

การบูรณาการคุณภาพที่ดินสำหรับแบ่งเขตการปลูกข้าวในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

An Integration of Land Qualities for Zoning the Rice Cultivating Areas in Northeastern Thailand.

สถาพร ไพบูลย์ศักดิ์
วาสนา พุฒกลาง

Sathaporn Paiboonsak
Wasana Putklang

ศูนย์ภูมิสารสนเทศเพื่อการพัฒนาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ
มหาวิทยาลัยขอนแก่น

Geoinformatics Center for Development of
Northeast Thailand, Khon Kaen University

Abstract

Thailand accounts for over 25% of the total global rice export. There exists no information available on the zoning of the rice cultivating areas. Zoning rice cultivating areas according to integrated land qualities is essential to increase productivity. The objective of this study is then to establish the zones suitable for rice cultivation according to the integration of land qualities concerned. The study area, Northeastern Thailand, covers an areas of about 170,000 sqkm of which accounted for over 30% is the rice cultivating areas. The study was based mainly on the FAO guideline for land evaluation. The selected land qualities for the zoning include water availability, irrigation areas, soil properties, salt hazard, topography and land form. Each of the land qualities or thematic layers was digitally encoded in GIS database. Overlay operation on the layers was digitally performed with the criteria set. The criteria set was the integrated land qualities according to the rice requirement and assigned at 3 levels of suitability. The suitability rating model applied to the resultant polygonal layers provided the suitability classes. The results show that in the Northeast high, medium and marginal suitability account for 7.11, 15.16 and 35.92% respectively. The spatial modelling provides an approach to identify parametric values in the model, overall insight into the land qualities affecting the zoning.

บทคัดย่อ

ประเทศไทยส่งข้าวออกเกินกว่า 25% ของทั้งโลกแต่การปลูกข้าวยังไม่มีการจัดแบ่งเขตที่ชัดเจน การแบ่งเขตพื้นที่ปลูกข้าวจึงมีความจำเป็นเพื่อยกระดับผลิตผลตามคุณภาพของที่ดิน วัตถุประสงค์ของการศึกษาในครั้งนี้เพื่อจัดทำเขตการปลูกพืชตามคุณภาพของที่ดินเชิงบูรณาการ พื้นที่ศึกษาคือพื้นที่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งมีเนื้อที่ประมาณ 170,000 ตร.กม. ซึ่งมีเนื้อที่ปลูกข้าวเกินกว่า 30% ของพื้นที่ทั้งภาค การศึกษาได้อาศัยหลักของ FAO ในการประเมินพื้นที่ความเหมาะสมของข้าว โดยได้เลือกคุณภาพที่ดินที่เกี่ยวข้องคือ ความเป็นประโยชน์ของน้ำ เขตชลประทาน คุณสมบัติของดิน อันตรายจากความเค็มของดิน ภูมิประเทศและภูมิสัณฐานฐานข้อมูลของคุณภาพดินดังกล่าวได้สร้างขึ้นในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ และทำการวิเคราะห์แบบซ้อนทับตามเงื่อนไขที่กำหนด เงื่อนไขนี้เป็นไปตามความต้องการของข้าว มีสามระดับ และใช้แบบจำลองในการจัดระดับชั้น ผลการศึกษาพบว่า ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีพื้นที่ปลูกข้าวที่เหมาะสมมาก ปานกลาง และ น้อย คิดเป็น 7.11, 15.16 และ 35.92% ตามลำดับ แบบจำลองเชิงพื้นที่สามารถใช้เป็นแนวทางเพื่อกำหนดค่าในแบบจำลอง และคุณภาพที่ดินที่มีผลต่อการแบ่งเขตความเหมาะสมในการปลูกข้าว

1. หลักการและเหตุผล

ทวีปเอเชียมีผลผลิตผลข้าวเกินกว่า 90% ของทั้งโลก ประเทศผู้ผลิตข้าวที่ใหญ่ที่สุดคือประเทศจีน และประเทศที่เป็นผู้ผลิตหลักได้แก่ อินโดนีเซีย บังคลาเทศ เวียดนาม และไทย ส่วนประเทศที่ส่งข้าวออกได้แก่ ไทย เวียดนาม สหรัฐอเมริกา และอินเดีย

ประเทศที่ส่งออกข้าวอันดับหนึ่ง คือ ไทย ส่งออกเกินกว่า 25% ของข้าวที่ส่งออกทั้งหมด โดยเฉพาะข้าวคุณภาพสูง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือเป็นภูมิภาคที่มีพื้นที่นาข้าวมากที่สุด คือ มากกว่า 30% ของเนื้อที่ของภาค แต่ผลผลิตอยู่ในเกณฑ์ต่ำ การที่ประเทศไทยจะดำเนินยุทธศาสตร์ในฐานะผู้ผลิต และส่งเสริมให้สถานภาพของชาวนาให้ดีขึ้น จากการพัฒนาและการวิจัยที่หลากหลาย ไม่ว่าจะเป็นการปรับปรุงพันธุ์ข้าว การจัดการที่ดิน เทคนิคการผลิต และปัจจัยการผลิตอื่นๆ แล้วการกำหนดเขตการปลูกตามความเหมาะสมของที่ดินน่าเป็นแนวทางหนึ่งที่รัฐควรมีนโยบายที่ชัดเจน ดังนั้นในการวิจัยนี้น่าจะนำไปสู่การวางแผนกำหนดเขตการปลูกข้าวในภาคตะวันออกเฉียงเหนือได้อย่างมีเหตุผล

ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ของประเทศไทย ครอบคลุมพื้นที่ 105,515,837 ไร่ หรือประมาณ 1 ใน 3 ของพื้นที่ประเทศ ส่วนใหญ่การใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการเพาะปลูกพืชเศรษฐกิจหลักที่สำคัญ ได้แก่ ข้าว มันสำปะหลัง อ้อย ข้าวโพด มีเนื้อที่เพาะปลูกเฉพาะปี 2548 ถึง 33,002,755 ไร่, 3,492,630 ไร่, 2,491,057 ไร่, 1,505,103 ไร่ ตามลำดับ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2550)

สำหรับพื้นที่ปลูกข้าวของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีจำนวนเนื้อที่รวมมากกว่าทุกภาคของประเทศ แต่ได้ผลผลิตต่อไร่ต่ำสุด เพียง 340 กิโลกรัม เนื่องจากภาคตะวันออกเฉียงเหนือมี ทรัพยากรที่ดินที่เหมาะสมต่อการปลูกข้าวนั้นมีปริมาณน้อย ที่ดินมีข้อจำกัดการใช้ประโยชน์มาก เช่น ดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ เนื้อดินเป็นทราย ทำให้การอุ้มน้ำต่ำไปด้วย การกระจายตัวของฝนไม่แน่นอน ระบบชลประทานมีน้อย เป็นต้น ที่ผ่านมานั้น เกษตรกรในภูมิภาคนี้ นิยมปลูกข้าวไว้รับประทานเองภายในครอบครัว ส่วนที่เหลือจึงนำมาขาย การเลือกพื้นที่ปลูกข้าวขึ้นเกษตรกรไม่คำนึงถึงศักยภาพของพื้นที่ว่าเหมาะสมต่อการนำมาใช้ประโยชน์เพาะปลูกข้าวหรือไม่ ผลที่ตามมา ก็พบว่าบางพื้นที่ ให้ผลผลิตค่อนข้างสูง แต่บางพื้นที่ (ส่วนใหญ่) ให้ผลผลิตต่ำ ไม่คุ้มกับการลงทุน และยังได้ก่อให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อมตามมาอีกหลายประการ

