การโซนนิ่งพื้นที่เกษตรกรรมสำหรับการผสมผสานหาทางเลือกสำหรับการใช้ที่ดิน ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

Agricultural Zoning for Alternative Combination of Land Use in Northeast Thailand

วาสนา พุฒกลาง และ ชรัตน์ มงคลสวัสดิ์

Wasana Putklang and Charat Mongkolsawat

ศูนย์ภูมิสารสนเทศเพื่อการพัฒนาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

และศูนย์ภูมิภาคเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศภาคตะวันออกเฉียงเหนือโทรศัพท์

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

e-mail : putklang_w@kku.ac.th, charat@kku.ac.th

บทคัดย่อ

การประเมินที่ดินโดยทั่วไปใช้กับพืชชนิดเดียวซึ่งให้ข้อมูลที่ไม่เพียงพอสำหรับทางเลือกการผสมผสานของการใช้ที่ดิน การศึกษาครั้งนี้เพื่อประเมินความเหมาะสมของที่ดินสำหรับปลูกพืชเศรษฐกิจ ได้แก่ ข้าว อ้อย มันสำปะหลัง และยางพารา ด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ และทำโซนนิ่งพื้นที่การเกษตรด้วยการสร้างขอบเขตหน่วยการใช้ที่ดินที่เหมาะสมสำหรับการผสมผสานทางเลือกการใช้ที่ดินโดยคำนึงถึงสภาพเศรษฐกิจสังคมและสิ่งแวดล้อม พื้นที่ศึกษาครอบคลุมภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เนื้อที่ประมาณ 170,000 ตารางกิโลเมตร พืชเศรษฐกิจที่สำคัญได้แก่ ข้าว อ้อย มันสำปะหลัง และยางพารา การวิเคราะห์โซนนิ่งเพื่อหาความเหมาะสมของที่ดินของพืชเศรษฐกิจทั้ง 4 ชนิดเป็นไปตามหลักการประเมินที่ดินของ FAO โดยบูรณาการคุณภาพที่ดินสำหรับพืชเศรษฐกิจหลักแต่ละชนิด ประกอบด้วยคุณภาพที่ดินน้ำที่เป็นประโยชน์ คุณสมบัติของดิน ศักยภาพของดินเค็ม และสภาพภูมิประเทศ สร้างเป็นชั้นข้อมูลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ และทำการวิเคราะห์แบบซ้อนทับสร้างแบบจำลองแบบผลคูณ เพื่อให้ได้ความเหมาะสมของที่ดินที่เป็นไปตามความต้องการคุณภาพที่ดินของพืชแต่ละชนิด จากนั้นทำการตรวจสอบภาคสนามเพื่อวิเคราะห์ความถูกต้องของแบบจำลองโดยใช้สัมประสิทธิ์ Kappa ผลที่ได้นำมาประเมินด้านเศรษฐกิจและการสูญเสียดิน เมื่อได้รับความเหมาะสมของที่ดินของพืชแต่ละชนิดแล้วนำชั้นความเหมาะสมของพืชทั้ง 4 ชนิดนี้มาวิเคราะห์แบบซ้อนทับอีกครั้งหนึ่ง และกำหนดทางเลือกเฉพาะความเหมาะสมมาก และความเหมาะสมปานกลาง เพื่อเสนอทำแผนที่แบบบูรณาการพืชทั้ง 4 ชนิด ผลการศึกษาพบว่าพื้นที่เหมาะสมมากสำหรับข้าว, มันสำปะหลัง, อ้อย, ยางพารา, ข้าว-อ้อย, มันสำปะหลัง-อ้อย, อ้อย-ยางพารา, มันสำปะหลัง-ยางพารา และ มันสำปะหลัง-อ้อย-ยางพารา มีเนื้อที่คิดเป็นร้อยละ 5.90, 5.04, 3.10, 0.48, 0.30, 3.85, 1.14, 1.51 และ 1.87 ของพื้นที่ตามลำดับ พื้นที่เหมาะสมปานกลางสำหรับข้าว, มันสำปะหลัง, อ้อย, ยางพารา, ข้าว-อ้อย, มันสำปะหลัง-อ้อย, อ้อย-ยางพารา, มันสำปะหลัง-ยางพารา และ มันสำปะหลัง-อ้อย-ยางพารา มีเนื้อที่คิดเป็นร้อยละ 10.23, 6.46, 0.69, 0.87, 1.18, 2.05, 6.28, 0.86 และ 3.78 ของพื้นที่ ตามลำดับ

คำสำคัญ : โซนนิ่ง, ข้าว, มันสำปะหลัง, อ้อย, ยางพารา

ABSTRACT

Land suitability evaluation is generally established based on individual crop types which provide inadequate information for alternative combination of land use. In this study agricultural zoning is accomplished with objective of integrated analyzing of land quality for economic crop suitability accompanied by delineating units of land as to their suitability for alternative combinations of land use with respect to economic and environmental issues. Northeast Thailand is the study area, which covers an area of about 170,000 Km^2. The economic crops in the area are rice, sugar-cane, cassava and rubber tree. The suitability evaluation for each crop was conducted, based on the method described in FAO guidelines. An overlay process of defined land quality layers with the suitability model provided the land suitability for each crop. The land qualities for each crop are water availability, soil properties, salt hazard potential and topography. Land suitability layers with their class attributes were prepared for rice, sugar-cane, cassava and rubber tree. The resultant maps were checked against the ground investigation for reliability analysis. Economic return and soil erosion for each land unit of suitability map were also estimated. Simultaneously, overlay was then performed of the suitability layers and conservation areas with selection criteria of identifying highly and moderately suitable classes. The zoning that matches land uses to the highly and moderately suitable land areas was recommended with respect to the conservation area and alternative economic returns. The highly suitable areas for rice, cassava, sugar-cane, rubber tree, rice-sugar cane, sugar cane-cassava, sugar cane-rubber tree, cassava-rubber tree and sugar cane-cassava-rubber tree cover areas of about 5.90, 5.04, 3.10, 0.48, 0.30, 3.85, 1.14, 1.51 and 1.87 respectively. The suitable area for rice, cassava, sugar-cane, rubber tree, rice-sugar cane, sugar cane-cassava, sugar cane-rubber tree, cassava-rubber tree and cassava-sugar cane-rubber tree account for 10.23, 6.46, 0.69, 0.87, 1.18, 2.05, 6.28, 0.86 and 3.78 respectively.

KEY WORDS : Zoning, Rice, Cassava, Sugar-cane, Rubber tree.

1. หลักการและเหตุผล

ประเทศไทยเป็นแหล่งผลิตอาหารที่สำคัญของโลก การส่งออกผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรที่สำคัญและสร้างรายได้ให้กับประเทศได้แก่ ข้าว อ้อย มันสำปะหลัง และยางพารา ในปี พ.ศ. 2554 พบว่ามีเนื้อที่การใช้ประโยชน์ที่ดินทางการเกษตร เท่ากับ 149.25 ล้านไร่ ปรากฏอยู่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือถึง 63.85 ล้านไร่ หรือคิดเป็นร้อยละ 42.78 ของพื้นที่ทั้งประเทศ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2555) แม้ว่าภาคตะวันออกเฉียงเหนือจะเป็นฐานการผลิตการเกษตรที่สำคัญของประเทศ แต่ก็มีข้อจำกัดความอุดมสมบูรณ์ของดินค่อนข้างต่ำและประสบกับปัญหาดินมีคุณภาพไม่ดี เช่น ปัญหาดินเค็ม ดินตื้นลูกรัง และดินทรายจัด ซึ่งมีพื้นที่คิดเป็นร้อยละ 1.69, 14.34 และ 7.69 ของพื้นที่ทั้งภาค ตามลำดับ (ชรัตน์ มงคลสวัสดิ์, 2549) ปัญหาดังกล่าวส่งผลให้รูปแบบการทำเกษตรกรรมในพื้นที่ไม่หลากหลาย

การมีทรัพยากรอยู่อย่างจำกัดและในขณะที่การเพิ่มขึ้นของประชากรอย่างต่อเนื่อง ส่งผลให้เกิดความต้องการผลิตภัณฑ์ทั้งในด้านอาหารและไม่ใช่อาหารที่เพิ่มขึ้น เกิดการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและความต้องการใช้ที่ดินเพิ่มขึ้นและไม่ตรงตามศักยภาพของพื้นที่ ในปัจจุบันภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบนกำลังประสบปัญหาพื้นที่นาข้าวถูก

แทนที่ด้วยพื้นที่ปลูกยางพารา (Mongkolsawat, C., 2012) การปลูกพืชในพื้นที่ไม่เหมาะสมนอกจะทำให้ขาดทุนในการผลิตแล้วยังเป็นตัวเร่งให้เกิดการสูญเสียดินเพิ่มมากขึ้น ดังนั้นการวางแผนการใช้ที่ดินเป็นสิ่งที่สำคัญซึ่งมีจุดประสงค์หลักเพื่อเป็นแนวทางในการใช้ทรัพยากรอย่างรู้คุณค่า และเพื่อให้การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นนี้ดำเนินไปในทางที่ถูกต้องและไม่ส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม แผนการใช้ที่ดินด้านการเกษตรในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ Mongkolsawat et al. (1999) Charauppat et al. (2003) Paiboonsak et al (2004) Mongkolsawat et al. (2006a) และ Benjaporn et al (2012) ได้เสนอให้ทำการบูรณาการคุณภาพที่ดินเพื่อประเมินความเหมาะสมของที่ดินในแต่ละประเภทที่ต้องการการใช้ที่ดินแตกต่างกันเสียก่อน จากนั้นจัดทำแผนการใช้ที่ดินที่ควรจะเก็บไว้ในรูปแบบของชั้นข้อมูลเฉพาะ ทำให้สามารถนำข้อมูลมาใช้ได้อย่างรวดเร็วและปรับปรุงได้สะดวก (Hoobler et al., 2003; Boix et al., 2008; Amiri et al., 2012)

โดยปกติในสภาพพื้นที่หนึ่งๆจะมีความเหมาะสมกับพืชหลายชนิดหรือพืชเฉพาะอย่าง การวิเคราะห์ความเหมาะสมสำหรับพืชแต่ละชนิดต้องทำการจับคู่ระหว่างความต้องการการใช้ที่ดินกับคุณภาพที่ดินจากนั้นให้ค่าคะแนนแล้วทำการบูรณาการคุณภาพที่ดินเพื่อกำหนดพื้นที่ความเหมาะสม เป็นการมองพื้นที่ในขอบเขตหนึ่งสำหรับพืชหลายชนิด ในเวลาเดียวกันกำหนดทางเลือกเพื่อปลูกพืชชนิดอื่นที่เหมาะสมได้ ซึ่งสามารถลดอุปทานและสร้างแนวทางเพิ่มค่าหรือราคาของพืชผล ดังนั้นการวิเคราะห์ทางเลือกพื้นที่หนึ่งสำหรับพืชหลายชนิดสามารถลดความเสี่ยงต่อการขาดทุนได้ โดยอาจจะแบ่งการใช้ที่ดินเพื่อปลูกพืชเศรษฐกิจหลายอย่างในเวลาเดียวกันในพื้นที่ดินแบบเดียวกัน ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์สามารถที่จะบูรณาการความเหมาะสมของที่ดินของแต่ละพืชเพื่อสร้างทางเลือกใช้ตัดสินใจกำหนดนโยบายการใช้ที่ดินตอบสนองความต้องการของภาครัฐที่ต้องลดการปลูกพืชบางชนิดเพื่อยกระดับราคาได้ นอกจากนี้ฐานข้อมูลที่จัดเก็บสามารถปรับแก้ตามความผันผวนของคุณภาพที่ดินบางประเภทได้

การศึกษาครั้งนี้ได้เสนอแนวทางในการโซนนิ่งทางเลือกการใช้ที่ดินที่หลากหลายในภาคตะวันออกเฉียงเหนือด้วยการบูรณาการความเหมาะสมของที่ดินสำหรับปลูกพืช ข้อมูลความเหมาะสมของที่ดินได้จากการประเมินคุณภาพที่ดินสำหรับปลูกพืชแต่ละชนิด ตามแนวทางของ FAO ที่ได้เสนอไว้ในปี 1983 ที่เป็นขั้นตอนหลักและสำคัญเพื่อวางแผนการใช้ที่ดินที่สอดคล้องกับศักยภาพของที่ดินและเพิ่มทางเลือกการใช้ประโยชน์ที่ดินให้กับเกษตรกรในกรณีราคาพืชเกษตรที่ขายได้ผันผวนตลอดเวลา และลดปัญหาความเสื่อมโทรมของทรัพยากรนำไปสู่ความอย่างยั่งยืน

2. วัตถุประสงค์

- เพื่อประเมินความเหมาะสมของที่ดินสำหรับปลูกพืชเศรษฐกิจ ได้แก่ ข้าว อ้อย มันสำปะหลัง และยางพารา ด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์
- เพื่อทำโซนนิ่งพื้นที่การเกษตรเชิงพื้นที่ด้วยการสร้างขอบเขตหน่วยการใช้ที่ดินที่เหมาะสมสำหรับการผสมผสานทางเลือกการใช้ที่ดิน ด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

3. ผลที่คาดว่าจะได้รับ

- มีข้อมูลเชิงพื้นที่ประกอบการตัดสินใจเพื่อการวางแผนการใช้ที่ดินในระดับจังหวัด และภูมิภาค ได้อย่างมีประสิทธิภาพ
- มีข้อมูลในการตัดสินใจทางเลือกผลิตพืชเกษตรที่หลากหลายและยืดหยุ่นตามศักยภาพของพื้นที่
- ลดความเสี่ยงต่อการขาดทุนในการผลิตพืชเศรษฐกิจในพื้นที่ที่ไม่เหมาะสมหรือไม่มีศักยภาพ

4. วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และเทคโนโลยีการสำรวจระยะไกลสามารถนำมาผสมผสานกับวิธีการประเมินที่ดินและวางแผนการใช้ประโยชน์ที่ดินได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในระดับลุ่มน้ำแลภูมิภาค ตามหลักเกณฑ์การประเมินของ FAO เช่น การวางแผนการใช้ที่ดินในลุ่มน้ำโดยการประเมินที่ดินโดยการบูรณาการด้วยเทคโนโลยีการรับรู้จากระยะไกลและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์สำหรับการปลูกพืชไร่ (Martin and Saha, 2009) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อการกำหนดพื้นที่ปลูกพืชที่เหมาะสมสำหรับในฤดูร้อนและฤดูหนาว โดยการบูรณาการข้อมูลได้แก่ ข้อมูลดิน ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน ปริมาณน้ำฝน และภูมิอากาศ ซึ่งเป็นข้อมูลที่ได้มาจาก

