

$$S(x; \alpha, \beta, \gamma) = \begin{cases} 0, & x \in [-\infty, \alpha] \\ 2[(x - \alpha)/(\gamma - \alpha)]^2, & x \in [\alpha, \beta] \\ 1 - 2[(x - \beta)/(\gamma - \alpha)]^2, & x \in [\beta, \gamma] \\ 1, & x \in [\gamma, +\infty] \end{cases} \quad (4-7)$$

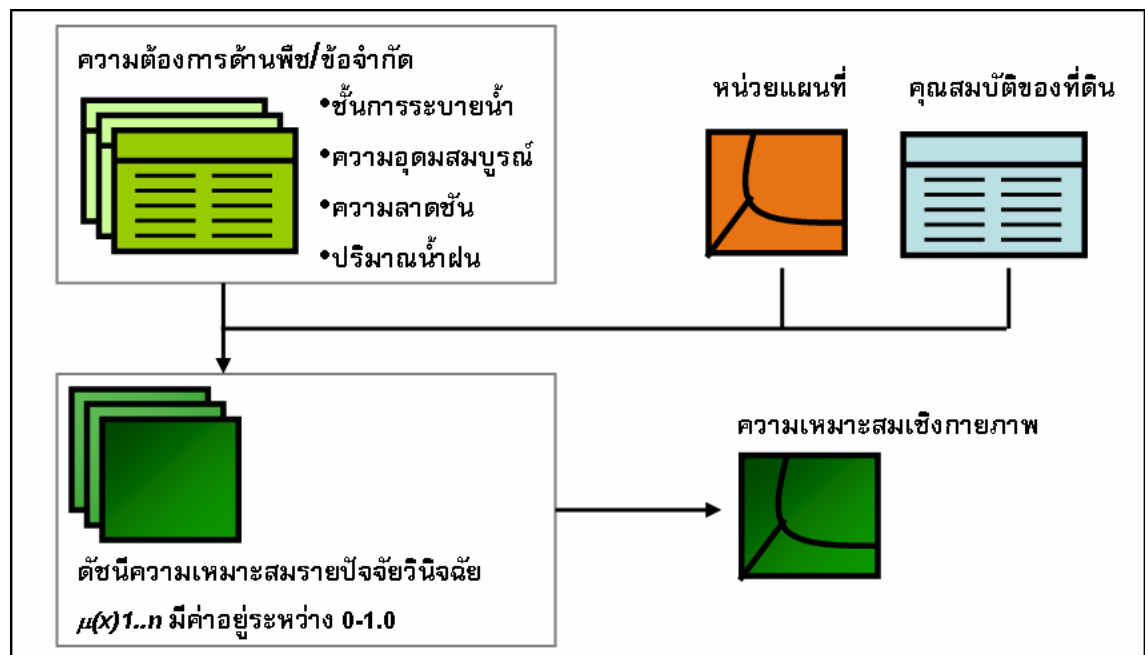
หรือ

$$S(x; \alpha, \beta, \gamma) = \begin{cases} 1, & x \in [-\infty, \alpha] \\ 1 - 2[(x - \alpha)/(\gamma - \alpha)]^2, & x \in [\alpha, \beta] \\ 2[(x - \beta)/(\gamma - \alpha)]^2, & x \in [\beta, \gamma] \\ 0, & x \in [\gamma, +\infty] \end{cases} \quad (4-8)$$

สมการที่ (4-7) เป็นการคำนวณค่าดัชนีความเหมาะสมของปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับคุณภาพของดินแบบยิ่งมากยิ่งดี และสมการที่ (4-8) ใช้สำหรับคำนวณความเหมาะสมสำหรับปัจจัยที่มีความสัมพันธ์แบบยิ่งน้อยยิ่งดี ผู้วิจัยจึงได้ปรับวิธีการคำนวณค่าดัชนีความเหมาะสมให้สอดคล้องกับองค์ความรู้ด้านความต้องการของพืชที่กรมพัฒนาที่ดินได้จัดช่วงชั้นคะแนนตามระดับความเหมาะสมไว้ ค่าความเป็นสมาชิกภาพของแต่ละปัจจัยวินิจฉัยสามารถนำมารวมกันตามสมการที่ (4-1) เพื่อคำนวณหาค่าดัชนีความเหมาะสมโดยรวมของแต่ละหน่วยแผนที่ดิน