รัฐบาลได้ส่งเสริมให้มีการใช้ประโยชน์ที่ดิน มีความยั่งยืนและลดปัญหาผลกระทบการใช้ที่ดินผิดประเภท ด้วยการนำข้อมูลด้านกายภาพของพื้นที่ โดยเฉพาะข้อมูลดิน มาประเมินถึงความเหมาะสมต่อการนำมาใช้ประโยชน์ในการปลูกพืชเศรษฐกิจแต่ละประเภท แต่วิธีการนี้พิจารณาข้อมูลเพียงองค์ประกอบเดียว ซึ่งไม่เพียงพอ ทั้งที่ทรัพยากรที่ดินนั้นประกอบด้วยหลายองค์ประกอบ เช่น ดิน อากาศ ปริมาณน้ำฝน แสงแดด ความลาดชัน เป็นต้น และเป็นองค์ประกอบที่พืชต้องการใช้ประโยชน์ในการเจริญเติบโตและให้ผลผลิต

FAO ได้เสนอวิธีการประเมินที่ดินสำหรับปลูกพืชไว้ในปี ค.ศ. 1983 วิธีการนี้ได้เน้นถึงการนำคุณภาพของที่ดินหลายประเภทมาวิเคราะห์ร่วมกัน ได้ผลลัพธ์เป็นแผนที่แสดงความเหมาะสมของที่ดินสำหรับปลูกพืชหรือสามารถจำแนกพื้นที่ออกเป็น พื้นที่ความเหมาะสมมาก ปานกลาง เล็กน้อยและไม่เหมาะสมสำหรับปลูกพืช วิธีการของ FAO ก็ถูกนำมาดัดแปลง และใช้กันแพร่หลายในหลายประเทศ แต่วิธีการของ FAO นี้ได้ใช้หรือประเมินคุณภาพที่ดินหลายประเภท ดังนั้นจึงจำเป็นต้องอาศัยเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพและมีสมรรถสูง มาใช้ในการเก็บข้อมูลที่ซับซ้อนเหล่านี้ พร้อมทั้งดึงข้อมูลมาใช้ในการวิเคราะห์พื้นที่ได้ง่าย ซึ่งระบบ GIS นี้สามารถตอบสนอง หรือเป็นเครื่องมือสนับสนุนการประเมินที่ดินได้เหมาะสม (Paiboonsak et al, 2004)

องชัย และชรัตน์ (2545) ได้สร้างแบบจำลองเชิงพื้นที่แสดงการประเมินที่ดินภายใต้ระบบ GIS ซึ่งช่วยให้การประเมินมีประสิทธิภาพมาก และมีความถูกต้องสูง (Mongkolsawat, 1997) จงรักและชรัตน์ (2549) ได้นำระบบ GIS มาเป็นเครื่องในการประเมินที่ดิน ผู้ใช้สามารถเห็นพื้นที่เป้าหมายได้เฉพาะส่วน ทำให้ง่ายต่อการส่งเสริมและถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่พื้นที่ นอกจากนี้ผลจากการประเมินความเหมาะสม ด้วยระบบ GIS ได้ฐานข้อมูลสามารถสนับสนุนผู้จัดทำแผน (Decision-makers) และเกษตรกรในการเลือกตัดสินใจปลูกพืชได้เป็นอย่างดี (Duc, 1999)

ดังนั้น การสร้างข้อเสนอเชิงพื้นที่แสดงความเหมาะสมของที่ดินสำหรับปลูกข้าวในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยบูรณาการข้อมูลตามแนวทางของ FAO และใช้ระบบ GIS เป็นเครื่องมือช่วยวิเคราะห์ น่าจะให้ผลที่สามารถนำไปสนับสนุนการจัดทำแผนการ

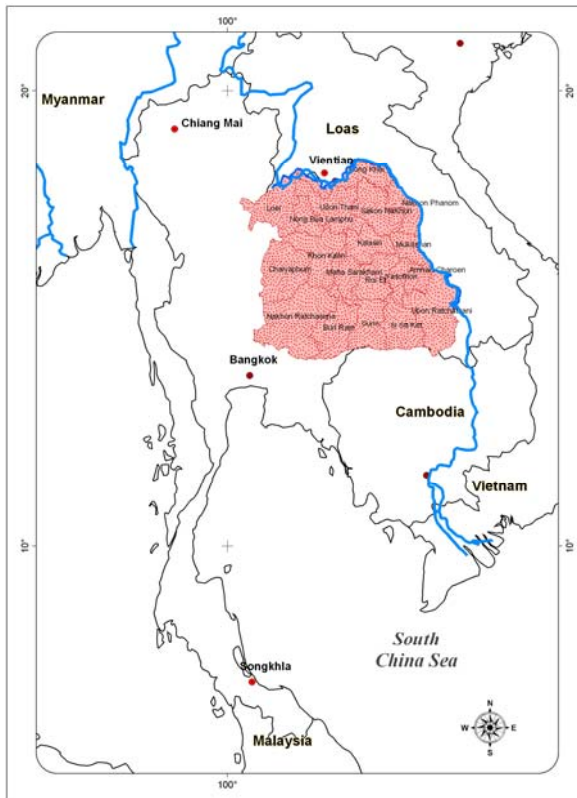
ใช้ที่ดินได้สอดคล้องกับพื้นที่ และคาดหวังว่าจะก่อให้เกิดการใช้ประโยชน์ที่ดินอย่างยั่งยืนต่อไปในอนาคต

2. วัตถุประสงค์

เพื่อสร้างข้อเสนอแนะเชิงพื้นที่แสดงความเหมาะสมสำหรับปลูกข้าว ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยบูรณาข้อมูลด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

3. พื้นที่ศึกษา

พื้นที่ศึกษา เป็นภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ที่มีเนื้อที่รวมประมาณ 105,515,837 ไร่ (กรมการปกครอง, 2547) หรือหนึ่งในสามของประเทศ และตั้งอยู่ระหว่างเส้นรุ้งที่ 14° 14' ถึง 18° 27' เหนือ และระหว่างเส้นแวงที่ 101° ถึง 105° 35' ตะวันออก (ภาพที่ 1)



ภาพที่ 1 พื้นที่ศึกษา (ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ)

ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีสภาพพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นที่ราบ โดยลาดเอียงไปทางด้านทิศตะวันออกเฉียงใต้ คล้ายแอ่งกระทะหลาย บริเวณขอบของภูมิภาคด้านทิศเหนือและตะวันออก เป็นแม่น้ำโขง ส่วนด้านตะวันตกและใต้ เป็นแนวของเทือกเขา ซึ่งเป็นต้นน้ำสายสำคัญของภูมิภาคตอนกลางภาคมีแนวเทือกเขาผ่าน ซึ่งได้แบ่งภูมิภาคออกเป็น 2 ส่วน ตามลักษณะการรับน้ำ (Basin) ได้แก่ แอ่ง

สกลนคร ซึ่งอยู่ทางตอนบน และแอ่งโคราช ซึ่งอยู่ทางตอนล่าง สภาพพื้นที่ภายในแต่ละแอ่ง เป็นที่เนินสลับกับที่ราบ คล้ายลูกคลื่นลอนลาด

การใช้ประโยชน์ที่ดินบนพื้นที่เนินหรือที่ดอนส่วนใหญ่ใช้เพาะปลูกพืชไร่ เช่น อ้อย มันสำปะหลัง ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ เป็นต้น รองลงมาเป็นไม้ผล ยางพารา และป่าไม้ พื้นที่ป่าไม้ของภูมิภาคนี้ ส่วนใหญ่เป็นผืนป่าขนาดเล็ก และอยู่กระจัดกระจายทั่วไป สำหรับการใช้นิยประโยชน์ที่ดินบนที่ราบหรือที่ราบลุ่ม ใช้เพาะปลูกข้าวเป็นหลัก

การกระจายตัวของฝนในภูมิภาคไม่แน่นอน ปริมาณน้ำฝนรายปีเฉลี่ยเชิงพื้นที่อยู่ในช่วง 900-3000 มิลลิเมตร โดยพื้นที่ส่วนใหญ่ทางด้านตะวันตกมีปริมาณน้อยสุด และปริมาณจะเพิ่มมากขึ้นทางด้านตะวันออก

4. วิธีการศึกษา

4.1 แนวคิดของการศึกษา

การประเมินความเหมาะสมของพื้นที่ สำหรับปลูกข้าวในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ได้ยึดแนวทางการประเมินที่ดิน (Land Evaluation) ขององค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ หรือ FAO ที่ได้เสนอไว้ในปี 2526 (FAO, 1983) ด้วยการประเมินความเหมาะสม (Suitability Evaluation) ระหว่างคุณภาพที่ดิน (Land Qualities) และปัจจัยที่ข้าวต้องการใช้ในการเจริญเติบโตและให้ผลผลิต ผลที่ได้จากการประเมินความเหมาะสม สามารถจำแนกพื้นที่ได้ 4 ระดับความเหมาะสม ได้แก่

- 1) ระดับพื้นที่ที่เหมาะสมมาก (Highly Suitable; S1)
- 2) ระดับพื้นที่เหมาะสมปานกลาง (Moderately Suitable; S2)
- 3) ระดับพื้นที่เหมาะสมเล็กน้อย (Marginally Suitable; S3)
- 4) ระดับพื้นที่ไม่เหมาะสม (Not Suitable; N)

การประเมินความเหมาะสม ได้ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System; GIS) เป็นเครื่องมือช่วยในการศึกษา ข้อมูลคุณภาพที่ดินต่างๆ ถูกจัดเก็บไว้ในรูปแบบฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ โดยแยกเก็บไว้เป็นกลุ่มๆ ตามเนื้อหา รายละเอียดของการประเมินความเหมาะสมมีดังนี้

4.2 ความต้องการใช้ที่ดินของข้าว

พืชทุกชนิดต้องการปัจจัยในการเจริญเติบโต เช่น ปัจจัยธาตุอาหาร น้ำ อุณหภูมิ แสงแดด เป็นต้น ปัจจัยต่างๆ เหล่านี้ต้องมีครบตามที่พืชต้องการ นอกจากนั้นจะต้องมีปริมาณที่พอเหมาะ ถ้ามีปริมาณมากเกินไปหรือเกินไปก็จะเป็นตัวจำกัดการเจริญเติบโตของพืช ปัจจัยต่างๆ เหล่านี้ ถือได้ว่าเป็นความต้องการใช้ที่ดินของพืช (ข้าว) FAO ได้เสนอปัจจัยต่างๆ เหล่านี้ไว้ในรูปของคุณภาพที่ดิน (Land Quality) มีทั้งหมด 25 ประเภท ในแต่ละคุณภาพที่ดิน จะประกอบด้วยปัจจัยบ่งชี้หลายชนิด (Diagnostic Factors) และยังสามารถแนะนำให้เลือกคุณภาพที่ดินที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตพืช นอกจากนั้นจะต้องเป็นคุณภาพที่ดินที่สามารถหาข้อมูล หรือตรวจวัดได้ในพื้นที่ศึกษา

สำหรับในการศึกษาครั้งนี้ ได้รวบรวมปัจจัยความต้องการใช้ที่ดินสำหรับปลูกข้าว จากงานวิจัยของหลายท่าน โดยเน้นปัจจัยด้านกายภาพของที่ดินเป็นหลัก ดังตารางที่ 4.1 และ 4.2

4.3 การรวบรวมข้อมูล

ข้อมูลที่ได้ทำการรวบรวมนี้ เป็นข้อมูลหรือข้อสนเทศที่เกี่ยวข้องกับคุณภาพที่ดินตามความต้องการใช้ที่ดินสำหรับปลูกข้าว (ตารางที่ 4.1) ข้อมูลส่วนใหญ่ได้มีการตรวจวัด และจัดเก็บไว้ในรูปแบบแผนที่และรายงาน โดยหน่วยงานต่างๆ

4.4 การสร้างฐานข้อมูล

ข้อมูลที่ได้รวบรวมตามข้อ 4.3 นั้น ข้อมูลส่วนใหญ่ได้จัดเก็บไว้ในรูป Analog Format ที่มีการจัดเก็บแบบแยกส่วน การศึกษาครั้งนี้ได้ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) มาเป็นเครื่องมือช่วยในการวิเคราะห์หรือประเมินพื้นที่ ฉะนั้นข้อมูลต่างๆ ที่ใช้ในการศึกษา ได้จัดเก็บไว้ในรูป Digital Format ตามโครงสร้างข้อมูล GIS สามารถใช้วิเคราะห์ได้ โดยจัดเก็บข้อมูลไว้เป็นกลุ่มๆ ตามลักษณะเนื้อหาข้อมูลที่เกี่ยวข้อง ข้อมูลด้าน GIS เรียกว่า ฐานข้อมูลเชิงพื้นที่

การสร้างฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ หรือการแปลงข้อมูล Analog Format มาเป็นข้อมูล Digital Format นี้ประกอบ 2 วิธี ตามประเภทข้อมูล ได้แก่ ก) การสร้าง Spatial Database และ ข) การสร้าง Attribute Database

