

ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ



209101



ความเหมาะสมของที่ดินและการประเมินพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังด้วยข้อมูล
ภาพถ่ายจากดาวเทียมและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์
LAND SUITABILITY FOR CASSAVA AND ASSESSING CASSAVA
CROPPING AREA WITH SATELLITE DATA AND GIS

นางสาววาสนา พุฒกลาง

วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

มหาวิทยาลัยขอนแก่น

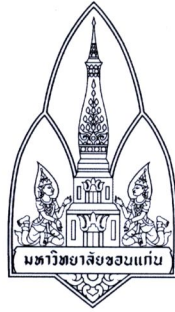
พ.ศ. 2553

๖๐๐๕๗๒๐๖

ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ



209101



ความเหมาะสมของที่ดินและการประเมินพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังด้วยข้อมูล
ภาพถ่ายจากดาวเทียมและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์
LAND SUITABILITY FOR CASSAVA AND ASSESSING CASSAVA
CROPPING AREA WITH SATELLITE DATA AND GIS



นางสาววาสนา พุฒกลาง

วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

มหาวิทยาลัยขอนแก่น

พ.ศ. 2553

ความเหมาะสมของที่ดินและการประเมินพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังด้วยข้อมูล
ภาพถ่ายจากดาวเทียมและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

นางสาววาสนา พุฒกลาง

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการรับรู้จากระยะไกลและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น

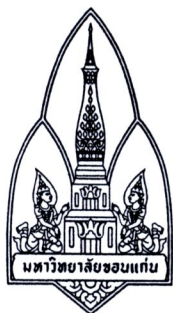
พ.ศ. 2553

**LAND SUITABILITY FOR CASSAVA AND ASSESSING CASSAVA
CROPPING AREA WITH SATELLITE DATA AND GIS**

MISS WASANA PUTKLANG

**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS
FOR THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE
IN REMOTE SENSING AND GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM
GRADUATE SCHOOL KHON KAEN UNIVERSITY**

2010



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
มหาวิทยาลัยขอนแก่น
หลักสูตร
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการรับรู้จากระยะไกลและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

ชื่อวิทยานิพนธ์: ความเหมาะสมของที่ดินและการประเมินพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังด้วยข้อมูล
ภาพถ่ายจากดาวเทียมและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

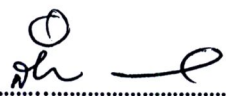
ชื่อผู้ทำวิทยานิพนธ์: นางสาววาสนา พุฒกลาง

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์: ผศ. ดร. รัศมี สุวรรณวีระกำธร ประธานกรรมการ
รศ. ดร. ชรัตน์ มงคลสวัสดิ์ กรรมการ
ดร. สุรัชย์ รัตนเสริมพงศ์ กรรมการ
ดร. สิทธิพร กมลธรรม กรรมการ

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์:


..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(รองศาสตราจารย์ ดร. ชรัตน์ มงคลสวัสดิ์)


..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(ดร. สุรัชย์ รัตนเสริมพงศ์)


.....

(รองศาสตราจารย์ ดร. ลำปาง แม่นมาตย์) (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เกียรติ แสงอรุณ)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยขอนแก่น

วาสนา พุฒกลาง. 2553. ความเหมาะสมของที่ดินและการประเมินพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังด้วยข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชากรรรับรู้อจากระยะไกลและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์: รองศาสตราจารย์ ดร. ชรัตน์ มงคลสวัสดิ์, ดร. สุรัชย์ รัตนเสริมพงศ์

