมูลความต้องการการใช้ที่ดินสำหรับไม้ผลเศรษฐกิจภาคตะวันออก (ทุเรียน, มังคุด, ลองกอง, เงาะ) และปัจจัยวินิจฉัยที่ใช้เป็นตัวแทนคุณภาพที่ดินทั้ง 6 ที่คัดเลือก (**Table 1**) ความต้องการการใช้ที่ดินสำหรับลิ้นจี่ และปัจจัยวินิจฉัยที่ใช้เป็นตัวแทนคุณภาพที่ดินทั้ง 6 ที่คัดเลือกสำหรับลิ้นจี่ (**Table 2**) ความต้องการการใช้ที่ดินสำหรับส้มเขียวหวาน และปัจจัยวินิจฉัยที่ใช้เป็นตัวแทนคุณภาพที่ดินทั้ง 6 ที่คัดเลือกสำหรับส้มเขียวหวาน (**Table 3**) ความต้องการการใช้ที่ดินสำหรับมะพร้าวน้ำหอม และปัจจัยวินิจฉัยที่ใช้เป็นตัวแทนคุณภาพที่ดินทั้ง 6 ที่คัดเลือกสำหรับมะพร้าวน้ำหอม (**Table 4**)

2) การบูรณาการคุณภาพที่ดินเพื่อประเมินความเหมาะสมของที่ดินสำหรับปลูกไม้ผลเศรษฐกิจ 4 ชนิด

ขั้นตอนนี้เป็นการสร้างชั้นข้อมูลคุณภาพที่ดิน (Land quality) ทั้ง 6 คุณภาพที่ดินที่ได้คัดเลือก โดยทำการวิเคราะห์แบบบูรณาการชั้นข้อมูลปัจจัยวินิจฉัยที่ใช้เป็นตัวแทนคุณภาพที่ดิน และให้ค่าคะแนนความเหมาะสม (Factor rating) ให้กับปัจจัยวินิจฉัยสำหรับไม้ผลเศรษฐกิจทั้ง 4 ชนิด ด้วยโปรแกรม ArcGIS โปรแกรมการจัดการข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ โดยอธิบายวิธีการบูรณาการชั้นข้อมูลคุณภาพที่ดินทั้ง 6 ด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ดังต่อไปนี้

น้ำที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (Water availability)

คุณภาพที่ดินน้ำที่เป็นประโยชน์ต่อพืช วิเคราะห์จากปัจจัยวินิจฉัยปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปีตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2518 – 2560 จำนวน 308 สถานี โดยข้อมูลในแต่ละสถานีจะถูกนำมาวิเคราะห์ประมาณค่าเชิงพื้นที่ด้วยวิธี Kriging Interpolation เพื่อแสดงการกระจายตัวของปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยของพื้นที่ศึกษา จากนั้นกำหนดเป็นชั้นข้อมูลคุณภาพที่ดินน้ำที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (W) โดยนำช่วงค่าการกระจายตัวเชิงพื้นที่ของปริมาณน้ำฝนมากำหนดค่าคะแนนความเหมาะสม เป็น 1.0 0.8 0.4 และ 0.1 สำหรับระดับความเหมาะสมมาก ปานกลาง น้อย และ ไม่เหมาะสม สำหรับไม้ผลเศรษฐกิจภาคตะวันออก (ทุเรียน, มังคุด, ลองกอง, เงาะ) (**Table 1**) ลิ้นจี่ (**Table 2**) ส้มเขียวหวาน (**Table 3**) และ มะพร้าวน้ำหอม (**Table 4**)

ความเป็นประโยชน์ของออกซิเจนต่อรากพืช (Oxygen availability)

คุณภาพที่ดินความเป็นประโยชน์ของออกซิเจนต่อรากพืช วิเคราะห์จากปัจจัยวินิจฉัยสภาพการระบายน้ำของดิน ซึ่งมาจากการจัดการชั้นข้อมูลชุดดินเชื่อมโยงด้วยข้อมูลตารางเชิงอธิบายสภาพการระบายน้ำของดิน จากนั้นกำหนดเป็นชั้นข้อมูล ความเป็นประโยชน์ของออกซิเจนต่อรากพืช (O) โดยนำระดับสภาพการระบายน้ำของดินมากำหนดค่าคะแนนความเหมาะสม เป็น 1.0 0.8 0.4 และ 0.1 สำหรับระดับความเหมาะสมมาก ปานกลาง น้อย และ ไม่เหมาะสม สำหรับไม้ผลเศรษฐกิจภาคตะวันออก (ทุเรียน, มังคุด, ลองกอง, เงาะ) (**Table 1**) ลิ้นจี่ (**Table 2**) ส้มเขียวหวาน (**Table 3**) และ มะพร้าวน้ำหอม (**Table 4**)

ดัชนีความเป็นประโยชน์ธาตุอาหารพืช (Nutrient availability index)

คุณภาพที่ดินดัชนีความเป็นประโยชน์ธาตุอาหารพืช (NAI) วิเคราะห์จากการจัดการชั้นข้อมูลชุดดินที่เชื่อมโยงด้วยข้อมูลตารางเชิงอธิบายปัจจัยวินิจฉัย 4 ปัจจัย ได้แก่ ไนโตรเจนในดิน ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน โพแทสเซียมในดิน และ ปฏิกิริยาความเป็นกรดเป็นด่างในดิน (Mongkolsawat et al. ,1999) โดยให้ค่าคะแนนความเหมาะสมแต่ละปัจจัยวินิจฉัย และบูรณาการปัจจัยวินิจฉัยทั้ง 4 เข้าด้วยกันโดยวิธีวิเคราะห์แบบผลคูณ ดังสมการ NAI = N * P * K * pH โดยที่ NAI คือ ดัชนีความเป็นประโยชน์ธาตุอาหารพืช ส่วน N P K และ pH คือ ค่าคะแนนความเหมาะสมของปัจจัยวินิจฉัยไนโตรเจนในดิน ฟอสฟอรัสในดิน โพแทสเซียมในดิน และ ความเป็นกรดเป็นด่างในดิน ตามลำดับ โดยผลคูณที่ได้จะถูกนำมาจัดช่วงค่าคะแนนใหม่ เป็น 1.0 0.8 0.4 และ 0.1 สำหรับระดับความเหมาะสมมาก ปานกลาง น้อย และ ไม่เหมาะสม สำหรับไม้ผลเศรษฐกิจภาคตะวันออก (ทุเรียน, มังคุด, ลองกอง, เงาะ) (**Table 1**) ลิ้นจี่ (**Table 2**) ส้มเขียวหวาน (**Table 3**) และ มะพร้าวน้ำหอม (**Table 4**)

การรักษาน้ำของเนื้อดิน (Water retention)

คุณภาพที่ดินการรักษาน้ำของเนื้อดิน วิเคราะห์จากปัจจัยวินิจฉัยด้านเนื้อดิน ซึ่งมาจากการจัดการชั้นข้อมูลชุดดินเชื่อมโยงด้วยข้อมูลตารางเชิงอธิบายเนื้อดิน จากนั้นกำหนดเป็นชั้นข้อมูลการรักษาน้ำของเนื้อดิน (I) โดยนำคุณลักษณะของเนื้อดินประเภทต่างๆ มากำหนดค่าคะแนนความเหมาะสม เป็น 1.0 0.8 0.4 และ 0.1 สำหรับระดับความเหมาะสมมาก ปานกลาง น้อย และ ไม่เหมาะสม สำหรับไม้ผลเศรษฐกิจภาคตะวันออก (ทุเรียน, มังคุด, ลองกอง, เงาะ) (**Table 1**) ลิ้นจี่ (**Table 2**) ส้มเขียวหวาน (**Table 3**) และมะพร้าวน้ำหอม (**Table 4**)

สภาวะการหยั่งลึกของราก (Rooting conditions)

คุณภาพที่ดินสภาวะการหยั่งลึกของราก วิเคราะห์จากปัจจัยวินิจฉัยด้านความลึกดิน ซึ่งมาจากการจัดการชั้นข้อมูลชุดดินเชื่อมโยงด้วยข้อมูลตารางเชิงอธิบายความลึกดิน จากนั้นกำหนดเป็นชั้นข้อมูลสภาวะการหยั่งลึกของราก (R) โดยนำระดับความลึกดินมามากำหนดค่าคะแนนความเหมาะสม เป็น 1.0 0.8 0.4 และ 0.1 สำหรับระดับความเหมาะสมมาก ปานกลาง น้อย และ ไม่เหมาะสม สำหรับไม้ผลเศรษฐกิจภาคตะวันออก (ทุเรียน, มังคุด, ลองกอง, เงาะ) (**Table 1**) ลิ้นจี่ (**Table 2**) ส้มเขียวหวาน (**Table 3**) และมะพร้าวน้ำหอม (**Table 4**)

สภาพพื้นที่ (Topography)

คุณภาพที่ดินสภาพพื้นที่ (G) มาจากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยวินิจฉัยภูมิสัณฐานและความลาดชันของพื้นที่ โดยการวิเคราะห์แบบซ้อนทับ (Overlay Analysis) จากนั้นนำข้อมูลที่ได้สร้างเป็นตาราง Matrix convolution จากความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยวินิจฉัยทั้งสอง และกำหนดค่าคะแนนความเหมาะสมจากความสัมพันธ์ของปัจจัยวินิจฉัยภูมิสัณฐานและความลาดชันของพื้นที่ เป็น 1.0 0.8 0.4 และ 0.0 สำหรับระดับความเหมาะสมมาก ปานกลาง น้อย และ ไม่เหมาะสม ซึ่งไม้ผลเศรษฐกิจทุกชนิดมีความต้องการด้านสภาพพื้นที่ที่เหมือนกัน ดังนั้นจึงกำหนดค่าคะแนนที่เท่ากันสำหรับไม้ผลเศรษฐกิจทุกชนิด (**Table 5**)

Table 1 Land use requirement for the Eastern economic fruit trees (Durian, Mangosteen, Long Kong, Rambutan)