4.4.1 Spatial Database

ฐานข้อมูลนี้ได้จัดเก็บข้อมูลขอบเขต และตำแหน่ง หรือข้อมูลตัวแผนที่นั่นเอง โดยใช้โครงสร้างข้อมูลเวกเตอร์

ในการจัดเก็บข้อมูล นอกจากนี้ได้จัดเก็บข้อมูลไว้ในระบบพิกัด UTM โซน 48 และได้สร้างตารางข้อมูลเก็บหน่วยแผนที่ไว้ พร้อมทั้งกำหนดให้เป็นคีย์หลัก (Primary Key) ที่ใช้ในการเชื่อมโยงกับตารางข้อมูลของ Attribute Database

4.4.2 Attribute Database

ฐานข้อมูลนี้ได้จัดเก็บข้อมูลคุณสมบัติต่างๆ หรือผลการวิเคราะห์ ข้อมูลสถิติ ฯลฯ ที่เกี่ยวข้องกับหน่วยแผนที่ โดยใช้โครงสร้างตารางข้อมูล 2 มิติ หรือโครงสร้าง Database File ในการจัดเก็บข้อมูลเหล่านี้ การจัดเก็บยังคงแยกเก็บไว้เป็นไฟล์ ตามลักษณะเนื้อหาข้อมูล พร้อมทั้งสร้างคีย์หลักไว้ เพื่อใช้เชื่อมโยงกับ Spatial Database

4.5 การประเมินพื้นที่สำหรับปลูกข้าว

การประเมินพื้นที่สำหรับปลูกข้าว ได้สร้างแบบจำลองเชิงพื้นที่ (Spatial Model) หรือผังการทำงานที่แสดงขั้นตอนการประเมินไว้จนครบกระบวนการ ดังภาพ ที่ 4.1

4.5.1 การจัดช่วงความเหมาะสม

ฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ต่างๆ ที่ได้จัดเตรียมไว้แล้วนั้น ถูกนำมาจัดช่วงความเหมาะสม พร้อมกำหนดรหัสให้แต่ละช่วง โดยพิจารณาช่วงค่าข้อมูลจากตารางที่ 4.1 และ 4.2 การกำหนดรหัสได้ใช้ค่าตัวเลขแทน ดังนี้

- 1) S1 หมายถึงช่วงชั้นเหมาะสมมากมีค่าเท่ากับ 1.0
- 2) S2 หมายถึงช่วงชั้นเหมาะสมปานกลางมีค่าเท่ากับ 0.8
- 3) S3 หมายถึงช่วงชั้นเหมาะสมเล็กน้อยมีค่าเท่ากับ 0.4
- 4) N หมายถึงช่วงชั้นไม่เหมาะสมมีค่าเท่ากับ 0.1

ฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ ที่ผ่านการจัดช่วงความเหมาะสมแล้วได้จัดเก็บผลลัพธ์ไว้เป็นชั้นข้อมูลใหม่ พร้อมทั้งตั้งชื่อชั้นข้อมูลไว้ด้วย

4.5.2 การประเมินคุณภาพที่ดินย่อย

การประเมินคุณภาพที่ดินย่อย นี้ได้ทำการประเมินเฉพาะคุณภาพที่ดินที่เป็น Soil Properties และ Topography (ตารางที่ 4.1 และ 4.2) เนื่องจากภายในแต่ละคุณภาพที่ดิน ประกอบด้วยปัจจัยบ่งชี้มากกว่า 1 ปัจจัย จึงจำเป็นต้องทำการประเมินภายในแต่ละคุณภาพที่ดินก่อน รายละเอียดของการประเมินแยกตามคุณภาพที่ดิน มีรายละเอียดดังนี้

80 การบูรณาการคุณภาพที่ดินสำหรับแบ่งเขตการปลูกข้าวในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

ตารางที่ 4.1 ความต้องการใช้ที่ดินของข้าว (Land use requirement for rice)

Land Quality	Land use requirement		Factor Rating				Sources
	Diagnostic Factor	Unit	S1(1.0)	S2(0.8)	S3(0.4)	N(0.1)	
Water Availability (RN)	Annual Rainfall	mm.	>1500	1,100-1,500	800-1,100	<800	5,7
Water Supply System (IRR)	Irrigation Area						5,7
Soil Properties (S)	S = CHEM x PHY		>0.8	0.4-0.8	0.1-0.4	<0.1	
Soil Chemistry Properties (CHEM)							
	CHEM = N x P x K x pH		>0.16	0.026-0.16	0.003-0.026	<0.003	
	N	%	>0.5	0.08-0.5	0.04-0.08	<0.04	
	P	ppm	>50	25-50	10-25	<10	
	K	ppm	>60	30-60	<30		1,2,3,5
	pH	-	5.6-7.3	7.4-7.8	7.9-8.4	>8.4	
				4.5-5.5	4.0-4.5	<4.0	
Soil Physical Properties (PHY)							
	PHY = DRN x TXT x DPT		>0.640	0.320-0.640	0.08-0.320	<0.080	
	Soil Drainage (DRN)	Class (USDA)	poor/very poor	somewhat poorly	mod. well	well/very well	1,2,3,7
	Soil Texture (TXT)	-	CL,SiC,SiCL,C	L,SiL	LS,SCL,SL	S,G	4,7
	Soil Depth (DPT)	cm.	>50	25-50	15-25	<15	1,2,6,7
Salt Hazards (SAL)	Soil Salinity	Class	Non-saline	Low	Medium	High	1,3,7
Topography (TOPO)	Landform % Slope	Class & %	ดูความสัมพันธ์ได้จากตารางที่ 4.2				3,7

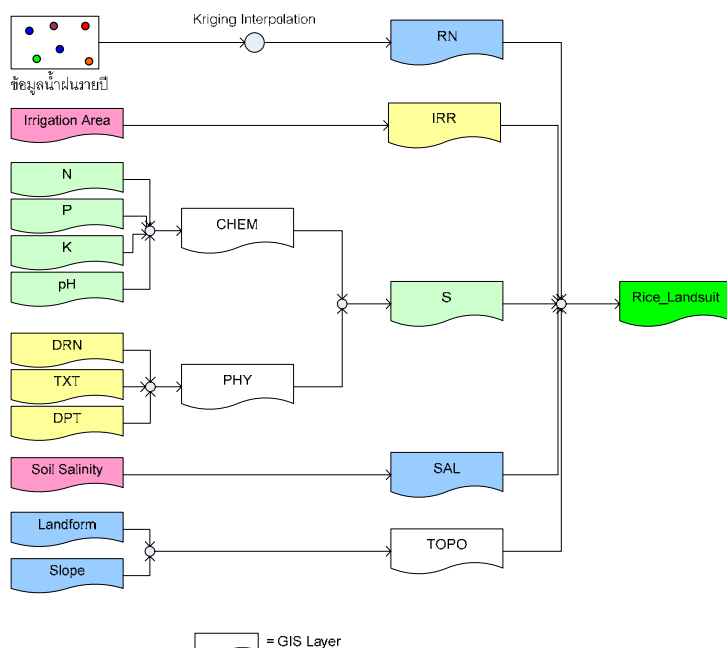
Remark: Soil Texture(TXT); CL=Clay Loam, SiC=Silty Clay; SiCL=Silty Clay Loam; C=Clay, L=Loam, SiL=Silty Loam, LS=Loamy Sand, SCL=Sandy Clay Loam, SL=Sandy Loam, S=Sand, G=Gravel Soil
 Sources 1=กรมพัฒนาที่ดิน (2535), 2=พรเพ็ญ (2541), 3=ธงชัย(2545), 4=Sys et al(1993), 5=Mongkolsawat(1997), 6=Thavone(1999), 7=Paiboonsak et al(2004).