ภาพถ่ายจากดาวเทียม Landsat TM ผสมผสานกับการสำรวจดิน โดยหลักการที่ใช้ในการประเมินความเหมาะสมโดยทำการกันพื้นที่ที่ไม่ใช่การเกษตรออก ด้วยวิธีการกำหนดสมรรถนะของที่ดินตามหลักการของ USDA Land capability classification (USDA LCC) และจากนั้นนำหลักการการประเมินที่ดินของ FAO กำหนดคุณภาพที่ดินที่พืชต้องการ ได้แก่ เนื้อดิน ความลึกดิน การระบายน้ำของดิน กษัยการดิน ปริมาณกรวดบนชั้นดิน และ ข้อมูลความเสียหายจากน้ำท่วม เพื่อประเมินความเหมาะสมสำหรับปลูกข้าว ข้าวสาลี ข้าวโพด กะหล่ำปลี อ้อย เป็น เหมาะสมมาก (S1) เหมาะสมปานกลาง (S2) เหมาะสมน้อย (S3) และไม่เหมาะสม (N) ซึ่งจากการประเมินคุณภาพที่ดินสำหรับพัฒนาลุ่มน้ำพบว่ามีพื้นที่ที่มีศักยภาพสำหรับทำการเกษตรเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 47 เป็นร้อยละ 71 นอกจากนี้แบบจำลองความเหมาะสมของที่ดินสำหรับปลูกพืช ยังสามารถกำหนดเขตการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ที่มีข้อจำกัดเชิงพื้นที่ได้เป็นอย่างดี นอกจากนี้ Abdelfattah, M.A. (2004) ได้บูรณาการข้อมูลด้วยระบบภูมิสารสนเทศศาสตร์วางแผนการใช้ที่ดินในพื้นที่แห้งแล้ง ประเทศ Abu Dhabi ข้อมูลดังกล่าวได้แก่ ข้อมูลทรัพยากรดิน ข้อมูลความลาดชันของพื้นที่ ข้อมูลทรัพยากรน้ำ โดยทำการประเมินหาพื้นที่เหมาะสมสำหรับพืชในเขตชลประทานตามหลักการประเมินค่าที่ดินของ FAO จากปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับความลาดชันสำหรับการจัดการดินในพื้นที่ ปัจจัยที่คัดเลือกได้แก่ ความเค็มของดิน ดินตื้นระดับความสูงของน้ำใต้ดิน เนื้อดิน ผลการศึกษาพบว่าพื้นที่เหมาะสมมาก ปานกลาง น้อย และไม่เหมาะสม ร้อยละ 0.03 5.4 27 และ 31 ตามลำดับ จากนั้นได้บูรณาการพื้นที่เหมาะสมกับความเป็นประโยชน์ของน้ำ และน้ำเค็มใต้ดิน ด้วยโปรแกรม ArcGIS เพื่อหาพื้นที่ที่มีศักยภาพสำหรับการขยายพื้นที่เกษตรกรรม พบว่ามีพื้นที่มีศักยภาพต่อการขยายพื้นที่เกษตรกรรมถึง 220,000 เฮกแตร์ ที่อยู่ในพื้นที่เหมาะสมและพื้นที่น้ำใต้ดินไม่เค็ม ซึ่งพบพื้นที่ที่ต้องขยายการทำการเกษตรเพิ่ม 150,000 เฮกแตร์ จากพื้นที่ที่ทำการเกษตรอยู่แล้ว 70,000 เฮกแตร์ ในประเทศตุรกี Akinci, H. et al (2013) หาพื้นที่เหมาะสมสำหรับพืชเกษตร ด้วยวิธี Analytic Hierarchy Process (AHP) ปัจจัยที่ใช้ในการประเมินได้แก่ กลุ่มดิน สมรรถนะของดิน สมรรถนะของการใช้ที่ดิน ความลึกดิน ความลาดชัน มุมของความลาดชัน ความสูง ระดับการสูญเสียดิน และคุณสมบัติอื่นของดิน ในการให้ค่าน้ำหนักจากผู้เชี่ยวชาญและนำไปสู่การสร้างแผนที่ความเหมาะสมโดยจำแนกออกเป็น 5 ระดับ ตามที่ FAO กำหนด ซึ่งได้ทำการกันพื้นที่ ป่าไม้ ทุ่งหญ้าธรรมชาติ และแหล่งน้ำ ผลการศึกษาพบว่ามีพื้นที่เหมาะสมสำหรับทำการเกษตรในระดับเหมาะสมมาก ปานกลาง น้อย และไม่เหมาะสม ร้อยละ 0.08, 1.55, 6.30 และ 2.24 ตามลำดับ และพบว่าพื้นที่ประมาณร้อยละ 85 ซึ่งเป็นพื้นที่ป่าไม้และทุ่งหญ้าธรรมชาติเป็นพื้นที่ความลึกดินไม่เหมาะสำหรับพืชเกษตร และมีความลาดชันสูงนำมาซึ่งปริมาณการสูญเสียดินสูง

การประเมินที่ดินมุ่งเน้นเพื่อหาพื้นที่เหมาะสมสำหรับพืช ซึ่งนอกจากหลัก FAO ในการประเมินที่ดินยังมีหลักการอื่น ในประเทศกานา Boateng (2005) ได้ผสมผสานการประเมินความเหมาะสมของที่ดินระหว่างหลักการประเมินของ FAO หลักการประเมิน IIASA (International Institute for Applied Systems Analysis) และหลักการประเมิน AEZ (Agro-Ecological Zone) เพื่อประเมินสภาพสิ่งแวดล้อมและวางแผนการผลิตข้าว โดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์เพื่อประเมินในรูปแบบเชิงพื้นที่ที่สามารถเชื่อมโยงข้อมูลลักษณะสัมพันธ์เพื่อบอกถึงศักยภาพของพื้นที่ในการผลิตข้าว ปัจจัยที่ใช้ในการวิเคราะห์ประกอบด้วย ปัจจัยความต้องการด้านพืชในการเจริญเติบโต ได้แก่ คุณลักษณะดิน เนื้อดิน การระบายน้ำ ความลึกดิน ความสามารถของรากในการหยั่งลึก ปฏิกิริยาดิน พื้นที่ดินเค็ม และความลาดชันของพื้นที่ ผลการวิเคราะห์สามารถสร้างแบบจำลองความเหมาะสมของที่ดินเชิงเลข และสามารถนำชั้นข้อมูลพื้นที่ที่มีศักยภาพสำหรับปลูกข้าวและเปรียบเทียบกับระยะการเจริญเติบโตของข้าว พบพื้นที่ที่มีศักยภาพร้อยละ 50 และอยู่ในระยะใกล้เก็บเกี่ยว ร้อยละ 18-23 ของพื้นทั้งหมด

วิธีการประเมินค่าที่ดินด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อสร้างแบบจำลองพื้นที่เหมาะสมสำหรับพืช มีวิธีการให้ค่าน้ำหนักมากมายหลายวิธีขึ้นอยู่กับลักษณะของข้อมูลและวัตถุประสงค์ วิธีการประเมินแบบหลายหลักเกณฑ์ (Multi-Criteria Decision Analysis : MCDA) เป็นอีกวิธีหนึ่งที่ได้รับความนิยม เนื่องจากเป็นการพิจารณาหลายหลักเกณฑ์ที่แตกต่างกันแล้วนำมาบูรณาการร่วมกันเพื่อได้พื้นที่เหมาะสมอีกครั้งหนึ่ง Ceballos-Silva & López-Blanco, J (2003) ได้ประยุกต์ใช้วิธีการประเมินด้วยวิธี MCDA หาพื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกข้าวโพดและมันฝรั่งบริเวณตอนกลางของประเทศ Mexico โดยทำการบูรณาการข้อมูลสภาพภูมิอากาศ ข้อมูลความสูงของพื้นที่ ข้อมูลดินในรูปแบบ Raster เพื่อหาพื้นที่เหมาะสมสำหรับพืชด้วยวิธีการ MCDA ผลที่ได้สามารถมีข้อมูลในการสนับสนุนในรูปแบบแผนที่พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกพืชแต่ละชนิด จากนั้นนำข้อมูลการใช้ที่ดินที่วิเคราะห์จากภาพถ่ายจาก

ดาวเทียม Landsat TM ด้วยวิธี Supervised classification มาบูรณาการร่วมกับแผนที่ความเหมาะสมของที่ดินเพื่อหาพื้นที่ที่มีศักยภาพสำหรับปลูกข้าวโพดและมันฝรั่ง เช่นเดียวกับ Mokarram, M et al 2011 ได้นำวิธีการ MCDA บูรณาการเพื่อประเมินความเหมาะสมของที่ดิน โดยในขั้นตอนการให้ค่าน้ำหนักแบบ Ordered weighted averaging (OWA) ซึ่งเป็นการให้ค่าน้ำหนักแบบผสมผสาน คือ การให้ค่าน้ำหนักตามความสำคัญของแต่ละหลักเกณฑ์และการให้ค่าน้ำหนักตามการเรียงลำดับ เพื่อหาปัจจัยที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการประเมินด้วยระบบ GIS จากนั้นทำการปรับเปลี่ยนปัจจัยและวิธีการเพื่อให้ได้ผลการประเมินที่ถูกต้องที่สุด และเช่นเดียวกับการประเมินพื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกข้าวที่ประเทศเคนยา Kihoro, J. (2013) ได้ประเมินความเหมาะสมของที่ดินสำหรับปลูกข้าว ทางด้านกายภาพและ ด้านภูมิอากาศ จากการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ด้วยการประเมินแบบหลายหลักเกณฑ์ (Muti-Criteria Evaluation) โดยการสร้างแผนที่ลักษณะกายภาพของดิน สภาพพื้นที่ และภูมิอากาศ สำหรับการวิเคราะห์โดยวิธีการวิเคราะห์จะทำการวิเคราะห์เทียบปัจจัยเป็นคู่แบบ Matrix เพื่อสร้างเป็นแผนที่ความเหมาะสมสำหรับปลูกข้าว ในขณะเดียวกันได้สร้างแผนที่พื้นที่ปลูกข้าวในปัจจุบันจากการปรับปรุงข้อมูลจากแผนที่สิ่งปกคลุมดิน พบว่ามีพื้นที่นาข้าว 1,3369 เฮกแตร์ ท้ายที่สุดได้ทำการซ้อนทับข้อมูลพื้นที่ข้าวกับความเหมาะสมของที่ดิน เพื่อหาความแตกต่างระหว่างพื้นที่จริงปลูกข้าวกับพื้นที่ที่มีศักยภาพ ผลการประเมินความเหมาะสมของที่ดิน พบพื้นที่ร้อยละ 75 ที่ปลูกข้าว อยู่ในระดับเหมาะสมมาก และร้อยละ25 อยู่ในระดับเหมาะสมปานกลาง และสามารถแสดงแผนที่พื้นที่ศักยภาพสำหรับปลูกข้าวที่มีพื้นที่ 86,364 เฮกแตร์ ซึ่งมีการปลูกข้าวในปัจจุบันอยู่เพียงร้อยละ 12 งานวิจัยชิ้นนี้นำมาซึ่งสารสนเทศในระดับท้องถิ่นที่สามารถนำไปใช้เพื่อประกอบการตัดสินใจในการปลูกข้าวตามพื้นที่ที่มีศักยภาพได้

การประเมินความเหมาะสมของที่ดินเป็นขั้นตอนหนึ่งที่สำคัญสำหรับการวางแผนการใช้ที่ดิน ที่สนับสนุนการตัดสินใจในระดับท้องถิ่นได้อย่างมีประสิทธิภาพ และสามารถนำมาต่อยอดให้บริการและประเมินผ่านระบบอินเตอร์เน็ต De La Rosa, D. et al (2004) พัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจการประเมินค่าที่ดินบนที่ให้บริการผ่าน Internet mapping แบบ Open Source เรียกระบบนี้ว่า MicroLEIS DSS ซึ่งแต่เดิมสามารถติดตั้งและเรียกใช้ได้เพียงในระบบปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ที่มีโปรแกรมเท่านั้น การประเมินเน้นให้ความสำคัญการใช้ทรัพยากรดินระบบนิเวศเกษตรและการจัดการอย่างยั่งยืน โดยมีวิธีการบูรณาการเพื่อสร้างแบบจำลองด้วยวิธี การคำนวณทางคณิตศาสตร์ Expert systems, Neural networks วิธีการผสมผสาน และเทคนิคอื่นๆ โดยในการจัดการได้เก็บข้อมูลในคลังข้อมูลที่แบ่งออกเป็นข้อมูลด้านสภาพภูมิอากาศ ด้านดิน และด้านการจัดการฟาร์ม จากนั้นจะนำข้อมูลเข้าสู่ระบบการวิเคราะห์ด้วย GIS เมื่อได้แบบจำลองจึงแสดงผ่าน Website ให้ผู้ใช้ได้ใช้ต่อไป เช่นเดียวกับงานวิจัยของ Elsheikh, R. et al (2013) ได้นำระบบ ALSE (Agricultural Land Suitability Evaluator) ประเมินค่าที่ดิน หาพื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกพืชในเขตร้อนและกึ่งร้อนหลายชนิด ได้แก่ มะม่วง กล้วย มะละกอ ส้ม และฝรั่ง ซึ่งเป็นระบบที่ประเมินภายใต้หลักเกณฑ์ของ FAO-SYS ระบบการประเมินสามารถรองรับและแสดงข้อมูล GIS ที่มีลักษณะของข้อมูลเชิงพื้นที่สัมพันธ์กับข้อมูลลักษณะสัมพันธ์ ได้แบบจำลองที่มีความเหมาะสมกับสภาพสิ่งแวดล้อมและมีองค์ความรู้ด้านผู้เชี่ยวชาญเพื่อการตัดสินใจการให้ค่าคะแนนเป็นหลักสำคัญ โดยทำการประเมินทางกายภาพด้าน สภาพอากาศ สภาพดิน สภาพพื้นที่ และสภาพความสูงของพื้นที่ การคำนวณระดับความเหมาะสมของระบบใช้วิธีการให้ค่าน้ำหนักแบบ Matrix ผลที่ได้จากระบบสามารถนำไปวางแผนการใช้ที่ดินที่สอดคล้องกับสภาพพื้นที่จริงและนำไปตัดสินใจในการวางแผนการใช้ที่ดินได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด

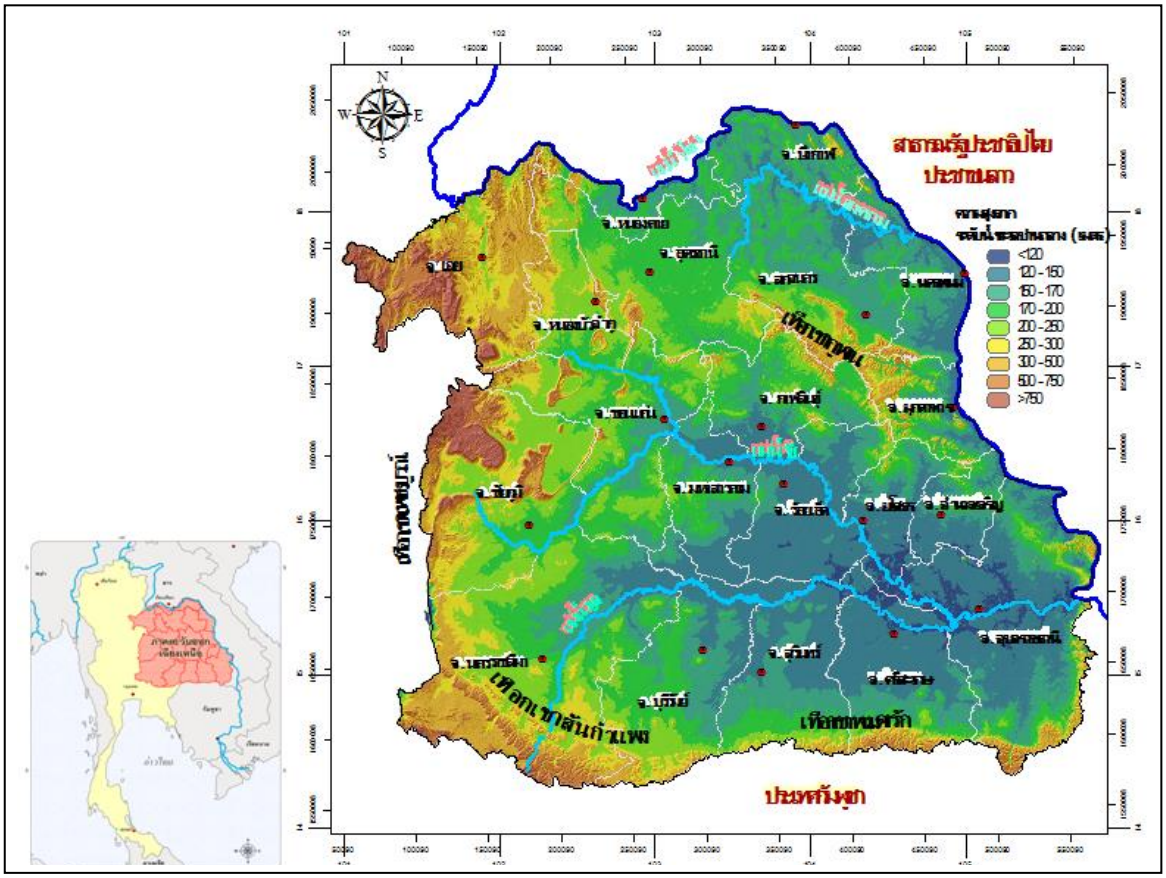
5. พื้นที่ศึกษา

ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ตั้งอยู่ระหว่างเส้นรุ้งที่ 14 องศา 14 ลิปดา ถึง 18 องศา 27 ลิปดาเหนือ และระหว่างเส้นแวงที่ 101 องศา 15 ลิปดา ถึง 105 องศา 35 ลิปดาตะวันออก มีเนื้อที่ประมาณ 168,825.34 ตารางกิโลเมตร (ชรัตน์ มงคลสวัสดิ์, 2549) คิดเป็น 1 ใน 3 ของพื้นที่ประเทศ แบ่งการปกครองออกเป็น 20 จังหวัด ดังภาพที่ 1

ลักษณะสภาพพื้นที่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีความสูงทางด้านทิศตะวันตกเฉียงเหนือ หรือบริเวณจังหวัดเลยและลาดเอียงลงไปทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ ระดับความสูงเหนือระดับน้ำทะเลปานกลางอยู่ในช่วงประมาณ 120-1,700 เมตร มีเทือกเขาเพชรบูรณ์ ดงพญาเย็น และสันกำแพง ในแนวขอบทางทิศตะวันตกเรื่อยลงและล้อมรอบไปทางทิศใต้ ทางตอนกลางของภาคมีแนวเทือกเขาภูพาน แบ่งภูมิภาคออกเป็น 2 ส่วน ตามลักษณะการรับน้ำ (Basin)

ได้แก่ แอ่งสกลนคร ซึ่งอยู่ทางตอนบน และแอ่งโคราช ซึ่งอยู่ทางตอนล่าง ดังภาพที่ 1 สภาพพื้นที่ภายในแต่ละแอ่งเป็นที่เนินสลับกับที่ราบ คล้ายลูกคลื่นลอนลาด การใช้ประโยชน์ที่ดินบนพื้นที่เนินหรือที่ดอน ส่วนใหญ่ใช้เพาะปลูกพืชไร่ เช่น อ้อย มันสำปะหลัง ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ เป็นต้น รองลงมาเป็นไม้ผล ยางพารา และป่าไม้ พื้นที่ป่าไม้ของภูมิภาคนี้ ส่วนใหญ่เป็นผืนป่าขนาดเล็ก และอยู่กระจัดกระจายทั่วไป สำหรับการใช้ประโยชน์ที่ดินบนที่ราบหรือที่ราบลุ่ม ใช้เพาะปลูกข้าวเป็นหลัก การกระจายตัวของฝนในภูมิภาคไม่แน่นอน

ภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีการทำการเกษตรแบบอาศัยน้ำฝนเป็นหลัก ปริมาณน้ำฝนรายปีเฉลี่ยเชิงพื้นที่อยู่ในช่วง 900-3,000 มิลลิเมตร โดยพื้นที่ส่วนใหญ่ทางด้านตะวันตกมีปริมาณน้อยสุด และปริมาณจะเพิ่มมากขึ้นทางด้านตะวันออก แม่น้ำสายสำคัญต่อการเกษตรได้แก่ แม่น้ำโขง แม่น้ำชี และแม่น้ำมูล อยู่ในบริเวณตอนบน ตอนกลาง และตอนล่าง ของภูมิภาคตามลำดับ



ภาพที่ 1 พื้นที่ศึกษา

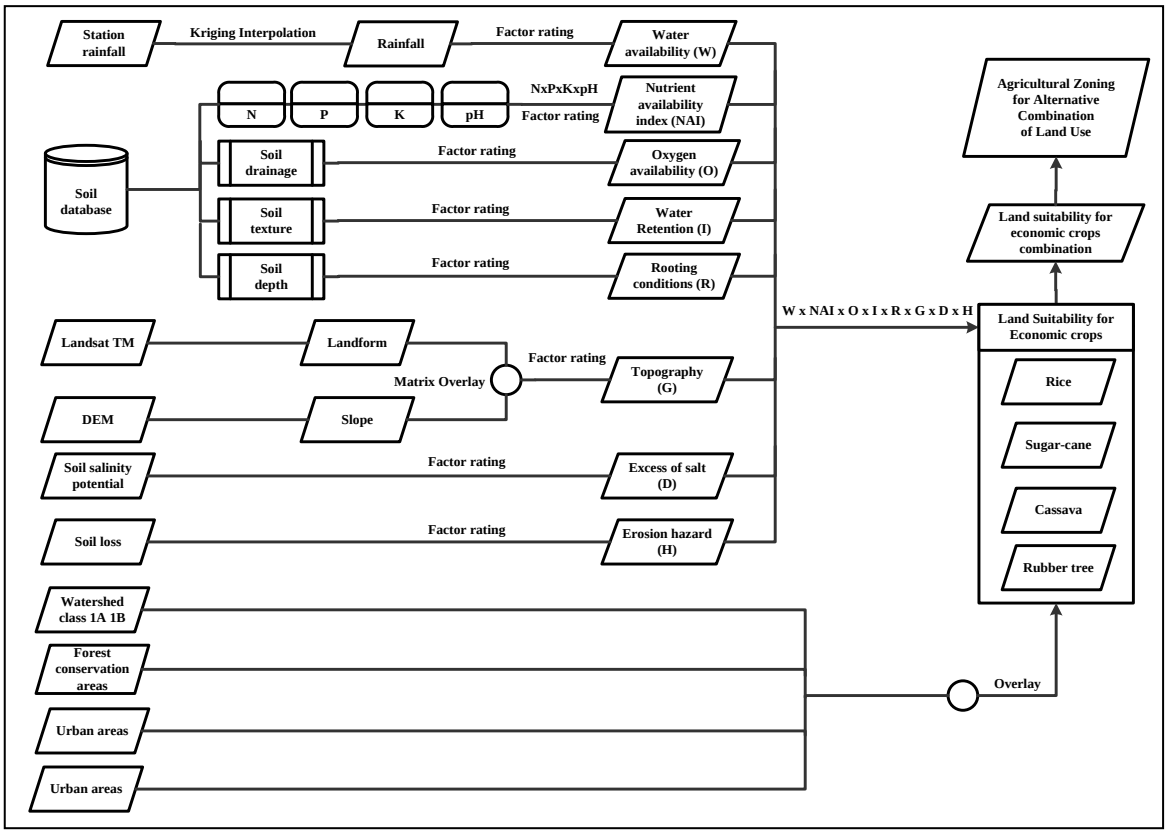
6. วิธีการศึกษา

6.1 หลักในการศึกษา

การศึกษาครั้งนี้ได้สร้างข้อมูลภูมิสารสนเทศในการทำโซนนิ่งพื้นที่การเกษตรเชิงพื้นที่ด้วยการสร้างขอบเขตหน่วยการใช้ที่ดินที่เหมาะสมสำหรับการผสมผสานทางเลือกการใช้ที่ดิน ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จากการบูรณาการคุณภาพที่ดินตามหลักการประเมินที่ดินของ FAO (1983) เพื่อประเมินความเหมาะสมของที่ดินสำหรับปลูกพืชเศรษฐกิจ ได้แก่ ข้าว อ้อย มันสำปะหลัง และยางพารา จากนั้นบูรณาการข้อมูลความเหมาะสมของที่ดินสำหรับพืชแต่ละชนิดมาบูรณาการแบบซ้อนทับ เพื่อคัดเลือกเฉพาะบริเวณที่มีความเหมาะสมมากและปานกลาง มาสนับสนุนการจัดทำแผนที่โซนนิ่งพื้นที่การเกษตรสำหรับการผสมผสานทางเลือกการใช้ที่ดิน ดังกระบวนการศึกษา ดังภาพที่ 2

6.2 ขั้นตอนการศึกษา

ขั้นตอนในการโซนนิ่งพื้นที่การเกษตรสำหรับการผสมผสานทางเลือกการใช้ที่ดินประกอบไปด้วย 7 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การคัดเลือกคุณภาพที่ดินและวิเคราะห์ความต้องการใช้ที่ดินสำหรับพืชเศรษฐกิจ 2) การรวบรวมข้อมูล 3) การบูรณาการคุณภาพที่ดินเพื่อประเมินความเหมาะสมของที่ดินสำหรับปลูกพืชเศรษฐกิจ 4) การประเมินความเหมาะสมของที่ดินสำหรับปลูกพืชเศรษฐกิจในภาพรวม 5) การตรวจสอบความถูกต้อง 6) การวิเคราะห์ด้านเศรษฐกิจ และ 7) การโซนนิ่งพื้นที่การเกษตรสำหรับการผสมผสานทางเลือกการใช้ที่ดิน สามารถอธิบายแต่ละขั้นตอนได้ดังต่อไปนี้



ภาพที่ 2 ขั้นตอนในการศึกษา

6.2.1 การคัดเลือกคุณภาพที่ดินและวิเคราะห์ความต้องการใช้ที่ดินสำหรับปลูกพืชเศรษฐกิจ

พืชแต่ละชนิดจะเจริญเติบโตและให้ผลผลิตได้ต้องอาศัยปัจจัยที่เหมาะสมกับความต้องการใช้ที่ดินของพืชนั้นๆ เช่น ปริมาณธาตุอาหารในดิน สภาพภูมิอากาศ สภาพพื้นที่ ความชื้นดิน ความเป็นกรดเป็นด่างในดิน เป็นต้น ปัจจัยเหล่านี้เรียกว่าปัจจัยวินิจฉัย (Diagnostic Factor) ซึ่ง FAO (1983) ได้กำหนดและรวบรวมไว้ในรูปแบบของคุณภาพที่ดิน (Land Quality) ทั้งสิ้น 25 คุณภาพที่ดิน แต่ละคุณภาพที่ดินอาจประกอบด้วยปัจจัยวินิจฉัยประเภทเดียวหรือหลายประเภท สำหรับในประเทศไทย กรมพัฒนาที่ดิน (2539) ได้คัดเลือกคุณภาพที่ดินที่เหมาะสมสำหรับการประเมินค่าที่ดินเพื่อปลูกพืชเศรษฐกิจไว้จำนวน 12 คุณภาพที่ดิน ในการศึกษาครั้งนี้ได้ทำการคัดเลือกคุณภาพที่ดินสำหรับพืชเศรษฐกิจในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ได้แก่ ข้าว อ้อย มันสำปะหลัง และยางพารา ตามที่ FAO (1983) เสนอไว้จำนวน 8 คุณภาพที่ดิน จากปัจจัยวินิจฉัยทั้งหมด 13 ปัจจัย แสดงตารางความต้องการใช้ที่ดินสำหรับข้าว อ้อย มันสำปะหลัง และยางพารา ดังตารางที่ 1-2, 3-4, 5-6, 7-8 ตามลำดับ

6.2.2 การรวบรวมข้อมูล

เมื่อคัดเลือกข้อมูลปัจจัยวินิจฉัยที่มีความสอดคล้องกับความต้องการการใช้ที่ดินสำหรับปลูกข้าว อ้อย มันสำปะหลัง และยางพารา จึงทำการรวบรวมข้อมูลปัจจัยวินิจฉัยต่างๆ ที่สามารถสร้างข้อสนเทศคุณภาพที่ดิน ซึ่งเป็นข้อมูลที่ได้ทำการรวบรวมมาจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องที่ทำการเก็บข้อมูลในรูปแบบแผนที่เชิงเลขหรือแผนที่กระดาษ และข้อมูลเอกสารหรือข้อมูลลักษณะสัมพันธ์ แสดงรายละเอียดของข้อมูลที่รวบรวมในรูปแบบเชิงพื้นที่และข้อมูลลักษณะสัมพันธ์ ดังตารางที่ 9 และ 10

ตารางที่ 1 ความต้องการการใช้ที่ดินและการให้ค่าคะแนนสำหรับข้าว

ความต้องการการใช้ที่ดินสำหรับข้าว			ค่าคะแนนปัจจัย				ที่มา
คุณภาพที่ดิน	**ปัจจัยวินิจฉัย**	**หน่วย**	**S1 (1.0)**	**S2 (0.8)**	**S3 (0.4)**	**N (0)**	
1.น้ำที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (W)	ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปี	mm.	> 1500	1100-1500	800-1100	< 800	ชรัตน์และคณะ (2552ก)
	พื้นที่ชลประทาน	-	พื้นที่ชลประทาน	-	-	-	
2.ดัชนีความเป็นประโยชน์ธาตุอาหารพืช (NAI)	NAI = N * P * K * pH	-	≥0.500	0.100-0.500	0.001-0.100	< 0.001	Radcliffe and Rochette (1982)
	ไนโตรเจนในดิน (N)	%	> 0.5	0.08-0.5	0.04-0.08	< 0.04	ชรัตน์และคณะ (2552ก)
	ฟอสฟอรัสมนดิน (P)	ppm	> 50	25-50	10-25	< 10	
	โพแทสเซียมในดิน (K)	ppm	> 60	30-60	< 30	-	
	ความเป็นกรดเป็นด่างในดิน (pH)	-	5.6-7.3	7.4-7.8, 4.5-5.5	7.9-8.4, 4.0-4.5	> 8.4, < 4.0	
3.ความเป็นประโยชน์ของออกซิเจนต่อรากพืช (O)	สภาพการระบายน้ำของดิน	class	เลว, เลวมาก	ค่อนข้างเลว	ดีปานกลาง	ดี, ดีมาก	ชรัตน์และคณะ (2552ก)
4.การรักษาน้ำของเนื้อดิน (I)	เนื้อดิน	class	CL, SiC, SiCL, C	L, SiL	LS, SCL ,SL	S, G, S SS,F	ชรัตน์และคณะ (2552ก)
5.สภาวะการหยั่งลึกของราก (R)	ความลึกของดิน	cm.	>50	25-50	15-25	<15	
6.การมีเกลือมากเกินไป (D)	ศักยภาพการเกิดดินเค็ม	class	Non-saline	Low	Medium	High	ชรัตน์และคณะ (2552ก)
7.สภาพพื้นที่ (G)	ภูมิสัณฐาน ความลาดชันของพื้นที่	-	ความสัมพันธ์ระหว่างภูมิสัณฐานและความลาดชันของพื้นที่				ชรัตน์และคณะ (2552ก)
8.ความเสียหายจากการกัดกร่อน (H)	ปริมาณการสูญเสียดิน	ตัน/ไร่/ปี	< 2	2-4	4-12	> 12	กรมพัฒนาที่ดิน (2539)

