พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกอ้อยภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

Land suitability for sugarcane in Northeast Thailand

ชรัตน์ มงคลสวัสดิ์, วาสนา พุฒกลาง, แสงดาว นพพิทักษ์, อุราวรรณ จันทร์เกษ

ศูนย์ภูมิสารสนเทศเพื่อการพัฒนาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ในเชิงบูรณาการพื้นที่ที่มีความเหมาะสมต่อการปลูกอ้อยด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ครอบคลุมพื้นที่ทั้งภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 170,000 ตร.กม ซึ่งมีพื้นที่ปลูกอ้อยมากที่สุดในประเทศไทย การศึกษาครั้งนี้ได้ศึกษาคุณภาพของที่ดินที่สอดคล้องกับความต้องการของอ้อยและกำหนดคุณภาพที่ดินตาม FAO guideline สำหรับการประเมินที่ดิน คุณภาพที่ดินที่ใช้ในการประเมินครั้งนี้ได้แก่ น้ำที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (Water availability: W) ดัชนีความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารต่อพืช (Nutrient availability index: NAI) ขนาดของอนุภาคดิน (Particle Size: P) สภาวะการหยั่งลึกของราก (Rooting conditions: R) และสภาพภูมิประเทศ (Topography: T) ซึ่งสร้างเป็นฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ ของคุณภาพที่ดินทั้ง 5 ประเภท โดยจัดการข้อมูลเป็น 5 ชั้น และทำการวิเคราะห์แบบซ้อนทับตลอดจนกำหนดอัตราของปัจจัยจากปัจจัยวินิจฉัยของคุณภาพที่ดิน และวิเคราะห์ทดสอบแบบจำลองที่ใช้หลายซ้ำ และปรับเปลี่ยนอัตราของปัจจัยและตรวจสอบความถูกต้องภาคสนามแล้ว เลือกเอาแบบจำลองที่ดีที่สุด ซึ่งความเหมาะสมของดินสำหรับปลูกอ้อย = W x NAI x P x R x T ผลการศึกษาพบว่าในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีความเหมาะสมสำหรับปลูกอ้อยในระดับเหมาะสมมาก เหมาะสมปานกลาง เหมาะสมน้อย และไม่เหมาะสม คิดเป็นร้อยละ 10.26, 17.99, 11.25 และ 42.80 ของพื้นที่ทั้งภาคตามลำดับ ผลที่ได้รับจากการวิเคราะห์ได้วิเคราะห์ความถูกต้องเปรียบเทียบกับผลผลิตของอ้อยในภาคสนาม ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์KAPPA เท่ากับ 0.82

คำสำคัญ : อ้อย, การประเมินที่ดิน, คุณภาพที่ดิน

Abstract

The purpose of this study is to analyze an integrated land suitability for sugarcane by using GIS. The study area, Northeast Thailand covers an area of about 170,000 km^2 and is the largest area for sugarcane production in Thailand. A set of land qualities relevant to sugarcane cropping were studied and identified based on the FAO guideline for land evaluation. These land qualities include water availability (W), nutrient availability index (NAI), particle size (P), rooting conditions (R) and topography (T). Each of which is considered as a thematic layer in the GIS database. The diagnostic factors and the factor rating for each land quality were determined based on the previous study. The suitability evaluation model for sugarcane in the Northeast is based on the equation: suitability = W x NAI x P x R x T The result yielded 4 classed: highly suitable, moderately suitable, marginally suitable and unsuitable. The suitability result in the area covers 10.26, 17.99, 11.25 and 42.80 % of the total area for high, moderate, marginal and none suitability respectively. The suitability classes were checked against the field study and the previous work of other agency with kappa coefficient of about 0.82

KEY WORDS: Sugarcane, Land evaluation, Land qualities.

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

อ้อยพืชเศรษฐกิจที่สำคัญในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

อ้อยมีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Saccharum esculentum Maench* เป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญชนิดหนึ่งของประเทศไทย อ้อยถูกใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับผลิตน้ำตาลและแอลกอฮอล์ โดยนำแอลกอฮอล์มาผสมกับน้ำมันเบนซิน เพื่อให้ได้น้ำมันแก๊สโซฮอล์ (Gasohol) ที่ใช้เป็นพลังงานทางเลือกในปัจจุบันนี้ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีโรงงานน้ำตาลประมาณ 15 โรง แหล่งผลิตที่สำคัญได้แก่ จังหวัดขอนแก่น ชัยภูมิ นครราชสีมา บุรีรัมย์ กาฬสินธุ์ และอุดรธานี ในปีการเพาะปลูกปี 2551/52 ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกอ้อยประมาณ 6.5 ล้านไร่ โดยที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีพื้นที่ปลูกอ้อยมากสุด ถึง 2,773,934 ไร่ (สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย, 2552) ซึ่งถือได้ว่าภูมิภาคนี้มีพื้นที่ปลูกอ้อยมากที่สุดของประเทศ แต่ผลผลิตเฉลี่ย ยังอยู่ในเกณฑ์ต่ำคือ 11,061 กิโลกรัมต่อไร่ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2550) ซึ่งผลผลิตยังอยู่ในเกณฑ์ต่ำกว่าผลผลิตเฉลี่ยทั้งประเทศ ทั้งนี้เนื่องมาจากปัจจัยทางกายภาพหรือที่ดินที่เหมาะสมสำหรับปลูกอ้อยมีน้อย หรือมีข้อจำกัดการใช้ประโยชน์ที่ดินมาก เช่น ดินมีเนื้อเป็นทราย ส่งผลให้ความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติต่ำไปด้วย และความสามารถการอุ้มน้ำได้น้อย และเป็นการปลูกอ้อยแบบอาศัยน้ำฝนเป็นหลัก ซึ่งปริมาณน้ำฝนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือนั้นมีการกระจายตัวไม่สม่ำเสมอ แหล่งน้ำธรรมชาติมีน้อย เป็นต้น

การปลูกอ้อยในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

พื้นที่ปลูกอ้อยในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย มีทั้งชาวไร่รายเล็กที่มีพื้นที่ปลูกอ้อยไม่ถึง 1 ไร่ต่อราย ถึงชาวไร่รายใหญ่ที่มีพื้นที่ปลูกพันไร่ถึงหมื่นไร่ต่อราย แต่ส่วนใหญ่แล้วเกษตรกรผู้ปลูกอ้อยในภาคตะวันออกเฉียงเหนือจะเป็นเกษตรกรรายย่อย ช่วงเวลาการปลูกที่เหมาะสมในภาคตะวันออกเฉียงเหนือควรเตรียมดินปลูกอ้อยในช่วงปลายฝน หรือเรียกว่าการปลูกอ้อยข้ามแล้ง คือปลูกเดือนปลายตุลาคมถึงเดือนมกราคม พันธุ์อ้อยที่เหมาะสมสำหรับปลูกในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ได้แก่ พันธุ์ขอนแก่น 3 พันธุ์K88-92 พันธุ์K95-84 และ พันธุ์LK92-11 ต้นพันธุ์ควรเป็นต้นพันธุ์ที่มีอายุ 8-10 เดือน

พื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับปลูกอ้อยในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

พื้นที่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีพื้นที่ที่มีความอุดมสมบูรณ์สูงถึงอุดมสมบูรณ์ต่ำ ซึ่งดินที่เหมาะสมสำหรับปลูกอ้อยนั้น กรมพัฒนาที่ดิน(2535) ได้ประเมินที่ดินเพื่อหาพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับปลูกอ้อยและรายงานว่าพื้นที่ที่เหมาะสมควรอินทรียวัตถุไม่ต่ำกว่า 1 เปอร์เซ็นต์ มีค่า pH อยู่ระหว่าง 6.0-7.5 พื้นที่ควรเป็นราบเรียบระบายน้ำได้ดี

ปรีชา กาเพ็ชร(2551)ได้รายงานชุดดินที่มีการปลูกอ้อยมากที่สุดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยการนำพื้นที่ปลูกอ้อยปี 2544 ที่วิเคราะห์จากภาพถ่ายดาวเทียม Landsat ซ้อนทับกับชนิดดินเพื่อหาชนิดดินที่ใช้ปลูกอ้อยในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พบว่าชุดดินที่มีการปลูกอ้อยมากที่สุดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ได้แก่ชุดดินโคราช ซึ่งมีพื้นที่ประมาณ 1.4 ล้านไร่ ชุดดินโนพิสัยประมาณ 4.6 แสนไร่ ชุดดินจอมพระ 3.6 แสนไร่ ชุดดินบ้านไผ่ 3.1 แสนไร่ ชุดดินร้อยเอ็ด 2.5 แสนไร่ และชุดดินชุมพวง 2 แสนไร่ โดยปลูกอยู่ในเขตน้ำฝนตั้งแต่ 800-2,600 มิลลิเมตรต่อปี ซึ่งส่วนใหญ่มีพื้นที่ปลูกอยู่ในเขตน้ำฝน 100-1,200 มิลลิเมตรต่อปี

ปัญหาที่สำคัญที่ส่งผลกระทบต่อผลิตอ้อยในภาคตะวันออกเฉียงเหนือคือปัญหาภัยแล้ง ซึ่งกรมวิชาการเกษตรได้รายงานสภาพความชื้นของดินที่กระทบต่อการผลิตอ้อยพบว่าพื้นที่วิกฤติของการเปลี่ยนแปลงความชื้นดินจะอยู่บริเวณทางตอนบนของภาค ซึ่งเป็นบริเวณเขตรอยต่อระหว่างจังหวัดขอนแก่น อุดรธานี และกาฬสินธุ์