องค์ประกอบของระบบ

ระบบการประเมินคุณภาพที่ดินแบบต่อเนื่องมีส่วนประกอบหลักดังรูปที่ 4-1 ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้



รูปที่ 4-1 องค์ประกอบของระบบประเมินความเหมาะสมเชิงกายภาพของที่ดิน

ฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ เป็นหน่วยแผนที่เพื่อการประเมิน (Land Mapping Unit, LMU) หน่วยแผนที่ที่ใช้ในการประเมินสร้างจากข้อมูลกลุ่มชุดดินที่ได้รับการจัดเก็บในรูปแบบ Geodatabase ซึ่งสามารถเชื่อมโยงกับสมบัติทางกายภาพและเคมีของชุดดินตัวแทน (ประภัสรและเมธี, 2548) แต่ละหน่วยได้รับการกำหนดหมายเลขกำกับหน่วยแผนที่ที่เฉพาะเจาะจงเพื่อใช้ในการเชื่อมโยงกับข้อมูลภูมิอากาศ (เมธี และคณะ, 2548) ข้อมูลดังกล่าวได้นำมาใช้ในการประเมินคุณภาพที่ดินด้านระบอบอุณหภูมิตามปริมาณน้ำฝนในช่วงฤดูปลูก นอกจากนี้ข้อมูลยังได้รับการซ้อนทับกับข้อมูลขอบเขตชลประทาน (เมธีและวัฒนา, 2548) เพื่อจำแนกแหล่งน้ำต้นทุนสำหรับแต่ละหน่วยแผนที่

ฐานข้อมูลอธิบายหน่วยแผนที่ ประกอบด้วย 2 ฐานข้อมูลคือ สมบัติของชุดดินตัวแทนซึ่งจัดเก็บสมบัติของดินทั้งทางกายภาพและเคมีและสมบัติทางด้านภูมิอากาศจัดเก็บให้อยู่ในรูปตารางความสัมพันธ์ซึ่งเชื่อมโยงกับ LMU แต่ละหน่วย

ฐานข้อมูลความต้องการของการใช้ที่ดิน จัดเก็บพารามิเตอร์ที่ใช้ในการคำนวณคุณภาพที่ดินซึ่งแต่ละชนิดการใช้ที่ดินมีความแตกต่างกัน โดยดัดแปลงจากคู่มือการประเมินคุณภาพที่ดินของกรมพัฒนาที่ดิน (บัณฑิตและคำรน, 2542)

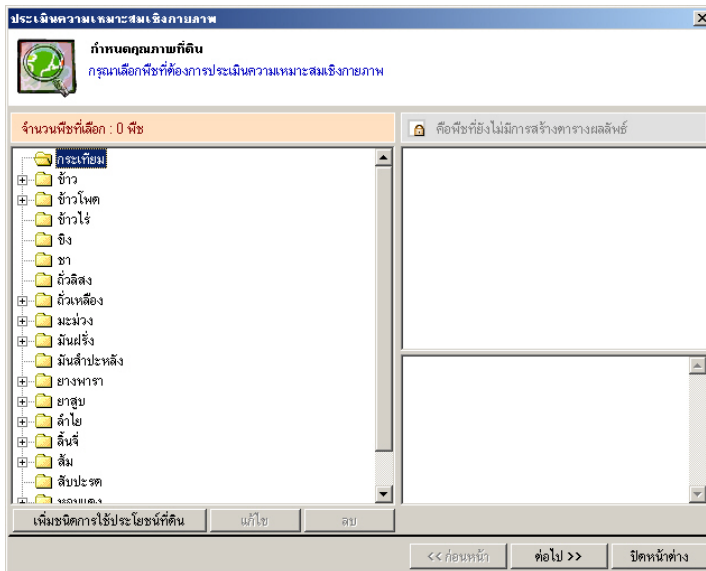
โปรแกรมวิเคราะห์และประมาณค่าความเหมาะสมเชิงกายภาพ เป็นโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นโดยใช้ภาษา Microsoft Visual Basic (VB) เวอร์ชัน 6.0 ซึ่งสามารถทำงานภายใต้ระบบปฏิบัติการ Windows มีกรอบโต้ตอบกับผู้ใช้ในรูปแบบ GUI เป็นภาษาไทย โปรแกรมนี้ทำหน้าที่คำนวณดัชนีความเหมาะสมตามวิธีการที่ได้ยกตัวอย่างในข้างต้น ซึ่งสามารถแสดงผลการคำนวณเป็นแผนที่ในตัวโปรแกรม อย่างไรก็ตาม โปรแกรมไม่ได้จัดเก็บข้อมูลเชิงพื้นที่อื่นๆ ดังนั้นจึงไม่สามารถซ้อนทับกับชั้นข้อมูลอื่นได้ หากผู้ใช้ต้องการนำผลการประเมินไปแสดง วิเคราะห์ หรือสืบค้นร่วมกับชั้นข้อมูลเชิงพื้นที่อื่น สามารถนำข้อมูลไปใช้งานต่อได้ในระบบ รสทก.