Land use requirement for the Eastern economic fruit trees (Durian, Mangosteen, Long Kong, Rambutan)			**Factor rating**[1/]			
			S1	**S2**	**S3**	**N**
Land quality	**Diagnostic factor**	**Unit**	**1.0**	**0.8**	**0.4**	**0.1**
1.Water availability (W)	Annual rainfall	mm.	2,000-2,500	2,500-2,800 1,500-2,000	2,800-3,500	>3,500 <1,500
2.Oxygen availability (O)	Soil drainage	class	well, very well	moderately well	somewhat poor	poor, very poor
3.Nutrient availability index (NAI)	NAI = N * P * K * pH	-	>0.6400	0.1024-0.6399	0.0016-0.1023	< 0.0016
	Nitrogen (N)	%	>0.2	0.1-0.2	<0.1	-
	Phosphorus (P)	ppm	>15	6-15	<6	-
	Potassium (K)	ppm	>60	30-60	<30	-
	Soil pH (pH)	-	5.6-6.5	6.6-7.3 5.1-5.5	7.4-8.0 4.5-5.5	>8.0 <4.5
4.Water retention (I)	Soil texture[2/]	-	L, SiL, SL, Si	SiC, SCL, SiCL, CL, SC	S, LS, LcS	C, G, SC, AC, S
5.Rooting condition (R)	Soil depth	cm.	>150	100-150	50-100	<50
6.Topography (G)	Landform	class	Matrix of slope gradient and landform for Eastern economic fruit trees (**Table 5**)			
	Slope	%				

[1/]S1 = High suitable, S2 = Moderate suitable, S3 = Marginal suitable, N = Unsuitable

[2/]L=Loam, Si=Silt, SiCL=Silty clay loam, SiL=Silty loam, SCL= Sandy clay loam, CL=Clay loam, SL=Sandy loam, C=Clay, LS=Loamy sand, LcS=Loamy coarse sand, SC=Sandy clay, SiC=Silty clay, S=Sand, G=Gravel soil, SC=Slope complex, AC=Alluvial complex

Table 2 Land use requirement for Litchi

Land use requirement for Litchi			Factor rating[1/]			
			S1	S2	S3	N
Land quality	**Diagnostic factor**	**Unit**	**1.0**	**0.8**	**0.4**	**0.1**
1.Water availability (W)	Annual rainfall	mm.	1,400-1,800	1,800-2,000 1,200-1,400	1,000-1,300	>2,000 <1,000
2.Oxygen availability (O)	Soil drainage	class	well, very well	moderately well	somewhat poor	poor, very poor
3.Nutrient availability index (NAI)	NAI = N * P * K * pH	-	>0.6400	0.1024-0.6399	0.0016-0.1023	< 0.0016
	Nitrogen (N)	%	>0.2	0.1-0.2	<0.1	-
	Phosphorus (P)	ppm	>15	6-15	<6	-
	Potassium (K)	ppm	>60	30-60	<30	-
	Soil pH (pH)	-	6.1-7.3	7.4-7.8 5.6-6.0	7.8-8.4 4.5-5.5	>8.4 <4.5
4.Water retention (I)	Soil texture[2/]	-	L, SiL, SL, Si	SiC, SCL, SiCL, CL, SC	S, LS, LcS	C, G, SC, AC, S
5.Rooting condition (R)	Soil depth	cm.	>150	100-1500	50-100	<50
6.Topography (G)	Landform	class	Matrix of slope gradient and landform			
	Slope	%	for Litchi (**Table 5**)			

[1/]S1 = High suitable, S2 = Moderate suitable, S3 = Marginal suitable, N = Unsuitable

[2/]L=Loam, Si=Silt, SiCL=Silty clay loam, SiL=Silty loam, SCL= Sandy clay loam, CL=Clay loam, SL=Sandy loam, C=Clay, LS=Loamy sand, LcS=Loamy coarse sand, SC=Sandy clay, SiC=Silty clay, S=Sand, G=Gravel soil, SC=Slope complex, AC=Alluvial complex

Table 3 Land use requirement for Tangerine

Land use requirement for Tangerine			Factor rating[1/]			
			S1	S2	S3	N
Land quality	**Diagnostic factor**	**Unit**	**1.0**	**0.8**	**0.4**	**0.1**
1.Water availability (W)	Annual rainfall	mm.	1500-2000	2000-2500 1200-1500	2500-3000 1100-1200	>3000 <1100
2.Oxygen availability (O)	Soil drainage	class	well, very well	moderately well	somewhat poor	poor, very poor
3.Nutrient availability index (NAI)	NAI = N * P * K * pH	-	>0.6400	0.1024-0.6399	0.0016-0.1023	< 0.0016
	Nitrogen (N)	%	>0.2	0.2-0.1	<0.1	-
	Phosphorus (P)	ppm	>15	6-15	<6	-
	Potassium (K)	ppm	>60	30-60	<30	-
	Soil pH (pH)	-	5.6-6.5	6.6-7.8 5.1-5.5	7.9-8.4 4.5-5.0	>8.4 <4.5
4.Water retention (I)	Soil texture[2/]	-	SL, SiL, L, SiCL, CL, Si	SCL, LS, LcS	SC, S, SiC	C, G, SC, AC, S
5.Rooting condition (R)	Soil depth	cm.	>150	100-150	50-100	<50
6.Topography (G)	Landform	class	Matrix of slope gradient and landform			
	Slope	%	for Tangerine (**Table 5**)			

[1/]S1 = High suitable, S2 = Moderate suitable, S3 = Marginal suitable, N = Unsuitable

[2/]L=Loam, Si=Silt, SiCL=Silty clay loam, SiL=Silty loam, SCL= Sandy clay loam, CL=Clay loam, SL=Sandy loam, C=Clay, LS=Loamy sand, LcS=Loamy coarse sand, SC=Sandy clay, SiC=Silty clay, S=Sand, G=Gravel soil, SC=Slope complex, AC=Alluvial complex

Table 4 Land use requirement for Aromatic coconut

Land use requirement for Aromatic coconut			Factor rating[1/]			
			S1	S2	S3	N
Land quality	Diagnostic factor	Unit	1.0	0.8	0.4	0.1
1.Water availability (W)	Annual rainfall	mm.	2000-3000	3000-5000 1200-2000	1000-1200	>5000 <1000
2.Oxygen availability (O)	Soil drainage	class	well, very well	moderately well	somewhat poor	poor, very poor
3.Nutrient availability index (NAI)	NAI = N * P * K * pH	-	>0.6400	0.1024-0.6399	0.0016-0.1023	<0.0016
	Nitrogen (N)	%	>0.2	0.2-0.1	<0.1	-
	Phosphorus (P)	ppm	>10	3-10	<3	-
	Potassium (K)	ppm	>60	30-60	<30	-
	Soil pH (pH)	-	5.6-7.3	7.4-7.8 5.1-5.5	7.9-8.4 4.0-5.0	>8.4 <4.0
4.Water retention (I)	Soil texture[2/]	-	SiC, SiCL,CL, SiL, SC	SL, L, SCL, SL, LS, LcS	S	C, G, SC, AC, S
5.Rooting condition (R)	Soil depth	cm.	>150	100-150	50-100	<50
6.Topography (G)	Landform	class	Matrix of slope gradient and landform			
	Slope	%	ForAromatic coconut (**Table 5**)			

[1/]S1 = High suitable, S2 = Moderate suitable, S3 = Marginal suitable, N = Unsuitable

[2/]L=Loam, Si=Silt, SiCL=Silty clay loam, SiL=Silty loam, SCL= Sandy clay loam, CL=Clay loam, SL=Sandy loam, C=Clay, LS=Loamy sand, LcS=Loamy coarse sand, SC=Sandy clay, SiC=Silty clay, S=Sand, G=Gravel soil, SC=Slope complex, AC=Alluvial complex

Table 5 Landform and slope rating for all of type economic fruit trees

Slope (%)	Landform					
	Flood Plain	Low Terrace	Middle Terrace	High Terrace	Foot Slope & Erosion Surface	Mountain & Rock Outcrop
0-2	N	N	S1	S1	S1	N
2-5	N	S2	S2	S2	S2	N
5-12	N	S2	S2	S2	S2	N
12-35	N	S3	S3	S3	S3	N
>35	N	N	N	N	N	N

S1 (1.0) = High suitable, S2 (0.8) = Moderate suitable, S3 (0.4) = Marginal suitable, N (0.0) = Unsuitable

3) การประเมินความเหมาะสมของที่ดินสำหรับปลูกไม้ผลเศรษฐกิจทั้ง 4 ชนิดในภาพรวม

ความเหมาะสมของที่ดินสำหรับปลูกไม้ผลเศรษฐกิจทั้ง 4 ชนิด มาจากสร้างแบบจำลองผลคูณจากการบูรณาการคุณภาพที่ดินทั้ง 6 ที่ให้ค่าคะแนนสำหรับไม้ผลเศรษฐกิจแต่ละชนิดโดยผลคูณที่ได้จากสมการ Land Suitability จะถูกนำมาจัดช่วงค่าคะแนนใหม่เพื่อกำหนดระดับความเหมาะสมรวม สำหรับไม้ผลเศรษฐกิจทั้ง 4 ชนิด ออกเป็นระดับความเหมาะสมมาก ปานกลาง น้อย และ ไม่เหมาะสม (**Table 6**)

$$\text{Land Suitability} = W \times O \times NAI \times I \times R \times G$$

โดยที่ Land Suitability = ความเหมาะสมของที่ดิน สำหรับปลูกไม้ผลเศรษฐกิจแต่ละชนิด

W = ค่าคะแนนความเหมาะสม ของคุณภาพที่ดินความเป็นประโยชน์ของน้ำ

O	=	ค่าคะแนนความเหมาะสม ของคุณภาพที่ดินความเป็นประโยชน์ของออกซิเจนต่อรากพืช
NAI	=	ค่าคะแนนความเหมาะสม ของคุณภาพที่ดินความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารพืช
I	=	ค่าคะแนนความเหมาะสม ของคุณภาพที่ดินการรักษาน้ำของเนื้อดิน
R	=	ค่าคะแนนความเหมาะสม ของคุณภาพที่ดินสภาวะการหยั่งลึกของราก
G	=	ค่าคะแนนความเหมาะสม ของคุณภาพที่ดินสภาพพื้นที่

Table 6 Overall suitability for all types of economic fruit trees

Suitability classes	W*O*NAI*I*R*G[1/]
High suitable (S1)	0.512-1.00
Moderate suitable(S2)	0.032-0.512
Marginal suitable(S3)	0.000064-0.032
Unsuitable(N)	<0.000064

[1/] W = Factor rating value for Water availability, O = Factor rating value for Oxygen availability, NAI = Factor rating value for Nutrient availability index, I = Factor rating value for Water retention, R = Factor rating value for Rooting condition, G = Factor rating value for Topography