บทคัดย่อ

209101

มันสำปะหลัง (*Manihot esculenta crantz*) เป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย มีต้นทุนในการผลิตต่ำเนื่องจากต้องการจัดการและดูแลน้อย สามารถทนแล้งได้ดี และยังมีความสามารถในการดูดซับธาตุอาหารในดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ผลผลิตมันสำปะหลังมากกว่า 50 % ของประเทศมาจากภาคตะวันออกเฉียงเหนือ การประเมินพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับปลูกมันสำปะหลังจะสามารถบอกถึงสมรรถนะของพื้นที่ในการเพิ่มผลผลิตและศักยภาพของการใช้ประโยชน์ที่ดิน ซึ่งในการศึกษาคั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์เชิงบูรณาการคุณภาพที่ดินด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ตามแนวทางการประเมินที่ดินของ FAO เพื่อประเมินพื้นที่ปลูกที่เหมาะสมและสูญเสียดินน้อยที่สุด รวมไปถึงความเป็นไปได้ทางด้านเศรษฐกิจ พื้นที่ในการศึกษาคั้งนี้คือภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งมีเนื้อที่ทั้งหมดประมาณ 170,000 ตร.กม และมีพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังมากกว่า 6 ล้านไร่ ซึ่งปลูกในสภาพพื้นที่ที่เป็นที่ดอนและมีลักษณะลูกคลื่นลอนลาดเล็กน้อย โดยการประเมินความเหมาะสมในภาพรวมนั้นได้จากการบูรณาการคุณภาพที่ดิน ซึ่งแบ่งออกเป็นความต้องการด้านพืช ความต้องการด้านการจัดการ และความต้องการด้านการอนุรักษ์ ร่วมกับการประเมินความเป็นไปได้ทางเศรษฐกิจ ในการคัดเลือกคุณภาพที่ดินด้านความต้องการด้านของพืชตามหลักการของ FAO ประกอบไปด้วย ความเข้มของแสงอาทิตย์ (U) อุณหภูมิ (T) ความชุ่มชื้นที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (W) ความเป็นประโยชน์ของออกซิเจนต่อรากพืช (O) ความเป็นประโยชน์ธาตุอาหารพืช (NAI) ความจุในการดูดซับธาตุอาหาร (NR) การรักษาน้ำของเนื้อดิน (I) สภาวะการหยั่งลึกของราก (R) ความเสียหายจากน้ำท่วม (F) การมีเกลือมากเกินไป (D) และ สภาพพื้นที่ (G) คุณภาพที่ดินด้านการจัดการ ประกอบไปด้วย สภาวะการเซตกรรม (SW) ศักยภาพการใช้เครื่องจักร (PM) และการเข้าถึงพื้นที่ (A) และความต้องการด้านการอนุรักษ์จากการประเมินการสูญเสียดิน จากสมการการสูญเสียดินสากล และในการศึกษาคั้งนี้ได้ทำการวิเคราะห์พื้นที่ปลูกด้วยภาพถ่ายจากดาวเทียม SPOT ที่บันทึกภาพเมื่อปี พ.ศ.2548 ถึงปี พ.ศ.2549 จากการศึกษา พบว่าภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับปลูกมันสำปะหลัง โดยแบ่งออกเป็นระดับเหมาะสมมาก ปานกลาง น้อย ไม่เหมาะสม คิดเป็นร้อยละ 18.18, 16.68, 8.01 และ 51.63 ตามลำดับ ผลการประเมินที่ได้นั้นเป็นข้อมูลในเชิงพื้นที่จากการบูรณาการคุณภาพที่ดิน เพื่อทราบถึงความเหมาะสมในด้านพืช ด้านการจัดการ และด้านการอนุรักษ์ที่สามารถบอกถึงการชะล้างพังทลายของดิน ส่วนในการประเมินความเป็นไปได้ทางด้านเศรษฐกิจ ด้วยวิธีอัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน พบว่าการผลิตมันสำปะหลังในพื้นที่ที่เหมาะสมมาก และปานกลาง นั้นมีความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ ผลการวิเคราะห์พื้นที่ปลูกมันสำปะหลังในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พบว่ามีพื้นที่เท่ากับ 5.04 % ของพื้นที่ทั้งภาค ส่วนใหญ่จะปลูกในดินที่มีการระบายน้ำดี โดยมีการกระจายตัวของพื้นที่ปลูกสอดคล้องกับความเหมาะสมของที่ดิน คิดเป็นร้อยละ 12.24, 7.92, 7.22 และ 1.56 ของพื้นที่เหมาะสมในระดับเหมาะสมมาก ปานกลาง น้อย และไม่เหมาะสม ตามลำดับ

Wasana Putklang. 2010. **Land Suitability for Cassava and Assessing Cassava Cropping Area with Satellite Data and GIS**. Master of Science Thesis in Remote Sensing and Geographic Information System, Graduate School, Khon Kaen University.

Thesis Advisors: Assoc. Prof. Dr. Charat Mongkolsawat, Dr. Surachai Ratanasermpong