ระบบเชื่อมโยงกับผู้ใช้

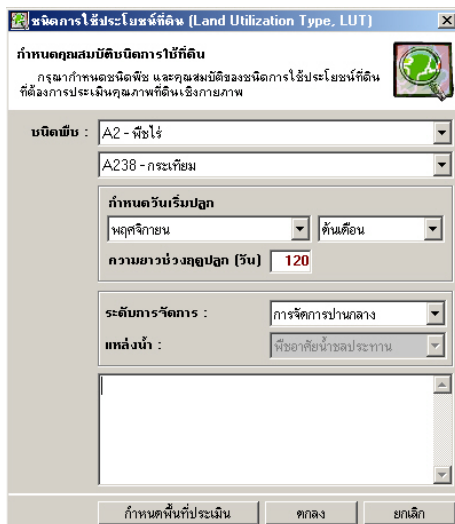
ระบบประเมินคุณภาพที่ดินแบบต่อเนื่อง (FuzzySuit) (รูปที่ 4-2) เป็นโปรแกรมที่สามารถเรียกใช้โดยอิสระ โดยมีหน้าต่างเพื่อติดต่อกับผู้ใช้เป็นลำดับขั้นตอนการทำงาน ซึ่งผู้ใช้สามารถเริ่มต้นใช้งานได้ที่เมนู **คุณภาพที่ดินเชิงกายภาพ** เลือก **สร้าง-แก้ไขชนิดการใช้ประโยชน์ที่ดิน** กรอบโต้ตอบจะปรากฏขึ้นดังรูปที่ 4-3 ผู้ใช้สามารถเลือกชนิดพืชที่ต้องการประเมินจากรายการที่มีอยู่แล้ว หากผู้ใช้ต้องการเพิ่มรายการพืชใหม่สามารถสร้างได้โดยการคลิกปุ่ม **เพิ่มชนิดการใช้ประโยชน์ที่ดิน** จะปรากฏหน้าต่างสำหรับกำหนดพืชที่ต้องการสร้างใหม่ ผู้ใช้ต้องกำหนดช่วงฤดูปลูกโดยการกำหนดเดือนปลูกและความยาวช่วงฤดูปลูกเป็นวัน กำหนดระดับการจัดการ และแหล่งน้ำเพื่อการเพาะปลูก หากผู้ใช้เลือกพืชที่ปลูกในช่วงฤดูแล้ง เช่น กระเทียม หอมหัวใหญ่ และมันฝรั่ง เป็นต้น โปรแกรมจะกำหนดแหล่งน้ำเป็นระบบชลประทานโดยอัตโนมัติ (รูปที่ 4-4)