หมายเหตุ : เนื้อดิน : L=Loam, SiCL=Silty clay loam, SiL=Silty loam, SCL= Sandy clay loam, CL=Clay loam, SL=Sandy loam, C=Clay, LS=Loamy sand, SC=Sandy clay, SiC=Silty clay, S=Sand, G=Gravel soil, SC=Slope complex, AC=Alluvial complex, F=Fragmental, SS=Skeleton soil

ศักยภาพการเกิดดินเค็ม : High = พื้นที่ที่มีผลกระทบจากเกลือมากที่สุด, Medium = พื้นที่ที่มีผลกระทบจากเกลือปานกลาง, Low = พื้นที่ที่มีผลกระทบจากเกลือน้อย, Non-saline = พื้นที่ที่ไม่มีเค็ม

ตารางที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างภูมิสัณฐานและความลาดชันของพื้นที่สำหรับข้าว

Landform	Slope (%)		
	0-2	**2-5**	**> 5**
Flood plain	S1	-	-
Low terrace	S1	S2	-
Middle terrace	S2	S3	-

High terrace	S3	S3	N
Foot slope & Erosion surface	S3	N	N
Mountain & Outcrop	N	N	N

ตารางที่ 3 ความต้องการการใช้ที่ดินและการให้ค่าคะแนนสำหรับอ้อย

ความต้องการการใช้ที่ดินสำหรับอ้อย			ค่าคะแนนปัจจัย				ที่มา
คุณภาพที่ดิน	ปัจจัยวินิจฉัย	หน่วย	S1 (1.0)	S2 (0.8)	S3 (0.4)	N (0)	
1.น้ำที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (W)	ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปี	mm.	>1600	1,100-1,600	800-1,100	<800	ชรัตน์และคณะ (2552ข)
2.ดัชนีความเป็นประโยชน์ธาตุอาหารพืช (NAI)	NAI = N * P * K * pH	-	≥0.500	0.100-0.500	0.001-0.100	<0.001	Radcliffe and Rochette (1982)
	ไนโตรเจนในดิน (N)	%	>0.2	0.1-0.2	<0.1	-	
	ฟอสฟอรัสมนดิน (P)	ppm	>25	6-25	<6	-	
	โพแทสเซียมในดิน (K)	ppm	>60	30-60	<30	-	
	ความเป็นกรดเป็นด่างในดิน (pH)	-	6.1-7.3	7.4-7.8, 5.1-6.0	7.9-8.4, 4.0-5.0	>8.4, <4.0	
3.ความเป็นประโยชน์ของออกซิเจนต่อรากพืช (O)	สภาพการระบายน้ำของดิน	class	ดี, ดีมาก	ดีปานกลาง	ค่อนข้างดี	ค่อนข้างเลว, เลว, เลวมาก	ชรัตน์และคณะ (2552ข)
4.การรักษาน้ำของเนื้อดิน (I)	เนื้อดิน	class	C(<65%), L, SCL, SiL, Si, CL, L	SiCL, SL	SiC, LS	$C_{(>65\%)}$, G, SC, AC, S SS,F	ชรัตน์และคณะ (2552ข)
5.สภาวะการหยั่งลึกของราก (R)	ความลึกของดิน	cm.	>100	50-100	25-50	<25	ชรัตน์และคณะ (2552ข)
6.การมีเกลือมากเกินไป (D)	ศักยภาพการเกิดดินเค็ม	class	Non-saline	Low	Medium	High	ชรัตน์และคณะ (2552ข)
7.สภาพพื้นที่ (G)	ภูมิสัณฐาน ความลาดชันของพื้นที่	-	ความสัมพันธ์ระหว่างภูมิสัณฐานและความลาดชันของพื้นที่ (ตารางที่ 4)				ชรัตน์และคณะ (2552ข)
8.ความเสียหายจากการกัดกร่อน (H)	ปริมาณการสูญเสียดิน	ตัน/ไร่/ปี	< 2	2-4	4-12	> 12	กรมพัฒนาที่ดิน (2539)

หมายเหตุ : เนื้อดิน : L=Loam, SiCL=Silty clay loam, SiL=Silty loam, SCL= Sandy clay loam, CL=Clay loam, SL=Sandy loam, C=Clay, LS=Loamy sand, SC=Sandy clay, SiC=Silty clay, S=Sand, G=Gravel soil, SC=Slope complex, AC=Alluvial complex, F=Fragmental, SS=Skeleton soil
ศักยภาพการเกิดดินเค็ม : High = พื้นที่ที่มีผลกระทบจากเกลือมากที่สุด, Medium = พื้นที่ที่มีผลกระทบจากเกลือปานกลาง, Low = พื้นที่ที่มีผลกระทบจากเกลือน้อย, Non-saline = พื้นที่ที่ไม่มีเค็ม

ตารางที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างภูมิสัณฐานและความลาดชันของพื้นที่สำหรับอ้อย

Landform	Slope (%)			
	0-2	2-5	5-12	>12
Flood plain	N	-	-	-
Low terrace	N	S1	-	-
Middle terrace	S1	S2	-	-

High terrace	S2	S3	S3	-
Foot slope & Erosion surface	S1	S2	S3	N
Mountain & Outcrop	N	N	N	N

ตารางที่ 5 ความต้องการการใช้ที่ดินและการให้ค่าคะแนนสำหรับมันสำปะหลัง

ความต้องการการใช้ที่ดินสำหรับมันสำปะหลัง			ค่าคะแนนปัจจัย				ที่มา
คุณภาพที่ดิน	**ปัจจัยวินิจฉัย**	**หน่วย**	**S1 (1.0)**	**S2 (0.8)**	**S3 (0.4)**	**N (0)**	
1.น้ำที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (W)	ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปี	mm.	1,100-1,500	900-1,100 1,500-2,500	500-900 2,500-4,000	<500 >4,000	วาสนา และคณะ (2553)
2.ดัชนีความเป็นประโยชน์ธาตุอาหารพืช (NAI)	NAI = N * P * K * pH	-	≥0.500	0.100-0.500	0.001-0.100	< 0.001	Radcliffe and Rochette (1982)
	ไนโตรเจนในดิน (N)	%	>0.2	0.1-0.2	<0.1	-	วาสนา และคณะ (2553)
	ฟอสฟอรัสมนดิน (P)	ppm	>25	6-25	<6	-	
	โพแทสเซียมในดิน (K)	ppm	>60	30-60	<30	-	
	ความเป็นกรดเป็นด่างในดิน (pH)	-	6.1-7.3	7.4-7.8, 5.1-6.0	7.9-8.4, 4.0-5.0	>8.4, <4	
3.ความเป็นประโยชน์ของออกซิเจนต่อรากพืช (O)	สภาพการระบายน้ำของดิน	class	ดี, ดีมาก	ดีปานกลาง	ค่อนข้างดี, ค่อนข้างเลว	เลว,เลวมาก	วาสนา และคณะ (2553)
4.การรักษาน้ำของเนื้อดิน (I)	เนื้อดิน	class	L, SiL, Si, SL	LS	SiC, CL, SCL, SiCL	C,G,SC, AC,S,SS,F	วาสนา และคณะ (2553)
5.สภาวะการหยั่งลึกของราก (R)	ความลึกของดิน	cm.	>100	50-100	25-50	<25	วาสนา และคณะ (2553)
6.การมีเกลือมากเกินไป (D)	ศักยภาพการเกิดดินเค็ม	class	Non-saline	Low	Medium	High	วาสนา และคณะ (2553)
7.สภาพพื้นที่ (G)	ภูมิสัณฐาน ความลาดชันของพื้นที่	-	ความสัมพันธ์ระหว่างภูมิสัณฐานและความลาดชันของพื้นที่ (ตารางที่ 6)				วาสนา และคณะ (2553)
8.ความเสียหายจากการกัดกร่อน (H)	ปริมาณการสูญเสียดิน	ตัน/ไร่/ปี	< 2	2-4	4-12	> 12	กรมพัฒนาที่ดิน (2539)

หมายเหตุ : เนื้อดิน : L=Loam, SiCL=Silty clay loam, SiL=Silty loam, SCL= Sandy clay loam, CL=Clay loam, SL=Sandy loam, C=Clay, LS=Loamy sand, SC=Sandy clay, SiC=Silty clay, S=Sand, G=Gravel soil, SC=Slope complex, AC=Alluvial complex, F=Fragmental, SS=Skeleton soil
ศักยภาพการเกิดดินเค็ม : High = พื้นที่ที่มีผลกระทบจากเกลือมากที่สุด, Medium = พื้นที่ที่มีผลกระทบจากเกลือปานกลาง, Low = พื้นที่ที่มีผลกระทบจากเกลือน้อย, Non-saline = พื้นที่ที่ไม่มีเค็ม

ตารางที่ 6 ความสัมพันธ์ระหว่างภูมิสัณฐานและความลาดชันของพื้นที่สำหรับมันสำปะหลัง

Landform	Slope (%)			
	0-2	**2-5**	**5-12**	**>12**
Flood plain	N	-	-	-
Low terrace	N	S1	S2	S3
Middle terrace	S1	S2	S3	S3
High terrace	S2	S3	S3	N
Foot slope & Erosion surface	S1	S2	S3	N
Mountain & Outcrop	N	N	N	N

ตารางที่ 7 ความต้องการการใช้ที่ดินและการให้ค่าคะแนนสำหรับยางพารา

ความต้องการการใช้ที่ดินสำหรับยางพารา			ค่าคะแนนปัจจัย				ที่มา
คุณภาพที่ดิน	ปัจจัยวินิจฉัย	หน่วย	S1 (1.0)	S2 (0.8)	S3 (0.4)	N (0)	
1.น้ำที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (W)	ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปี	mm.	1,500-2,000	2,000-3,000 1,200-1,500	3,000-4,000 1,100-1,200	>4,000 <1,100	ชรัตน์และคณะ (2553)
2.ดัชนีความเป็นประโยชน์ธาตุอาหารพืช (NAI)	NAI = N * P * K * pH	-	≥0.500	0.100-0.500	0.001-0.100	< 0.001	Radcliffe and Rochette (1982)
	ไนโตรเจนในดิน (N)	%	>0.2	0.1-0.2	<0.1	-	
	ฟอสฟอรัสมนดิน (P)	ppm	>15	10-15	3-10	-	
	โพแทสเซียมในดิน (K)	ppm	>30	<30	-	-	
	ความเป็นกรดเป็นด่างในดิน (pH)	-	5.0-7.3	7.3-8.0, 4.0-5.0	3.5-4.0	>8.0, <3.5	
3.ความเป็นประโยชน์ของออกซิเจนต่อรากพืช (O)	สภาพการระบายน้ำของดิน	class	ดีมาก	ดี, ดีปานกลาง	ค่อนข้างดี, ค่อนข้างเลว	เลว, เลวมาก	ชรัตน์และคณะ (2552ข)
4.การรักษาน้ำของเนื้อดิน (I)	เนื้อดิน	class	SiC, SiCL, C, L, SCL, SiL, Si, CL, L	SL	LS	C (%clay>65) G,SC.AC,S, SS,F	ชรัตน์และคณะ (2553)
5.สภาวะการหยั่งลึกของราก (R)	ความลึกของดิน	cm.	>150	100-150	50-100	<50	ชรัตน์และคณะ (2553)
6.การมีเกลือมากเกินไป (D)	ศักยภาพการเกิดดินเค็ม	class	Non-saline	Low	Medium	High	ชรัตน์และคณะ (2553)
7.สภาพพื้นที่ (G)	ภูมิสัณฐาน ความลาดชันของพื้นที่	-	ความสัมพันธ์ระหว่างภูมิสัณฐานและความลาดชันของพื้นที่ (ตารางที่ 8)				ชรัตน์และคณะ (2553)
8.ความเสียหายจากการกัดกร่อน (H)	ปริมาณการสูญเสียดิน	ตัน/ไร่/ปี	< 2	2-4	4-12	> 12	กรมพัฒนาที่ดิน (2539)

หมายเหตุ : เนื้อดิน : L=Loam, SiCL=Silty clay loam, SiL=Silty loam, SCL= Sandy clay loam, CL=Clay loam, SL=Sandy loam, C=Clay, LS=Loamy sand, SC=Sandy clay, SiC=Silty clay, S=Sand, G=Gravel soil, SC=Slope complex, AC=Alluvial complex, F=Fragmental, SS=Skeleton soil

ศักยภาพการเกิดดินเค็ม : High = พื้นที่ที่มีผลกระทบจากเกลือมากที่สุด, Medium = พื้นที่ที่มีผลกระทบจากเกลือปานกลาง, Low = พื้นที่ที่มีผลกระทบจากเกลือน้อย, Non-saline = พื้นที่ที่ไม่มีเค็ม

ตารางที่ 8 ความสัมพันธ์ระหว่างภูมิสัณฐานและความลาดชันของพื้นที่สำหรับยางพารา

Landform	Slope (%)				
	0-2	2-5	5-12	12-35	>35
Flood plain	N	N	N	N	N
Low terrace	N	S2	S2	S3	N
Middle terrace	S1	S2	S2	S3	N
High terrace	S1	S2	S2	S3	N
Foot slope & Erosion surface	S1	S2	S2	S3	N
Mountain & Outcrop	N	N	N	N	N