กรมวิชาการเกษตรได้แนะนำพื้นที่ที่เหมาะสมในการปลูกอ้อยควรเป็นที่ดอน หรือที่ลุ่ม โดยไม่มีน้ำท่วมขัง สูงจากระดับน้ำทะเลไม่เกิน 1,500 เมตร ห่างไกลจากแหล่งมลพิษ การคมนาคมสะดวก อยู่ห่างจากโรงงานน้ำตาลไม่เกิน 60 กิโลเมตร

การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และเทคโนโลยีการรับรู้จากระยะไกลในการประเมินความเหมาะสมของที่ดิน

การปลูกอ้อยของเกษตรกรในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ได้พิจารณาด้านราคาผลผลิตเป็นหลัก มากกว่าที่จะพิจารณาถึงศักยภาพพื้นที่ของเกษตรกรเอง อาจจะเป็นเพราะว่าข้อมูลศักยภาพของพื้นที่นั้นไม่มี หรือมีแต่ข้อมูลไม่ทันสมัยและมีรายละเอียดน้อย หรืออาจมีข้อมูลดินเพียงด้านเดียวเท่านั้น จึงทำให้การปลูกอ้อยในภาคตะวันออกเฉียงเหนือประสบปัญหามาตลอด ทั้งตัวเกษตรกรเอง (มีหนี้สินเพิ่มขึ้น) และพื้นที่ปลูกที่มีแนวโน้มเสื่อมโทรมมากยิ่งขึ้น เนื่องจากการใช้ที่ดินไม่สอดคล้องกับศักยภาพ หรือการใช้ที่ดินผิดประเภท ไม่ถูกหลักวิชาการ ก็ยิ่งจะทำให้พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกมีลดลง หรือมีข้อจำกัดมากยิ่งขึ้น การให้ได้มาซึ่งข้อมูลศักยภาพของพื้นที่สำหรับการปลูกอ้อย ก็มีหลายวิธี แต่วิธีหนึ่งที่เป็นที่นิยมและใช้กันแพร่หลายทั่วโลก ก็คือวิธีของ FAO ที่ได้เสนอแนวทางการประเมินที่ดินไว้ในปี 1983 (FAO, 1983) วิธีการนี้เป็นการบูรณาการข้อมูลหลายชนิดที่สำคัญ และเป็นข้อมูลที่พืชต้องการใช้ในการเจริญเติบโต ซึ่งส่วนใหญ่เป็นข้อมูลองค์ประกอบของที่ดิน เช่น ข้อมูลปริมาณธาตุอาหารในดินหรือความอุดมสมบูรณ์ของดิน เนื้อดิน สภาพการระบายน้ำของดิน ภูมิสัณฐาน ความลาดชัน ปริมาณน้ำฝน เป็นต้น ถึงแม้ว่าวิธีการนี้ได้ใช้ข้อมูลหลายชนิดและมีปริมาณมากก็ตาม แต่ก็มีเครื่องมือสนับสนุนการประเมินที่ดินที่มีสมรรถนะและมีประสิทธิภาพมากในปัจจุบันนี้ เครื่องมือที่กล่าวถึงก็คือระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System; GIS) เนื่องจากระบบ GIS สามารถจัดเก็บข้อมูลที่ซับซ้อนได้เป็นจำนวนมาก และเรียกหรือดึงข้อมูลขึ้นมาใช้งานได้ง่าย นอกจากนี้มีฟังก์ชันสนับสนุนการวิเคราะห์พื้นที่มากมาย และได้มีนักวิจัยหลายท่านได้ประยุกต์ใช้ระบบ GIS ในการประเมินที่ดินสำหรับปลูกพืช สามารถยกตัวอย่างได้งานวิจัยที่เกี่ยวข้องได้ดังต่อไปนี้

D. Martin and S.K. Saha (2009) ได้ประเมินการใช้ที่ดินโดยการบูรณาการระหว่าง Remote sensing กับ Gis สำหรับวิเคราะห์ระบบการปลูกพืชในลุ่มน้ำในประเทศอินเดีย โดยได้ประเมินการใช้ที่ดินสำหรับพืชหลายชนิดในพื้นที่โดยนักวิจัยได้ใช้ปัจจัยวินิจฉัยในการวิเคราะห์ได้แก่ เนื้อดิน ความลึกของดิน การระบายน้ำของดิน ความลัดชั้นของพื้นที่ การกษัยการของดิน ปริมาณอนุภาคดินที่หยาบ และสภาพน้ำท่วม ซึ่งในการวิเคราะห์ได้ใช้คุณภาพที่ดินจากปัจจัยวินิจฉัยเหล่านี้ในการประเมินความเหมาะสมของ ข้าว อ้อย ข้าวโพด ข้าวสาลี โดยแบ่งระดับความเหมาะสมเป็น 4 ชั้นความเหมาะสม

Atesmachew B., Don P., Girma T., & Yasin G (2005) ได้ประยุกต์ใช้ GIS สำหรับวิเคราะห์ความเหมาะสมของพื้นที่ และหาพื้นที่ที่เหมาะสมในการเลี้ยงปศุสัตว์ การผลิตพืช และป่าไม้ ในลุ่มน้ำ Awash River ในประเทศเอธิโอเปีย โดยทำการวิเคราะห์ความเหมาะสมโดยใช้ชนิดของดิน ความลาดชั้นของพื้นที่ ปริมาณน้ำฝน และการชะล้างพังทลาย และระยะห่างจากแหล่งน้ำ โดยทำการวิเคราะห์หาพื้นที่สำหรับหาพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับการใช้ที่ดินทั้ง 3 ชนิดที่กล่าวมาแล้ว เพื่อประเมินความเหมาะสมของที่ดินของแต่ละการใช้ประโยชน์ที่ดิน และนำผลการประเมินทั้ง

3 ประเภทการใช้ที่ดินมาวิเคราะห์แบบ Matrix อีกครั้งหนึ่งเพื่อหาดัชนีที่มีผลกระทบต่อการเลี้ยงปศุสัตว์ เนื่องจากการผลิตพืชนั้นมีผลกระทบต่อพื้นที่ป่าไม้ และพื้นที่ทุ่งหญ้าเลี่ยงสัตว์

จากรายงาน Yanfang L. and Limin J. (2002) ใช้หลักการโครงข่ายใยประสาทเทียม (artificial neural networks: ANN) ในการประเมินความเหมาะสมของที่ดิน ซึ่งพบว่าการประยุกต์ใช้ ANN มีข้อดีมากกว่าวิธีทั่วไปคือ ไม่ต้องกำหนดน้ำหนักในแต่ละปัจจัย และได้ผลตามเป้าหมาย ไม่จำเป็นที่จะต้องหา Function ของการประเมิน อีกประการหนึ่งคือเมื่อสถานการณ์เปลี่ยนแปลงไป เพียงแต่ใช้ตัวอย่างใหม่ก็สามารถที่จะประเมินเพื่อแก้ไขปัญหา ได้อย่างรวดเร็ว โดยการใช้กระบวนการวิเคราะห์ผ่านโครงข่ายใยประสาทเทียม

Lui Y.S., Wang J.Y., and Guo L.Y (2006) ศึกษาความเหมาะสมของที่ดินบนฐานของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ สำหรับหาพื้นที่ในการปลูกพืชโดยพิจารณาจากปัจจัยด้านกายภาพและการใช้ประโยชน์ที่ดินในปัจจุบัน จากการวิเคราะห์พบว่า การใช้ประโยชน์ที่ดินน่าจะปรับเปลี่ยนพื้นที่ให้อยู่ในชั้นที่ดินที่เหมาะสม เพื่อป้องกันการเสื่อมโทรมของที่ดิน

Qin .Y and Jixian.Z (2002) ได้ทำการวางแผนการใช้ที่ดินโดยออกแบบบนพื้นฐานของการประเมินความเหมาะสมของการใช้ที่ดิน จากการบูรณาการจาก RS และ GIS ซึ่งศึกษาในเมือง Yoqyakarta ประเทศอินโดนีเซีย ในการประเมินความเหมาสมนั้นได้ใช้ ความลาดชันของพื้นที่ ปริมาณน้ำฝน ระดับความสูงที่เสี่ยงต่อการเกิดดินถล่ม ชนิดดิน ความอุดมสมบูรณ์ของดิน เนื้อดิน ความลึกของดิน โดย ให้น้ำหนักแตกต่างกันในระดับย่อยของคุณภาพที่ดิน

Boix L.R. and Zinck J.A. (2008) ได้รายงานเกี่ยวกับการใช้ที่ดินในประเทศอาร์เจนตินา ซึ่งเป็นการประเมินความเหมาะสมของที่ดินเพื่อสนับสนุนการปลูกพืชหลายอย่าง การประเมินที่ดินได้ใช้ข้อเสนอแนะของ FAO สำหรับคุณภาพที่ดินที่ได้ทำการทดสอบกับ ถั่วเหลือง ข้าวโพด ข้าวสาลี อ้อย Safflower พบว่าในพื้นที่ศึกษามีเพียง 16 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ที่มีความเหมาะสม สำหรับพืชที่กำหนด ข้อจำกัดของการปลูกพืชในพื้นที่นี้คือ ปริมาณน้ำฝนที่ค่อนข้างต่ำ ปัญหาน้ำท่วม ปัญหาความลาดชั้นของพื้นที่ งานวิจัยนี้สามารถที่จะสนับสนุนแผนการตัดสินใจในการปลูกพืช

ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้ได้สร้างข้อสนเทศศักยภาพของพื้นที่สำหรับการปลูกอ้อย โดยวิธีการประเมินที่ดินภายใต้ระบบ GIS ข้อมูลผลลัพธ์ของการศึกษาคาดว่าน่าจะนำมาสนับสนุนการเลือกพื้นที่ปลูกอ้อยได้ดี ช่วยลดความเสี่ยงของผลผลิตที่จะได้รับ และยังช่วยให้การใช้ที่ดินได้มีประสิทธิภาพและมีความยั่งยืนมากยิ่งขึ้น

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อวิเคราะห์เชิงบูรณาการพื้นที่ที่เหมาะสมต่อการปลูกอ้อยด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

3. พื้นที่ศึกษา

ภาคตะวันออกฉียงเหนือ ตั้งอยู่ระหว่างเส้นรุ้งที่ 14˚ 14′ ถึง 18˚ 27′ เหนือ และระหว่างเส้นแวงที่101˚ 15′ ถึง 105˚ 35′ ตะวันออก มีพื้นที่ประมาณ 105.5 ล้านไร่ ซึ่งครอบคลุม 19 จังหวัด หรือประมาณ 1 ใน 3 (ภาพที่1) พื้นที่ส่วนใหญ่มีภูมิประเทศแบบที่ราบขั้นบันไดระดับต่ำและระดับกลาง มีลุ่มน้ำหลักที่สำคัญอยู่ 3 ลุ่มน้ำ คือลุ่มน้ำโขง ลุ่มน้ำมูล และลุ่มน้ำชี ปริมาณน้ำฝนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 800 – 2,500

ภาพที่1 พื้นที่ศึกษา

มม./ปี ในบริเวณจังหวัดนครพนม มุกดาหาร สกลนคร มีปริมาณน้ำฝนสูงกว่า 1,800 มม./ปี บริเวณจังหวัดชัยภูมิ นครราชสีมาในบางพื้นที่ มีปริมาณน้ำฝนอยู่ระหว่าง 900-1,000 มม./ปี

ทรัพยากรดินในภาคตะวันออกเฉียงเหนือส่วนใหญ่เป็นดินร่วนปนทราย ซึ่งเกิดจากตะกอนเก่าที่แม่น้ำลำธารนำมาทับถมกันไว้เป็นเวลานาน มีการระบายน้ำดีแต่ในขณะเดียวกันก็อุ้มน้ำไม่ดี ดั้งนั้นดินจึงขาดความอุดมสมบูรณ์ อีกทั้งพื้นที่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือยังเป็นดินเค็มประมาณ 34 เปอร์เซนต์ของทั้งภาค เนื่องจากพื้นที่มีหน่วยหินมหาสารคามซึ่งมีองค์ประกอบของเกลือหินรองรับ ทำให้เกิดการสะสมตัวของเกลือใต้ผิวดิน ซึ่งจะเกิดในแอ่งสกลนคร และแอ่งโคราชที่มีหน่วยหินมหาสารคามรองรับ

พื้นที่ส่วนใหญ่ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือใช้ประโยชน์ทางด้านเกษตรกรรม มีการปลูกข้าวเป็นพืชหลัก โดยทั่วไปจะปลูกในที่ลุ่ม ส่วนพืชไร่จะปลูกกันมากในพื้นที่ดอนที่มีการระบายน้ำดี พืชไร่ที่สำคัญ ได้แก่ อ้อย และมันสำปะหลัง ผลผลิตทางการเกษตรส่วนใหญ่จะขึ้นอยู่กับการกระจายตัวของปริมาณน้ำฝน และคุณภาพดิน

4. วิธีการศึกษา

4.1 แนวคิดของการศึกษา

การศึกษาครั้งนี้ได้ยึดแนวทางการประเมินที่ดิน (Land evaluation) ขององค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ หรือ FAO ที่ได้เสนอไว้ในปี 2526 (FAO, 1983) ด้วยการประเมินความเหมาะสม (Suitability evaluation) ระหว่างคุณภาพที่ดิน (Land qualities) และปัจจัยที่อ้อยต้องการใช้ในการเจริญเติบโตและให้ผลผลิต ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาได้จัดเก็บไว้ในรูปแบบชั้นข้อมูลเฉพาะด้าน (Thematic layers) หรือ GIS-layers ขั้นตอนการประเมินผล ได้นำเอาชั้นข้อมูลเหล่านี้มาซ้อนทับตามเงื่อนไข และจัดชั้นความเหมาะสมให้กับหน่วยแผนที่ซึ่งเป็นผลจากการซ้อนทับนี้ ออกเป็น 4 ระดับความเหมาะสม ได้แก่ 1) ระดับพื้นที่เหมาะสมมาก (Highly suitable: S1) 2) ระดับพื้นที่เหมาะสมปานกลาง (Moderately suitable: S2) 3) ระดับพื้นที่เหมาะสมเล็กน้อย (Marginally suitable: S3) และ 4) ระดับพื้นที่ไม่เหมาะสม (Not suitable: N)

4.2 ขั้นตอนการศึกษา

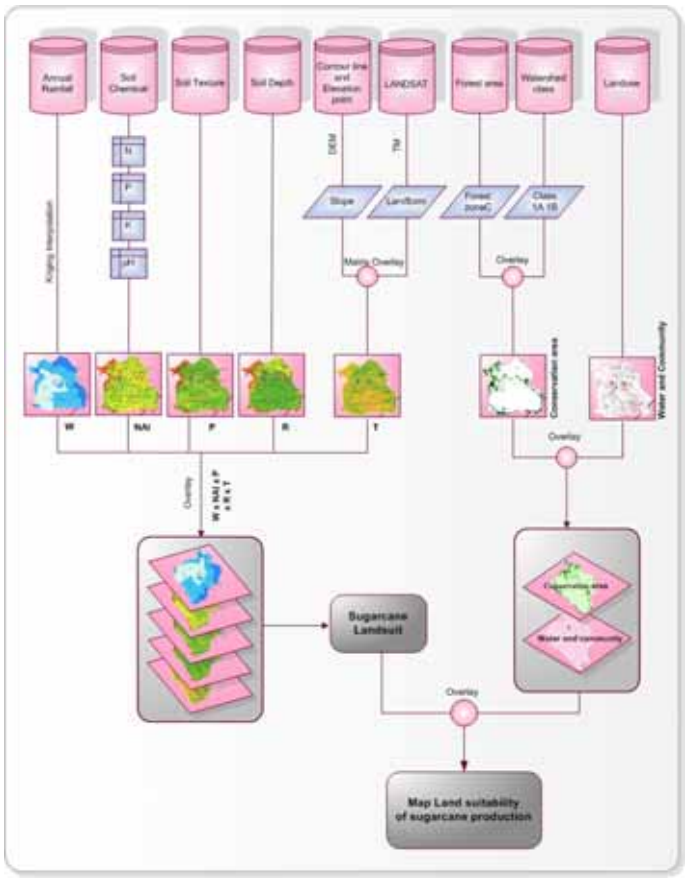
ขั้นตอนการศึกษาประกอบด้วยขั้นตอนต่างๆ 6 ขั้นตอน คือ 4.2.1 การคัดเลือกข้อมูล เพื่อวิเคราะห์ความต้องการการใช้ที่สดินสำหรับปลูกอ้อย 4.2.2 การรวบรวมข้อมูล 4.2.3 การวิเคราะห์ข้อมูลและการสร้างฐานข้อมูลเชิงพื้นที่เพื่อประเมินความเหมาะสมย่อย 4.2.4 การประเมินความเหมาะสมของที่ดินจากการบูรณาการของคุณภาพที่ดินสำหรับปลูกอ้อย 4.2.5 การตรวจสอบความถูกต้อง ดังภาพที่ 2

4.2.1 การคัดเลือกข้อมูล เพื่อวิเคราะห์ความต้องการการใช้ที่ดิน สำหรับปลูกอ้อย

การศึกษาได้เน้นถึงประเภทการใช้ที่ดินสำหรับปลูกอ้อยโรงงานที่ใช้ต้นทุนต่ำหรือเน้นถึงศักยภาพของที่ดินเป็นหลักฉะนั้นการศึกษาได้เน้นถึงปัจจัยที่อ้อยต้องการใช้เพื่อการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตที่เป็นปัจจัยเชิงกายภาพเป็นหลักโดยรวบรวมและตรวจสอบจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องซึ่งได้สรุปไว้ในตารางที่ 1 และ 2

4.2.2 การรวบรวมข้อมูล

เมื่อคัดเลือกข้อมูลปัจจัยวินิจฉัยที่มีความสอดคล้องกับความต้องการการใช้ที่ดินสำหรับปลูกอ้อยแล้ว จึงทำการรวบรวมข้อมูลซึ่งเป็นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับคุณภาพที่ดิน ที่ได้จัดทำจากหน่วยงานและจัดเก็บเป็นแผนที่หรือรายงาน ดังตารางที่ 3



ภาพที่ 2 แบบจำลองเชิงพื้นที่สำหรับการประเมินความเหมาะสมของที่ดินสำหรับปลูกอ้อย

ตารางที่ 1 ความต้องการใช้ที่ดินของอ้อย (Land use requirement for sugar)