รูปที่ 4-2 ระบบประเมินความเหมาะสมเชิงกายภาพของที่ดิน



รูปที่ 4-3 หน้าต่างเลือกชนิดพืชที่ต้องการประเมินความเหมาะสมเชิงกายภาพ

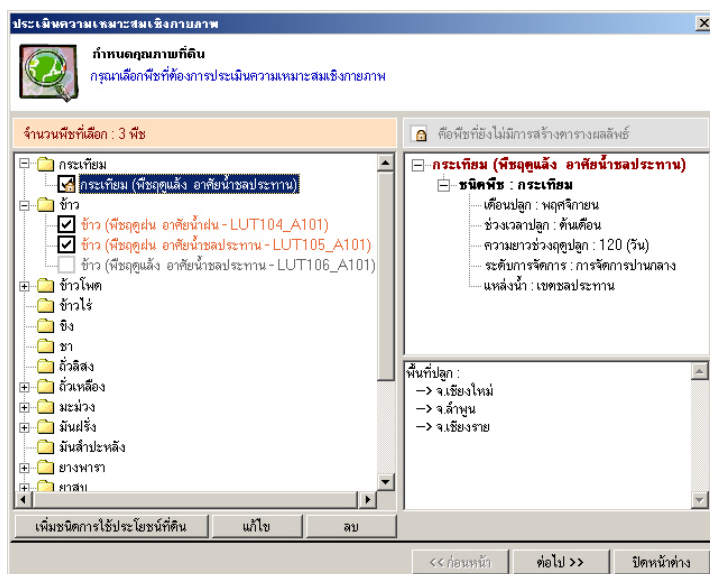


รูปที่ 4-4 หน้าต่างกำหนดคุณสมบัติพืชที่ต้องการสร้างใหม่

ในหน้าต่างการกำหนดสมบัติพีช ผู้ใช้สามารถกำหนดพื้นที่ศึกษาที่เฉพาะเจาะจงตามขอบเขตการปกครองได้โดยกดปุ่ม **กำหนดพื้นที่ประเมิน** หน้าต่างกำหนดพื้นที่เป้าหมายจะปรากฏขึ้น (รูปที่ 4-5) กรอบรายการแผนภูมิต้นไม้ด้านซ้ายมือจะแสดงขอบเขตการปกครองตั้งแต่ระดับจังหวัด อำเภอ และตำบล ตามลำดับ ผู้ใช้สามารถเลือกข้อมูลทีละรายการ แล้วกดปุ่ม >> เพื่อส่งรายการที่เลือกไปยังกรอบรายการด้านขวามือ เมื่อผู้ใช้เลือกข้อมูลระดับใดระดับหนึ่งเป็นข้อมูลชุดแรก เช่น ข้อมูลระดับตำบล ผู้ใช้สามารถเลือกข้อมูลระดับตำบลได้ในชุดต่อไปโดยไม่สามารถเลือกข้อมูลระดับอำเภอหรือจังหวัดได้ หากผู้ใช้ต้องการลบข้อมูลใดๆ จากชุดข้อมูลที่ได้เลือกไว้แล้ว ให้เลือกรายการที่ต้องการลบรายการด้านขวามือ จากนั้นกดปุ่ม << หากผู้ใช้ไม่เลือกพื้นที่ใดๆ ระบบจะทำการประเมินคุณภาพที่ดินเชิงกายภาพทั่วทั้งพื้นที่ศึกษา (เชียงใหม่ เชียงราย และลำพูน)

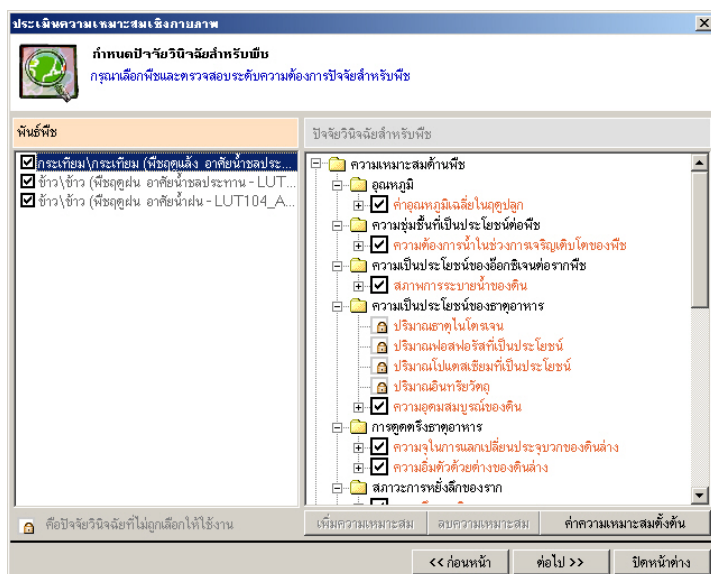
รูปที่ 4-5 กำหนดพื้นที่เป้าหมาย

เมื่อเลือกพื้นที่ศึกษาและกำหนดสมบัติของพีชเรียบร้อยแล้ว หมายเลขกำกับชนิดพีชจะถูกสร้างขึ้นโดยอัตโนมัติ เมื่อหน้าต่างรายการชนิดพีชปรากฏขึ้น กรอบด้านซ้ายมือปรากฏรายการพีชที่สร้างขึ้นใหม่และรายการเดิมพร้อมหมายเลขกำกับที่มีอยู่ทั้งหมดในระบบ สัญลักษณ์  หน้าชนิดพีชหมายถึงพีชที่ยังไม่ได้ทำการประเมิน เมื่อผู้ใช้คลิกรายการชนิดพีชใดๆ ในกรอบดังกล่าว คำอธิบายสมบัติของชนิดพีชนั้นจะปรากฏในกรอบด้านขวามือ ผู้ใช้สามารถทำการแก้ไขหรือลบสมบัติของชนิดพีชได้จากปุ่ม **แก้ไข** และ **ลบ** ดังรูปที่ 4-6 และผู้ใช้สามารถเลือกพีชสำหรับประเมินได้ที่หลายพีชโดยเลือก check box หน้ารายการพีชนั้นๆ