3.3 การกำหนดเขตการใช้ที่ดินสำหรับปลูกไม้ผลเศรษฐกิจ

พื้นที่ที่มีความเหมาะสมในระดับเหมาะสมมากและปานกลาง สำหรับไม้ผลเศรษฐกิจแต่ละชนิดจะถูกนำมากำหนดเขตการใช้ที่ดินสำหรับปลูกไม้ผลเศรษฐกิจ เพื่อผสมผสานหาทางเลือกการใช้ที่ดินสำหรับการปลูกไม้ผลเศรษฐกิจในจังหวัดบึงกาฬและนครพนม โดยทำการวิเคราะห์แบบซ้อนทับข้อมูลความเหมาะสมของที่ดินสำหรับปลูกไม้ผลเศรษฐกิจทั้ง 4 ชนิด กับชั้นข้อมูลพื้นที่ป่าอนุรักษ์ ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำที่ 1A, 1B และ ผังเมืองรวมจังหวัด ที่มีกำหนดขอบเขตการใช้ที่ดินไว้ชัดเจนสำหรับสนับสนุนการวางแผนใช้ที่ดินระดับจังหวัด

3.4 การกำหนดทางเลือกการใช้ที่ดินด้วยแผนการใช้ที่ดินสำหรับปลูกไม้ผลเศรษฐกิจสำหรับเกษตรกรผู้ปลูกยางพาราในจังหวัดบึงกาฬและนครพนม

เพื่อตอบวัตถุประสงค์ข้อที่ 3 ในการหาพื้นที่เหมาะสมปลูกไม้ผลเศรษฐกิจทดแทนพื้นที่ปลูกยางพาราที่อยู่ในช่วงอายุใกล้กำหนดตัดโค่น (มากกว่า 20 ปี) ในจังหวัดบึงกาฬและนครพนม จึงทำการจำแนกพื้นที่ปลูกยางพาราที่อายุมากกว่า 20 ปี ด้วยข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม และการกำหนดทางเลือกการใช้ที่ดินให้กับเกษตรกรผู้ปลูกยางพารา ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1) การวิเคราะห์พื้นที่ปลูกยางพาราด้วยข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม

การศึกษาครั้งนี้ได้ใช้ข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมหลายช่วงเวลา ได้แก่ ข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมไทยโชตปี พ.ศ. 2562 และ ภาพถ่ายทางอากาศ ปี พ.ศ 2545 ซึ่งมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น (Pre-image processing)

ทำการปรับแก้ความคลาดเคลื่อนเชิงเรขาคณิตของข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมไทยโชต ทั้งระบบ Multispectral และ PAN-Sharpened ให้มีความถูกต้องเชิงตำแหน่ง เพื่อใช้สนับสนุนการวางแผนในระดับจังหวัด โดยทำการนำระบบพิกัดทางภูมิศาสตร์ระบบ UTM WGS 1984 ของภาพถ่ายทางอากาศ ปี พ.ศ. 2545 ไปสู่ภาพถ่ายจากดาวเทียมไทยโชต ด้วยวิธี Image to image registration โดยใช้วิธี Resampling แบบ Nearest neighbor เมื่อได้ภาพที่มีความถูกต้องเชิงตำแหน่งแล้ว จึงทำการเน้นข้อมูลภาพด้วยวิธี Linear Contrast Stretch ให้ภาพมีความคมชัดสำหรับการแปลตีความด้วยวิธีจำแนกด้วยสายตาโดยตรงจากจอภาพต่อไป

การจำแนกช่วงอายุของพื้นที่ปลูกยางพารา

จำแนกพื้นที่ปลูกยางพาราด้วยวิธีจำแนกด้วยสายตาโดยตรงจากจอภาพ โดยแบ่งออกเป็น 3 ช่วงอายุ ได้แก่ พื้นที่ปลูกยางพาราอายุน้อยกว่า 5 ปี พื้นที่ปลูกยางพาราอายุ 5-20 ปี และ พื้นที่ปลูกยางพาราอายุมากกว่า 20 ปี โดยทำการแปลตีความพื้นที่ปลูกยางพาราทั้งหมดก่อน โดยใช้ภาพถ่ายจากดาวเทียมไทยโชต ปี พ.ศ. 2562 จากนั้นทำการจำแนกพื้นที่ยางพาราอายุน้อยกว่า 5 ปี ด้วยผลิตภัณฑ์ PAN-Sharpened รายละเอียด 2 เมตร โดยพิจารณารูปแบบการเจริญเติบโตของยางพาราในช่วงอายุนี้มีทรงพุ่มที่ไม่

ครอบคลุมพื้นที่ ซึ่งมีค่าการสะท้อนของดินโล่ง (Bare Lands) สำหรับพื้นที่ปลูกยางพาราที่อายุมากกว่า 20 ปี และ 5-20 ปี จะถูกจำแนกออกจากกันโดยใช้ข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศ ปี พ.ศ. 2545 โดยพื้นที่ปลูกยางพาราที่ปรากฏในปี พ.ศ. 2545 จะถูกจำแนกเป็นยางพาราที่มีอายุมากกว่า 20 ปี

การตรวจสอบความถูกต้องของการจำแนกอายุของพื้นที่ปลูกยางพารา

ตรวจสอบความถูกต้องหลังการจำแนกช่วงอายุยางพารา จากการสุ่มสำรวจพื้นที่ปลูกยางพาราทั้งสิ้น 97 จุดสำรวจ ในจังหวัดบึงกาฬและนครพนม (**Figure 1**) โดยทำการเก็บพิกัดตำแหน่งแปลง ลักษณะพื้นที่ปลูกยางพารา ถ่ายภาพสภาพพื้นที่ในพื้นที่จริง และเก็บรายละเอียดของลักษณะการเจริญโตของยางพารา ได้แก่ อายุยางพาราในปีปัจจุบัน การครอบคลุมของทรงพุ่ม ความสูงของต้นยางพารา ความยาวเส้นรอบวงของลำต้นที่ระดับ 150 ซ.ม. เป็นต้น จากนั้นนำผลการสำรวจในพื้นที่จริงเปรียบเทียบความสอดคล้องกับผลการจำแนกและวิเคราะห์ความถูกต้องด้วยค่าสัมประสิทธิ์ Kappa (Kappa Coefficient)

2) การกำหนดทางเลือกการใช้ที่ดินด้วยแผนการใช้ที่ดินสำหรับปลูกไม้ผลเศรษฐกิจสำหรับเกษตรกรผู้ปลูกยางพารา

ทำการวิเคราะห์เชิงบูรณาการ โดยนำพื้นที่ปลูกยางพาราตามช่วงอายุที่วิเคราะห์ได้บูรณาการร่วมกับพื้นที่เขตการใช้ที่ดินสำหรับปลูกไม้ผลเศรษฐกิจทั้ง 4 ชนิด ด้วยวิธีวิเคราะห์แบบซ้อนทับ เพื่อให้ได้ข้อมูลสนับสนุนแก่เกษตรกรผู้ปลูกยางพารา

3) การวิเคราะห์ด้านเศรษฐศาสตร์

การวิเคราะห์ความคุ้มทุนทางเศรษฐศาสตร์ของไม้ผลเศรษฐกิจทางเลือก เป็นข้อมูลเบื้องต้นสำหรับประกอบการตัดสินใจ และสนับสนุนทางเลือกใช้ที่ดินให้กับเกษตรกรผู้ปลูกยางพาราที่สนใจปรับเปลี่ยนพื้นที่มาปลูกไม้ผลเศรษฐกิจ ด้วยการวิเคราะห์ผลตอบแทนขั้นต้น (Gross return) กำไรขั้นต้น (Gross Margin) และ อัตราส่วนต้นทุนกำไร (Benefit-Cost Ratio: BCR) (Mehmood et al., 2011; Gurung et al., 2021) โดยทำการเก็บข้อมูลจากการสัมภาษณ์เกษตรกรผู้ปลูกไม้ผลเศรษฐกิจในพื้นที่ศึกษา จำนวน 48 แปลงสำรวจ (**Figure 1**) ได้แก่ ข้อมูลค่าใช้จ่ายหรือต้นทุนการผลิต ผลผลิตเฉลี่ย ราคาที่เกษตรกรคาดว่าจะขายได้ โดยค่าใช้จ่ายหรือต้นทุนรวมของการปลูกไม้ผลเศรษฐกิจแต่ละชนิด (Total Cost) ได้มาจากแบบฟอร์มการคำนวณต้นทุนจากสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร ซึ่งแบ่งออกเป็นหมวดต่างๆ ได้แก่ ค่าแรงงาน ค่าวัสดุ ค่าเสียโอกาสเงินลงทุน ค่าเช่าที่ดิน ค่าเสื่อมอุปกรณ์ ค่าเสียโอกาสอุปกรณ์ ต้นทุนเฉลี่ยก่อนให้ผลผลิต (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2562) การศึกษาครั้งนี้ได้ทำการเปรียบเทียบความคุ้มทุนในเบื้องต้นระหว่างไม้ผลเศรษฐกิจชนิดต่างๆ ภายในระยะเวลา 1 ปีการเพาะปลูก 2562/2563 ซึ่งหาก Gross Margin และ BCR ที่มีค่ามากกว่า 1 หมายถึงการลงทุนที่คุ้มทุนทางเศรษฐศาสตร์ และ ค่า Gross Margin และ BCR ที่น้อยกว่า 1 หมายถึง การลงทุนที่ไม่คุ้มทุนทางเศรษฐศาสตร์

ผลการศึกษา

1. ความเหมาะสมของที่ดินสำหรับปลูกไม้ผลเศรษฐกิจในจังหวัดบึงกาฬและนครพนม

พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกไม้ผลเศรษฐกิจภาคตะวันออก (ทุเรียน, มังคุด, ลองกอง, เงาะ)

ไม้ผลเศรษฐกิจภาคตะวันออก เช่น ทุเรียน มังคุด ลองกอง และ เงาะ เป็นไม้ผลที่เกษตรกรในจังหวัดบึงกาฬและนครพนมให้ความสนใจ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการปลูกเงาะและมังคุด ใน อ.ปากคาด จ.บึงกาฬ จากการประเมินความเหมาะสมของที่ดิน พบว่าพื้นที่ส่วนใหญ่มีความเหมาะสมอยู่ในระดับปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 33.50 ของพื้นที่ทั้งหมด กระจายตัวอยู่ในบริเวณที่ดอนระบายน้ำดี ในขณะเดียวกันพบว่ามีพื้นที่เหมาะสมมาก 3,203.63 ตร.กม. คิดเป็นร้อยละ 18.03 ของพื้นที่ทั้งหมด (**Table 7**) กระจายตัวบริเวณพื้นที่ดินลึก และเป็นดินดอนระบายน้ำดีทั่วทุกอำเภอในจังหวัดบึงกาฬ และในอำเภอนาทม บ้านแพง ศรีสงคราม ท่าอุเทน และอำเภอเมืองจังหวัดนครพนม (**Figure 3**)

พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกลิ้นจี่

ลิ้นจี่พันธุ์นครพนม 1 หรือ นพ.**1** เป็นไม้ผลเศรษฐกิจของจังหวัดนครพนม เหมาะสมกับสภาพอากาศของจังหวัดนครพนม และหลายจังหวัดในภูมิภาคนี้ ซึ่งเป็นพันธุ์ที่คัดเลือกและพัฒนาโดยกรมวิชาการเกษตรปัจจุบันเป็นผลไม้และเป็นสินค้า **GI** ที่มีชื่อเสียงของจังหวัดนครพนม จากการสำรวจภาคสนาม พบว่าพื้นที่ปลูกลิ้นจี่ส่วนใหญ่อยู่ในบริเวณอำเภอเมือง จังหวัดนครพนม และพื้นที่ใกล้ลำน้ำโขง ซึ่งมีทรัพยากรดินที่อุดมสมบูรณ์จากการทับถมของตะกอนน้ำใหม่ สภาพอากาศหนาวเย็น และปริมานน้ำฝนน้ำค่อนข้างสูง จากการ

ประเมินความเหมาะสมของที่ดิน พบว่าพื้นที่ศึกษาส่วนใหญ่มีความเหมาะสมปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 31.62 กระจายตัวอยู่ในจังหวัดนครพนมนอกจากนี้ พบว่ามีพื้นที่เหมาะสมมาก คิดเป็นร้อยละ 7.52 (**Table 7**) ส่วนใหญ่กระจายตัวอยู่ในจังหวัดนครพนม บริเวณอำเภอเมืองนครพนม เรณูนคร ธาตุพนม นาแก ศรีสงคราม และอำเภอนาหว้า และบางส่วนในอำเภอโซ่พิสัย พรเจริญ และอำเภอเซกา จังหวัดบึงกาฬ (**Figure 3**)

พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกส้มเขียวหวาน

ส้มเขียวหวานเป็นไม้ผลเศรษฐกิจที่นิยมปลูกในภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน เนื่องจากมีปริมาณน้ำฝนที่ค่อนข้างสูง และอุณหภูมิเฉลี่ยต่ำกว่าทางตอนกลางและตอนล่างของภูมิภาค จากการประเมินความเหมาะสมของที่ดิน พบว่ามีพื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกส้มเขียวหวานในระดับเหมาะสมมากและปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 21.17 และ 25.62 ตามลำดับ (**Table 7**) พื้นที่เหมาะสมมากส่วนใหญ่กระจายตัวอยู่ในอำเภอนาทมบ้านแพง ศรีสงคราม ท่าอุเทน เมืองนครพนม เรณูนคร ธาตุพนม และ อำเภอนาแก จังหวัดนครพนม อำเภอโซ่พิสัย เมืองบึงกาฬ ศรีวิไล และ อำเภอเซกา จังหวัดบึงกาฬ แสดงแผนที่การกระจายตัวของพื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกส้มเขียวหวานในจังหวัดบึงกาฬและนครพนม (**Figure 3**)

พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกมะพร้าวน้ำหอม

มะพร้าวน้ำหอมเป็นไม้ผลประจำถิ่นและนิยมปลูกแบบยกร่องในภาคกลาง แต่ในปัจจุบันได้กลายเป็นไม้ผลเศรษฐกิจอีกชนิดที่ทำรายได้ให้กับเกษตรกรในภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่หันมาปลูกมะพร้าวน้ำหอม เนื่องจากมีต้นทุนต่ำและดูแลง่าย ผลจากการประเมินความเหมาะสมของที่ดิน พบว่าจังหวัดนครพนมและบึงกาฬมีพื้นที่ในระดับเหมาะมากและปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 21.36 และ 31.09 ตามลำดับ (**Table 7**) ซึ่งกระจายตัวอยู่ในอำเภอปากคาด โซ่พิสัย เมืองบึงกาฬ ศรีวิไล และ อำเภอบึงโขลงหลง จังหวัดบึงกาฬ อำเภอนาทม บ้านแพง ศรีสงคราม ท่าอุเทน เรณูนคร ธาตุพนม และ อำเภอนาแก จังหวัดนครพนม (**Figure 3**)

Table 7 The suitability area for Eastern economic fruit trees (Durian, Mangosteen, Long Kong, Rambutan), Litchi, Tangerine, and Aromatic coconut in Bueng Kan and Nakhon Phanom province

Suitability classes[1/]	Eastern economic fruit trees		Litchi		Tangerine		Aromatic coconut	
	Area (km²)	Percent (%)	Area (km²)	Percent (%)	Area (km²)	Percent (%)	Area (km²)	Percent (%)
S1	1,724.75	18.03	723.17	7.56	2,025.23	21.17	2,043.35	21.36
S2	3,203.63	33.50	3,024.48	31.62	2,450.58	25.62	2,973.24	31.09
S3	605.37	6.33	1,786.10	18.67	1,053.23	11.01	517.15	5.41
N	2,809.83	29.38	2,809.83	29.38	2,814.45	29.43	2,809.83	29.38
F	486.55	5.09	486.55	5.09	486.65	5.09	486.55	5.09
U	335.72	3.51	335.72	3.51	335.72	3.51	335.72	3.51
W	398.46	4.17	398.46	4.17	398.46	4.17	398.46	4.17
รวม	**9,564.31**	**100.00**	**9,564.31**	**100.00**	**9,564.31**	**100.00**	**9,564.31**	**100.00**

[1/]S1 = High suitable, S2 = Moderate suitable, S3 = Marginal suitable, N = Unsuitable, F = Conservation forest, U = Community, W = Water body

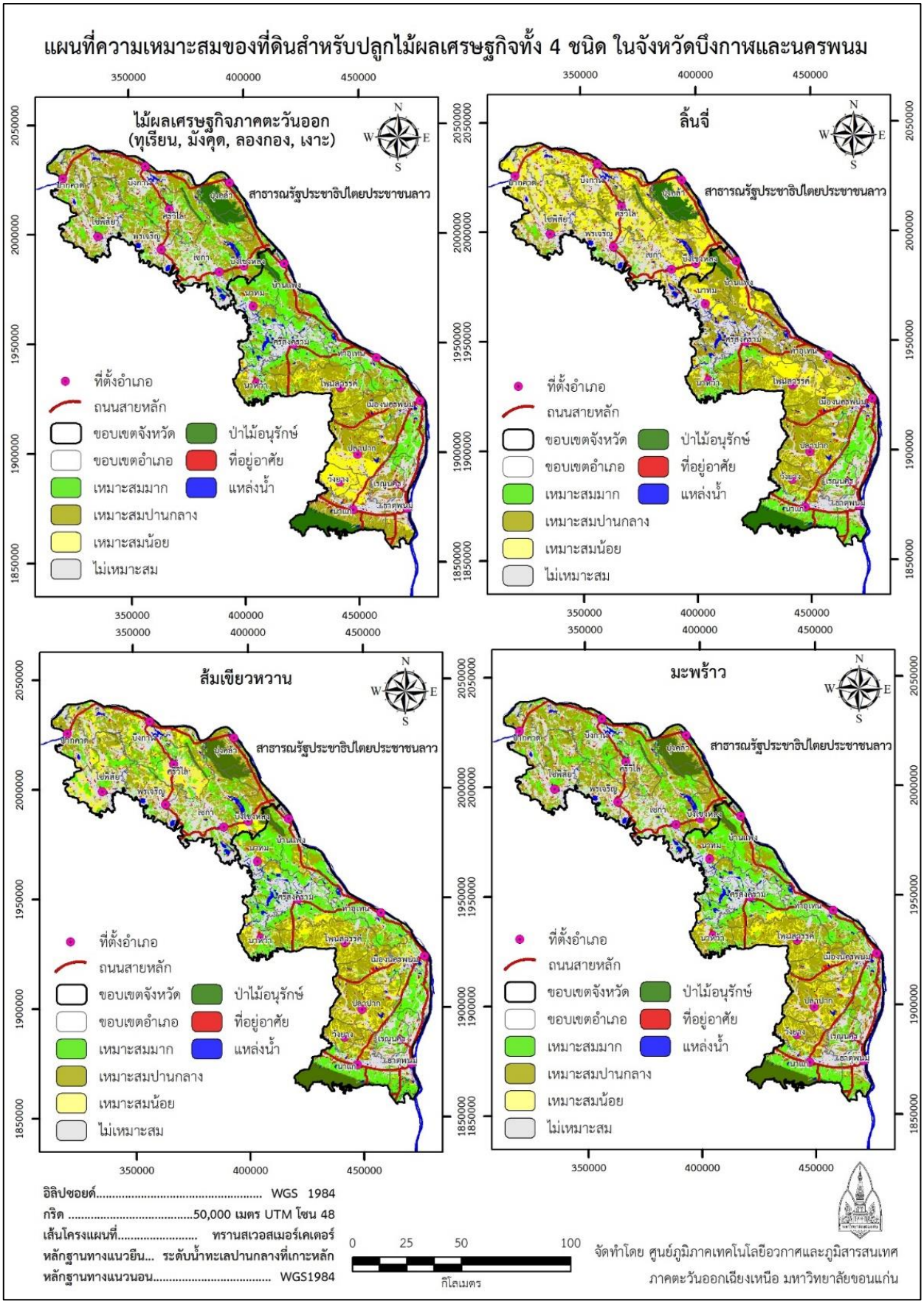

Figure 3 Land suitability map for Eastern economic fruit trees (Durian, Mangosteen, Long Kong, Rambutan), Litchi, Tangerine, and Aromatic coconut in Bueng Kan and Nakhon Phanom provinces