ABSTRACT

209101

Cassava (*Manihot esculenta crantz*), a major annual crop in Northeast Thailand, requires minimal cultural attention and cash input, it is tolerant to drought, efficient extractor of nutrients in infertile soil. Over 50 % of the cassava production in Thailand has been originated from the Northeast. Land suitable for cassava should be depicted to support the increase of its yield with effective land utilization. The study made with the aims of analyzing the integration of land qualities to evaluate land based on the FAO guideline, with respect to cultivation practices and minimal soil loss as well as economic viability. The study area, Northeast Thailand, covers an estimated 170,000 km² with over 1 million ha of cassava cropped area and is characterized by gently undulating topography. The overall evaluation of land for cassava in the Northeast was based on the integrated requirements of crop, management, conservation and economic viability. The cassava requirements in terms of land qualities, based on FAO guideline, are radiation regime (U), temperature regime (T), moisture availability (W), oxygen availability (O), nutrient availability Index (NAI), nutrient retention (NR), water retention (I), rooting conditions (R), flood hazard (F), excess of salts (D) and topography (G). Management requirements (M), derived from the FAO guideline, comprise soil workability (SW), potential for mechanization (PM) and access within the production unit (A). Conservation requirements in terms of soil erosion as evaluated by the Universal Soil Loss Equation were established. The cassava cropping areas in the Northeast were identified and mapped, using SPOT data acquired in 2005–2006 and ground investigation. The reliable results of the land evaluation were tested against the crop performance assessed by the field investigation and information collected by Land Development Department. The overall land suitability for cassava covers areas of 18.18, 16.68, 8.01 and 51.63 % for highly, moderately, marginally and currently not suitable respectively. The results provide useful spatial information about the land qualities and their integration for crop and management requirements in relation to the soil erosion. Moreover the economic analysis for cassava viability (benefit–cost ratio) in the Northeast determines the cost effectiveness for the areas of high and moderate suitability. The areas cultivated to cassava in the Northeast for 2005/2006 as estimated covered extensively over the well drained soils, having about 5.04 % of the entire Northeast. The 2005/2006 land cropped to cassava contained about 12.24 %, 7.92 %, 7.22% and 1.56 % of the land highly suitable, moderately suitable, marginally suitable and not suitable respectively, indicating the spatial distribution of cropping cassava in relation to the land suitability.

งานวิทยานิพนธ์นี้มอบส่วนดีให้บุพการีและคณาจารย์

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความช่วยเหลือของรองศาสตราจารย์ ดร. ชรัตน์ มงคลสวัสดิ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ให้ความรู้ ให้คำปรึกษา แนะนำแนวทางในการวิจัย ตลอดจนตรวจสอบแก้ไข วิทยานิพนธ์ ขอขอบพระคุณ ดร.สุรัชย์ รัตนเสริมพงศ์ ที่กรุณาได้รับเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาร่วม และให้คำแนะนำ แนวทางในการวิจัย ตรวจสอบแก้ไขวิทยานิพนธ์ รวมไปถึงกรรมการการสอบวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้ ได้แก่ ผู้ช่วย ศาสตราจารย์ ดร.รัศมี สุวรรณวีระกำธร และ ดร.สิริพร กมลธรรม ที่ได้ให้คำแนะนำตลอดจนตรวจสอบแก้ไข วิทยานิพนธ์ทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณสำนักงานปลัดกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) ที่พิจารณาให้เป็นผู้ได้รับทุนของ โครงการความร่วมมือในการผลิตนักวิจัยและพัฒนาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยให้เงินทุนสนับสนุน ตลอดการศึกษาและการทำวิจัยในครั้งนี้ และขอขอบพระคุณ คุณ จันทิมา อัครโชคชัย ผู้ประสานงานโครงการ ที่กรุณาอำนวยความสะดวกในเรื่องเอกสารให้มีความเรียบร้อยไปด้วยดี

ขอขอบพระคุณ เจ้าหน้าที่ของศูนย์ภูมิสารสนเทศเพื่อการพัฒนาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ อำนวยความสะดวกทั้งในเรื่องข้อมูล และอุปกรณ์เครื่องมือในการวิจัย ที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งสำหรับผู้วิจัย อีกทั้งยังคงคอยเป็นกำลังใจ ช่วยเหลือ และอำนวยความสะดวกใน ด้านเทคนิค และการออกสำรวจภาคสนาม

ขอขอบพระคุณศูนย์คอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่เอื้อเฟื้อเครื่องมือ อุปกรณ์ และสถานที่ ในการ ทำวิจัยครั้งนี้

ขอขอบคุณรุ่นพี่ รุ่นน้อง และผองเพื่อนในสาขาวิชาการรับรู้จากระยะไกลและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่ได้ให้คำปรึกษาในข้อสงสัยต่าง ๆ พร้อมทั้งยังเป็นกำลังใจและให้ความช่วยเหลือใน หลายๆเรื่อง

สุดท้ายนี้ ขอขอบพระคุณ คุณพ่อเฉลียว และคุณแม่สมหวัง พุฒกลาง ที่ให้ทุกสิ่งทุกอย่าง และยังคงเป็น กำลังใจเสมอมา ทำให้ทุกอย่างแล้วเสร็จลุล่วงไปด้วยดี