ตารางที่ 9 ข้อมูลเชิงพื้นที่ที่ใช้ในการวิจัย

ข้อมูลเชิงพื้นที่	ชื่อชั้นข้อมูล	มาตราส่วน	ที่มาของข้อมูล	ปีที่จัดเก็บข้อมูล
กลุ่มชุดดิน	Soil_gr	1:50,000	กรมพัฒนาที่ดิน	พ.ศ. 2548
แผนที่ภูมิประเทศ	-	1:50,000	กรมแผนที่ทหาร	พ.ศ. 2512-2538
ตำแหน่งสถานีน้ำฝน	Stn_rain	-	กรมอุตุนิยมวิทยา	พ.ศ. 2545
พื้นที่ชลประทาน	Irrigation	1:50,000	ศูนย์ภูมิสารสนเทศเพื่อการพัฒนาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	พ.ศ. 2549
ศักยภาพความเค็ม	Saltpoten_ne	1:50,000	ศูนย์ภูมิสารสนเทศเพื่อการพัฒนาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	พ.ศ. 2549
ภูมิสัณฐาน	Landform	1:50,000	ศูนย์ภูมิสารสนเทศเพื่อการพัฒนาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	พ.ศ.2546
ความลาดชันของพื้นที่	Slope	1:50,000	ศูนย์ภูมิสารสนเทศเพื่อการพัฒนาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	พ.ศ. 2549
การใช้ประโยชน์ที่ดิน	Landuse	1:50,000	กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม	พ.ศ. 2550
ปริมาณการสูญเสียดิน	Soil loss	1:50,000	ศูนย์ภูมิสารสนเทศเพื่อการพัฒนาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	พ.ศ.2549
ขอบเขตการปกครองระดับจังหวัด อำเภอ และตำบล	Polbndry	1:50,000	ศูนย์ภูมิสารสนเทศเพื่อการพัฒนาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	พ.ศ. 2548

ตารางที่ 10 ข้อมูลลักษณะสัมพันธ์ที่ใช้ในการวิจัย

ข้อมูลลักษณะสัมพันธ์	ที่มาของข้อมูล	รายละเอียดข้อมูล	ปีที่จัดเก็บข้อมูล
ข้อมูลปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปี	กรมอุตุนิยมวิทยา	ข้อมูลน้ำฝนเฉลี่ยสะสมรายปีทั้งหมด 27 ปี 308 สถานี	พ.ศ. 2518-2545
ข้อมูลคุณสมบัติของดินในแต่ละชุดดิน	กรมพัฒนาที่ดิน	ข้อมูลคุณสมบัติของดิน ได้แก่ ปริมาณธาตุอาหาร N, P, K ในดิน ความเป็นกรดเป็นด่างในดิน เนื้อดิน ความลึกดิน การระบายน้ำในดิน ปริมาณกรวดบนชั้นดินบน ปริมาณดินเหนียวในดิน	พ.ศ. 2548
ข้อมูลสถิติเบื้องต้น ของพืชเศรษฐกิจข้าว อ้อย มันสำปะหลัง และยางพารา	สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร	ผลผลิตพืชเศรษฐกิจ เฉลี่ย/ไร่ ข้อมูลราคาพืชเศรษฐกิจ ที่เกษตรกรขายได้ ข้อมูลต้นทุนการผลิตพืชเศรษฐกิจ	พ.ศ. 2541-2554

6.2.3 การบูรณาการคุณภาพที่ดินเพื่อประเมินความเหมาะสมของที่ดินสำหรับปลูกพืชเศรษฐกิจ

การประเมินความเหมาะสมของที่ดินสำหรับพืชเศรษฐกิจ เป็นการบูรณาการชั้นคุณภาพที่ดินเชิงพื้นที่ที่ได้คัดเลือกไว้จำนวน 8 ชั้นคุณภาพที่ดินตามความต้องการการใช้ที่ดินของพืช โดยนำหลักการประเมินคุณภาพที่ดินตามแนวทางของ FAO (1983) ที่ได้เสนอไว้ โดยประเมินความเหมาะสมของที่ดินครั้งละหนึ่งชนิดพืช ขั้นตอนประกอบด้วยการบูรณาการปัจจัยวินิจฉัยโดยกำหนดระดับความเหมาะสม (Factor rating) ซึ่งจะนำไปสู่การสร้างหน่วยแผนที่ดินหรือข้อมูลเชิงพื้นที่ที่มีลักษณะสัมพันธ์ที่แสดงถึงระดับความเหมาะสมของชั้นข้อมูลคุณภาพที่ดินสำหรับพืชเศรษฐกิจแต่ละชนิด และการประเมินความเหมาะสมในภาพรวมต่อไป

1. น้ำที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (Water Availability)

ปัจจัยวินิจฉัยที่เป็นตัวแทนของชั้นคุณภาพที่ดินนี้คือปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปี ซึ่งข้อมูลปริมาณน้ำฝนที่นำวิเคราะห์ในครั้งนี้ เป็นข้อมูลที่เก็บรวบรวมโดยกรมอุตุนิยมวิทยา 27 ปี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2518-2545 ครอบคลุมพื้นที่

ภาคตะวันออกเฉียงเหนือจำนวน 308 สถานี นำมาสร้างเป็นชั้นข้อมูลน้ำฝนเชิงพื้นที่ โดยวิธีการประมาณค่าด้วยวิธี Kriging กำหนดเป็นชั้นข้อมูล W ซึ่งกำหนดค่าคะแนนและจัดระดับความเหมาะสม ดังตารางที่ 4

2. ดัชนีความเป็นประโยชน์ธาตุอาหารพืช (Nutrient availability index)

ปัจจัยวินิจฉัยที่เป็นตัวแทนของชั้นคุณภาพที่ดินนี้ ได้แก่ ไนโตรเจนในดิน ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน โพแทสเซียมในดิน และปฏิกิริยาความเป็นกรดเป็นด่างในดิน หลักการนี้เป็นการวิเคราะห์ตามแนวความคิดจาก Radcliffe and Rochette (1982) โดยการให้ค่าคะแนนความเหมาะสมในแต่ละปัจจัยวินิจฉัย จากนั้นนำค่าคะแนนความเหมาะสมในแต่ละปัจจัยมาวิเคราะห์แบบซ้อนทับด้วยระบบ GIS และคำนวณผลคูณจากสมการ NAI = N x P x K x pH จากนั้นนำผลคูณที่ได้จัดช่วงค่าคะแนนใหม่ดังตารางที่ 1, 3, 5 และ 7 สำหรับข้าว อ้อย มันสำปะหลัง และยางพารา กำหนดเป็นชั้นข้อมูล NAI

3. ความเป็นประโยชน์ของออกซิเจนต่อรากพืช (Oxygen availability)

ปัจจัยวินิจฉัยที่เป็นตัวแทนของชั้นคุณภาพที่ดินนี้ ได้แก่สภาพการระบายน้ำของดิน ซึ่งได้จากการจัดการฐานข้อมูลกลุ่มชุดดินเชื่อมโยงด้วยตารางสภาพการระบายน้ำของดิน กำหนดให้เป็นชั้นข้อมูล O กำหนดค่าคะแนนและจัดระดับความเหมาะสม ดังตารางที่ 1, 3, 5 และ 7 สำหรับข้าว อ้อย มันสำปะหลัง และยางพารา ตามลำดับ

4. การรักษาน้ำของเนื้อดิน (Water retention)

ปัจจัยวินิจฉัยที่เป็นตัวแทนของชั้นคุณภาพที่ดินนี้ ได้แก่ข้อมูลเนื้อดิน ซึ่งได้จากการจัดการฐานข้อมูลกลุ่มชุดดินเชื่อมโยงด้วยตารางเนื้อดิน กำหนดเป็นชั้นข้อมูล I โดยให้ค่าคะแนนและจัดระดับความเหมาะสม ดังตารางที่ 1, 3, 5 และ 7 สำหรับข้าว อ้อย มันสำปะหลัง และยางพารา ตามลำดับ

5. สภาวะการหยั่งลึกของราก (Rooting conditions)

ปัจจัยวินิจฉัยที่เป็นตัวแทนของชั้นคุณภาพที่ดินนี้ ได้แก่ ความลึกของดิน ซึ่งได้จากการจัดการฐานข้อมูลกลุ่มชุดดินเชื่อมโยงด้วยตารางความลึกของดิน กำหนดเป็นชั้นข้อมูล R โดยให้ค่าคะแนนและจัดระดับความเหมาะสม ดังตารางที่ 1, 3, 5 และ 7 สำหรับข้าว อ้อย มันสำปะหลัง และยางพารา ตามลำดับ

6. การมีเกลือมากเกินไป (Excess of salts)

ปัญหาในการปลูกพืชเกษตรในภูมิภาคนี้นอกจากข้อจำกัดด้านความอุดมสมบูรณ์ของดินและปริมาณน้ำฝนแล้ว ปัญหาที่สำคัญอีกประการหนึ่งคือปัญหาดินเค็ม ซึ่งในภูมิภาคนี้มีหน่วยหินมหาสารคามรองรับอยู่เป็นส่วนใหญ่ ซึ่งหน่วยหินนี้เป็นหน่วยหินที่มีชั้นเกลือหินเป็นองค์ประกอบทำให้เกิดปัญหาดินเค็มและเป็นตัวจำกัดการเจริญเติบโตของพืช Mongkolsawat et al (2006b) ได้กำหนดพื้นที่ที่มีผลกระทบเกลือ ออกเป็น 4 ระดับได้แก่ สูง ปานกลาง ต่ำ และ ไม่เค็ม โดยปัจจัยวินิจฉัยที่เป็นตัวแทนของชั้นคุณภาพที่ดินนี้ ได้แก่ ผลกระทบจากเกลือ กำหนดเป็นชั้นข้อมูล D โดยการค่าคะแนนในแต่ละระดับของศักยภาพความเค็ม ดังตารางที่ 1, 3, 5 และ 7 สำหรับข้าว อ้อย มันสำปะหลัง และยางพารา ตามลำดับ

7. สภาพพื้นที่ (Topography)

ปัจจัยวินิจฉัยที่ดินที่เป็นตัวแทนของชั้นคุณภาพที่ดินนี้ มาจากการสร้างความสัมพันธ์จากเงื่อนไขแบบแบบ Matrix convolution ของชั้นข้อมูลภูมิสัณฐาน และชั้นข้อมูลความลาดชันของพื้นที่ โดยการวิเคราะห์แบบซ้อนทับ กำหนดให้เป็นชั้นข้อมูล G และให้ค่าคะแนนจัดระดับความเหมาะสมของคุณภาพที่ดินนี้ ดังตารางที่ 2, 4, 6 และ 8 สำหรับข้าว อ้อย มันสำปะหลัง และยางพารา ตามลำดับ

8. ความเสียหายจากการกัดกร่อน (Erosion hazard)

ปัจจัยวินิจฉัยที่ดินที่เป็นตัวแทนของชั้นคุณภาพที่ดิน ได้แก่ ปริมาณการสูญเสียดิน (Soil loss) ซึ่งได้มาจากการประเมินพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดกษัยการดินที่วิเคราะห์จากสมการการสูญเสียดินสากล (Universal soil loss equation: USLE) (Wischmeier and Smith, 1978) มีสมการคือ

$$A = R K L S C P \quad (1)$$

โดยที่ A = การสูญเสียดินต่อหน่วยของพื้นที่, R = ปัจจัยการชะล้างพังทลายของฝน, K = ปัจจัยความคงทนต่อการถูกชะล้างพังทลายของดิน, LS = ปัจจัยความลาดชัน และความยาวความลาดชัน, C = ปัจจัยพืชพรรณที่ปกคลุมดิน, P = ปัจจัยการป้องกันการพังทลายของดิน

ปัจจัยที่ได้รวบรวมและวิธีการวิเคราะห์ ได้ใช้หลักการเช่นเดียวกับ Mongkolsawat et al (2006c) ที่ได้ทำการประเมินพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดกษัยการดินในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และจัดระดับความรุนแรงการสูญเสียดิน 4 ระดับได้แก่ ระดับสูญเสียดินน้อย (>2 ตัน/ไร่/ปี) สูญเสียดินปานกลาง (2-4 ตัน/ไร่/ปี) สูญเสียดินรุนแรง (4-12 ตัน/ไร่/ปี) และสูญเสียดินรุนแรงมาก-มากที่สุด (>12 ตัน/ไร่/ปี) กำหนดให้เป็นชั้นข้อมูล H และให้ค่าคะแนนจัดระดับความเหมาะสมในชั้นคุณภาพที่ดินตามปริมาณการสูญเสียดิน ดังตารางที่ 1, 3, 5 และ 7 สำหรับข้าว อ้อย มันสำปะหลัง และยางพารา ตามลำดับ

6.2.4 การประเมินความเหมาะสมของที่ดินสำหรับปลูกพืชเศรษฐกิจในภาพรวม

การประเมินผลรวมเป็นการนำทุกชั้นคุณภาพที่ดินที่ให้ค่าคะแนนและจัดระดับความเหมาะสมสำหรับพืชเศรษฐกิจแต่ละชนิด มาบูรณาการด้วยการซ้อนทับพร้อมกันของชั้นข้อมูล W, NAI, O, I, R, D, G และ H และจัดระดับความเหมาะสมให้ใหม่ โดยพิจารณาผลคูณจากสมการที่ 1 จากนั้นจัดช่วงค่าคะแนนใหม่ดังตาราง ที่ 11 ชั้นข้อมูลผลลัพธ์ในขั้นตอนนี้เป็นผลลัพธ์ของกระบวนการประเมินความเหมาะสมสำหรับพืชเศรษฐกิจ ตั้งชื่อชั้นข้อมูลนี้เป็น RICE_SUIT, SUGAR_SUIT, CASSAVA_SUIT, RUBER_SUIT สำหรับข้าว อ้อย มันสำปะหลัง และยางพารา ตามลำดับ

$$\text{Land Suitability} = W \times NAI \times O \times I \times R \times D \times G \times H \quad (2)$$

โดยที่ W = ค่าคะแนนความเหมาะสมของคุณภาพที่ดินความเป็นประโยชน์ของน้ำ

NAI = ค่าคะแนนความเหมาะสมของคุณภาพที่ดินความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารพืช

O = ค่าคะแนนความเหมาะสมของคุณภาพที่ดินความเป็นประโยชน์ของออกซิเจนต่อรากพืช

I = ค่าคะแนนความเหมาะสมของคุณภาพที่ดินการรักษาน้ำของเนื้อดินพืช

R = ค่าคะแนนความเหมาะสมของคุณภาพที่ดินสภาวะการหยั่งลึกของราก

D = ค่าคะแนนความเหมาะสมของคุณภาพที่ดินการมีเกลือมากเกินไป

G = ค่าคะแนนความเหมาะสมของคุณภาพที่ดินสภาพพื้นที่

H = ค่าคะแนนความเหมาะสมของคุณภาพที่ดินความเสียหายจากการกัดกร่อน

ตารางที่ 11 ระดับความเหมาะสมตามผลคูณชั้นข้อมูล W, NAI, O, I, R, D, G และ H

ระดับความเหมาะสม	ผลคูณ W x NAI x O x I x R x D x G x H			
	ข้าว	อ้อย	มันสำปะหลัง	ยางพารา
มาก (S1)	0.584-1.000	0.584-1.000	0.584-1.000	0.584-1.000
ปานกลาง (S2)	0.084-0.584	0.084-0.584	0.084-0.584	0.084-0.584
น้อย (S3)	0.0003-0.084	0.0003-0.084	0.0003-0.084	0.0003-0.084
ไม่เหมาะสม (N)	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003