Land use requirement			**Factor Rating**			
Land Quality	**Diagnostic Factor**	**Unit**	**S1(1.0)**	**S2(0.8)**	**S3(0.4)**	**N(0.1)**
Water Availability (W)	Annual Rainfall	mm.	>1600	1,100-1,600	800-1,100	<800
Nutrient Available Index (NAI)	NAI = N x P x K x pH		≥0.32	0.05-0.32	0.0001-0.05	<0.0001
	N	%	>0.2	0.1-0.2	<0.1	
	P	ppm	>25	6-25	<6	
	K	ppm	>60	30-60	<30	
	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
Particle Size (P)	Soil Texture	class	C,L,SCL,SiL, Si,CL,L	SiCL,SL	SiC,LS	C(%clay≥65), G, SC, AC, S

Land use requirement			Factor Rating			
Land Quality	**Diagnostic Factor**	**Unit**	**S1(1.0)**	**S2(0.8)**	**S3(0.4)**	**N(0.1)**
Rooting Conditions (R)	Soil Depth	cm.	>100	50-100	25-50	<25
Topography (T)	Landform x Slope	Class & %	ดูความสัมพันธ์ได้จากตารางที่ 2			

หมายเหตุ: Soil Texture(P); 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

ตารางที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างภูมิสัณฐาน (Landform) และความลาดชัน (Slope) สำหรับปลูกอ้อย

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

หมายเหตุ: S1= 1.0, S2= 0.8, S3= 0.4, N= 0.1

ตารางที่ 3 การรวบรวมข้อมูลจากหน่วยงานต่างๆ

ข้อมูล	มาตราส่วน	หน่วยงาน
1. ชั้นข้อมูลปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปี	-	จากข้อมูลปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2518-2545
2. ชั้นข้อมูลกลุ่มชุดดิน	1: 50,000	จากกรมพัฒนาที่ดิน
3. ชั้นข้อมูลสภาพภูมิประเทศ	1: 50,000	จากการนำเข้าข้อมูลจากแผนที่ภูมิประเทศ ของกรมแผนที่ทหาร
4. แผนที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ	1: 50,000	กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม
5. ชั้นข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน	1: 50,000	ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินปี พ.ศ. 2548 จากแผนที่ภูมิประเทศของกรมแผนที่ทหารร่วมกับข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Landsat TM ถ่ายในช่วงปี พ.ศ. 2541-2545
6. ชั้นข้อมูลขอบเขตป่าสงวนแห่งชาติ	1: 50,000	กรมอุทยานแห่งชาติสัตว์ป่าและพันธุ์พืช
7. ชั้นข้อมูลขอบเขตการปกครอง	1: 50,000	กรมแผนที่ทหาร

4.2.3 การวิเคราะห์ข้อมูลและการสร้างฐานข้อมูลเชิงพื้นที่เพื่อประเมินความเหมาะสมย่อย

ในขั้นตอนนี้เป็นการวิเคราะห์ความต้องการการใช้ที่ดินสำหรับอ้อยในแต่ละปัจจัยวินิจฉัย เพื่อกำหนดระดับความเหมาะสมในแต่ละปัจจัยวินิจฉัย ซึ่งจะนำไปสู่การสร้างหน่วยแผนที่ดินหรือข้อมูลเชิงพื้นที่ที่มีลักษณะสัมพันธ์ที่แสดงถึงระดับความเหมาะสมของชั้นข้อมูลคุณภาพที่ดิน ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอนคือ

4.2.3.1 การวิเคราะห์ความต้องการการใช้ที่ดินในแต่ละปัจจัยวินิจฉัย การสร้างฐานข้อมูลเชิงพื้นที่และการประเมินความเหมาะสมให้กับคุณภาพที่ดิน ซึ่งแบ่งออกเป็น 5 ชั้นคุณภาพที่ดิน สามารถอธิบายได้ดังต่อไปนี้

1) น้ำที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (Water Availability : W) คือปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปี (Annual Rainfall) ซึ่งข้อมูลปริมาณน้ำฝนที่นำวิเคราะห์ในครั้งนี้ เป็นข้อมูลที่เก็บรวบรวมโดยกรมอุตุนิยมวิทยา 27 ปี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2518-2545 ข้อมูลของแต่ละสถานีในภาคตะวันออกเฉียงเหนือนั้นจะนำมาสร้างเป็นชั้นข้อมูลน้ำฝนเชิงพื้นที่ โดยวิธีการ Interpolate หรือวิธีการประมาณค่าด้วยวิธี Kriging กำหนดให้เป็นชั้นข้อมูล W ซึ่งจะให้ค่าคะแนนและกำหนดระดับความเหมาะสม เป็นเหมาะสมมาก (S1), เหมาะสมปานกลาง (S2), เหมาะสมน้อย (S3) และ ไม่เหมาะสม (N) ดังตารางที่ 1

2) ดัชนีความเป็นประโยชน์ธาตุอาหารพืช (Nutrient Availability Index: NAI) เป็นหลักการและแนวความคิดจาก Radcliffe et al (1982) ซึ่งเป็นผลคูณของ ไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) โพแทสเซียม (K) และความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (pH) แต่ละปัจจัยวินิจฉัยจะกำหนดค่าคะแนนและจัดระดับความเหมาะสมดังตารางที่1 จากนั้นนำค่าคะแนนความเหมาะสมในแต่ละปัจจัยวินิจฉัยมาคูณกัน ซึ่งผลที่ได้จากสมการ NAI = N x P x K x pH จะนำมากำหนดช่วงค่าคะแนน และจัดระดับความเหมาะสมให้กับหน่วยแผนที่ใหม่ เป็นเหมาะสมมาก (S1), เหมาะสมปานกลาง (S2), เหมาะสมน้อย (S3) และ ไม่เหมาะสม (N) ดังตารางที่ 1

3) ขนาดของอนุภาคดิน (Particle Size: P) ซึ่งปัจจัยวินิจฉัยที่นำมาวิเคราะห์ชั้นคุณภาพที่ดินนี้คือข้อมูลเนื้อดินและข้อมูลปริมาณกรวดบนชั้นดิน กำหนดค่าคะแนนและจัดระดับความเหมาะสมดังตารางที่ 1

4) สภาวะการหยั่งลึกของราก (Rooting conditions: R) ปัจจัยวินิจฉัยที่นำมาวิเคราะห์ในชั้นคุณภาพที่ดินนี้คือ ความลึกของดิน ซึ่งความลึกของดินที่เหมาะสมได้ให้ค่าคะแนน ดังตารางที่ 1

5) สภาพภูมิประเทศ (Topography: T) ปัจจัยบ่งชี้ที่ใช้ในการประเมินสภาพภูมิประเทศ (Topography) ประกอบด้วยปัจจัยภูมิสัณฐาน (Landform) และความลาดชันของพื้นที่ (Slope) การประเมินสภาพพื้นที่ก็โดยการนำชั้นข้อมูลทั้งสองปัจจัยนี้มาซ้อนทับกัน ชั้นข้อมูลผลลัพธ์ได้ตั้งชื่อให้เป็น T พร้อมทั้งจัดช่วงเหมาะสมให้กับหน่วยแผนที่ ดังตารางที่ 2

4.2.3.2 การจำแนกพื้นที่เขตอนุรักษ์ ที่อยู่อาศัย และแหล่งน้ำ ซึ่งในการวิจัยได้แบ่งพื้นที่ออกเป็น 2 พื้นที่ คือ พื้นที่เขตเกษตรกรรม และพื้นที่นอกเขตเกษตรกรรม ในขั้นตอนนี้เป็นการจำแนกพื้นที่นอกเขตเกษตรกรรมออกไป เป็นพื้นที่อยู่อาศัย แหล่งน้ำ และพื้นที่อนุรักษ์ (เขตอุทยานแห่งชาติ, เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า, ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำชั้น1A และ1B) ซึ่งจะไม่นำมาวิเคราะห์ความต้องการการใช้ที่ดิน โดยจัดการชั้นข้อมูลเหล่านี้ ด้วยการซ้อนทับและจัดเก็บแยกไว้ เป็นชั้นข้อมูลนอกเขตเกษตรกรรม

4.2.4 การประเมินความเหมาะสมของที่ดินจากการบูรณาการของคุณภาพที่ดินสำหรับปลูกอ้อย

การประมวลผลหรือการประเมินที่ดิน เป็นการนำเอาชั้นข้อมูลต่างๆ มาซ้อนทับกัน ซึ่งได้ผลลัพธ์เป็นชั้นข้อมูลใหม่ โดยชั้นข้อมูลผลลัพธ์จะประกอบด้วยหน่วยแผนที่หลากหลายตามปริมาณข้อมูลที่นำมาใช้ซ้อนทับ การประมวลผลได้เริ่มประเมินคุณภาพที่ดินในส่วนของดัชนีความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารต่อพืช (Nutrient

Availability Index: NAI) เนื่องจากคุณภาพที่ดินในประเภทนี้มีปัจจัยบ่งชี้หลายชนิด และคุณภาพที่ดินด้านภูมิประเทศ (Topography: T)