วาสนา พุฒกลาง

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญตาราง	ช
สารบัญภาพ	ญ
บทที่ 1 บทนำ	1
1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
2. วัตถุประสงค์	4
3. ขอบเขตของการวิจัย	5
4. สถานที่ทำการวิจัย	5
5. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	5
บทที่ 2 วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	7
1. ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับมันสำปะหลัง	7
2. การปลูกมันสำปะหลังในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	10
3. การวิเคราะห์ความต้องการของมันสำปะหลัง	11
4. การประเมินที่ดิน	13
5. การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และการรับรู้จากระยะไกลในการประเมินค่าที่ดิน	14
6. วิธีการบูรณาการคุณภาพที่ดินเพื่อกำหนดเขตความเหมาะสมเพื่อการใช้ประโยชน์ที่ดินด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS)	17
7. การบูรณาการคุณภาพที่ดินสำหรับปลูกมันสำปะหลัง	23
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย	29
1. หลักในการวิจัย	29
2. พื้นที่ศึกษา	29
3. ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย	33
3.1 การประเมินความเหมาะสมของที่ดินสำหรับมันสำปะหลัง	33
3.2 การประเมินความเหมาะสมของที่ดินสำหรับปลูกมันสำปะหลังในภาพรวม	44
3.3 การวิเคราะห์ด้านเศรษฐกิจ	46
3.4 การประเมินพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังด้วยข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม	46
3.5 การวิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างพื้นที่ปลูกกับผลการประเมินค่าที่ดิน	50
3.6 การตรวจสอบความถูกต้อง	52
3.7 การจัดทำแผนที่	52
บทที่ 4 ผลการวิจัยและอภิปรายผล	53

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
1. ความเหมาะสมของที่ดินสำหรับปลูกมันสำปะหลังในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	53
1.1 คุณภาพที่ดินสำหรับมันสำปะหลัง	53
1.2 ความต้องการการใช้ที่ดินของมันสำปะหลัง	54
1.3 ความเหมาะสมของพื้นที่ในแต่ละชั้นคุณภาพที่ดิน	54
1.4 ความเหมาะสมของพื้นที่สำหรับปลูกมันสำปะหลัง ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	80
2. พื้นที่ปลูกมันสำปะหลังในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	84
2.1 แนวทางจำแนกประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินโดยใช้ภาพถ่ายจากดาวเทียม รายละเอียดสูง	84
2.2 การใช้ประโยชน์ที่ดินในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	86
2.3 พื้นที่ปลูกมันสำปะหลัง ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	87
3. ผลการตรวจสอบความถูกต้อง	90
3.1 ความถูกต้องของแบบจำลองความเหมาะสมของที่ดินสำหรับปลูก มันสำปะหลัง	90
3.2 ความถูกต้องของการจำแนกพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน	97
4. ความสอดคล้องของพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังกับพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับ ปลูกมันสำปะหลังในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	98
5. ความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตกับแบบจำลองความเหมาะสมสำหรับปลูก มันสำปะหลัง	100
6. การประเมินทางด้านเศรษฐกิจ	102
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	105
1. สรุปผลการวิจัย	105
2. ข้อเสนอแนะ	107
เอกสารอ้างอิง	109
ภาคผนวก	117
ภาคผนวก ก แผนที่ชั้นข้อมูลปัจจัยวินิจฉัย ที่ใช้ในการประเมินค่าที่ดิน สำหรับปลูกมัน สำปะหลัง	119
ภาคผนวก ข เนื้อที่ความเหมาะสมของพื้นที่สำหรับปลูกมันสำปะหลัง รายจังหวัด	133
ภาคผนวก ค รายละเอียดจุดสำรวจภาคสนาม	141
ภาคผนวก ง ผลการวิเคราะห์อัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน (B/C ratio) รายจังหวัดในปีการเพาะปลูก 2542-2552	149
ภาคผนวก จ ลักษณะของพื้นที่มันสำปะหลังที่สำคัญ	159
ประวัติผู้เขียน	167