2. การกำหนดเขตการใช้ที่ดินสำหรับปลูกไม้ผลเศรษฐกิจในจังหวัดบึงกาฬ และนครพนม

จากการกำหนดเขตการใช้ที่ดินสำหรับปลูกไม้ผลเศรษฐกิจ โดยสร้างหน่วยที่ดินจากการบูรณาการพื้นที่ที่มีศักยภาพในระดับเหมาะสมมากและปานกลาง สำหรับปลูกไม้ผลเศรษฐกิจทั้ง 4 ชนิด สามารถผสมผสานทางเลือกการใช้ที่ดินสำหรับปลูกไม้ผลเศรษฐกิจจากหน่วยที่ดินทั้งสิ้น 20 หน่วยที่ดิน ซึ่งหน่วยที่ดินที่ 1-16 เป็นขอบเขตพื้นที่มีศักยภาพสำหรับปลูกไม้ผลเศรษฐกิจทั้ง 4 ชนิด โดยสามารถปลูกไม้ผลเศรษฐกิจได้หลายชนิด (**Table 8**) หน่วยที่ดินเหล่านี้สามารถนำไปสร้างแผนที่เขตการใช้ที่ดิน 7 เขต ได้แก่ 1) เขตการใช้ที่ดินพื้นที่เหมาะสมมากสำหรับปลูกไม้ผลเศรษฐกิจ (หน่วยที่ดินที่1) 2) เขตการใช้ที่ดินพื้นที่เหมาะสมมากและปานกลางสำหรับปลูกไม้ผลเศรษฐกิจ(หน่วยที่ดินที่ 2-8) 3) เขตการใช้ที่ดินพื้นที่เหมาะสมปานกลางสำหรับปลูกไม้ผลเศรษฐกิจ (หน่วยที่ดินที่ 9-16) 4) เขตพื้นที่ไม่เหมาะสมสำหรับปลูกไม้ผลเศรษฐกิจ (หน่วยที่ดินที่ 17) 5) เขตการใช้ที่ดินสำหรับพื้นที่ป่าไม้อนุรักษ์ (หน่วยที่ดินที่ 18) 6) เขตการใช้ที่ดินสำหรับพื้นที่ชุมชนและที่อยู่อาศัย (หน่วยที่ดินที่ 19) และ 7) เขตการใช้ที่ดินสำหรับพื้นที่แหล่งน้ำ (หน่วยที่ดินที่ 20) ซึ่งมีพื้นที่คิดเป็นร้อยละ 3.79 22.59 32.50 28.39 5.14 3.39 และ 4.20 ตามลำดับ ซึ่งหน่วยที่ดินทั้ง 20 หน่วยที่ได้สามารถเป็นทางเลือกการใช้ที่ดินให้กับเกษตรกรและสนับสนุนยุทธศาสตร์การวางแผนการใช้ที่ดินจากเขตการใช้ที่ดินสำหรับปลูกไม้ผลเศรษฐกิจในจังหวัดบึงกาฬและนครพนม (**Figure 4**)

Table 8 The area of the land unit in each land-use plan and the potential of the land for economic fruit trees production

Land unit	Land unit description	Area (km^2)	Percent (%)
1.	Highly suitable area for Eastern economic fruit trees, Litchi, Tangerine, and Aromatic coconut	362.34	3.79
	Highly suitable zone for economic fruit trees	**362.34**	**3.79**
2.	Highly suitable area for Eastern economic fruit trees, Tangerine, Aromatic coconut and moderately suitable area for Litchi	1,597.61	16.71
3.	Highly suitable area for Eastern economic fruit trees and moderately suitable area for Litchi, Tangerine, Aromatic coconut	78.72	0.82
4.	Highly suitable area for Litchi and Moderately suitable area for Eastern economic fruit trees, Tangerine, Aromatic coconut	13.56	0.14
5.	Highly suitable area for Litchi, Aromatic coconut and moderately suitable area for Eastern economic fruit trees, Tangerine	4.09	0.04
6.	Highly suitable area for Litchi, Tangerine, Aromatic coconut and moderately suitable areafor Eastern economic fruit trees	273.91	2.86
7.	Highly suitable area for Litchi, Tangerine and Moderately suitable area for Eastern economic fruit trees, Aromatic coconut	47.36	0.49
8.	Highly suitable area for Tangerine, Aromatic coconut and moderately suitable area for Eastern economic fruit trees, Litchi	145.13	1.52
	Association of highly and moderately suitable zone for economic fruit trees	**2,160.38**	**22.59**
9.	Moderately suitable area for Eastern economic fruit trees, Litchi, Tangerine and Aromatic coconut	1012.67	10.58
10.	Moderately suitable area for Eastern economic fruit trees	95.01	0.99
11.	Moderately suitable area for Eastern economic fruit trees and Aromatic coconut	560.05	5.85
12.	Moderately suitable area for Eastern economic fruit trees and Litchi	79.61	0.83
13.	Moderately suitable area for Eastern economic fruit trees, Tangerine and Aromatic coconut	972.07	10.16
14.	Moderately suitable area for Eastern economic fruit trees, Litchi and Aromatic coconut	110.82	1.16
15.	Moderately suitable area for Litchi, Tangerine and Aromatic coconut	268.32	2.81
16.	Moderately suitable area Tangerine and Aromatic coconut	10.32	0.11
	Moderately suitable zone for economic fruit trees	**3,108.86**	**32.50**
17.	**Unsuitable area for economic fruit trees**	**2,715.50**	**28.39**
18.	**Conservation forest area**	**491.84**	**5.14**
19.	**Community area**	**324.15**	**3.39**
20.	**Water body area**	**401.24**	**4.20**
	Total	**9,564.31**	**100.00**

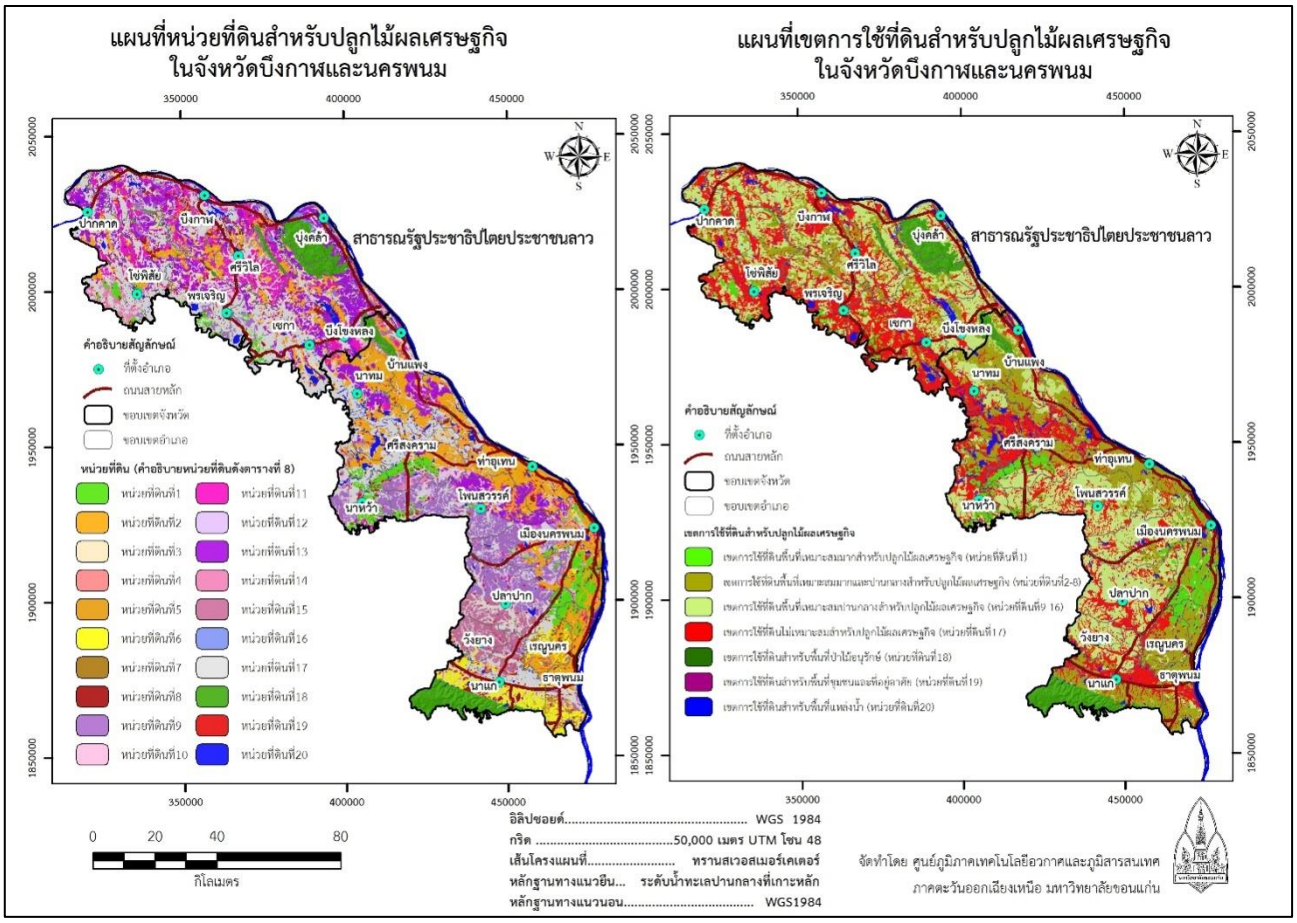

Figure 4 Land unit map in each land-use plan and zoning map according to the land potential for economic fruit trees production in Bueng Kan and Nakhon Phanom provinces

3. การกำหนดทางเลือกการใช้ที่ดินด้วยแผนการใช้ที่ดินสำหรับปลูกไม้ผลเศรษฐกิจสำหรับเกษตรกรผู้ปลูกยางพารา ในจังหวัดบึงกาฬและนครพนม