ขั้นตอนสุดท้าย ได้นำชั้นคุณภาพที่ดินทั้งหมดได้แก่ น้ำที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (Water availability: W) ดัชนีความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารต่อพืช (Nutrient Availability Index: NAI) ขนาดของอนุภาคดิน (Particle Size: P) สภาวะการหยั่งลึกของราก (Rooting Conditions: R) และสภาพภูมิประเทศ (Topography: T) การซ้อนทับด้วยชั้นข้อมูลคุณภาพที่ดินนี้ สามารถเขียนแสดงด้วยสมการทางคณิตศาสตร์ได้ว่า

พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกอ้อย = W x NAI x P x R x T

การจำแนกระดับความเหมาะสมให้กับหน่วยแผนที่ได้จากการซ้อนทับได้จัดไว้ 4 ชั้น ได้แก่ 1) ชั้นความเหมาะสมมาก 2) ชั้นความเหมาะสมปานกลาง 3) ชั้นความเหมาะสมเล็กน้อย และ 4) ชั้นไม่เหมาะสม การจัดชั้นความเหมาะสมโดยพิจารณาจากผลคูณของชั้นคุณภาพที่ดินทั้ง 5 ชั้น ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ช่วงความเหมาะสมที่พิจารณาผลคูณของ W NAI P R และ T

ชั้นความเหมาะสม	**ช่วงความเหมาะสมที่จัดใหม่(5 ปัจจัย)** **W x NAI x P x R x T**
เหมาะสมมาก	$[(1.0)^5+(0.8)^5]/2 – 1.0000 = 0.66384 – 1.0000$
เหมาะสมปานกลาง	$[(0.8)^5+(0.4)^5]/2 – 0.7048 = 0.16896 – 0.66384$
เหมาะสมเล็กน้อย	$[(0.4)^5+(0.1)^5]/2 – 0.2176 = 0.005125 – 0.16896$
ไม่เหมาะสม	0 – 0.005125

4.2.5 การตรวจสอบความถูกต้อง

การประเมินความเหมาะสมของพื้นที่สำหรับปลูกอ้อย โดยการสุ่มสำรวจแปลงปลูกอ้อย พร้อมเก็บตำแหน่งแปลงปลูกด้วย GPS ลักษณะการเจริญเติบโตของต้นอ้อย ผลผลิตต่อไร่ พร้อมทั้งถ่ายรูปประกอบ จากนั้นจะนำผลการสำรวจภาคสนามมาเปรียบเทียบกับแบบจำลอง เพื่อตรวจสอบความถูกต้องด้วยดัชนี KAPPA

5. ผลการวิจัย

5.1 ผลการประเมินความเหมาะสมของที่ดินสำหรับปลูกอ้อย

ผลการประเมินความเหมาะสมของที่ดินสำหรับปลูกอ้อยในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยการบูรณาการแบบซ้อนทับด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ พบว่าพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีเนื้อที่ประมาณ 170,000 ตารางกิโลเมตร ในพื้นที่เกษตรกรรมสามารถจำแนกระดับความเหมาะสม ได้ 4 ระดับ คือพื้นที่เหมาะสมมาก พื้นที่เหมาะสมปานกลาง พื้นที่เหมาะสมน้อย และพื้นที่ไม่เหมาะสม ส่วนพื้นที่นอกเขตเกษตรกรรม ได้แก่ เขตอนุรักษ์ ที่อยู่อาศัย และแหล่งน้ำ ได้แสดงเป็นเนื้อที่และสัดส่วนดังตารางที่ 5 ซึ่งสามารถจำแนกพื้นที่ออกเป็นหน่วยแผนที่ความเหมาะสมต่อการปลูกอ้อยดังภาพที่ 4 และสามารถสแดงความเหมาะสมของแต่ละคุณภาพที่ดินดังภาพที่ 3 พร้อมทั้งได้คำนวณเนื้อที่เป็นตารางกิโลเมตร และคิดเทียบเป็นร้อยละของพื้นที่จังหวัด ซึ่งได้สรุปไว้ในตารางที่ 6 ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1) พื้นที่มีความเหมาะสมมาก เป็นบริเวณที่มีคุณสมบัติทางกายภาพที่เหมาะสมหรือพื้นที่มีศักยภาพมากสำหรับการปลูกอ้อย พบว่ามีเนื้อที่รวมประมาณ 17,319.48 ตร.กม.หรือร้อยละ 10.26 ของพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยพบมากทางตอนกลางด้านตะวันออกของภาค นอกนั้นพบกระจัดกระจายทั่วไปโดยเฉพาะบริเวณที่เป็นที่ดอนหรือที่เนิน ดังภาพที่ 3

2) พื้นที่เหมาะสมปานกลาง เป็นบริเวณที่มีคุณสมบัติทางกายภาพที่เหมาะต่อการปลูกอ้อยในระดับปานกลาง พบว่ามีเนื้อที่รวมประมาณ 30,374.37 ตร.กม.หรือร้อยละ 17.99 ของพื้นที่ทั้งภาค และพบมากทางตอนกลางและด้านล่างของภาค โดยพบเป็นแปลงขนาดใหญ่ที่ต่อเนื่อง

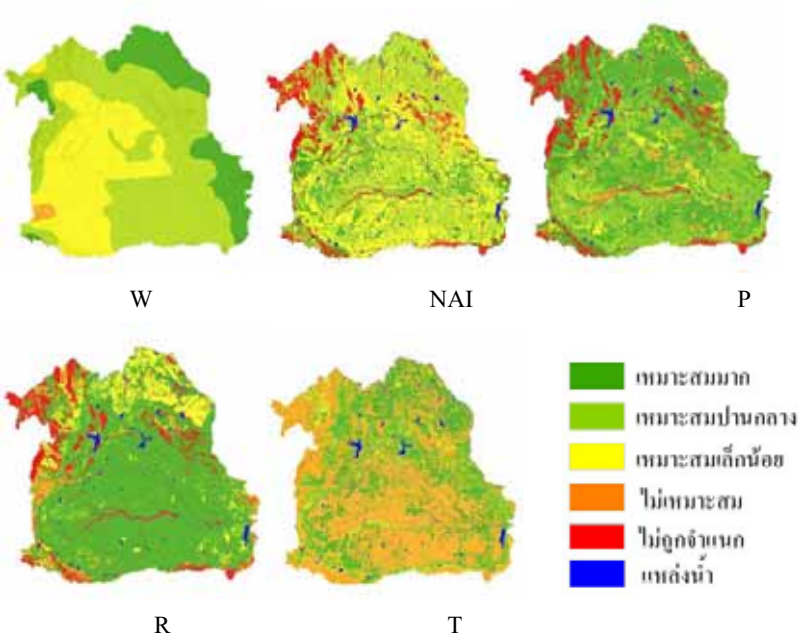
3) พื้นที่เหมาะสมเล็กน้อย เป็นบริเวณที่มีคุณสมบัติทางกายภาพที่เหมาะสมสำหรับปลูกอ้อยต่ำ มีข้อจำกัดการใช้ที่ดินค่อนข้างมาก พบว่ามีเนื้อที่ประมาณ 18,993.61 ตร.กม.หรือร้อยละ 11.25ของพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และพบมากทางตอนบนและตะวันตกของภาค

4) พื้นที่ไม่เหมาะสม เป็นบริเวณที่ไม่เหมาะต่อการนำมาใช้ประโยชน์เพื่อปลูกอ้อย เนื่องจากมีข้อจำกัดทางกายภาพค่อนข้างมากสุด เช่น พื้นที่ลุ่มน้ำท่วมขัง เป็นต้น พื้นที่ไม่เหมาะสม มีเนื้อที่รวมประมาณ 72,261.76 ตร.กม. หรือร้อยละ 42.80 ของพื้นที่ทั้งภาค พบมากทางตอนกลางภาค โดยเฉพาะในแอ่งโคราช พื้นที่ไม่เหมาะสมส่วนใหญ่เป็นพื้นที่นา หรือที่ลุ่ม

5) พื้นที่เขตป่าไม้อนุรักษ์ พื้นที่นี้ประกอบไปด้วย เขตพื้นที่ป่าไม้เพื่อการอนุรักษ์จากการจำแนกสภาพป่าไม้ตามกฎหมาย เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า อุทยานแห่งชาติ พื้นที่ลุ่มน้ำที่ควรสงวนไว้เป็นพื้นที่ต้นน้ำลำธารโดยเฉพาะ ซึ่งได้แก่ 1A (พื้นที่ต้นน้ำลำธารที่มีสภาพป่าสมบูรณ์) และ 1B (พื้นที่ที่มีสภาพป่าส่วนใหญ่ถูกทำลาย ดัดแปลงหรือเปลี่ยนแปลงเพื่อการพัฒนา หรือการใช้ที่ดินรูปแบบอื่นก่อน พ.ศ. 2525) มีเนื้อที่รวมประมาณ 22,127.66 ตร.กม. หรือคิดเป็นร้อยละ 13.11 ของพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

6) พื้นที่อยู่อาศัย เช่น ขอบเขตชุมชน และหมู่บ้าน เป็นต้น มีเนื้อที่ประมาณ 4,289.95 หรือร้อยละ 2.5