สารบัญตาราง

		หน้า
ตารางที่ 1	การให้ค่าคะแนนความเหมาะสมสำหรับมันสำปะหลังและอ้อย	26
ตารางที่ 2	การกำหนดความช่วงความเหมาะสมในภาพรวม (Overall Land Suitability Class)	27
ตารางที่ 3	ความต้องการการใช้ที่ดินและการให้ค่าคะแนนแต่ละปัจจัยของคุณภาพที่ดินสำหรับมันสำปะหลัง	28
ตารางที่ 4	ความสัมพันธ์ระหว่างภูมิสัณฐานและความลาดชันของพื้นที่สำหรับการปลูกมันสำปะหลัง	28
ตารางที่ 5	คุณภาพที่ดินที่คัดเลือกและปัจจัยวินิจฉัยที่นำมาวิเคราะห์ความเหมาะสมของที่ดิน	34
ตารางที่ 6	รายการข้อมูลเชิงพื้นที่ที่ใช้ในการวิจัย	35
ตารางที่ 7	รายการข้อมูลลักษณะสัมพันธ์ที่ใช้ในการวิจัย	35
ตารางที่ 8	การจัดเก็บข้อมูลเชิงพื้นที่จากปัจจัยวินิจฉัยทั้งหมด 24 ชั้นข้อมูล	36
ตารางที่ 9	ความต้องการการใช้ที่ดินและการให้ค่าคะแนนในแต่ละปัจจัยวินิจฉัยสำหรับมันสำปะหลัง	39
ตารางที่ 10	การกำหนดช่วงค่าคะแนนและชั้นความเหมาะสมให้กับดัชนีความเป็นประโยชน์ธาตุอาหารพืช	40
ตารางที่ 11	การกำหนดช่วงค่าคะแนนและชั้นความเหมาะสมให้กับชั้นข้อมูลความจุในการดูดยึดธาตุอาหาร	40
ตารางที่ 12	ความสัมพันธ์ระหว่างภูมิสัณฐานและความลาดชันของพื้นที่สำหรับการปลูกมันสำปะหลัง	41
ตารางที่ 13	การกำหนดชั้นความยากง่ายของสภาวะการเซดกรรรม	42
ตารางที่ 14	การกำหนดช่วงค่าคะแนนและชั้นความเหมาะสมให้กับชั้นข้อมูลศักยภาพการใช้เครื่องจักร	42
ตารางที่ 15	การกำหนดช่วงค่าคะแนนและชั้นความเหมาะสมให้กับชั้นข้อมูลการเข้าถึงพื้นที่	43
ตารางที่ 16	การกำหนดความเหมาะสมของชั้นคุณภาพที่ดินความเสียหายจากการกัดกร่อน	44
ตารางที่ 17	สมการความเหมาะสมของความต้องการด้านพืช การจัดการ และการอนุรักษ์	45
ตารางที่ 18	การกำหนดค่าคะแนนและความเหมาะสมจากการบูรณาการคุณภาพที่ดินสำหรับปลูกมันสำปะหลัง	45
ตารางที่ 19	รายละเอียดข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม SPOT-2, SPOT-4 และ SPOT-5 ที่ใช้ในการศึกษา	47
ตารางที่ 20	คุณภาพที่ดินที่ใช้ในการวิเคราะห์ความเหมาะสมของที่ดินสำหรับมันสำปะหลัง	53
ตารางที่ 21	การให้ค่าน้ำหนักและการจัดชั้นความเหมาะสมให้กับคุณภาพที่ดินความเข้มของแสงอาทิตย์	55
ตารางที่ 22	การให้ค่าน้ำหนักและการจัดชั้นความเหมาะสมให้กับคุณภาพที่ดินอุณหภูมิต	55
ตารางที่ 23	การให้ค่าน้ำหนักและการจัดชั้นความเหมาะสมให้กับคุณภาพที่ดินน้ำที่เป็นประโยชน์ต่อพืช	56

สารบัญตาราง (ต่อ)