6.2.5 การตรวจสอบความถูกต้อง

นำผลการประเมินความเหมาะสมของพื้นที่สำหรับปลูกพืชเศรษฐกิจ ไปตรวจสอบในภาคสนาม หรือตรวจสอบกับข้อมูลของหน่วยงานอื่น

6.2.6 การวิเคราะห์ด้านเศรษฐศาสตร์

การวิเคราะห์ด้านเศรษฐศาสตร์ของการคุ้มทุนในการปลูกพืชเศรษฐกิจ ข้าว อ้อย มันสำปะหลัง และยางพารา ใช้วิธีอัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน (Benefit cost ratio) หรือ B/C ratio (Boardman et al, 1996) โดยข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์เป็นข้อมูลทุติยภูมิที่ได้รวบรวมจากสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร ได้แก่ ข้อมูลเศรษฐกิจการเกษตรประเทศไทยในปีการเพาะปลูก 2541/42 ถึง 2554/2555 ระดับจังหวัด และ ข้อมูลพื้นฐานเศรษฐกิจการเกษตร ปีการเพาะปลูก 2541/42 ถึง 2554/2555 ระดับจังหวัด โดยได้นำ ข้อมูลผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ ข้อมูลต้นทุนการผลิตต่อไร่ ข้อมูลราคาที่เกษตรกรขายได้ที่ไร่นามาคำนวนหาค่า B/C ratio โดย ค่าที่มากกว่า 1 หมายถึงการลงทุนที่คุ้มทุนทางเศรษฐศาสตร์ ค่าที่น้อยกว่า 1 หมายถึงการลงทุนที่ไม่คุ้มทุนทางเศรษฐศาสตร์

$$B/C\ ratio = \frac{B_t\ (1 + i)^t}{C_t\ (1 + i)^t} \quad (3)$$

โดยที่ B/C ratio แทน Benefit cost ratio, Bt แทน Total annual return, Ct แทน Total annual cost, n แทน Number of year or project duration, t แทน The production period in each year และ i แทน Discount rate

6.2.7 การโซนนิ่งพื้นที่การเกษตรสำหรับการผสมผสานทางเลือกการใช้ที่ดิน

ในขั้นตอนนี้เป็นการนำชั้นข้อมูลต่างๆ มาซ้อนทับพร้อมกัน ได้แก่ชั้นข้อมูลความเหมาะสมสำหรับปลูกข้าว อ้อย มันสำปะหลัง ยางพารา และชั้นข้อมูลที่แสดงขอบเขตการกำหนดการใช้ที่ดินไว้ชัดเจนแล้ว (ป่าอนุรักษ์ ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำที่ 1A, 1B และผังเมือง) พื้นที่มีความเหมาะสมมาก และปานกลางสำหรับพืชแต่ละชนิดจะถูกคัดเลือกเพื่อสร้างเป็นชั้นข้อมูลพื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกพืชเศรษฐกิจแบบผสมผสานทางเลือกการใช้ที่ดิน ตามชนิดของพืชเศรษฐกิจ ได้แก่ ข้าว อ้อย มันสำปะหลัง ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

7. ผลการศึกษา

7.1 พื้นที่เหมาะสมสำหรับข้าว อ้อย มันสำปะหลัง และยางพารา ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

จากการประเมินค่าที่ดินเพื่อกำหนดพื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกพืชเศรษฐกิจ ข้าว อ้อย มันสำปะหลัง และยางพารา ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ สามารถจัดระดับความเหมาะสม ออกเป็น 4 ระดับ ได้แก่ พื้นที่เหมาะสมมาก (S1) พื้นที่เหมาะสมปานกลาง (S2) พื้นที่เหมาะสมน้อย (S3) และพื้นที่ไม่เหมาะสม (N)

7.1.1 พื้นที่เหมาะสมสำหรับข้าว

ภาคตะวันอกเฉียงเหนือมีพื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกข้าว ส่วนใหญ่อยู่ในระดับเหมาะสมน้อยกระจายอยู่ทั่วทั้งลุ่มน้ำ ในขณะเดียวกันพบว่ามีพื้นที่ที่มีศักยภาพในระดับเหมาะสมมากและปานกลาง คิดเป็นพื้นที่ร้อยละ 6.86 และ 14.80 ของพื้นที่ทั้งหมด ดังตารางที่ 12 แสดงการกระจายตัวของพื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกข้าว ดังภาพที่ 3 พื้นที่มีศักยภาพพบมากในบริเวณเขตชลประทาน และสองฝั่งของลำน้ำชีและมูล ทางตอนกลางและล่างของภาค

7.1.2 พื้นที่เหมาะสมสำหรับอ้อย

พื้นที่เหมาะสมปลูกอ้อยในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ทั้งในด้านสภาพพื้นที่และลักษณะดินทางกายภาพและทางเคมี ซึ่งเป็นพื้นที่ในที่ดอน มีพื้นที่ระดับเหมาะสมมากและปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 10.26 และ 18.00 ของพื้นที่ทั้งหมด ดังตารางที่ 12 ส่วนใหญ่พบในบริเวณตอนกลางและตอนล่างของภาค กระจัดกระจายทั่วไปโดยเฉพาะบริเวณที่เป็นที่ดอนหรือที่เนิน ดังภาพที่ 3

7.1.3 พื้นที่เหมาะสมสำหรับมันสำปะหลัง

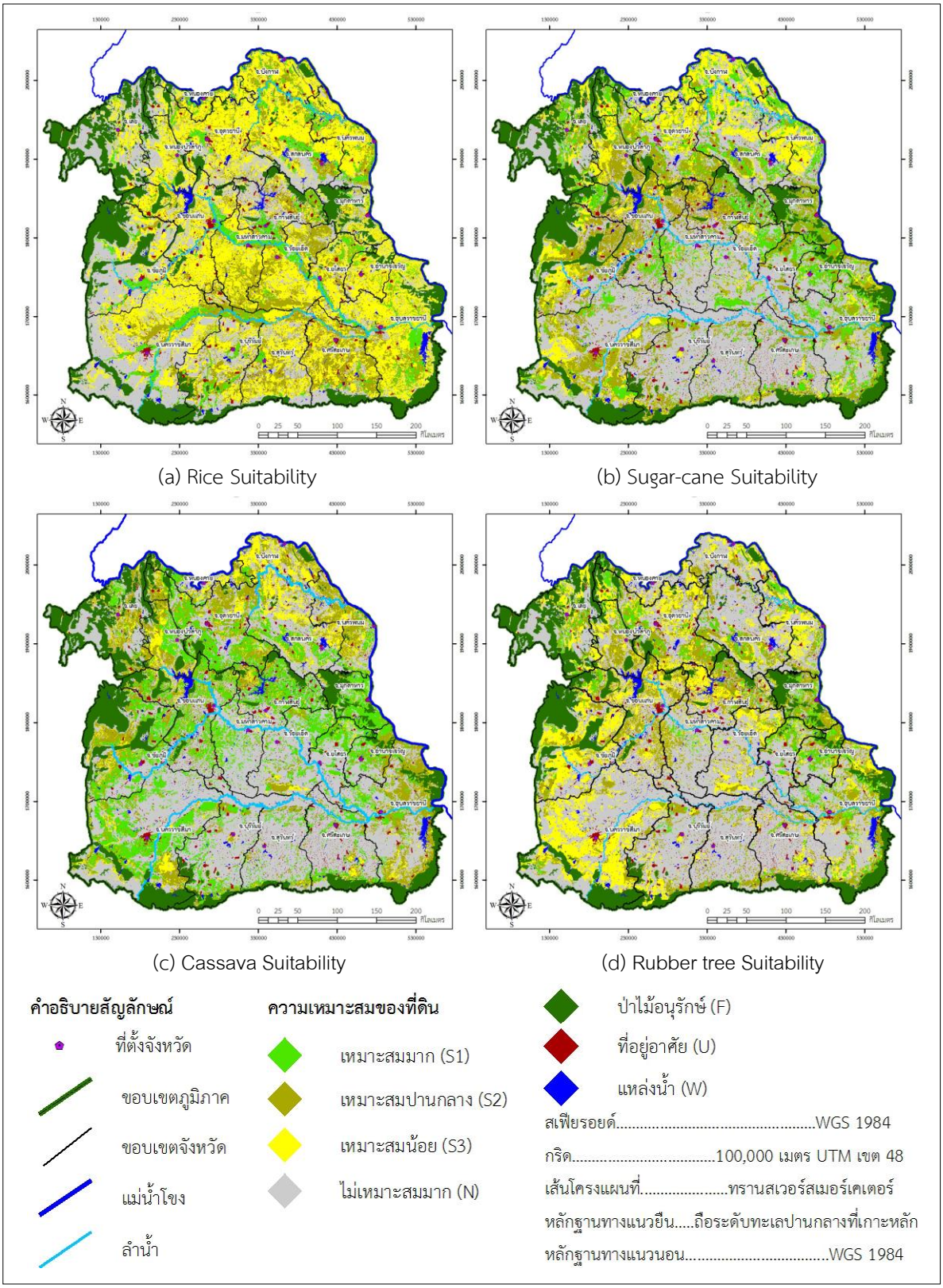
มันสำปะหลังเป็นพืชที่สนับสนุนความมั่นคงด้านอาหารและสามารถปลูกได้ในดินเลว เพื่อการจัดการวางแผนการใช้ที่ดินที่เหมาะสม จึงจำเป็นต้องประเมินเพื่อหาพื้นที่ที่มีศักยภาพ ซึ่งจากการประเมินพบว่าภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีพื้นที่มีศักยภาพมากที่สุดสำหรับปลูกมันสำปะหลัง ซึ่งมีเนื้อที่ระดับเหมาะสมมากและปานกลาง คิดเป็นร้อยละ18.19 และ 16.69 ของพื้นที่ทั้งหมด ดังตารางที่ 12 แสดงการกระจายตัวทั่วไปในที่ดอน บริเวณตอนล่างและตอนกลางของภาค ดังภาพที่ 3

7.1.4 พื้นที่เหมาะสมสำหรับยางพารา

พื้นที่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีพื้นที่ศักยภาพสำหรับปลูกยางพารา ในระดับความเหมาะสมมาก เพียงร้อยละ 5.28 กระจายตัวอยู่บริเวณตอนบนของภาค และระดับความเหมาะสมปานกลาง ร้อยละ 16.70 ของพื้นที่ทั้งหมด กระจายตัวอยู่ในบริเวณบริเวณตอนกลาง และบางส่วนในตอนล่างของภาค ดังภาพที่ 3

ตารางที่ 12 พื้นที่เหมาะสมสำหรับ ข้าว อ้อย มันสำปะหลัง และยางพารา

ระดับความเหมาะสม	ข้าว		อ้อย		มันสำปะหลัง		ยางพารา	
	ไร่	ร้อยละ	ไร่	ร้อยละ	ไร่	ร้อยละ	ไร่	ร้อยละ
มาก (S1)	7,238,082.51	6.86	10,827,740.43	10.26	19,188,472.94	18.19	5,576,102.326	5.28
ปานกลาง (S2)	15,621,422.00	14.80	18,989,262.43	18.00	17,608,609.03	16.69	17,621,533.88	16.70
น้อย (S1)	36,434,855.64	34.53	11,874,279.67	11.25	8,451,916.10	8.01	20,084,411.33	19.03
ไม่เหมาะสม (N)	27,543,520.20	26.10	45,146,597.82	42.79	41,588,882.28	39.41	43,555,832.81	41.28
ป่าไม้อนุรักษ์ (F)	13,833,768.83	13.11	13,833,768.83	13.11	13,833,768.83	13.11	13,833,768.83	13.11
ที่อยู่อาศัย (U)	2,681,988.11	2.54	2,681,988.11	2.54	2,681,988.11	2.54	2,681,988.11	2.54
แหล่งน้ำ (W)	2,162,200.21	2.05	2,162,200.21	2.05	2,162,200.21	2.05	2,162,200.214	2.05
รวม	**105,515,837.50**	**100.00**	**105,515,837.50**	**100.00**	**105,515,837.50**	**100.00**	**105515837.50**	**100.00**



ภาพที่ 3 ความเหมาะสมของที่ดินสำหรับปลูกข้าว อ้อย มันสำปะหลัง และยางพารา

7.2 โซนนิ่งพื้นที่การเกษตรสำหรับการผสมผสานทางเลือกการใช้ที่ดินที่หลากหลาย

การโซนนิ่งเป็นการสร้างแผนการใช้ที่ดินขึ้นมาตามความเหมาะสมและศักยภาพของพื้นที่สำหรับใช้ประโยชน์ในการปลูกพืชแต่ละชนิดเป็นหลัก โดยเลือกเฉพาะพื้นที่ที่เหมาะสมมาก และปานกลาง มาจัดทำโซนนิ่งสำหรับการผสมผสานทางเลือกการใช้ที่ดินที่หลากหลาย ส่วนพื้นที่ที่เหมาะสมน้อยและไม่เหมาะสมจะจัดไว้ในกลุ่มเดียวกัน ผลการศึกษาสามารถกำหนดหน่วยแผนที่ 23 หน่วย ดังตารางที่ 13 และแสดงเป็นแผนที่การโซนนิ่งดังภาพที่ 4 อธิบายรายละเอียดได้ดังต่อไปนี้

7.2.1 โซนนิ่งพื้นที่เหมาะสมมาก

ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีพื้นที่เหมาะสมมากหรือมีคุณสมบัติทางกายภาพที่เหมาะสมมากต่อการปลูกพืชเศรษฐกิจ ข้าว อ้อย มันสำปะหลัง และยางพารา คิดเป็นร้อยละ 23.18 ของพื้นที่ สามารถโซนนิ่งพื้นที่ได้ทั้งพืชชนิดเดียว และสามารถเพิ่มทางเลือกการใช้ที่ดินด้วยการผสมผสานด้วยพืชหลายชนิด มีรายละเอียดดังนี้

7.2.1.1 โซนนิ่งพื้นที่เหมาะสมมากสำหรับปลูกพืชเดี่ยว

พื้นที่นี้สามารถปลูกพืชเศรษฐกิจได้เพียงชนิดใดชนิดหนึ่งเท่านั้นเนื่องจากข้อจำกัดของศักยภาพเชิงกายภาพบางชนิดที่ไม่สามารถผสมผสานการใช้ที่ดินร่วมกันได้ จึงเหมาะสมกับการปลูกพืชเพียงชนิดเดียว หน่วยแผนที่ดินนี้ ได้แก่หน่วยแผนที่ 1- 4 เป็นพื้นที่โซนนิ่งสำหรับปลูก ข้าว อ้อย มันสำปะหลัง หรือ ยางพารา ตามลำดับ มีพื้นที่คิดเป็นร้อยละ 5.90 3.10 5.04 และ 0.48 ตามลำดับ ตารางที่ 13 และภาพที่ 4