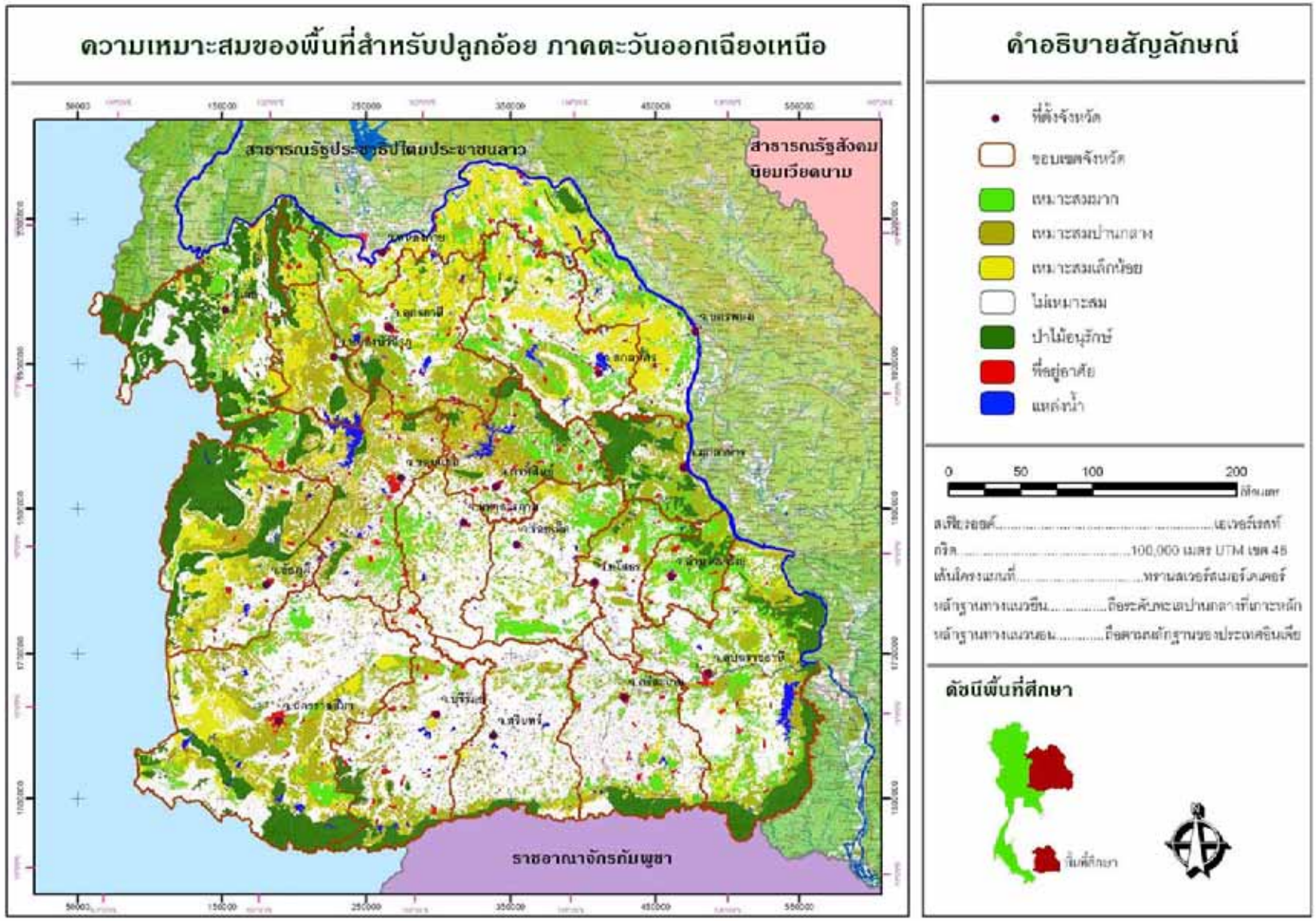
7) พื้นที่แหล่งน้ำ เป็นแหล่งน้ำผิวดินที่ปรากฏบนข้อมูลเชิงเลขดาวเทียม LANDSAT ปี พ.ศ. 2545 มีเนื้อที่แหล่งน้ำผิวดินรวมประมาณ 3,458.53 ตร.กม.หรือร้อยละ 2.05 ของพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ



ภาพที่3 ความเหมาะสมในแต่ละชั้นคุณภาพที่ดิน

ตารางที่ 5 เนื้อที่ของพื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกอ้อยภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกอ้อย	จำนวนเนื้อที่ (ตร.กม.)	ร้อยละของเนื้อที่ (%)
เหมาะสมมาก	17,319.48	10.26
เหมาะสมปานกลาง	30,374.37	17.99
เหมาะสมเล็กน้อย	18,993.61	11.25
ไม่เหมาะสม	72,261.76	42.80
เขตป่าไม้อนุรักษ์	22,127.66	13.11
พื้นที่อยู่อาศัย	4,289.95	2.54
พื้นที่แหล่งน้ำ	3,458.53	2.05
รวม	**168,825.34**	**100.00**


ความเหมาะสมของพื้นที่สำหรับปลูกอ้อย ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ
สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว
สาธารณรัฐสังคมนิยมเวียดนาม
ราชอาณาจักรกัมพูชา
คำอธิบายสัญลักษณ์
ที่ตั้งจังหวัด
ขอบเขตจังหวัด
เหมาะสมมาก
เหมาะสมปานกลาง
เหมาะสมเล็กน้อย
ไม่เหมาะสม
ป่าไม้อนุรักษ์
ที่อยู่อาศัย
แหล่งน้ำ
0
50
100
200
กิโลเมตร
สเฟียรอยด์.....เอเวอร์เรสท์
กริด.....100,000 เมตร UTM เขต 48
เส้นโครงแผนที่.....ทรานสเวอร์สเมอร์เคเตอร์
หลักฐานทางแนวตั้ง.....ถือระดับทะเลปานกลางที่เกาะหลัก
หลักฐานทางแนวนอน.....ถือตามหลักฐานของประเทศอินเดีย
ดัชนีพื้นที่ศึกษา
พื้นที่ศึกษา

ตารางที่ 6 เนื้อที่ของพื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกอ้อยเป็นรายจังหวัดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

จังหวัด	พื้นที่จังหวัด (ตร.กม)	จำนวนเนื้อที่คิดเป็นร้อยละของพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ						
		S1	S2	S3	N	C	U	W
จ.กาฬสินธุ์	6,946.75	14.98	30.51	5.22	28.03	11.02	6.36	3.88
จ.ขอนแก่น	10,885.99	9.41	28.29	7.07	34.55	11.92	4.99	3.78
จ.ชัยภูมิ	12,778.29	2.62	23.43	13.38	27.00	30.59	2.01	0.97
จ.นครพนม	5,512.67	17.92	8.36	32.35	33.32	2.16	2.42	3.47
จ.นครราชสีมา	20,463.96	5.87	21.45	10.50	48.07	11.27	1.49	1.35
จ.บุรีรัมย์	10,322.89	2.66	16.56	2.31	62.00	11.12	3.63	1.72
จ.มหาสารคาม	5,291.68	9.78	14.17	2.49	71.25	-	1.12	1.20
จ.มุกดาหาร	4,339.83	11.77	31.79	0.96	13.06	39.92	1.19	1.31
จ.ยโสธร	4,161.66	14.35	18.69	1.13	57.03	4.72	2.49	1.59
จ.ร้อยเอ็ด	8,299.45	17.19	10.91	5.24	63.81	0.19	1.43	1.22
จ.เลย	11,424.61	7.61	7.16	8.16	32.19	43.12	1.27	0.48
จ.ศรีสะเกษ	8,839.98	9.21	8.68	3.53	64.64	7.53	4.93	1.48
จ.สกลนคร	9,605.76	15.79	9.85	25.51	42.86	1.04	2.11	2.85
จ.สุรินทร์	8,124.06	4.22	10.15	1.59	77.09	2.99	2.29	1.67
จ.หนองคาย	7,332.28	16.50	4.68	37.60	27.56	6.86	2.84	3.96
จ.หนองบัวลำภู	3,859.09	2.64	38.03	24.50	18.45	12.32	1.09	2.97
จ.อำนาจเจริญ	3,161.25	29.04	20.91	2.72	34.29	9.32	2.73	0.99
จ.อุดรธานี	11,730.30	11.65	26.43	23.80	22.96	10.23	2.89	2.05
จ.อุบลราชธานี	15,744.85	14.86	18.30	6.14	39.63	16.62	1.65	2.81
รวมทั้งภาค	**168,825.35**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**

หมายเหตุ: S1 : เหมาะสมมาก S2 : เหมาะสมปานกลาง S3 : เหมาะสมเล็กน้อย N : ไม่เหมาะสม
C : ป่าไม้อนุรักษ์ U : แหล่งชุมชน W : พื้นที่แหล่งน้ำ

พื้นที่ที่มีความเหมาะสมสำหรับปลูกอ้อยมากที่สุดในแต่ละลุ่มน้ำ (ลุ่มน้ำโขง ลุ่มน้ำชี ลุ่มน้ำมูล และลุ่มป่าสัก) มีเนื้อที่คิดเป็นร้อยละ 44.95, 17.06, 37.99 และ 0.00 ของแต่ละลุ่มน้ำตามลำดับ (ดังตารางที่ 7)

ตารางที่ 7 เนื้อที่ของพื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกอ้อยรายลุ่มน้ำในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