	หน้า	
ตารางที่ 24	เนื้อที่ความเหมาะสมของที่ดินในชั้นคุณภาพที่ดินน้ำที่เป็นประโยชน์ต่อพืช	56
ตารางที่ 25	ค่าน้ำหนักและชั้นความเหมาะสมของคุณภาพที่ดินความเป็นประโยชน์ของออกซิเจนต่อรากพืช	60
ตารางที่ 26	เนื้อที่ความเหมาะสมของที่ดินในชั้นคุณภาพที่ดินความเป็นประโยชน์ของออกซิเจนต่อรากพืช	60
ตารางที่ 27	ค่าน้ำหนักและการจัดชั้นความเหมาะสมของคุณภาพที่ดินดัชนีความเป็นประโยชน์ธาตุอาหารพืช	61
ตารางที่ 28	เนื้อที่ความเหมาะสมของที่ดินในชั้นคุณภาพที่ดินความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารพืช	61
ตารางที่ 29	ค่าน้ำหนักและการจัดระดับความเหมาะสมชั้นคุณภาพที่ดินความจุในการดูดยึดธาตุอาหารในดิน	62
ตารางที่ 30	เนื้อที่ความเหมาะสมของที่ดินในชั้นคุณภาพที่ดินความจุในการดูดยึดธาตุอาหารในดิน	62
ตารางที่ 31	ค่าน้ำหนักและการจัดชั้นความเหมาะสมให้กับคุณภาพที่ดินการรักษาน้ำของเนื้อดิน	63
ตารางที่ 32	เนื้อที่ความเหมาะสมของที่ดินในชั้นคุณภาพที่ดินการรักษาน้ำของเนื้อดิน	63
ตารางที่ 33	ค่าน้ำหนักและการจัดชั้นความเหมาะสมให้กับสภาวะการหยั่งลึกของราก	64
ตารางที่ 34	เนื้อที่ความเหมาะสมของที่ดินในชั้นคุณภาพที่ดินสภาวะการหยั่งลึกของราก	64
ตารางที่ 35	ค่าน้ำหนักและการจัดชั้นความเหมาะสมให้กับคุณภาพที่ดินความเสียหายจากน้ำท่วม	67
ตารางที่ 36	เนื้อที่ความเหมาะสมของที่ดินในชั้นคุณภาพที่ดินความเสียหายจากน้ำท่วม	68
ตารางที่ 37	ค่าน้ำหนักและการจัดชั้นความเหมาะสมให้กับคุณภาพที่ดินการมีเกลือมากเกินไป	68
ตารางที่ 38	เนื้อที่ความเหมาะสมของที่ดินในชั้นคุณภาพที่ดินการมีเกลือมากเกินไป	69
ตารางที่ 39	เนื้อที่ความเหมาะสมของที่ดินในชั้นคุณภาพที่ดินสภาพพื้นที่	71
ตารางที่ 40	ค่าน้ำหนักและการจัดชั้นความเหมาะสมให้กับคุณภาพที่ดินสภาวะการเขตกรรม	72
ตารางที่ 41	เนื้อที่ความเหมาะสมของที่ดินในชั้นคุณภาพที่ดินสภาวะการเขตกรรม	72
ตารางที่ 42	ค่าน้ำหนักแต่ละปัจจัยและการจัดชั้นความเหมาะสมให้กับคุณภาพที่ดินศักยภาพการใช้เครื่องจักร	73
ตารางที่ 43	เนื้อที่ความเหมาะสมของที่ดินในชั้นคุณภาพที่ดินศักยภาพการใช้เครื่องจักร	74
ตารางที่ 44	ค่าน้ำหนักแต่ละปัจจัยและการจัดชั้นความเหมาะสมให้กับคุณภาพที่ดินการเข้าถึงพื้นที่	74
ตารางที่ 45	เนื้อที่ความเหมาะสมของที่ดินในชั้นคุณภาพที่ดินการเข้าถึงพื้นที่	75
ตารางที่ 46	เนื้อที่ความเหมาะสมของที่ดินในชั้นคุณภาพที่ดินความเสียหายจากการกัดกร่อน	78
ตารางที่ 47	สมการความเหมาะสมของความต้องการด้านพืช การจัดการ และการอนุรักษ์	80
ตารางที่ 48	เนื้อที่ความเหมาะสมของพื้นที่ในด้านความต้องการของพืช ด้านการจัดการ และ ด้านการอนุรักษ์	81
ตารางที่ 49	พื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับมันสำปะหลัง ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	83
ตารางที่ 50	แนวทางในการจำแนกประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน	85

สารบัญตาราง (ต่อ)