พื้นที่ปลูกยางพาราในจังหวัดบึงกาฬและนครพนม

จากการจำแนกพื้นที่ปลูกยางพาราด้วยการตีความด้วยสายตาโดยตรงจากจอภาพ จากภาพถ่ายจากดาวเทียมไทยโชต ปี 2562 และ ภาพถ่ายทางอากาศ ปี 2545 พบว่าจังหวัดบึงกาฬและนครพนม มีพื้นที่ปลูกยางพาราทั้งหมด 2,427.34 ตร.กม. หรือประมาณ 1,517,000 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 25.37 ของพื้นที่ศึกษา แบ่งออกเป็นพื้นที่ปลูกยางพาราอายุ < 5 ปี ยางพาราอายุ 5-20 ปี และ ยางพาราอายุ > 20 ปี ซึ่งมีเนื้อที่คิดเป็นร้อยละ 2.72 21.16 และ 1.49 ของพื้นที่ศึกษา ตามลำดับ (**Table 9**) พื้นที่ปลูกยางพาราส่วนใหญ่อยู่ในช่วงอายุ 5-20 ปี ซึ่งเป็นช่วงอายุที่กรีดได้และให้ผลผลิตน้ำยาง กระจายตัวอยู่บริเวณที่ดอนระบายน้ำดีที่เคยปลูกพืชไร่เดิม ส่วนพื้นที่ปลูกยางพาอายุมากกว่า 20 ปี ใกล้ตัดโค่นกระจายตัวบริเวณพื้นที่อำเภอเมือง บึงกาฬ พรเจริญ ศรีวิไล เซกา และอำเภอบึงโขลงหลง จังหวัดบึงกาฬ และอำเภอนาแก จังหวัดนครพนม นอกจากนี้ยังพบว่า พื้นที่ปลูกยางพาราช่วงอายุ < 5 ปี หรือยางอ่อนที่ยังไม่สามารถกรีดได้ กระจายตัวในพื้นที่ดอนในอำเภอนาทมบ้านแพง โพนสวรรค์ ท่าอุเทน ปลาปาก และ อำเภอวังยาง จังหวัดนครพนม (**Figure 5**)

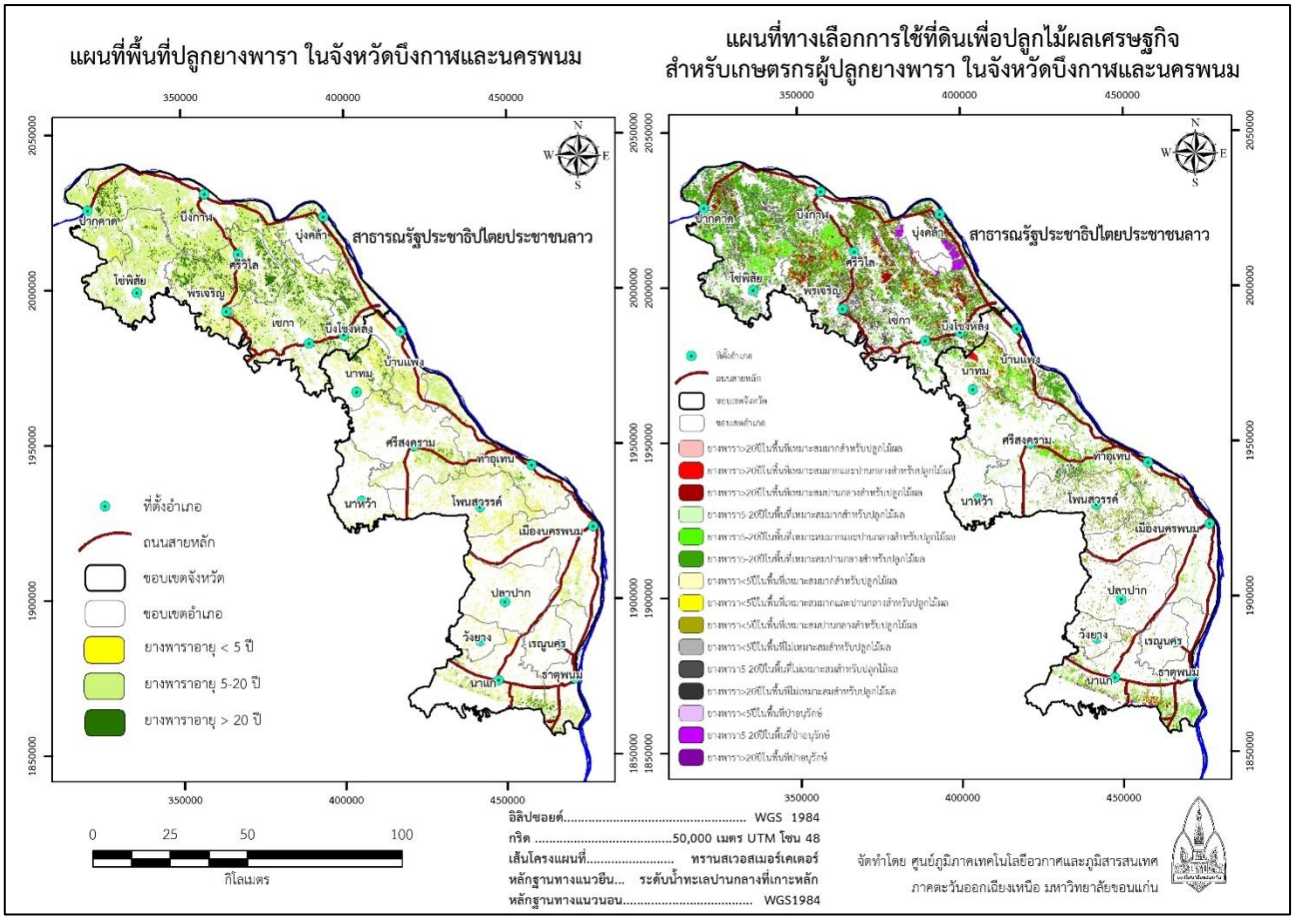

Figure 5 Stand age of rubber tree plantation map and land use alternatives for economic fruit trees map in Bueng Kan and Nakhon Phanom provinces

Table 9 Stand age of rubber tree plantation area in Bueng Kan and Nakhon Phanom provinces

Stand age classes of rubber plantation (years)	Area (km^2)	Percent (%)
Less than 5	260.41	2.72
5-20	2,024.20	21.16
More than 20	142.73	1.49
Other	7,136.98	74.62
Total area	**9,564.31**	**100.00**

ความถูกต้องของการจำแนกช่วงอายุของพื้นที่ปลูกยางพารา

จากการเปรียบเทียบความสอดคล้องระหว่างผลการจำแนกช่วงอายุยางพารากับการสำรวจในภาคสนามด้วยตาราง Convolution Matrix (**Table 10**) พบว่ามีค่าความสอดคล้องสัมประสิทธิ์ Kappa ในระดับสูง เท่ากับ 0.94 และค่าความถูกต้องโดยรวม (Overall Accuracy) เท่ากับ 95.87 เปอร์เซ็นต์ โดยมีเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องเชิงผู้จำแนก (Producer Accuracy) และเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องเชิงผู้ใช้ (User Accuracy) ในระดับสูงที่มากกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ โดยการจำแนกยางพาราอายุ < 5 ปี มีค่าความถูกต้องสูงที่สุด เนื่องจากแปลงยางพาราในอายุ < 5 ปี สามารถสังเกตุและตีความได้ง่ายจากรูปแบบเป็นแถวเป็นแนวอย่างชัดเจน และมีทรงพุ่มยังไม่ปกคลุมทั้งพื้นที่จึงมีสัดส่วนการสะท้อนของดินโล่งมากกว่าพืชพรรณ ส่วนพื้นที่ปลูกยางพาราอายุ 5-20 และ > 20 ปี ยังมี

ความแยกไม่ออกจากกันเนื่องจากยางพาราทั้งสองช่วงอายุมีทรงพุ่มที่ปกคลุมพื้นที่มากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ และทำให้มองไม่เห็นร่องปลูกได้อย่างชัดเจน

Table 10 The confusion matrix between stand age rubber tree plantation classification and field survey

Classification result	Field survey (years)			Producer	User
(years)	Less than 5	5-20	More than 20	Accuracy (%)	Accuracy (%)
Less than 5	34	0	0	100.00	100.00
5-20	0	33	3	97.05	91.66
More than 20	0	1	26	89.65	96.29
Total	**34**	**34**	**29**		
Kappa coefficient = 0.94					
Overall Accuracy (%) = 95.87					

ทางเลือกการใช้ที่ดินสำหรับปลูกไม้ผลเศรษฐกิจสำหรับเกษตรกรผู้ปลูกยางพาราในจังหวัดบึงกาฬและนครพนม

จากการวิเคราะห์เชิงบูรณาการระหว่างพื้นที่ปลูกยางพารา และพื้นที่เขตการใช้ที่ดินสำหรับปลูกไม้ผลเศรษฐกิจทั้ง 4 ชนิด สามารถแสดงศักยภาพของพื้นที่สำหรับปลูกไม้ผลเศรษฐกิจทดแทนพื้นที่ปลูกยางพาราในแต่ละช่วงอายุ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงอายุใกล้กำหนดตัดโค่น (อายุมากกว่า 20 ปี) โดยกำหนดทางเลือกการใช้ที่ดินสำหรับปลูกไม้ผลเศรษฐกิจสำหรับเกษตรกรผู้ปลูกยางพาราทั้งสิ้น 3 กลุ่มทางเลือก ได้แก่ 1) เขตทางเลือกการใช้ที่ดินสำหรับปลูกไม้ผลเศรษฐกิจสำหรับเกษตรผู้ปลูกยางพาราที่มีอายุ > 20 ปี 2) เขตทางเลือกการใช้ที่ดินสำหรับปลูกไม้ผลเศรษฐกิจสำหรับเกษตรผู้ปลูกยางพาราที่มีอายุ 5-20 ปี 3) เขตทางเลือกการใช้ที่ดินสำหรับปลูกไม้ผลเศรษฐกิจสำหรับเกษตรผู้ปลูกยางพาราที่มีอายุ < 5 ปี (**Figure 5**) ซึ่งมีเนื้อที่คิดเป็นร้อยละ 3.04 39.17 และ 4.36 ของพื้นที่ปลูกยางพาราทั้งหมด นอกจากนี้พบว่าพื้นที่ปลูกยางพาราบางส่วนตกอยู่ในเขตการใช้ที่ดินที่ไม่เหมาะสมสำหรับปลูกไม้ผลเศรษฐกิจ ซึ่งมีเนื้อที่ประมาณ 150 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 6.22 ของพื้นที่ปลูกยางพาราทั้งหมด ยิ่งไปกว่านั้นยังพบพื้นที่ปลูกยางพาราในพื้นที่ป่าอนุรักษ์ประมาณ 13.96 ตารางกิโลเมตร หรือคิดเป็นร้อยละ 0.58 ของพื้นที่ปลูกยางพาราทั้งหมด (**Table 11**)