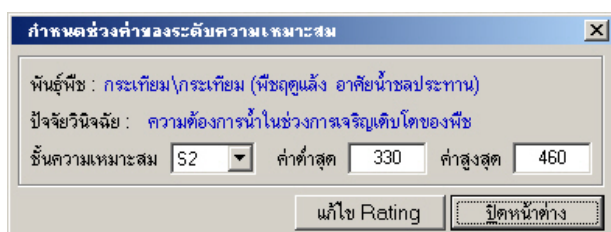


รูปที่ 4-6 เลือกรายการชนิดพืชที่ต้องการประเมิน

เมื่อเลือกชนิดพืชที่ต้องการประเมินคุณภาพที่ดินแล้ว ให้ผู้ใช้คลิกปุ่ม **ต่อไป >>** หน้าต่างกำหนดปัจจัยวินิจฉัยสำหรับแต่ละพืชจะปรากฏขึ้นดังรูปที่ 4-7 กรอบด้านซ้ายมือแสดงรายการพืชที่ต้องการประเมิน แผนภูมิต้นไม้ในกรอบด้านขวามือจะแสดงรายการปัจจัยวินิจฉัยต่างๆ ตามประเภทคุณภาพที่ดินของพืชแต่ละชนิด ผู้ใช้สามารถคลิกเลือกรายการปัจจัยวินิจฉัยที่ต้องการหรือกดปุ่ม **ค่าความเหมาะสมตั้งต้น** เพื่อให้ระบบทำการกำหนดชนิดปัจจัยวินิจฉัยตามค่าตั้งต้นของระบบที่รวบรวมจากเอกสารทางวิชาการ (บัณฑิตและคำณ, 2542; พันธุ์, 2547) ในแต่ละปัจจัยวินิจฉัยจะปรากฏช่วงชั้นความเหมาะสม ผู้ใช้สามารถเพิ่มความเหมาะสมได้ โดยการคลิกที่ปัจจัยวินิจฉัยนั้นๆ จากนั้นคลิกปุ่ม **เพิ่มความเหมาะสม** หากความเหมาะสมใดที่ผู้ใช้ไม่ต้องการสามารถลบได้โดยคลิกที่ระดับความเหมาะสมและคลิกที่ปุ่ม **ลบความเหมาะสม** และผู้ใช้อยังสามารถเปลี่ยนระดับความต้องการปัจจัยสำหรับพืชในแต่ละช่วงชั้นความเหมาะสมได้โดยการคลิกปุ่ม **แก้ไขความเหมาะสม** หรือ double click ที่ระดับความเหมาะสมที่ต้องการแก้ไขนั้นๆ ปรากฏหน้าต่างดังรูปที่ 4-8 เพื่อให้ผู้ใช้แก้ไขค่าต่ำสุดและสูงสุด คลิกปุ่ม **แก้ไข Rating** เพื่อบันทึกค่าที่แก้ไขใหม่ เมื่อกำหนดปัจจัยวินิจฉัยเพื่อทำการประเมินคุณภาพที่ดินเรียบร้อยแล้ว ให้ผู้ใช้คลิกปุ่ม **ต่อไป >>**