		หน้า
ตารางที่ 51	เนื้อที่การใช้ประโยชน์ที่ดินในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	87
ตารางที่ 52	พื้นที่ปลูกมันสำปะหลังรายจังหวัด ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	90
ตารางที่ 53	ความสอดคล้องระหว่างการสำรวจภาคสนามและผลการประเมินความเหมาะสมของที่ดิน	91
ตารางที่ 54	ตัวอย่างรายละเอียดจุดสำรวจในภาคสนาม	92
ตารางที่ 55	ความสอดคล้องระหว่างผลการประเมินกับผลผลิตเฉลี่ยที่คาดการณ์จากกรมพัฒนาที่ดิน	93
ตารางที่ 56	ความสอดคล้องระหว่างการสำรวจกับผลการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดิน	98
ตารางที่ 57	ความสอดคล้องของพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังกับความเหมาะสมของพื้นที่	99
ตารางที่ 58	ความสอดคล้องของพื้นที่ปลูกอ้อย และยางพารา กับความเหมาะสมของพื้นที่สำหรับปลูกมันสำปะหลัง	99
ตารางที่ 59	ช่วงผลผลิตเฉลี่ยของมันสำปะหลังเพื่อเป็นตัวแทนของแต่ละระดับความเหมาะสม	101
ตารางที่ 60	ค่าเฉลี่ย ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ช่วงต่างข้อมูล และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของผลผลิตในแต่ละชั้นความเหมาะสม	101
ตารางที่ 61	ต้นทุนการผลิตมันสำปะหลังในภาคตะวันออกเฉียงเหนือปีการเพาะปลูก 2542 ถึง 2552	102
ตารางที่ 62	อัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน ปีการเพาะปลูก 2542 ถึง 2551 ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	103
ตารางที่ 63	ผลการวิเคราะห์อัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุนในแต่ละระดับความเหมาะสม ตามราคา ที่เกษตรกรขายได้ 1.70, 2.00, 2.30, 2.60 และ 2.90 บาท/กก.	104

สารบัญภาพ

		หน้า
ภาพที่ 1	การเตรียมดินโดยใช้ผาล 3 และการใช้ผาล 7	9
ภาพที่ 2	การปลูกโดยวิธียกร่องและปลูกบนสันร่อง	9
ภาพที่ 3	เกลบและปุ๋ยมูลไก่ที่ใช้ในการปรับปรุงบำรุงดิน	10
ภาพที่ 4	การประเมินความเหมาะสมของที่ดินด้วยการผสมผสานระหว่างวิธี FLSA กับวิธี ELSA	19
ภาพที่ 5	ขั้นตอนการวิเคราะห์เพื่อประเมินศักยภาพของพื้นที่ตามหลักการ Fuzzy Rule-Base	22
ภาพที่ 6	พื้นที่ศึกษา (ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ)	30
ภาพที่ 7	ลักษณะภูมิสัณฐานในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	31
ภาพที่ 8	แผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	32
ภาพที่ 9	ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย	33
ภาพที่ 10	ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อประเมินความเหมาะสมเชิงพื้นที่ด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์	38
ภาพที่ 11	ขั้นตอนการจำแนกภาพถ่ายจากดาวเทียมด้วยวิธีตามลำดับชั้น เพื่อหาพื้นที่ปลูกมันสำปะหลัง	51
ภาพที่ 12	ขั้นตอนการวิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างพื้นที่เหมาะสมและพื้นที่ปลูก	51
ภาพที่ 13	ความยาวนานของแสงแดด (ชั่วโมง/วัน) ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	57
ภาพที่ 14	ความเหมาะสมเชิงพื้นที่ของความเข้มแสงอาทิตย์สำหรับมันสำปะหลัง ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	57
ภาพที่ 15	อุณหภูมิเฉลี่ย ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	58
ภาพที่ 16	ความเหมาะสมของอุณหภูมิสำหรับมันสำปะหลัง ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	58
ภาพที่ 17	ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	59
ภาพที่ 18	ความเหมาะสมของคุณภาพดินน้ำที่เป็นประโยชน์ต่อพืช สำหรับปลูกมันสำปะหลัง	59
ภาพที่ 19	ความเหมาะสมของความเป็นประโยชน์ของออกซิเจนต่อรากพืช สำหรับปลูกมันสำปะหลัง	65
ภาพที่ 20	ความเหมาะสมของความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารพืช สำหรับปลูกมันสำปะหลัง	65
ภาพที่ 21	ความเหมาะสมของค่าการดูดซับธาตุอาหารในดิน สำหรับปลูกมันสำปะหลัง	66
ภาพที่ 22	ความเหมาะสมของการรักษาน้ำของเนื้อดิน สำหรับปลูกมันสำปะหลัง	66
ภาพที่ 23	ความเหมาะสมของสภาวะการหยั่งลึกของราก สำหรับปลูกมันสำปะหลัง	67
ภาพที่ 24	ความเหมาะสมของคุณภาพที่ดินการมีเกลือมากเกินไป สำหรับปลูกมันสำปะหลัง	69
ภาพที่ 25	ความเหมาะสมของคุณภาพที่ดินการมีเกลือมากเกินไป สำหรับปลูกมันสำปะหลัง	70
ภาพที่ 26	ความเหมาะสมสภาพพื้นที่สำหรับปลูกมันสำปะหลัง ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	71
ภาพที่ 27	ระดับความยากง่ายสภาวะการเขตกรรม ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	75
ภาพที่ 28	ความเหมาะสมของสภาวะการเขตกรรม สำหรับปลูกมันสำปะหลัง	76
ภาพที่ 29	ความเหมาะสมของศักยภาพการใช้เครื่องจักร สำหรับปลูกมันสำปะหลัง	76
ภาพที่ 30	ความเหมาะสมของการเข้าถึงพื้นที่ สำหรับปลูกมันสำปะหลัง	77