ตารางที่ 4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างภูมิสัณฐาน (Landform) และความลาดชัน (Slope) สำหรับปลูกข้าว

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

Remark: S1=1.0, S2=0.8, S3=0.4, N=0

ภาพที่ 4.1 แบบจำลองเชิงพื้นที่สำหรับการประเมินความเหมาะสมของที่ดินสำหรับปลูกข้าว



1.1) การประเมินคุณสมบัติทางเคมีของดิน (Soil Chemistry Properties) คุณสมบัติของดิน (ชั้นข้อมูล) ที่นำมาใช้ประเมิน ประกอบด้วยชั้นข้อมูล N, P, K และ pH วิธีการประเมิน ก็โดยการนำชั้นข้อมูลทั้ง 4 ชั้นมาซ้อนทับกัน (Overlay) ซึ่งได้ผลลัพธ์เป็นชั้นข้อมูลใหม่พร้อมตั้งชื่อชั้นให้เป็น CHEM และกำหนดหน่วยแผนที่ความเหมาะสมให้ใหม่ โดยพิจารณาจากผลคูณของข้อมูลทุกชั้น ซึ่งได้กำหนดช่วงไว้ดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ช่วงความเหมาะสม ที่พิจารณาผลคูณของ N, P, K และ pH

ชั้นความเหมาะสม	N x P x K x pH
เหมาะสมมาก	>0.160
เหมาะสมปานกลาง	0.026-0.160
เหมาะสมเล็กน้อย	0.003-0.026
ไม่เหมาะสม	<0.003

1.2) การประเมินคุณสมบัติทางกายภาพของดิน (Soil Physical Properties) คุณสมบัติดิน ที่นำมาใช้ในการประเมิน ประกอบด้วยการระบายน้ำของดิน (Soil Drainage; DRN) เนื้อดิน (Soil Texture; TXT) และความลึกของดิน (Soil Depth; DPT) การประเมินนี้ ก็โดยการนำชั้นข้อมูลคุณสมบัติดินทั้ง 3 ประเภทนี้ (DRN, TXT, DPT) มาซ้อนทับกัน ซึ่งได้ชั้นข้อมูลผลลัพธ์ใหม่ พร้อมตั้งชื่อชั้นให้เป็น PHY และกำหนดหน่วยแผนที่ความเหมาะสมให้ใหม่ โดยพิจารณาจากผลคูณของข้อมูลทุกชั้น ซึ่งได้กำหนดช่วงไว้ดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ช่วงความเหมาะสม ที่พิจารณาผลคูณของ DRN, TXT และ DPT

ชั้นความเหมาะสม	DRN x TXT x DPT
เหมาะสมมาก	>0.64
เหมาะสมปานกลาง	0.32-0.64
เหมาะสมเล็กน้อย	0.08-0.32
ไม่เหมาะสม	<0.08

1.3) การประเมินผลของคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของดิน โดยนำชั้นข้อมูล CHEM และ PHY มาซ้อนทับกัน และตั้งชื่อชั้นข้อมูลผลลัพธ์จากการซ้อนทับนี้ให้เป็น S พร้อมทั้งกำหนดหน่วยแผนที่ความเหมาะสมให้ใหม่ โดยพิจารณาจากผลคูณของข้อมูลทุกชั้น ซึ่งได้กำหนดช่วงไว้ดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ช่วงความเหมาะสม ที่พิจารณาผลคูณของ CHEM และ PHY

ชั้นความเหมาะสม	CHEM x PHY
เหมาะสมมาก	>0.8
เหมาะสมปานกลาง	0.4-0.8
เหมาะสมเล็กน้อย	0.1-0.4
ไม่เหมาะสม	<0.1

ผลจากการประเมินในชั้นนี้ ถือได้ว่าเป็นชั้นข้อมูลคุณภาพที่ดินของดิน (Soil) โดยเก็บไว้ที่ชั้นข้อมูล S

2) คุณภาพที่ดินที่เป็น Topography

ปัจจัยบ่งชี้ที่ใช้ในการประเมินสภาพพื้นที่ (Topography) ประกอบด้วยปัจจัยภูมิสัณฐาน (Landform) และความลาดชันของพื้นที่ (Slope) การประเมินสภาพพื้นที่ก็โดยการนำชั้นข้อมูลทั้งสองปัจจัยนี้มาซ้อนทับกัน ชั้นข้อมูลผลลัพธ์ได้ตั้งชื่อให้เป็น TOPO พร้อมทั้งจัดช่วงเหมาะสมให้กับหน่วยแผนที่ โดยพิจารณาจากตารางที่ 4.2

4.5.3 การประเมินคุณภาพที่ดินทั้งหมด

ชั้นข้อมูลคุณภาพที่ดินที่ใช้ในการประเมินในชั้นนี้ ประกอบด้วยน้ำที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (Water Availability; RN) ระบบส่งน้ำ (Water Supply System; IRR) คุณสมบัติของดิน (Soil Properties; S) อันตรายจากความเค็มของดิน (Salt Hazards; SAL) และสภาพพื้นที่ (Topography; TOPO) ทั้ง 5 ชั้นข้อมูลถูกนำมาซ้อนทับพร้อมกัน ชั้นข้อมูลผลลัพธ์ได้ตั้งชื่อให้เป็น RICE_LANDSUIT พร้อมทั้งจัดชั้นความเหมาะสมให้กับหน่วยแผนที่ โดยพิจารณาจากผลคูณของข้อมูลจากทุกชั้นที่ใช้ในการซ้อนทับ ซึ่งได้รวบรวมไว้ดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 ช่วงความเหมาะสม ที่พิจารณาผลคูณของ RN, IRR, S, SAL, และ TOPO

ชั้นความเหมาะสม	RN x IRR x S x SAL x TOPO
เหมาะสมมาก	>0.66384
เหมาะสมปานกลาง	0.16896-0.66383
เหมาะสมเล็กน้อย	0.00513-0.16895
ไม่เหมาะสม	<0.00512

หมายเหตุ * ดัดแปลงจาก ธงชัย (2545)