4. ผลการวิเคราะห์ด้านเศรษฐศาสตร์

จากการวิเคราะห์ความคุ้มทุนทางเศรษฐศาสตร์ในเบื้องต้น ในปีการเพาะปลูก 2562/63 ด้วยการวิเคราะห์กำไรขั้นต้น (Gross margin) และ อัตราส่วนต้นทุนกำไร (BCR) ของการปลูกไม้ผลเศรษฐกิจทั้ง 4 ชนิดได้แก่ 1) ไม้ผลเศรษฐกิจภาคตะวันออก (ทุเรียน, มังคุด, ลองกอง, เงาะ) 2) ลิ้นจี่ 3) ส้มเขียวหวาน และ 4) มะพร้าวน้ำหอม พบว่าการปลูกไม้ผลเศรษฐกิจทุกชนิดมีความคุ้มทุนทางเศรษฐศาสตร์ โดยมีค่า Gross margin และ BCR ที่มากกว่า 1 จะเห็นได้ว่าต้นทุนรวมระหว่างพื้นที่ในระดับความเหมาะสมมากและปานกลางของการปลูกทุเรียนและส้มเขียวหวานในจังหวัดบึงกาฬและนครพนมมีค่า BCR ที่แตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัด (**Table 12**) เนื่องจากในพื้นที่เหมาะสมมากตั้งอยู่ในพื้นที่ใกล้กับลำน้ำธรรมชาติ และมีน้ำไหลผ่านตลอดปี เกษตรกรสามารถกักเก็บน้ำไว้ใช้ในพื้นที่ได้ ในขณะที่พื้นที่เหมาะสมปานกลางมีที่ตั้งอยู่ห่างไกลจากลำน้ำ และปริมาณน้ำฝนที่ตกไม่เพียงพอ จึงต้องทำการขุดสระเพื่อกักเก็บน้ำ จึงเป็นการเพิ่มต้นทุน ดังนั้นควรนำปัจจัยด้านแหล่งน้ำผิวดิน มาวิเคราะห์ร่วมสำหรับประเมินความเหมาะสมของที่ดิน ส่วนไม้ผลเศรษฐกิจภาคตะวันออกชนิดอื่น เช่น มังคุด ลองกอง และ เงาะ BCR ที่มากกว่า 1 และมีต้นทุนรวมที่ใกล้เคียงกัน และจากการสำรวจภาคสนามพบว่าจังหวัดนครพนมนิยมปลูกลิ้นจี่ในพื้นที่บริเวณใกล้กับลำน้ำโขง ซึ่งมีความคุ้มทุนทางเศรษฐศาสตร์โดยมีค่า BCR มากกว่า 2 นอกจากนี้ยังพบว่าการปลูกมะพร้าวน้ำหอม มีความคุ้มทุนโดยมีค่า BCR สูงถึง 6.67 (**Table 12**)

Table 11 Land use alternatives of economic fruit tree to rubber tree plantation for rubber farmers in Bueng Kan and Nakhon Phanom province

Land use alternatives unit	Land unit description	Area (km^2)	Percent (%)
1	**Economic fruit trees zoning for the rubber tree plantations more than 20 years**	**73.81**	**3.04**
1.1	Highly suitable zone for economic fruit trees	1.18	0.05
1.2	Association of highly and moderately suitable zone for economic fruit trees	31.07	1.28
1.3	Moderately suitable zone for economic fruit trees	41.56	1.71
2	**Economic fruit trees zoning for the rubber tree plantations 5-20years**	**950.83**	**39.17**
2.1	Highly suitable zone for economic fruit trees	47.83	1.97
2.2	Association of highly and moderately suitable zone for economic fruit trees	340.07	14.01
2.3	Moderately suitable zone for economic fruit trees	562.93	23.19
3	**Economic fruit trees zoning for the rubber tree plantations less than 20 years**	**105.94**	**4.36**
3.1	Highly suitable zone for economic fruit trees	5.34	0.22
3.2	Association of highly and moderately suitable zone for economic fruit trees	40.22	1.66
3.3	Moderately suitable zone for economic fruit trees	60.37	2.49
4	**Rubber tree plantations in unsuitable areas for economic fruit trees**	**152.22**	**6.27**
5	**Rubber tree plantations in conservation forest areas**	**13.96**	**0.58**
	Total area	**2,427.34**	**100.00**

Table 12 Benefit cost-ratio (BCR) for economic fruit trees in Bueng Kan and Nakhon Phanom provincein crops year 2019/20

Economic fruit trees	Suitable Classes	Farm gate price (baht/kg.)	Yield (kg./rai)	Gross return (baht/rai)	Total cost (baht/rai)	Gross margin (baht/rai)	BCR
Durian	S1	120.00	1,000	120,000	12,483	107,517	8.61
	S2	120.00	850	102,000	27,414	74,586	2.72
Mangosteen	S1	45.00	660	29,700	10,774	18,926	1.76
Long Kong	S1	30.00	1,000	30,000	13,736	16,264	1.18
Rambutan	S2	25.00	1,300	32,500	10,093	22,407	2.22
	S2	25.00	1,300	32,500	11,613	20,887	1.80
	S1	25.00	1,500	37,500	10,198	27,302	2.68
Litchi	S1	50.00	800	40,000	12,378	27,622	2.23
Tangerine	S1	30.00	3,000	90,000	13,488	76,512	5.67
	S2	30.00	3,000	90,000	30,634	59,366	1.94
Aromatic Coconut	S1	13.00	4,000	52,000	6,780	45,220	6.67

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

การศึกษาครั้งนี้ได้สร้างฐานข้อมูลเชิงพื้นที่เขตการใช้ที่ดินสำหรับไม้ผลเศรษฐกิจเพื่อสนับสนุนทางเลือกการใช้ที่ดินของเกษตรกรผู้ปลูกยางพารา ในจังหวัดบึงกาฬและนครพนม จากการประเมินความเหมาะสมของที่ดิน ด้วยการวิเคราะห์เชิงบูรณาการคุณภาพที่ดิน ตามหลักการประเมินที่ดินของ FAO สามารถแสดงแผนที่ความเหมาะสมของที่ดิน และการกระจายตัวของพื้นที่เหมาะสมมาก ปานกลาง น้อย และ ไม่เหมาะสม สำหรับปลูกไม้ผลเศรษฐกิจ 4 ชนิดได้แก่ 1) ไม้ผลเศรษฐกิจภาคตะวันออก (ทุเรียน, มังคุด, ลองกอง, เงาะ) 2) ลิ้นจี่ 3) ส้มเขียวหวาน และ 4) มะพร้าวน้ำหอม ในการสร้างแบบจำลองความเหมาะสมของที่ดินสำหรับปลูกไม้ผลเศรษฐกิจ ควรนำข้อมูลคุณลักษณะของที่ดินด้านแหล่งน้ำมาวิเคราะห์ร่วม เช่น ปัจจัยวินิจฉัยด้านพื้นที่ชลประทาน ระยะห่างจากลำน้ำและแหล่งน้ำผิวดิน และ คุณภาพน้ำบาดาล เป็นต้น นอกจากความต้องการด้านพืชแล้ว การประเมินความเหมาะสมของที่ดินตามหลักการ FAO ควรทำการประเมินความต้องการด้านการจัดการและการอนุรักษ์ดิน ดังนั้นข้อมูลการเข้าถึงพื้นที่ เช่น เส้นทางการคมนาคม และข้อมูลการอนุรักษ์ดินและน้ำ เช่น ความเสี่ยงต่อการเกิดกษัยการดิน จะเป็นประโยชน์ต่อประสิทธิภาพของแบบจำลอง จากการสร้างแบบจำลองความเหมาะสมของที่ดินสำหรับปลูกไม้ผลเศรษฐกิจด้วยการบูรณาการคุณภาพที่ดิน พบว่า พื้นที่เหมาะสมปานกลางสำหรับปลูกไม้ผลเศรษฐกิจทั้ง 4 ชนิด ส่วนใหญ่ทับซ้อนกับชุดดินโพนพิสัย ซึ่งเป็นดินตื้นลูกรัง ทั้งนี้เกิดจากหน่วยที่ดินดังกล่าวมีคุณภาพที่ดินด้านอื่นมีความเหมาะสม เช่น น้ำที่เป็นประโยชน์ต่อพืชหรือสภาพพื้นที่ ดังนั้นข้อมูลด้านวิชาการในการจัดการพื้นที่ปลูกไม้ผลเศรษฐกิจในพื้นที่ดินตื้น ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบนจากหน่วยงานรัฐที่เกี่ยวข้อง เช่น กรมพัฒนาที่ดิน จะเป็นประโยชน์ต่อยอดให้กับงานวิจัยครั้งนี้ นอกจากนี้แบบจำลองจะมีความถูกต้องมากยิ่งขึ้นหากมีข้อมูลผลผลิตเฉลี่ยรายแปลง เพื่อสนับสนุนการประมาณผลผลิตที่ได้ในแต่ละระดับความเหมาะสม สำหรับไม้ผลเศรษฐกิจแต่ละชนิด