สารบัญภาพ (ต่อ)

	หน้า
ภาพที่ 31	ปริมาณการสูญเสียดิน เมื่อมีการปลูกมันสำปะหลัง ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 79
ภาพที่ 32	ความเหมาะสมของความเสียหายจากการกัดกร่อน สำหรับปลูกมันสำปะหลัง 79
ภาพที่ 33	ความเหมาะสมของพื้นที่ด้านความต้องการด้านพืช (มันสำปะหลัง) 82
ภาพที่ 34	ความเหมาะสมของพื้นที่ด้านการจัดการ สำหรับปลูกมันสำปะหลัง 82
ภาพที่ 35	ความเหมาะสมของพื้นที่สำหรับปลูกมันสำปะหลังในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 84
ภาพที่ 36	การใช้ประโยชน์ที่ดินในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 88
ภาพที่ 37	พื้นที่ปลูกมันสำปะหลัง ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 89
ภาพที่ 38	จุดสำรวจภาคสนาม 91
ภาพที่ 39	พื้นที่เหมาะสมมากสำหรับปลูกมันสำปะหลัง ใน ต.กุงเก่า อ.ท่าคันโท จ.กาฬสินธุ์ 93
ภาพที่ 40	พื้นที่เหมาะสมมากสำหรับปลูกมันสำปะหลัง ใน ต.เมืองพาน อ.บ้านผือ จ.อุดรธานี 93
ภาพที่ 41	พื้นที่เหมาะสมมากสำหรับปลูกมันสำปะหลัง ใน ต.หนองระเวียง อ.พิมาย จ.นครราชสีมา 94
ภาพที่ 42	พื้นที่เหมาะสมปานกลางสำหรับปลูกมันสำปะหลัง ใน ต.บ้านเตือ อ.เกษตรสมบูรณ์ จ.ชัยภูมิ 94
ภาพที่ 43	พื้นที่เหมาะสมปานกลางสำหรับปลูกมันสำปะหลัง ใน ต.บ้านหัน อ.โนนศิลา จ.ขอนแก่น 94
ภาพที่ 44	พื้นที่เหมาะสมปานกลางสำหรับปลูกมันสำปะหลัง ใน ต.สำราญ อ.สามชัย จ.กาฬสินธุ์ 95
ภาพที่ 45	พื้นที่เหมาะสมเล็กน้อยสำหรับปลูกมันสำปะหลัง ใน ต.โคกสูง อ.อุบลรัตน์ จ.ขอนแก่น 95
ภาพที่ 46	พื้นที่เหมาะสมเล็กน้อยสำหรับปลูกมันสำปะหลัง ใน ต.ปวนผุ อ.หนองหิน จ.เลย 95
ภาพที่ 47	พื้นที่ไม่เหมาะสมสำหรับปลูกมันสำปะหลัง ใน ต.โพนครก อ.ท่าตูม จ.สุรินทร์ 96
ภาพที่ 48	พื้นที่ไม่เหมาะสมสำหรับปลูกมันสำปะหลัง ใน ต.ทรายขาว อ.วังสะพุง จ.เลย 96
ภาพที่ 49	พื้นที่ไม่เหมาะสมสำหรับปลูกมันสำปะหลัง ใน ต.เขาลวง อ.วังสะพุง จ.เลย 96
ภาพที่ 50	แผนที่ผลผลิตเฉลี่ยมันสำปะหลัง (รวมพันธุ์) ปีการผลิต 2549 ที่คาดการณ์โดยกรมพัฒนาที่ดิน 97
ภาพที่ 51	ความสอดคล้องของพื้นที่ปลูกกับพื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกมันสำปะหลัง 100
ภาพที่ 52	กราฟแจกแจงความถี่ของข้อมูลผลผลิตเฉลี่ยมันสำปะหลัง ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 101
ภาพที่ 53	กราฟแสดงอัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุนของการปลูกมันสำปะหลัง ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ปีการเพาะปลูก 2542 - 2552 103
ภาพที่ 54	กราฟแสดงอัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุนในแต่ละระดับความเหมาะสมตามราคาที่เกษตรกรขายได้ 1.70, 2.00, 2.30, 2.60 และ 2.90 บาท/กก. 104