4.6 การตรวจสอบพื้นที่ความเหมาะสมสำหรับปลูกข้าวในภาคสนาม

การประเมินความเหมาะสมของพื้นที่สำหรับปลูกข้าว ได้ผลลัพธ์ที่สามารถจำแนกระดับความเหมาะสมของพื้นที่ได้ และถูกนำมาจัดพิมพ์เป็นแผนที่ฉบับร่าง เพื่อนำมาใช้ตรวจสอบความสอดคล้องกับพื้นที่จริงในภาคสนาม โดยการสุ่มสำรวจพื้นที่ของแต่ละระดับความเหมาะสม

5. ผลการศึกษา

5.1 การประเมินความเหมาะสมของพื้นที่สำหรับปลูกข้าว

ผลจากการซ้อนทับชั้นข้อมูลคุณภาพที่ดินทั้ง 5 ประเภท ประกอบด้วยน้ำที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (Water Availability; RN) ระบบส่งน้ำ (Water Supply System; IRR) คุณสมบัติของดิน (Soil Properties; S) อันตรายจากความเค็มของดิน (Salt Hazards; SAL) และสภาพพื้นที่ (Topography; TOPO) นั้น ได้ชั้นข้อมูลใหม่ที่ประกอบด้วยแผนที่ต่างๆ มากมาย โดยแต่ละหน่วยแผนที่เก็บค่าผลคูณของข้อมูลในแต่ละชั้นที่นำมาซ้อนทับ พบว่ามีค่าอยู่ในช่วงตั้งแต่ 0.003 – 1.000 และได้นำค่าเหล่านี้มาจัดเป็นช่วงของชั้นเหมาะสมมาก ปานกลาง เล็กน้อย และไม่เหมาะสม ดังตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 ช่วงชั้นความเหมาะสมของหน่วยแผนที่ พิจารณาผลคูณของ RN, IRR, S, SAL, และ TOPO

ชั้นความเหมาะสม	$RN \times IRR \times S \times SAL \times TOPO$
เหมาะสมมาก	>0.800
เหมาะสมปานกลาง	0.400-0.800
เหมาะสมเล็กน้อย	0.080-0.320
ไม่เหมาะสม	<0.080

5.2 พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกข้าว ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

การประเมินความเหมาะสมของพื้นที่สำหรับปลูกข้าวในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ที่มีเนื้อที่ประมาณ 105,515,837 ไร่ (กรมการปกครอง, 2547) และพบว่าสามารถจำแนกพื้นที่ได้ 6 ชั้น/ระดับความเหมาะสม แต่ละชั้นได้คำนวณเนื้อที่ไว้ในตารางที่ 5.2 ส่วนการกระจายตัวได้แสดงไว้ในภาพที่ 5.1 รายละเอียดแต่ละชั้นความเหมาะสมมีดังนี้

5.2.1 ชั้นความเหมาะสมมาก พื้นที่ในชั้นนี้มี

คุณภาพที่ดินด้านกายภาพเหมาะสมต่อการปลูกข้าวมากที่สุด ซึ่งมีเนื้อที่รวมประมาณร้อยละ 7.11 ของเนื้อที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งถือได้ว่ามีจำนวนเนื้อที่น้อยที่สุดในกลุ่มชั้นความเหมาะสม และมีขนาดแปลงเดี่ยวที่มีเนื้อที่มากที่สุดถึง 619,900 ไร่ (ตารางที่ 5.2) การกระจายตัวของพื้นที่ในชั้นนี้ พบว่าส่วนใหญ่พบในเขตพื้นที่ชลประทาน เนื่องจากมีแหล่งน้ำและระบบน้ำที่ดี และที่ราบลุ่มของแม่น้ำลำน้ำสายหลัก รวมทั้งพื้นที่ราบลุ่มบริเวณที่แม่น้ำไหลมาบรรจบกัน ดังภาพที่ 5.1

5.2.2 ชั้นความเหมาะสมปานกลาง คุณภาพ

ที่ดินด้านกายภาพของพื้นที่นี้ มีความเหมาะสมต่อการปลูกข้าวปานกลาง มีเนื้อที่โดยรวมประมาณร้อยละ 15.16 ของเนื้อที่ภาค และมีขนาดแปลงที่มีเนื้อที่มากที่สุดถึง 1,701,264 ไร่ (ตารางที่ 5.2) การกระจายตัวของพื้นที่ในชั้นเหมาะสมนี้ ส่วนใหญ่พบทางตอนกลาง และบางส่วนด้านบนของภาค ดังภาพที่ 5.1

5.2.3 ชั้นความเหมาะสมเล็กน้อย พื้นที่ใน

ชั้นนี้ มีคุณภาพที่ดินด้านกายภาพเหมาะสมต่อการปลูกข้าวเพียงเล็กน้อย มีข้อจำกัดหลายด้าน เนื้อที่โดยรวมของชั้นนี้มีประมาณร้อยละ 35.92 ของเนื้อที่ภาค ถือได้ว่ามีจำนวนเนื้อที่มากที่สุดในกลุ่มชั้นความเหมาะสม และมีขนาดแปลงเดี่ยวที่มีเนื้อที่มากที่สุดถึง 7,362,148 ไร่ (ตารางที่ 5.2) พื้นที่เหมาะสมเล็กน้อยนี้ ส่วนใหญ่พบมากที่สุดและกระจายทั่วไปทั้งภาค ดังภาพที่ 5.1

5.2.4 ชั้นไม่เหมาะสม เป็นบริเวณที่มีคุณภาพ

ที่ดินด้านกายภาพ ที่ไม่เหมาะต่อการนำมาปลูกข้าว เช่น อาจเป็นพื้นที่ดอน พื้นที่ภูเขา เป็นต้น โดยพื้นที่ไม่เหมาะสม มีเนื้อที่โดยรวมมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 37.43 ของเนื้อที่ภาค (ตารางที่ 5.2) ส่วนใหญ่พบทางด้านใต้และตะวันตกที่เป็นขอบของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และตอนกลางของภาค ดังภาพที่ 5.1

5.2.5 พื้นที่ไม่ได้จำแนก เป็นพื้นที่กันออก

หรือไม่นำคุณภาพที่ดินภายในพื้นที่เหล่านี้ มาทำการประเมินความเหมาะสม ส่วนใหญ่พื้นที่ไม่ได้จำแนกเป็นพื้นที่ชุมชน หรือพื้นที่ซึ่งไม่ข้อมูลมาสนับสนุนการประเมิน และมีเนื้อที่โดยรวมประมาณร้อยละ 2.54 ของเนื้อที่ภาค (ตารางที่ 5.2)

5.2.6 พื้นที่แหล่งน้ำ เป็นแหล่งน้ำผิวดิน ที่มีขนาดพื้นที่ผิวดินมากกว่า 10 ไร่ขึ้นไป ข้อมูลแหล่งน้ำผิวดินนี้ ได้จากการแปลตีความข้อมูลภาพจากดาวเทียม LANDSAT ปี พ.ศ. 2545 โดยมีเนื้อที่รวมประมาณร้อยละ 1.84 ของเนื้อที่ภาค (ตารางที่ 5.2)

ตารางที่ 5.2 แสดงเนื้อที่ชั้นความเหมาะสมของพื้นที่สำหรับปลูกข้าว ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