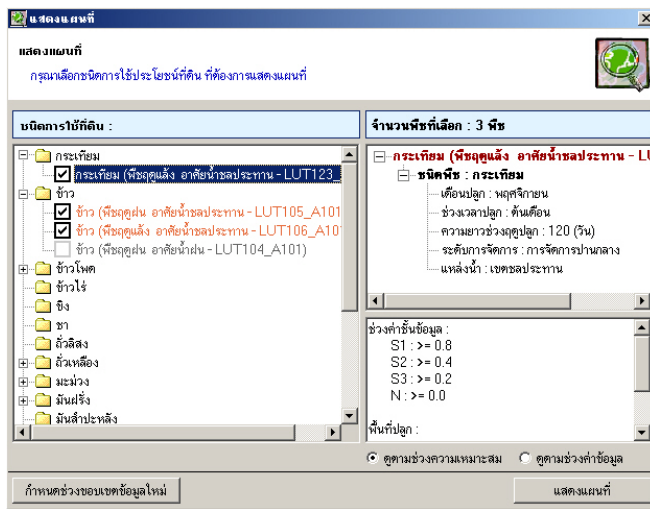


รูปที่ 4-7 กำหนดปัจจัยวินิจฉัยสำหรับแต่ละพืช

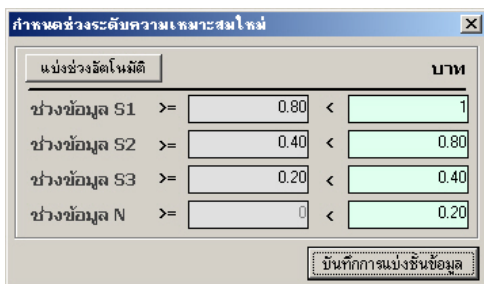


รูปที่ 4-8 หน้าต่างแก้ไขช่วงค่าต่ำสุดและสูงสุดของความต้อการปัจจัยสำหรับพืช

หน้าต่างต่อมาเป็นหน้าต่างสำหรับกำหนดค่าถ่วงน้ำหนัก (รูปที่ 4-9) ระบบจะแสดงรายการปัจจัยวินิจฉัยที่ผู้ใช้เลือกพร้อมทั้งค่าถ่วงน้ำหนัก ผู้ใช้จะต้องกำหนดค่าถ่วงน้ำหนักแสดงความสำคัญของแต่ละปัจจัยวินิจฉัย โปรแกรมจะแสดงค่าถ่วงน้ำหนักเป็นค่าตั้งต้น (Default) ผู้ใช้สามารถทำการแก้ไขเปลี่ยนแปลงได้ตามความเหมาะสม (รูปที่ 4-10) โดยกดปุ่ม **กำหนดค่าถ่วงน้ำหนัก** การกำหนดค่าถ่วงน้ำหนักสามารถทำได้เป็นลำดับขั้น โดยระดับที่ 1 เป็นการถ่วงน้ำหนักตามความต้องการของประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ ความเหมาะสมด้านพืช ความเหมาะสมด้านการจัดการ และความเหมาะสมด้านการอนุรักษ์ ระบบจะกำหนดค่าตั้งต้นไว้ที่ 0.6, 0.2 และ 0.2 ตามลำดับ ในระดับที่ 2 เป็นการถ่วงน้ำหนักในระดับสมบัติที่ดินในแต่ละกลุ่มความต้องการ ซึ่งผลรวมค่าถ่วงน้ำหนักของสมบัติที่ดินของแต่ละระดับจะต้องได้เท่ากับ 1.0 หากมีการเปลี่ยนแปลงใดๆ ที่ทำให้ผลรวมค่าถ่วงน้ำหนักไม่เท่ากับ 1.0 ระบบจะไม่ทำการประเมินคุณภาพที่ดิน

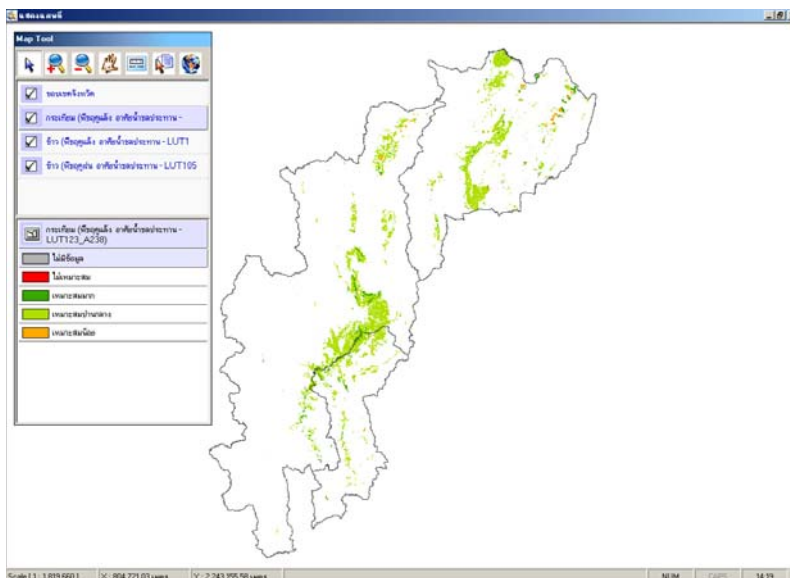


รูปที่ 4-11 การเลือกชนิดพืชที่ต้องการแสดงเป็นแผนที่ตามช่วงความเหมาะสมหรือตามช่วงค่าข้อมูล