	รายชื่อลุ่มน้ำ	เนื้อที่ (ตร. กม.)	จำนวนเนื้อที่คิดเป็นร้อยละของพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ						
			S1	S2	S3	N	C	U	W
ลุ่มน้ำโขง									
1	ลุ่มน้ำโขงตอนล่าง	3,339.20	15.5	28.89	8.33	12.75	32.36	0.66	1.51
2	ลุ่มน้ำโขงส่วนที่ 3	604.85	0.1	0.23	1.49	17.28	80.77	0.06	0.06
3	ลุ่มน้ำโขงส่วนที่ 4	803.84	0.53	11.8	7.98	18	60.12	0.74	0.84
4	ลุ่มน้ำโขงส่วนที่ 5	1,748.72	4.31	1.96	12.24	23.8	54.44	1.28	1.98
5	ลุ่มน้ำโขงส่วนที่ 6	643.66	12.32	6.28	27.88	34.26	4.55	7.68	7.03
6	ลุ่มน้ำโขงส่วนที่ 7	2,467.45	16.51	6.15	39.54	20.34	8.24	2.61	6.59
7	ลุ่มน้ำโขงส่วนที่ 8	1,893.07	19.81	2.24	45.43	25.08	0.94	3.05	3.44
8	ลุ่มน้ำโขงส่วนที่ 9	440.78	12.2	52.36	3.45	20.8	5.14	0.25	5.81
9	ลุ่มน้ำน้ำพุง	940.03	13.81	11.51	7.84	63.2	0.17	0.78	2.7
10	ลุ่มน้ำน้ำสวย	1,271.46	13.08	8.04	44.31	31.55	0.04	1.47	1.5
11	ลุ่มน้ำปวน	1,175.70	13.97	20.24	11.21	43	9.97	1.27	0.33
12	ลุ่มน้ำโมง	2,714.46	13.1	23.51	23.05	20.18	17.99	1.26	0.91
13	ลุ่มน้ำเลยตอนล่าง	2,758.52	16.49	9.66	7.16	27.42	37.42	1.59	0.25
14	ลุ่มน้ำสงครามตอนบน	3,292.37	19.05	15.97	30.76	28.63	1.35	2.88	1.37
15	ลุ่มน้ำสงครามตอนล่าง	3,049.46	20.01	5.5	31.05	34.97	2.16	2.44	3.86
16	ลุ่มน้ำสาน	876.66	0.04	0.01	0	57.12	42.11	0.65	0.08
17	ลุ่มน้ำโสม	1,049.52	18.25	8.98	22.54	10.4	37.14	2.36	0.34
18	ลุ่มน้ำหมัน	611.93	0.3	0.42	0.48	48.6	49.47	0.72	0.01
19	ลุ่มน้ำห้วยคอง	715.98	9.1	0.34	58.22	30.71	0.38	0.57	0.67
20	ลุ่มน้ำห้วยดาน	703.38	14.84	14.29	41.96	23.51	1.62	3.04	0.74
21	ลุ่มน้ำห้วยน้ำก่ำ	2,608.32	13.36	9.73	31.73	36.34	1.79	2.81	4.24
22	ลุ่มน้ำห้วยน้ำยาม	1,738.42	8.83	4.45	29.73	51.3	1.52	2.7	1.47
23	ลุ่มน้ำห้วยน้ำอูน	3,469.86	15.03	14.98	23.33	41.64	0.17	2.12	2.73
24	ลุ่มน้ำห้วยบังอี้	1,501.77	18.75	31.95	0.74	9.58	37.94	0.5	0.53
25	ลุ่มน้ำห้วยบางทราย	1,382.04	1.95	16.99	1.22	15.24	64	0	0.6
26	ลุ่มน้ำห้วยมุก	796.16	11.05	40.49	0.68	26.8	13.89	4.96	2.13
27	ลุ่มน้ำห้วยหลวง	3,366.74	16.85	12.5	28.22	27.25	7.71	4.1	3.37
28	ลุ่มน้ำห้วยอี่	730.03	23.8	0.67	43.12	27.7	1.39	2.45	0.87
รวม(ลุ่มน้ำโขง)	**46,694.38**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	

ตารางที่ 7 (ต่อ) เนื้อที่ของพื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกอ้อยรายลุ่มน้ำในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ(ต่อ)

	รายชื่อลุ่มน้ำ	เนื้อที่ (ตร.กม.)	จำนวนเนื้อที่คิดเป็นร้อยละของพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ						
			S1	S2	S3	N	C	U	W
ลุ่มน้ำชี									
29	ลุ่มน้ำชีตอนบน	2,545.62	2.68	20.82	23.43	16.38	35.6	1.05	0.05
30	ลุ่มน้ำชีตอนล่าง	2,770.98	5.56	8.32	1.79	79.35	0.47	2.37	2.15
31	ลุ่มน้ำชีส่วนที่ 2	3,803.82	6.22	20.78	7.54	46.36	14.39	2.85	1.86
32	ลุ่มน้ำชีส่วนที่ 3	3,228.94	10.56	29.79	5.29	38.7	7.39	5.38	2.89
33	ลุ่มน้ำชีส่วนที่ 4	5,245.15	11.45	13.24	4.4	67.33	0	1.96	1.61
34	ลุ่มน้ำน้ำพรหม	2,076.88	1.19	20.7	7.32	23.12	44.74	1.85	1.07
35	ลุ่มน้ำพวย	914.65	3.24	24.74	32.04	27.01	12.06	0.69	0.22
36	ลุ่มน้ำพองตอนบน	3,866.82	8.96	23.27	11.42	17.91	27.27	2.12	9.05
37	ลุ่มน้ำพองตอนล่าง	2,423.61	3.23	39.64	10.84	29.76	9.37	6.12	1.04
38	ลุ่มน้ำลำกระจวน	889.31	1.47	9.21	32.5	23.05	32.71	0.9	0.16
39	ลุ่มน้ำลำคันฉู	1,738.78	4.17	28.11	13.11	45.43	4.82	2.08	2.3
40	ลุ่มน้ำลำน้ำเชิญ	2,523.97	6.93	29.06	10.04	22.96	25.46	4.09	1.46
41	ลุ่มน้ำลำน้ำยัง	4,075.00	29.48	18.99	4.11	33.96	9.55	2.76	1.15
42	ลุ่มน้ำลำปาวตอนบน	3,202.81	10.93	40.53	11.41	24	7.21	2.45	3.46
43	ลุ่มน้ำลำปาวตอนล่าง	4,227.93	10.71	35	6	29.77	6.61	6.88	5.03
44	ลุ่มน้ำลำพะเนียง	1,839.92	3.12	30.21	6.22	43.12	15.04	1.6	0.7
45	ลุ่มน้ำลำพันชาด	687.62	6.37	38.46	3.09	15.78	33.54	0.9	1.85
46	ลุ่มน้ำลำสะพุง	762.87	1.95	1.85	2.86	3.65	89.58	0.06	0.04
47	ลุ่มน้ำห้วยสามหมอ	771.27	0.27	55.14	6.24	23.75	10.95	3.29	0.37
48	ลุ่มน้ำห้วยสายบาตร	671.64	1.65	49.8	3.41	39.33	1.87	3.39	0.56
รวม (ลุ่มน้ำชี)	**48,267.59**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	
ลุ่มน้ำมูล									
49	ลุ่มน้ำมูลตอนบน	2,870.35	3.6	24.23	8.94	58	2.7	1.53	1
50	ลุ่มน้ำมูลตอนล่าง	1,014.43	8.27	20.61	6.2	53.36	7.46	1.58	2.51
51	ลุ่มน้ำมูลส่วนที่ 2	3,740.05	4.92	13.05	2.82	75.32		2.14	1.75
52	ลุ่มน้ำมูลส่วนที่ 3	2,744.03	14.01	13.23	0.96	63.22	0.22	5.83	2.52
53	ลุ่มน้ำลำจักราช	1,447.27	7.2	41.6	9.13	33.9	5.31	2.19	0.68
54	ลุ่มน้ำลำชี	4,933.01	3.76	10.5	1.51	74.47	4.83	3.13	1.8
55	ลุ่มน้ำลำเชิงไกร	2,973.76	5.48	27.99	8.93	54.81	0.33	1.08	1.39

ตารางที่ 7 (ต่อ) เนื้อที่ของพื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกอ้อยรายลุ่มน้ำในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (ต่อ)

	รายชื่อลุ่มน้ำ	เนื้อที่ (ตร.กม.)	จำนวนเนื้อที่คิดเป็นร้อยละของพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ						
			S1	S2	S3	N	C	U	W
56	ลุ่มน้ำลำเซ	3,632.74	22.72	18.23	4.66	50.23	2.17	1.13	0.86
57	ลุ่มน้ำลำเซบาย	3,219.95	27.89	20.34	2.33	41.49	3.21	3.09	1.66
58	ลุ่มน้ำลำแซะ	1,672.17	6.48	17.05	7.45	22.4	43.28	0.42	2.91
59	ลุ่มน้ำลำโดมน้อย	2,165.67	7.76	17.23	3.25	20.32	38.5	1.01	11.93
60	ลุ่มน้ำลำโดมใหญ่	4,838.36	15.62	14.88	7.42	44.33	15.2	1.76	0.78
61	ลุ่มน้ำลำตะคอง	3,935.11	4.49	19.58	22.59	38.17	10.33	3.56	1.29
62	ลุ่มน้ำลำตาคง	1,770.84	4.47	17.82	2.9	69	0.21	3.51	2.1
63	ลุ่มน้ำลำเตา	956.1	7.34	3.6	0.6	87.12	-	0.67	0.68
64	ลุ่มน้ำลำนางรอง	1,372.03	0.12	21.5	5.01	28.54	39.05	3.13	2.64
65	ลุ่มน้ำลำปลายมาศ	3,974.50	4.35	18.51	5.21	42.25	26.51	2.14	1.03
66	ลุ่มน้ำลำปะเทีย	692.2	1.26	23.21	3.42	57.86	9.52	2.78	1.96
67	ลุ่มน้ำลำพระเพลิง	1,871.37	3.19	25.56	8.5	42.62	17.64	1.05	1.44
68	ลุ่มน้ำลำพลับพลา	903.7	16.68	0.56	0.93	79.9	-	1.01	0.92