ชั้นความเหมาะสม	เนื้อที่ (ร้อยละของพื้นที่ภาค)	ขนาดแปลงที่มีเนื้อที่มากที่สุด (ไร่)
เหมาะสมมาก	7.11	619,900
เหมาะสมปานกลาง	15.16	1,701,264
เหมาะสมเล็กน้อย	35.92	7,362,148
ไม่เหมาะสม	37.43	16,895,926
พื้นที่ไม่ได้จำแนก	2.54	63,262
แหล่งน้ำ	1.84	175,621
รวมเนื้อที่ทั้งหมด (ไร่)	100.00	

เนื้อที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 105,515,837 ไร่ (กรมการปกครอง, 2547)

5.3 พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกข้าว รายจังหวัด

ผลจากการประเมินความเหมาะสมของพื้นที่สำหรับปลูกข้าว ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ นั้น สามารถจำแนกชั้นความเหมาะสมของแต่ละจังหวัด (ทั้ง 19 จังหวัด) ได้ดังตารางที่ 5.3 จังหวัดที่มีจำนวนเนื้อที่ของชั้นเหมาะสมมาก 3 อันดับแรก ได้แก่จังหวัดสุรินทร์ นครพนม และยโสธร สำหรับจังหวัดที่มีเนื้อที่ของชั้นเหมาะสมปานกลางที่มากที่สุด 3 อันดับแรก ได้แก่จังหวัดร้อยเอ็ด ชัยภูมิ และอำนาจเจริญ

6. สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

6.1 สรุปผลการศึกษา

การประเมินความเหมาะสมของพื้นที่สำหรับปลูกข้าว ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ นี้ ได้ใช้ข้อมูลคุณภาพที่ดินเชิงกายภาพที่สำคัญต่อการเจริญเติบโต และให้ผลผลิตของข้าวเป็นหลัก ในการวิเคราะห์ ได้แก่คุณภาพที่ดินประเภทน้ำที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (Water Availability) ระบบส่งน้ำ (Water Supply System) คุณสมบัติของดิน (Soil Properties) อันตรายจากความเค็มของดิน (Salt Hazards) และสภาพพื้นที่ (Topography) โดยให้คุณภาพที่ดินทั้ง 5

ชนิดนี้ได้ให้น้ำหนักความสำคัญเท่ากันทุกตัว และใช้ GIS เป็นเครื่องมือช่วยการวิเคราะห์ ตามแบบจำลองเชิงพื้นที่ที่สร้างขึ้นมา

ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีเนื้อที่รวมประมาณ 105,515,837 ไร่ พบว่าสามารถจำแนกพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับปลูกข้าว ออกเป็นชั้นเหมาะสมมาก ปานกลาง และเล็กน้อย คิดเป็นร้อยละของเนื้อที่ภาคได้เป็น 7.11, 15.16 และ 35.92 ตามลำดับ พื้นที่เหมาะสมมากส่วนใหญ่พบในพื้นที่เขตชลประทาน มีขนาดแปลงใหญ่สุดถึง 619,900 ไร่ สำหรับจังหวัดที่มีพื้นที่ที่เหมาะสมมาก 3 อันดับแรก โดยเรียงจากเนื้อที่มากไปหาน้อยได้แก่ จังหวัดสุรินทร์ นครพนมและยโสธร คิดเนื้อที่เป็นร้อยละ 0.925, 0.732 และ 0.679 ของเนื้อที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ตามลำดับ

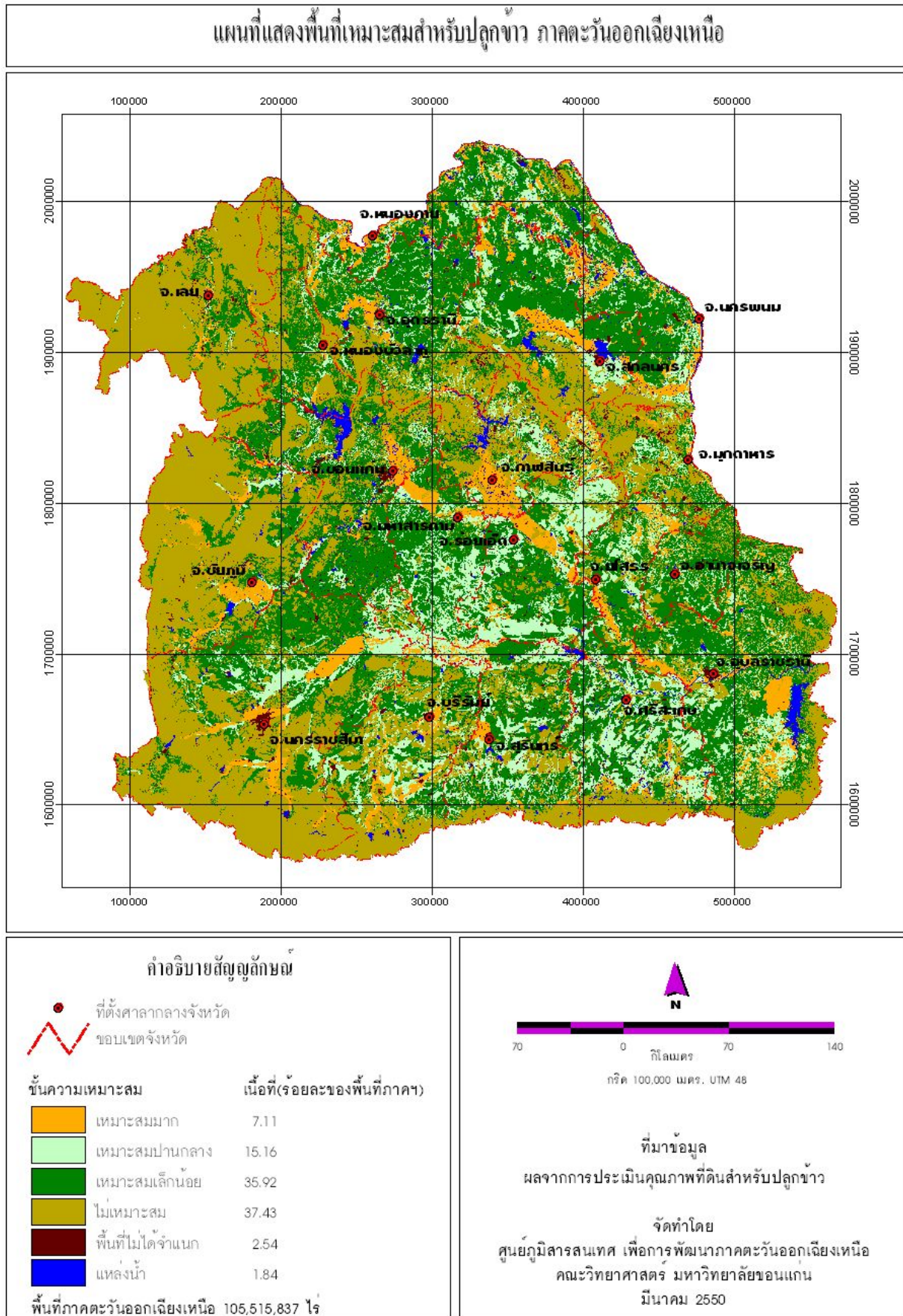
การศึกษานี้ ได้สร้างแบบจำลองเชิงพื้นที่ขึ้นมา แสดงขั้นตอนการวิเคราะห์ พบว่า มีประโยชน์มาก ด้วยเหตุที่การวิเคราะห์ได้ใช้หลายตัวแปรหรือปัจจัยบ่งชี้ ทำให้การดำเนินการวิเคราะห์เป็นไปได้อย่างสะดวก นอกจากนั้นยังช่วยให้การตรวจสอบผลลัพธ์ในแต่ละขั้นตอนย่อย หรือปรับปรุง แก้ไขปัจจัยบ่งชี้ได้โดยตรง และรวดเร็ว นอกจากนี้ผลสุดท้ายของการศึกษา ซึ่งได้ชั้นข้อมูลที่แสดงบริเวณที่เหมาะสมสำหรับปลูกข้าว พร้อมสนับสนุนการจัดทำแผนการใช้ที่ดิน(เพาะปลูกข้าว)ได้โดยตรง หรือเน้นสนับสนุนเฉพาะพื้นที่ที่เหมาะสมก็สามารถกระทำได้ง่าย