7.2.1.2 โซนนิ่งพื้นที่เหมาะสมมากสำหรับปลูกพืชหลายชนิด

พื้นที่เหมาะสมมากสำหรับปลูกได้หลายชนิด เป็นพื้นที่มีความเหมาะสมทางด้านกายภาพมาก เป็นแนวทางในการการผสมผสานการใช้ที่ดินได้มากกว่าหนึ่งทางเลือก เช่น พื้นที่เหมาะสมมากสำหรับปลูกอ้อยและมันสำปะหลัง ดังหน่วยแผนที่ 5 ในตารางที่ 13 หมายถึงเป็นพื้นที่ที่มีศักยภาพมากปลูกได้ทั้งอ้อยและมันสำปะหลัง หน่วยแผนที่สำหรับปลูกพืชได้ 2 ชนิด ได้แก่ หน่วยแผนที่ 5-8 เป็นหน่วยแผนที่ทีเหมาะสมมากสำหรับปลูก อ้อย-มันสำปะหลัง, อ้อย-ยางพารา, มันสำปะหลัง-ยางพารา และ ข้าว-อ้อย คิดเป็นร้อยละ 3.85 0.93 1.51 และ 0.30 ตามลำดับ ส่วนหน่วยแผนที่ดิน 9และ10 สามารถปลูกพืชได้ 3 ชนิด ได้แก่ ข้าว-อ้อย-ยางพารา และ อ้อย-มันสำปะหลัง-ยางพารา มีพื้นที่คิดเป็นร้อยละ 0.21 และ 1.87 ตามลำดับ

7.2.2 โซนนิ่งพื้นที่เหมาะสมปานกลาง

ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีพื้นที่ส่วนใหญ่ในระดับเหมาะสมปานกลาง หรือมีคุณสมบัติทางกายภาพที่เหมาะสมปานกลางต่อการปลูกพืชเศรษฐกิจ ข้าว อ้อย มันสำปะหลัง และยางพารา คิดเป็นร้อยละ 32.39 ของพื้นที่ ซึ่งสามารถโซนนิ่งพื้นที่ได้ทั้งพืชเดี่ยวและหลายชนิด มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

7.2.2.1 โซนนิ่งพื้นที่เหมาะสมปานกลางสำหรับปลูกพืชเดี่ยว

พื้นที่โซนนิ่งนี้มีศักยภาพปานกลางในการปลูกพืชได้ชนิดใดชนิดหนึ่ง หน่วยแผนที่ที่ได้กำหนดได้แก่ หน่วยแผนที่ 11-14 ดังตารางที่ 13 สำหรับโซนนิ่งพื้นที่เหมาะสมปานกลางสำหรับปลูกพืชเดี่ยว ได้แก่ ข้าว อ้อย มันสำปะหลัง และยางพารา ตามลำดับ มีพื้นที่คิดเป็นร้อยละ 10.23 0.69 6.46 และ 0.87 ตามลำดับ

7.2.2.2 โซนนิ่งพื้นที่เหมาะสมปานกลางสำหรับปลูกพืชหลายชนิด

หน่วยแผนที่ที่กำหนดพื้นที่โซนนิ่งที่มีศักยภาพปานกลางสำหรับปลูกพืชได้หลากหลายชนิด คือ หน่วยแผนที่ 15-19 ดังตารางที่ 13 ซึ่งพื้นที่ใดที่อยู่ในหน่วยแผนที่ 15-18 นั้นสามารถเลือกและผสมผสานการปลูกพืชได้ 2 ชนิด ได้แก่ ข้าว-อ้อย, อ้อย-มันสำปะหลัง, อ้อย-ยางพารา, และ มันสำปะหลัง-ยางพารา มีพื้นที่คิดเป็นร้อยละ 1.18 1.05 6.28 0.86 ตามลำดับ และหน่วยแผนที่ 19 สามารถเลือกและผสมผสานการปลูกพืชได้ 3 ชนิด คือการผสมผสานการใช้ที่ดิน อ้อย-มันสำปะหลัง-ยางพารา มีพื้นที่คิดเป็นร้อยละ 3.78 ของพื้นที่

7.2.3 โซนนิ่งพื้นที่ป่าไม้เพื่อการอนุรักษ์

พื้นที่โซนนิ่งบริเวณนี้เป็นพื้นที่ป่าอนุรักษ์ หรือป่าโซน C รวมถึงพื้นที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำที่ 1พื้นที่ลาดชั้นเชิงซ้อน (พื้นที่ภูเขา) ซึ่งเป็นพื้นที่ที่ควรสงวนไว้เป็นพื้นที่ป่าไม้ดังเดิม เนื่องจากเป็นพื้นที่ลาดชัน มีป่าไม้ที่อุดมสมบูรณ์ เป็นพื้นที่ต้นน้ำที่สำคัญหลายสายของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ หน่วยแผนที่นี้ ได้แก่ หน่วยแผนที่ 21 มีพื้นที่คิดเป็นร้อยละ 13.11 ของพื้นที่ทั้งหมด

7.2.4 โซนนิ่งพื้นที่ชุมชนและที่อยู่อาศัย

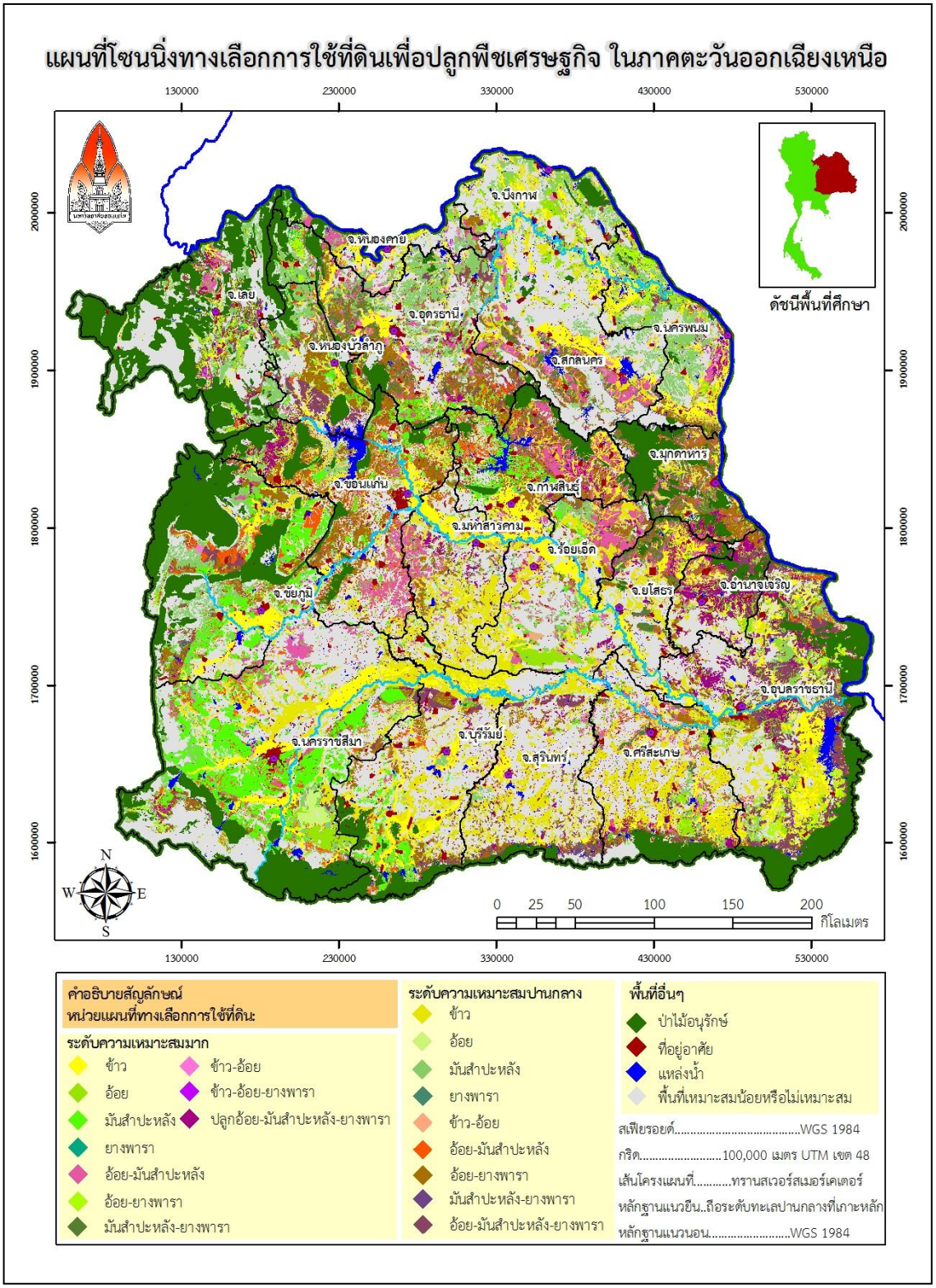
พื้นที่โซนนิ่งบริเวณนี้เป็นพื้นที่ชุมชนและที่อยู่อาศัย กำหนดด้วยหน่วยแผนที่ 22 มีความเหมาะสมต่อการใช้ที่ดินเพื่อที่อยู่อาศัย หรือสร้างสิ่งปลูกสร้างต่างๆ นอกจากนี้ในเขตพื้นที่นี้ได้มีการกำหนดการใช้ที่ดินไว้ชัดเจนอยู่แล้ว โดยเฉพาะในเขตเทศบาลเมืองหรือมหานคร แผนการใช้ที่ดินนี้จึงคงลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินไว้ตามเดิม

7.2.5 โซนนิ่งพื้นที่แหล่งน้ำ

พื้นที่โซนนิ่งบริเวณนี้เป็นพื้นที่แหล่งน้ำที่เป็นแหล่งน้ำผิวดิน มีความเหมาะสมต่อการใช้ประโยชน์ในการการเกษตร และการอุปโภคบริโภคในชุมชน เช่นเขื่อนขนาดใหญ่ ได้แก่ เขื่อนอุบลรัตน์ เขื่อนสิริธร เขื่อนน้ำอูน เขื่อนลำตะคอง หรือแหล่งน้ำตามธรรมชาติ ได้แก่บึงหนองหาญ บึงโขงหลง เป็นต้น กำหนดด้วยหน่วยแผนที่ 23 ดังตารางที่ 13

ตารางที่ 13 พื้นที่การโซนนิ่งการผสมผสานการใช้ที่ดินตามศักยภาพของพื้นที่

หน่วยแผนที่	ทางเลือกการใช้ที่ดิน	เนื้อที่	
		ไร่	ร้อยละ
1	พื้นที่เหมาะสมมากสำหรับข้าว	6,227,152.92	5.90
2	พื้นที่เหมาะสมมากสำหรับอ้อย	3,267,254.91	3.10
3	พื้นที่เหมาะสมมากสำหรับมันสำปะหลัง	5,315,077.64	5.04
4	พื้นที่เหมาะสมมากสำหรับยางพารา	503,796.07	0.48
5	พื้นที่เหมาะสมมากสำหรับอ้อย-มันสำปะหลัง	4,066,147.93	3.85
6	พื้นที่เหมาะสมมากสำหรับอ้อย-ยางพารา	979,341.72	0.93
7	พื้นที่เหมาะสมมากสำหรับมันสำปะหลัง-ยางพารา	1,589,719.87	1.51
8	พื้นที่เหมาะสมมากสำหรับข้าว-อ้อย	313,638.23	0.30
9	พื้นที่เหมาะสมมากสำหรับข้าว-อ้อย-ยางพารา	223,880.04	0.21
10	พื้นที่เหมาะสมมากสำหรับอ้อย-มันสำปะหลัง-ยางพารา	1,977,483.12	1.87
	รวมพื้นที่เหมาะสมมาก	**24,463,492.45**	**23.18**
11	พื้นที่เหมาะสมปานกลางสำหรับข้าว	10,794,270.18	10.23
12	พื้นที่เหมาะสมปานกลางสำหรับอ้อย	728,059.28	0.69
13	พื้นที่เหมาะสมปานกลางสำหรับมันสำปะหลัง	6,814,888.98	6.46
14	พื้นที่เหมาะสมปานกลางสำหรับยางพารา	917,987.79	0.87
15	พื้นที่เหมาะสมปานกลางสำหรับข้าว-อ้อย	1,244,655.82	1.18
16	พื้นที่เหมาะสมปานกลางสำหรับอ้อย-มันสำปะหลัง	2,159,556.33	2.05
17	พื้นที่เหมาะสมปานกลางสำหรับอ้อย-ยางพารา	6,628,905.35	6.28
18	พื้นที่เหมาะสมปานกลางสำหรับมันสำปะหลัง-ยางพารา	903,546.09	0.86
19	พื้นที่เหมาะสมปานกลางสำหรับอ้อย-มันสำปะหลัง-ยางพารา	3,987,770.71	3.78
	รวมพื้นที่เหมาะสมปานกลาง	**34,179,640.52**	**32.39**
	รวมพื้นที่เหมาะสมมากและปานกลาง	**58,643,132.97**	**55.58**
20	พื้นที่เหมาะสมน้อยและไม่เหมาะสม	28,194,747.38	26.72
21	พื้นที่ป่าอนุรักษ์ (ป่าโซน C) และ/หรือ พื้นที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำที่ 1(1A, 1B)	13,833,768.83	13.11
22	พื้นที่ชุมชนและอยู่อาศัย	2,681,988.11	2.54
23	พื้นที่แหล่งน้ำ	2,162,200.21	2.05
	รวมพื้นที่ทั้งหมด	**105,515,837.50**	**100.00**



ภาพที่ 4 แผนที่โซนนิ่งทางเลือกการใช้ที่ดินเพื่อปลูกพืชเศรษฐกิจ ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

7.3 การวิเคราะห์ด้านเศรษฐศาสตร์

การวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์สำหรับปลูกพืชเศรษฐกิจข้าวอ้อย มันสำปะหลัง และ ยางพารา ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ด้วยค่าอัตราส่วนต้นทุนกำไรหรือ BC ratio โดยใช้ข้อมูลพื้นฐานเศรษฐกิจการเกษตร และข้อมูลสถิติการเกษตรของประเทศไทย จากสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร ปีการผลิต 2541/42 ถึง 2554/55 พบว่าส่วนใหญ่ BC ratio ของการผลิตพืชเศรษฐกิจในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีค่ามากกว่า 1 เพียงเล็กน้อย โดยค่า BC ratio ของการผลิตข้าวในปี 2544/45-2554/55 มีค่าเท่ากับ 1.06 1.31 1.61 1.44 1.28 1.31 1.71 1.26 1.08 0.92 และ 0.90 ตามลำดับ BC ratio ของการผลิตอ้อยในปี 2544/45-2554/55 มีค่าเท่ากับ 1.19 0.87 1.16 1.01 1.09 1.23 1.15 0.91 1.04 1.25 และ 1.37 ตามลำดับ BC ratio ของการผลิตมันสำปะหลังในปี 2544/45-2554/55 มีค่าเท่ากับ 0.83 1.26 1.21 1.09 1.44 1.53 1.44 1.75 0.97 1.14 และ 1.59 ตามลำดับ และ BC ratio ของการผลิตยางพาราในปี 2544/45-2554/55 มีค่าเท่ากับ 0.91 0.98 1.20 1.43 2.16 2.58 2.55 2.68 1.35 2.33 และ 2.69 ตามลำดับ ดังตารางที่ 14

ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของพืชเศรษฐกิจในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีความแปรปรวน เนื่องจากความเป็นพลวัตรของกลไกลทางการตลาด ไม่ว่าจะเป็น ต้นทุนทางการผลิต ราคาที่เกษตรกรขายได้ หรือแม้แต่ผลผลิตที่ได้ ล้วนแต่มีความพลวัตร เช่น หากต้นทุนในการผลิตสูงขึ้น จะทำให้ค่า C มีอัตราสูงขึ้ง และส่งผลให้ ค่าความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ลดลง หรือหากผลผลิตขายได้ราคาสูงขึ้น ก็จะส่งผลให้มีความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์มากขึ้น

ดังนั้นการวางแผนการใช้ที่ดินเพื่อพืชเศรษฐกิจ จำเป็นต้องมีการนำข้อมูลทางด้านเศรษฐศาสตร์ที่มีความแปรปรวนตลอดเวลามาวิเคราะห์ร่วมกับผลการวิเคราะห์ความเหมาะสมเชิงพื้นที่เชิงกายภาพด้วย ซึ่งจะทำให้มีข้อมูลสนับสนุนทางเลือกการใช้ที่ดินได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ตารางที่ 14 B/C Ratio ของการผลิตพืชเศรษฐกิจ ข้าว อ้อย มันสำปะหลัง และยางพารา ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ปีการเพาะปลูก 2541/42 – 2554/55

ปีการเพาะปลูก	อัตราส่วนต้นทุนกำไร (B/C Ratio)			
	ข้าว	อ้อย	มันสำปะหลัง	ยางพารา
2541/42	1.23	1.11	1.59	0.76
2542/43	1.30	1.06	1.05	0.76
2543/44	1.21	1.17	0.81	0.99
2544/45	1.06	1.19	0.83	0.91
2545/46	1.31	0.87	1.26	0.98
2546/47	1.61	1.16	1.21	1.20
2547/48	1.44	1.01	1.09	1.43
2548/49	1.28	1.09	1.44	2.16
2549/50	1.31	1.23	1.53	2.58
2550/51	1.71	1.15	1.44	2.55
2551/52	1.26	0.91	1.75	2.68
2552/53	1.08	1.04	0.97	1.35
2553/54	0.92	1.25	1.14	2.33
2554/55	0.90	1.37	1.59	2.69

8. สรุปผลและข้อเสนอแนะ

การศึกษาครั้งนี้ได้สร้างข้อมูลภูมิสารสนเทศในการทำโซนนิ่งพื้นที่การเกษตรเชิงพื้นที่ด้วยการสร้างขอบเขตหน่วยการใช้ที่ดินที่เหมาะสมสำหรับการผสมผสานทางเลือกการใช้ที่ดิน ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จากการบูรณาการคุณภาพที่ดินตามหลักการประเมินที่ดินของ FAO (1983) เพื่อประเมินความเหมาะสมของที่ดินสำหรับปลูกพืช

เศรษฐกิจ ได้แก่ ข้าว อ้อย มันสำปะหลัง และยางพารา จากนั้นบูรณาการข้อมูลความเหมาะสมของที่ดินสำหรับพืชแต่ละชนิดมาบูรณาการแบบซ้อนทับ เพื่อคัดเลือกเฉพาะบริเวณที่มีความเหมาะสมมากและปานกลาง มาสนับสนุนการจัดทำแผนที่โซนนิ่งพื้นที่การเกษตรสำหรับการผสมผสานทางเลือกการใช้ที่ดิน

ผลการศึกษาสามารถประเมินพื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกพืชเศรษฐกิจ 4 ชนิด ได้แก่ ข้าว อ้อย มันสำปะหลัง และยางพารา โดยจำแนกระดับความเหมาะสมออกเป็น เหมาะสมมาก เหมาะสมปานกลาง เหมาะสมน้อย และไม่เหมาะสม พบว่าพื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกข้าว มีพื้นที่เหมาะสมมากและปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 6.86 และ 14.80 ของพื้นที่ ตามลำดับ พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกอ้อยมีพื้นที่เหมาะสมมากและปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 10.26 และ 18.00 ของพื้นที่ ตามลำดับ พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกมันสำปะหลังมีพื้นที่เหมาะสมมากและปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 18.19 และ 16.69 ของพื้นที่ ตามลำดับ พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกยางพารามีพื้นที่เหมาะสมมากและปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 5.28 และ 16.70 ของพื้นที่ตามลำดับ

การบูรณาการข้อมูลความเหมาะสมของที่ดินสำหรับพืชแต่ละชนิด โดยการคัดเลือกเฉพาะพื้นที่เหมาะสมมากและเหมาะสมปานกลาง นำมาสร้างเป็นแผนที่โซนนิ่งพื้นที่การเกษตรสำหรับการผสมผสานทางเลือกการใช้ที่ดิน ผลการบูรณาการสามารถสร้างหน่วยแผนที่ได้ทั้งสิ้น 23 หน่วยแผนที่ โดยมีความยืดหยุ่นให้เกษตรกรสามารถเลือกปลูกพืชและผสมผสานการใช้ที่ดินได้หลายชนิด การกำหนดหน่วยแผนที่และโซนนิ่งแบ่งออกเป็น 5 โซนนิ่งหลัก ได้แก่ โซนนิ่งพื้นที่เหมาะสมมากสำหรับปลูกพืชเศรษฐกิจ โซนนิ่งพื้นที่เหมาะสมปานกลางสำหรับปลูกพืชเศรษฐกิจ โซนนิ่งพื้นที่ป่าไม้เพื่อการอนุรักษ์ โซนนิ่งพื้นที่ชุมชนและที่อยู่อาศัย และโซนนิ่งพื้นที่แหล่งน้ำ มีเนื้อที่คิดเป็นร้อยละ 23.18 32.39 26.72 13.11 2.54 และ 2.05 ของพื้นที่ทั้งภาค ตามลำดับ

เพื่อให้ผลการวิเคราะห์สามารถนำไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ในขั้นตอนการประเมินค่าที่ดินควรมีวิธีการประมาณผลผลิตที่ได้ในแต่ละระดับความเหมาะสมและในแต่ละพืช ซึ่งเป็นแผนการดำเนินการวิจัยต่อไปในอนาคต

เอกสารอ้างอิง

[1] กรมพัฒนาที่ดิน. (2539). **เอกสารวิชาการ คู่มือการประเมินคุณภาพที่ดินสำหรับพืชเศรษฐกิจ**. พิมพ์ครั้งที่2. กรุงเทพฯ: กองวางแผนการใช้ที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

[2] ชรัตน์ มงคลสวัสดิ์. (2549). **ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ศักยภาพเชิงพื้นที่เพื่อการพัฒนา**. ขอนแก่น: ขอนแก่นการพิมพ์.

[3] ชรัตน์ มงคลสวัสดิ์, วาสนา พุฒกลาง และแสงดาว นพพิทักษ์. (2552ก). พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกข้าวภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. **การประชุมวิชาการดาวเทียมธีออสเทคโนโลยีอวกาศของไทยเพื่อการพัฒนาภูมิสารสนเทศ ระหว่างวันที่ 8-9 กันยายน 2552**, โรงแรมณุศา พลาญ่าโฮเต็ล แอนด์ สปา อำเภอบางละมุง จังหวัดชลบุรี หน้าที่ 81-101.

[4] ชรัตน์ มงคลสวัสดิ์, วาสนา พุฒกลาง, แสงดาว นพพิทักษ์ และ อุราวรรณ จันทร์เกษ. (2552ข). พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกอ้อยภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. **การประชุมวิชาการดาวเทียมธีออสเทคโนโลยีอวกาศของไทยเพื่อการพัฒนาภูมิสารสนเทศ ระหว่างวันที่ 8-9 กันยายน 2552,** โรงแรมณุศา พลาญ่าโฮเต็ล แอนด์ สปา อำเภอบางละมุง จังหวัดชลบุรี หน้าที่ 170-188. 31.

[5] ชรัตน์ มงคลสวัสดิ์ และ วาสนา พุฒกลาง. (2553). การประกอบแบบจำลองเชิงพื้นที่สำหรับประเมินความเหมาะสมของที่ดินสำหรับปลูกยางพารา ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. **การประชุมวิชาการเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศแห่งชาติ ประจำปี 2553 วันที่ 15-17 ธันวาคม 2553,** อิมแพ็ค เมืองทองธานี จังหวัดนนทบุรี

[6] วาสนา พุฒกลาง และ ชรัตน์ มงคลสวัสดิ์. (2553). ความเหมาะสมของที่ดินและการประเมินพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังด้วยข้อมูล ภาพถ่ายจากดาวเทียมและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์. Land Suitability for cassava and assessing cassava cropping area with Satellite data and GIS.**วารสารสมาคมสำรวจข้อมูลระยะไกลและสารสนเทศภูมิศาสตร์แห่งประเทศไทย**, ปีที่ 11 ฉบับที่ 1, เลขหน้า 67-89.

[7] สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. (2541-2554). **สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปี 2541-2555**. ศูนย์สารสนเทศการเกษตร: สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

[8] สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. (2541-2554). **ข้อมูลพื้นฐานเศรษฐกิจการเกษตร ปี 2541-2555**. ศูนย์สารสนเทศการเกษตร: สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

[9] Abdelfattah, M.A. 2013. Integrated Suitability Assessment: A Way Forward for Land Use Planning and Sustainable Development in Abu Dhabi, United Arab Emirates, **Arid Land Research and Management**, **27**(1), pp.41-64.

[10] Amiri, F., Rashid B., A., and Shariff, M. (2012). Application of geographic information systems in land use suitability evaluation for beekeeping: A case study of Vahregan watershed (Iran). **African Journal of Agricultural Research**, **7**(1), pp. 89-97.

[11] Akinci, H., Özalp, A.Y., Turgut, B. 2013. Agricultural land use suitability analysis using GIS and AHP technique, **Computers and Electronics in Agriculture**, 97, pp.71-82.

[12] Boix, L.R., and Zinck, J.A. (2008). Land-Use Planning in the Chaco Plain (Burruyacu´ , Argentina). Part 1: Evaluating Land-Use Options to Support Crop Diversification in an Agricultural Frontier Area Using Physical Land Evaluation. **Environmental Management**, **42**, pp. 1043–1063.

[13] Benjaporn, H., Suwanwerakamtorn, R. and Mongkolsawat, C. (2012). Agricultural Land Use Planning With GIS-based Land Suitability for Crop Combination. **Proceedings of the 3rd International Conforence on Enviromental and Rural Development : 21-12 January 2012**, Khon Kaen, Thailand.

[14] Boardman, A.E., Greenberg, D.H., Vining, A.R., & Weimer, D.L. (1996). **Cost-Benefit Analysis: Concepts and Practice**. New Jersey, USA: Prentice-Hall.

[15] Boateng, E. (2005) Geographic Information System (GIS) as a Dicision Suppout Tool for Land Suitability Assessment for Rice Production in Ghana. **West African Journal of Applied Ecology**, 7, 69-81.

[16] Ceballos-Silva, A. & López-Blanco, J. 2003. Delineation of suitable areas for crops using a Multi-Criteria Evaluation approach and land use/cover mapping: a case study in Central Mexico, **Agricultural Systems**, 77, pp.117-136.

[17] Charauppat T. and Mongkolsawat C. 2003. Land Evaluation for Economic crops of Lam Phra Phloeng Watershed in Thailand using GIS Modeling. **Asian Journal of Geoinformatics**, **3** (3), pp 89-98.

[18] De La Rosa, D. , Mayol, F., Diaz-Pereira, E., Fernandez, M., and De La Rosa Jr., D. 2004. A land evaluation decision support system (MicroLEIS DSS) for agricultural soil protection With special reference to the Mediterranean region, **Environmental Modelling & Software**, 19, pp. 929-942.

[19] Elsheikh, R., Mohamed Shariff, A.R.B. , Amiri, F. , Ahmad, N.B. , Balasundram, S.K., and Soom, M.A.M. 2013. Agriculture Land Suitability Evaluator (ALSE): A decision and planning support tool for tropical and subtropical crops, **Computers and Electronics in Agriculture**, 93, pp. 98-110.

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

[21] Hoobler, B. M., Vance, G. F., Hamerlinck, J. D., Munn, L. C., and Hayward, J. A. (2003). Applications of land evaluation and site assessment (LESA) and a geographic information system (GIS) in East Park County, Wyoming. **Journal of Soil and Water Conservation**, **58**, pp. 105-112.

[22] Martin, D., & Saha, S.K. (2009). Land evaluation by integrating remote sensing and GIS for cropping system analysis in a watershed. **Current Science**, **96**(4), 569-575.

[23] Mokarram, M, Marnani, S.A., Moezi, A.A., Hamzeh, S. 2011. Land suitability evaluation using ordered weight averaging with fuzzy quantifier in Shavoor plain, Iran, **Research on Crops**, **12**(2), pp. 593-599.

[24] Mongkolsawat C., Thirangoon P. and Kuptawuthinan P. 1999. Land Evaluation for Combining Economic Crops using GIS and Remotely Sensed Data. **Proceedings of the 2nd Asia Pacific Conference on Sustainable Agriculture**, Pitsanulok, October 18-20, 1999.

[25] Mongkolsawat C, Paiboonsak S. (2006a). GIS-based Land Evaluation for Combining Economic Crop as a model for Agricultural Land Use Planning. **Proceedings of the 27th Asian Conference on Remote Sensing of Mongolia**, October 5-16, 2006.

[26] Mongkolsawat C, Paiboonsak S. (2006b). GIS Application to Spatial Distribution of Soil Salinity Potential in Northeast THALAND. **Proceedings of the 27th Asian Conference on Remote Sensing of Mongolia**, October 5-16, 2006.

[27] Mongkolsawat C., Paiboonsak S., Chanket U. (2006c). Soil Erosion Risk Northeast Thailand: A Spatial Modeling. **Proceedings of the International Conference on Space Technology & Geo-informatics 2006 in Conjunction with National Conference on Mapping and Geo-informatics 2006, 5-8 November 2006**, Ambassador City Jomtien Hotel, Chonburi Province, Thailand.

[28] Mongkolsawat, C &Putklang, W. (2012). Rubber tree expansion in forest Reserve and paddy field across the Greater Mekong sub-region, Northeast Thailand based on remotely sensed imagery. **Proceedings of the 33rd Asian Conference on Remote Sensing Thailand, 26-30 November 2012**, Pattaya, Thailand.

[29] Paiboonsak S. and Mongkolsawat C. (2004). Agricultural Land Use Planning in Khon Kaen Province. GIS Application. **Proceedings of the 25 th Asian Conference on Remote Sensing, Chiangmai**, November 22 - 25, 2004

[30] Radcliffe, D. J., & Rochette, L. (1982). **Maize in Angonia: An analysis of factors production**. (Field Report 30): Rome, Italy: Maputo.

[31] Wischmeier, W.H. and Smith, D.D. (1978). **Predicting Rainfall Erosion Losses**. USDA Agriculture Handbook No.537.