ตารางที่ 7 (ต่อ) เนื้อที่ของพื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกอ้อยรายลุ่มน้ำในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (ต่อ)

	รายชื่อลุ่มน้ำ	เนื้อที่ (ตร.กม.)	จำนวนเนื้อที่คิดเป็นร้อยละของพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ						
			S1	S2	S3	N	C	U	W
69	ลุ่มน้ำลำพังชู	1,343.81	9.02	16.25	1.71	67.99	-	3.46	1.57
70	ลุ่มน้ำลำสะแทด	2,599.55	6.31	7.69	0.37	82.79	-	1.58	1.26
71	ลุ่มน้ำลำเสียวน้อย	700.33	8.68	10.68	9.67	68.61	-	1.94	0.42
72	ลุ่มน้ำลำเสียวใหญ่	2,801.78	12.29	8.47	1.71	75.35	-	1.52	0.66
73	ลุ่มน้ำห้วยขยุง	1,778.69	13.67	9.25	7.1	49.74	14.57	4.03	1.64
74	ลุ่มน้ำห้วยตุงลุง	840.05	22.93	21.94	8.32	27.66	18	0.79	0.37
75	ลุ่มน้ำห้วยทับทัน	3,643.53	5.89	8.86	0.71	76.26	3.85	3.11	1.32
76	ลุ่มน้ำห้วยทา	1,588.90	9.29	6.98	4.83	52.54	20.19	5.27	0.9
77	ลุ่มน้ำห้วยโพง	665.16	15.63	27.87	1.28	47.04	4.46	3.38	0.33
78	ลุ่มน้ำห้วยสำราญ	3,356.65	4.85	10.2	2.85	74.72	1.59	4.75	1.03
79	ลุ่มน้ำห้วยเอก	1,177.80	11.66	12.1	0.77	70.83	-	3.29	1.35
รวม (ลุ่มน้ำมูล)		**71,223.89**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**
ลุ่มน้ำป่าสัก									
80	ลุ่มน้ำป่าสักตอนบน	324.81	-	-	-	52.2	47.8	-	-
81	ลุ่มน้ำห้วยน้ำพุง	138.4	0	0	0	28.62	71.14	0.23	0
82	ลุ่มน้ำลำสนธิ	380.85	0	4.13	24.53	46.45	23.84	0.93	0.11
รวม (ลุ่มน้ำป่าสัก)		**844.06**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**
รวมทั้งภาค		**167,029.92**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**

หมายเหตุ: S1: เหมาะสมมาก S2: เหมาะสมปานกลาง S3: เหมาะสมเล็กน้อย N: ไม่เหมาะสม
C: ป่าไม้อนุรักษ์ U: แหล่งชุมชน W: พื้นที่แหล่งน้ำ

5.2 ผลการตรวจสอบความถูกต้อง

ในการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองพื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกอ้อยนั้น ทำการตรวจสอบกับสภาพพื้นที่จริงโดยการออกสำรวจภาคสนามทั้งหมดจำนวน 39 จุด ซึ่งในการออกภาคสนามจะเก็บข้อมูลผลผลิตเฉลี่ย ลักษณะพื้นที่ ลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดิน ลักษณะการเจริญเติบโตของพืช ตลอดจนการถ่ายรูปลักษณะพื้นที่ และลักษณะการเจริญเติบโตของพืชในแปลงสำรวจ และนำผลการสำรวจมาเปรียบเทียบกับผลแบบจำลอง และทดสอบด้วยสถิติทดสอบ KAPPA ซึ่งพบว่ามีความถูกต้องตามการคำนวณดัชนี KAPPA เท่ากับ 0.82 โดยแสดงเป็นตาราง Matrix Error ดังตารางที่8

ตารางที่ 8 การเปรียบเทียบความถูกต้องระหว่างผลการประเมินกับการสำรวจภาคสนาม

ผลการสำรวจพื้นที่จริง	ผลการประเมิน				
	S1	**S2**	**S3**	**N**	**Total**
S1	**10**	-	-	-	**10**
S2	-	**8**	1	-	**9**
S3	-	-	**8**	1	**9**
N	-	-	3	**8**	**11**
Total	**10**	**8**	**12**	**9**	**39**

6. สรุปผลการวิจัย

การศึกษาครั้งนี้ ได้สร้างแบบจำลองเชิงพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับปลูกอ้อยในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งเป็นการประเมินความเหมาะสมจากการบูรณาการคุณภาพที่ดินที่สร้างเป็นชั้นข้อมูลเชิงพื้นที่ ซึ่งข้อมูลคุณภาพที่ดินที่ใช้ในการศึกษามีทั้งหมด 5 ประเภท ได้แก่ ชั้นข้อมูลน้ำที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (W) ดัชนีความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารต่อพืช (NAI) ขนาดของอนุภาคดิน (P) สภาวะการหยั่งลึกของรากพืช (R) และสภาพภูมิประเทศ (T) คุณภาพที่ดินทั้ง 5 ประเภทได้กำหนดให้มีความสำคัญหรือให้น้ำหนักเท่ากันทุกประเภท ซึ่งความเหมาะสมของพื้นที่สำหรับปลูกอ้อยเท่ากับ W x NAI x P x R x T ผลจากการศึกษาพบว่า ภาคตะวันตะวันออกเฉียงเหนือ มีพื้นที่เหมาะสมระดับมาก ปานกลาง และเล็กน้อย มีเนื้อที่รวมประมาณ 10.26%, 17.99% และ 11.25% ของพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ตามลำดับ

การประเมินค่าที่ดินจากการบูรณาการคุณภาพที่ดินด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ถือได้ว่าเป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพ เนื่องจากสามารถจัดเก็บเป็นฐานข้อมูลเชื่อมโยงระหว่างข้อมูลเชิงพื้นที่และข้อมูลลักษณะสัมพันธ์ สามารถเรียกใช้เพื่อสนับสนุนการตัดสินใจได้ง่ายและรวดเร็ว ในกรณีที่ต้องการวิเคราะห์โดยใช้ข้อมูลที่ซับซ้อนและมีปริมาณมาก สามารถนำไปเป็นฐานข้อมูลในการสนับสนุน ในการกำหนดพื้นที่ เพื่อนำเทคโนโลยีการผลิตที่เหมาะสมในการเพิ่มผลผลิตต่อไร่ให้สูงขึ้น ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

7. ข้อเสนอแนะ

ชั้นข้อมูลความเหมาะสมสำหรับปลูกอ้อยที่เป็นผลจากการศึกษาครั้งนี้ สามารถสนับสนุนการจัดทำแผนการใช้ที่ดินได้ตั้งแต่ระดับอำเภอถึงระดับภาคตะวันออกเฉียงเหนือ แต่การศึกษาครั้งนี้ได้เน้นการประเมินคุณสมบัติทางกายภาพเป็นหลัก ฉะนั้นหากต้องการให้ได้แผนการใช้ที่ดินที่สมบูรณ์มากยิ่งขึ้น ก็ควรทำการศึกษามิติทางด้านเศรษฐกิจและสังคมเพิ่มเติม

8. เอกสารอ้างอิง

กรมพัฒนาที่ดิน. 2535. **เอกสารวิชาการ คู่มือการประเมินคุณภาพที่ดินสำหรับพืชเศรษฐกิจ**. กองวางแผนการใช้ที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. พิมพ์ครั้งที่2 .

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร.2550. **สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปี 2550**. ศูนย์สารสนเทศการเกษตร: สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย. 2552. **รายงานพื้นที่ปลูกอ้อย ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ปีการผลิต 2551/2552**. กลุ่มสารสนเทศอุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาลทราย สำนักนโยบายอุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาลทราย สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย.

ปรีชา กาเพ็ชร. 2551. ความชื้นในดินกับการปลูกอ้อย. **วารสารผลิใบ กรมวิชาการเกษตร.** ฉบับที่11 ปีที่10.

FAO. 1983**. Guidelines: Land Evaluation for Rainfed Agriculture**. FAO Soils Bulletin 52. FAO, Rome.

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

Atesmachew B., Don P., Girma T., & Yasin G. 2005. **GIS Application for analysis of Land Suitability and Determination of Grazing Pressure in Upland of the Awash River Basin**. International Livestock Research Institute (ILRI).

Yanfang L. & Limin J.2002. The Application of BP Networks to Land Suitability Evaluation. **Geo-spatial Information Science (Quarterly)**. **5**(1). 55-61

Lui Y.S., Wang J.Y., & Guo L.Y. 2006. GIS-Based Assessment of Land Suitability for Optimal Allocation in the Qinling Mountains, Chaina. **Pedosphere**. **16**(5). 579-586

Qin .Y & Jixian.Z.2002. Integrated Application of RS and GIS to Agriculture Land Use Planning. **Geo-spatial Information Science (Quarterly)**. **5**(2). 51-55

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**. 1043-1063