6.2 ข้อเสนอแนะ

6.2.1 การประเมินความเหมาะสมของพื้นที่สำหรับปลูกข้าว หรือพืชเศรษฐกิจหลักชนิดอื่น โดยใช้ GIS เป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์นั้น ควรออกแบบโครงสร้างการจัดเก็บข้อมูลให้มีความสะดวก และเรียกใช้ได้ง่าย ไม่ควรซับซ้อน รวมทั้งสามารถปรับปรุงแก้ไขข้อมูลในภายหลังได้ง่าย

6.2.2 การวิเคราะห์หรือประเมินพื้นที่ ควรสร้างหรือวิเคราะห์แบบจำลองเชิงพื้นที่แสดงการศึกษาให้ชัดเจนและเหมาะสม แบบจำลองที่ดินนั้นควรปรับแก้หรือตรวจสอบผลได้ทุกขั้นตอน

6.2.3 การศึกษานี้ ได้วิเคราะห์ข้อมูลทางกายภาพของพื้นที่เป็นหลัก ถ้าต้องการให้ได้ผลลัพธ์ทุกด้าน ก็ควรประเมินด้านเศรษฐกิจ และสังคมต่อไป



ภาพที่ 5.1 แผนที่แสดงความเหมาะสมของพื้นที่สำหรับปลูกข้าวภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

ตารางที่ 5.3 เนื้อที่ (ร้อยละของพื้นที่ภาคฯ) ชั้นความเหมาะสมของพื้นที่สำหรับปลูกข้าว รายจังหวัด

จังหวัด	เนื้อที่ของชั้นความเหมาะสม (ร้อยละของพื้นที่ทั้งภาคฯ)					
	เหมาะสมมาก	เหมาะสมปานกลาง	เหมาะสมเล็กน้อย	ไม่เหมาะสม	พื้นที่ไม่ได้จำแนก	แหล่งน้ำ
กาฬสินธุ์	0.246	1.051	1.799	0.203	0.034	0.012
ขอนแก่น	0.071	0.297	0.687	1.249	0.139	0.007
ชัยภูมิ	0.332	1.704	1.907	0.608	0.112	0.023
นครพนม	0.732	1.104	3.451	6.791	0.265	0.069
นครราชสีมา	0.068	0.152	1.031	1.086	0.052	0.064
บุรีรัมย์	0.073	0.235	1.269	0.333	0.035	0.008
มหาสารคาม	0.111	0.055	0.758	5.241	0.105	0.022
มุกดาหาร	0.328	0.566	1.070	0.421	0.050	0.019
ยโสธร	0.679	0.924	2.584	1.204	0.117	0.194
ร้อยเอ็ด	0.186	1.776	1.828	1.172	0.213	0.132
เลย	0.322	0.489	3.024	2.027	0.261	0.248
ศรีสะเกษ	0.266	0.695	3.072	2.274	0.166	0.138
สกลนคร	0.499	0.599	1.632	0.396	0.094	0.125
สุรินทร์	0.925	1.301	4.280	2.393	0.150	0.208
หนองคาย	0.645	0.626	0.727	1.785	0.204	0.145
หนองบัวลำภู	0.435	1.214	1.527	2.629	0.152	0.059
อำนาจเจริญ	0.215	1.352	1.987	1.450	0.174	0.093
อุดรธานี	0.479	0.243	1.244	5.446	0.103	0.094
อุบลราชธานี	0.503	0.781	2.064	0.699	0.112	0.179

เอกสารอ้างอิง

- Duc, Ho Quang. 1999. Geographic Information System (GIS) As a Tool for Land Evaluation and Land Use Planning. Workshop Proceedings: Application of Resource Information Technologies (GIS/GPS/RS) in Forest Land & Resources Management. October 18-20, 1999 at Hanoi, Vietnam.
- FAO. 1983. **Guidelines: Land Evaluation for Rainfed Agriculture.** FAO Soils Bulletin 52. FAO, Rome.
- Mongkolsawat C., P. Thirangoon and P. Kuptawutinan. 1997. A Physical Evaluation of Land Suitability for Rice: A Methodological Study using GIS. Proceedings of 17th ACRS. 20-24 October 1997 at Kuala Lumpur Malaysia.
- Paiboonsak S., Chanket U., Yommaraka B. and Mongkolsawat C., 2004. Land Suitability Evaluation for Sugarcane: GIS Application. Proceedings of 25th ACRS. 22-26 November 2004 at Chiang Mai, Thailand.
- จรงค์ อิ่มใจ และชรัตน์ มงคลสวัสดิ์. 2549. การวิเคราะห์เชิงบูรณาการคุณภาพที่ดินสำหรับแบ่งเขตความเหมาะสมพื้นที่สำหรับข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่อาศัยน้ำฝน. วารสารสมาคมสำรวจข้อมูลระยะไกลและสารสนเทศภูมิศาสตร์ ปีที่ 7 ฉบับที่ 1 มกราคม-เมษายน 2549.
- ธงชัย จารุพัฒน์ และชรัตน์ มงคลสวัสดิ์. 2545. การวางแผนการใช้ที่ดินบริเวณลุ่มน้ำพระเพลิงโดยวิธีการสร้างแบบจำลองเชิงพื้นที่. วารสารสมาคมสำรวจข้อมูลระยะไกลและสารสนเทศภูมิศาสตร์ ปีที่ 3 ฉบับที่ 1 มกราคม-เมษายน 2545.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2550. สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปี 2548 ผ่าน [website: http://www.oae.go.th/statistic/yearbook48/](http://www.oae.go.th/statistic/yearbook48/)