ข้อมูลเชิงพื้นที่ความเหมาะสมของที่ดินในระดับเหมาะสมมากและปานกลาง สำหรับปลูกไม้ผลเศรษฐกิจทั้ง 4 ชนิด สามารถนำไปสร้างหน่วยแผนที่ทั้งสิ้น 20 หน่วยแผนที่ดิน และสามารถแบ่งเขตการใช้ที่ดินสำหรับปลูกไม้ผลเศรษฐกิจออกเป็น 7 เขตการใช้ที่ดิน ได้แก่ 1) เขตการใช้ที่ดินพื้นที่เหมาะสมมากสำหรับปลูกไม้ผลเศรษฐกิจ (หน่วยที่ดินที่ 1) 2) เขตการใช้ที่ดินพื้นที่เหมาะสมมากและปานกลางสำหรับปลูกไม้ผลเศรษฐกิจ (หน่วยที่ดินที่ 2-8) 3) เขตการใช้ที่ดินพื้นที่เหมาะสมปานกลางสำหรับปลูกไม้ผลเศรษฐกิจ (หน่วยที่ดินที่ 9-16) 4) เขตการใช้ที่ดินพื้นที่ไม่เหมาะสมสำหรับปลูกไม้ผลเศรษฐกิจ (หน่วยที่ดินที่ 17) 5) เขตการใช้ที่ดินสำหรับพื้นที่ป่าไม้อนุรักษ์ (หน่วยที่ดินที่ 18) 6) เขตการใช้ที่ดินสำหรับพื้นที่ชุมชนและที่อยู่อาศัย (หน่วยที่ดินที่ 19) และ 7) เขตการใช้ที่ดินสำหรับพื้นที่แหล่งน้ำ (หน่วยที่ดินที่ 20) ซึ่งมีเนื้อที่คิดเป็นร้อยละ 3.79 22.59 32.50 28.39 5.14 3.39 และ 4.20 ของพื้นที่ศึกษา ตามลำดับ จากการจำแนกช่วงอายุยางพาราด้วยภาพถ่ายจากดาวเทียมไทยโชต พบว่าจังหวัดบึงกาฬและนครพนม มีพื้นที่ปลูกยางพาราทั้งหมด 2,427.34 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 25.37 ของพื้นที่ศึกษา โดยแบ่งออกเป็น พื้นที่ปลูกยางพาราอายุ < 5 ปี ยางพาราอายุ 5-20 ปี และยางพาราอายุ > 20 ปี คิดเป็นร้อยละ 2.72 21.16 และ 1.49 ของพื้นที่ศึกษา ตามลำดับ การศึกษาครั้งนี้สามารถกำหนดหน่วยทางเลือกเขตการใช้ที่ดินสำหรับปลูกไม้ผลเศรษฐกิจที่มีความชัดเจน สนับสนุนการตัดสินใจให้กับเกษตรกรผู้ปลูกยางพาราที่มีความต้องการเปลี่ยนพื้นที่มาปลูกไม้ผลเศรษฐกิจที่มีความเหมาะสมกับศักยภาพของที่ดิน จากการวิเคราะห์ความคุ้มทุนทางเศรษฐศาสตร์ของการปลูกไม้ผลเศรษฐกิจ ในจังหวัดบึงกาฬและนครพนม ด้วยวิธีวิเคราะห์อัตราส่วนต้นทุนกำไร (BCR) พบว่าการผลิตไม้ผลเศรษฐกิจทั้ง 4 ชนิด ในจังหวัดบึงกาฬและนครพนม มีความคุ้มทุนทางเศรษฐศาสตร์ การศึกษาครั้งนี้ได้ดำเนินการเปรียบเทียบความคุ้มทุนทางเศรษฐศาสตร์ระหว่างไม้ผลเศรษฐกิจทั้ง 4 ชนิดในเบื้องต้นภายในระยะเวลา 1 ปีการเพาะปลูก 2562/2563 เท่านั้น ซึ่งการวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์สำหรับปลูกไม้ผลเศรษฐกิจ ควรดำเนินการวิเคราะห์ในเชิงลึกภายใต้ระยะเวลาดำเนินการหลายปี และควรทำการคำนวณโครงสร้างราคา และการให้ผลผลิตของไม้ผลเศรษฐกิจแต่ละชนิด ภายใต้ระยะเวลาที่ปลูกเปรียบเทียบกับการปลูกยางพารา ซึ่งจะสามารถนำไปสนับสนุนการตัดสินใจของเกษตรกรผู้ปลูกยางพาราได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้ ควรนำหน่วยที่ดินที่ใช้กำหนดทางเลือกการใช้ที่ดินสำหรับปลูกไม้ผลเศรษฐกิจที่มีข้อมูลระดับความเหมาะสม บูรณาการร่วมกับข้อมูลด้านการผลิตเฉพาะเรื่องจากหน่วยงานรัฐที่มีองค์ความรู้เทคโนโลยีที่สามารถนำไปปฏิบัติได้จริง เช่น วิธีการเพิ่มผลผลิตการจัดการปุ๋ย การจัดการด้านการตลาด เป็นต้น ยิ่งไปกว่านั้น การนำข้อสนเทศเชิงพื้นที่ที่ได้ต่อยอดโดยพัฒนาเป็นแอพพลิเคชั่นให้เกษตรกรผู้ปลูกยางพาราเข้าถึงง่าย จะทำให้เกิดประโยชน์ต่อการวางแผนการใช้ที่ดินในพื้นที่ศึกษาได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำขอบคุณ

ขอขอบพระคุณ สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) ที่ให้การสนับสนุนทุนวิจัย และให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมไทยโชต สำหรับการวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

กรมอุตุนิยมวิทยา. 2558. สถิติปริมาณฝนณสถานีอุตุนิยมวิทยาจังหวัดหนองคาย พ.ศ. 2546 – 2558. ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน, ขอนแก่น.

กองการยางแห่งประเทศไทย. 2563. ประกาศคณะกรรมการ การยางแห่งประเทศไทย เรื่อง กำหนดไม้ยืนต้นชนิดอื่นที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ พ.ศ. 2563. แหล่งข้อมูล: https://www.raot.co.th/article_attach/forest_act58ntree_support63.pdf. ค้นเมื่อ 25 กันยายน 2563.

ชรัตน์ มงคลสวัสดิ์, วาสนา พุฒกลาง, แสงดาว นพพิทักษ์ และอุราวรรณ จันทร์เกษ. 2552. พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกอ้อยภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. น. 170-188. ใน: การประชุมวิชาการดาวเทียมธีออสเทคโนโลยีอวกาศของไทย เพื่อการพัฒนาภูมิสารสนเทศ 8-9 กันยายน 2552. โรงแรมณุศาพลาญ่าโฮเต็ลแอนด์สปา, ชลบุรี.

ชรัตน์ มงคลสวัสดิ์ และวาสนา พุฒกลาง. 2553. การประกอบแบบจำลองเชิงพื้นที่สำหรับประเมินความเหมาะสมของที่ดินสำหรับปลูกยางพาราในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. น. A2-3 #1- A2-3 #24. ใน: การประชุมวิชาการเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศแห่งชาติ 15-17 ธันวาคม 2553. อิมแพ็คคอนเวนชั่นเซ็นเตอร์ เมืองทองธานี, นนทบุรี.

บัณฑิต ตันศิริ และคำรณ ไทรฟัก. 2539. คู่มือการประเมินคุณภาพที่ดินสำหรับพืชเศรษฐกิจ. กองวางแผนการใช้ที่ดินกรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

โพสต์ทูเดย์. 2565. สศก. แนะพืชทางเลือกภาคใต้ตอนบนทดแทนปลูกยางในพื้นที่ไม่เหมาะสม. แหล่งข้อมูล: https://www.posttoday.com/economy/news/604431. ค้นเมื่อ 28 มีนาคม 2565.

มติชน. 2564. รัฐบาลไฟเขียวยุทธศาสตร์ยางพารา 20 ปีตั้งเป้าลดพื้นที่ปลูกยาง 5 ล้านไร่. แหล่งข้อมูล: https://www.matichon.co.th/politics/news_1784667. ค้นเมื่อ 27 ตุลาคม2564.

วาสนา พุฒกลาง และชรัตน์ มงคลสวัสดิ์. 2553. ความเหมาะสมของที่ดินและการประเมินพื้นที่ปลูกมันสำปะหลัง ด้วยข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมและระบบสารสนเทศ. วารสารสมาคมสำรวจข้อมูลระยะไกลและสารสนเทศภูมิศาสตร์แห่งประเทศไทย. 11: 67-89.

วาสนา พุฒกลาง และชรัตน์ มงคลสวัสดิ์. 2557. การโซนนิ่งพื้นที่เกษตรกรรมสำหรับการผสมผสานหาทางเลือกสำหรับการใช้ที่ดิน ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. วารสารสมาคมสำรวจข้อมูลระยะไกลและสารสนเทศภูมิศาสตร์แห่งประเทศไทย. 15: 47-62.

วาสนา พุฒกลาง. 2561. การทำแผนที่พื้นที่ปลูกยางพาราตามช่วงอายุ และผลสืบเนื่องของการปลูกยางพาราต่อการแตกกระจายของผืนป่า ด้วยข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมหลายช่วงเวลา ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบนประเทศไทย. วิทยานิพนธ์ ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ขอนแก่น.

วิทยา พรหมมี. 2564. บทบรรณาธิการ. วารสารยางพารา. 42:1.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2562. การคำนวนต้นทุน. แหล่งข้อมูล: https://www.oae.go.th/view/1/การคำนวณต้นทุน/TH-TH. ค้นเมื่อ 12 พฤษภาคม 2562.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2563. สถิติการเกษตรประเทศไทย ปี 2563. ศูนย์สารสนเทศการเกษตรสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2565. ยางพารา: ราคายางแผ่นดิบชั้น 3 รายเดือนที่เกษตรกรขายได้ที่สวนทั้งประเทศปี 2545-2565. แหล่งข้อมูล: https://www.oae.go.th/assets/portals/1/files/price/monthly_price/rubber3.pdf. ค้นเมื่อ 28 มีนาคม 2565.

อรวรรณ ศรีโสมพันธ์, นิติพงษ์ ส่งศรีโรจน์ และนริศ สินศิริ. 2559. ต้นทุนผลตอบแทนของการปลูกยางพารากับพืชเศรษฐกิจที่สำคัญ ในจังหวัดมหาสารคาม. แก่นเกษตร. 44: 559-564.

FAO. 1976. A framework for land evaluation. Soils Bulletin No.32. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy.

FAO. 1983. Guidelines: Land Evaluation for Rainfed Agriculture. Soils Bulletin No.52. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy.

Gurung, B., R. Regmi, A. Paudel, U. Paudel, A. Paudel, and S. Shrestha. 2021. Profitability, marketing, and resource use efficiency of ginger production in Rukum west, Nepal. Archives of Agriculture and Environmental Science. 6: 426-435.

Hirunkul, B., C. Mongkolsawat, and R. Suwanwerakamthorn. 2019. Integration of land qualities for assessing land suitability for rice in the Chi. Songklanakarin Journal of Science and Technology. 41: 1367-1375.

Mehmood, Y., B. Anjum, and M. Sabir. 2011. Benefit cost ratio analysis of organic and inorganic rice crop production; evidence from district Sheikhupura in Punjab Pakistan. Pakistan Journal of Medical Sciences. 63: 174-177.

Mongkolsawat C., P. Thirangoon and P. Kuptawutinan. 1999. Land Evaluation for Combining Economic Crops using GIS and Remotely Sensed Data. In proceedings 20th ACRS 1999. Hong Kong, China.

Mongkolsawat, C., and W. Putklang. 2012. Rubber tree expansion in forest reserve and paddy field across the Greater Mekong Sub-Region, northeast Thailand based on remotely sensed imagery. pp. 214–219. In Proceedings of the 33rd Asian Conference on Remote Sensing 26–30 November 2012. Pattaya, Thailand.

Samranpong, C., B. Ekasingh, and M. Ekasingh. 2009. Economic land evaluation for agricultural resource management in Northern Thailand. Environmental Modelling & Software. 24: 1381-1390.