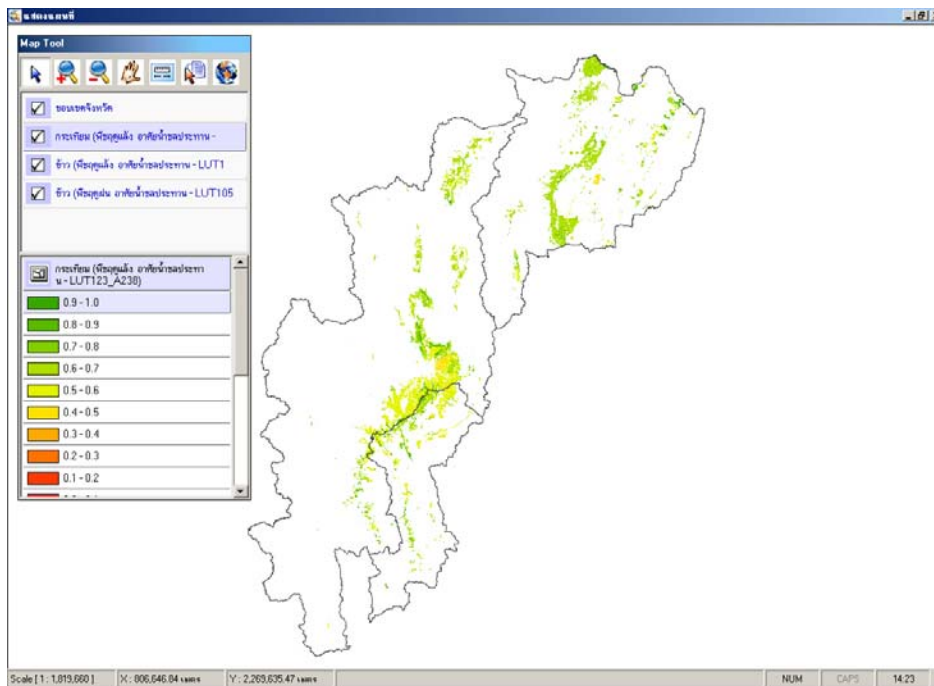


รูปที่ 4-12 หน้าต่างสำหรับแบ่งช่วงระดับความเหมาะสมใหม่

เมื่อเลือกพืชและชนิดแผนที่ที่แสดงเรียบร้อยแล้ว แผนที่ที่ปรากฏขึ้นดังรูปที่ 4-13 สำหรับการแสดงแผนที่ตามช่วงความเหมาะสม และรูปที่ 4-14 สำหรับการแสดงแผนที่ตามช่วงค่าข้อมูล

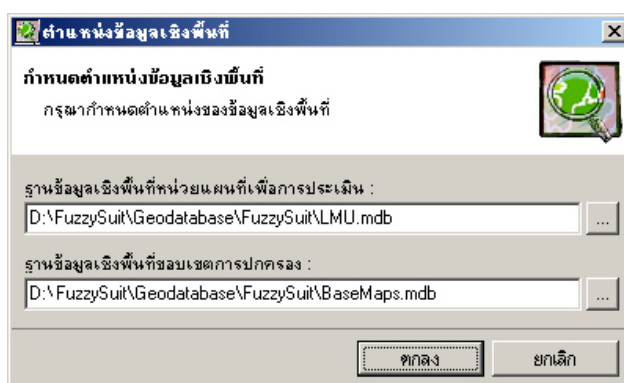


รูปที่ 4-13 แผนที่แบบร่างแสดงความเหมาะสมเชิงกายภาพเป็น 4 ระดับความเหมาะสม



รูปที่ 4-14 แผนที่แบบร่างแสดงผลการประเมินความเหมาะสมเชิงกายภาพ 10 ช่วงชั้นค่าข้อมูล

หากมีการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งของฐานข้อมูลไว้ตำแหน่งอื่นนอกเหนือไปจากตำแหน่งที่ติดตั้งโปรแกรม ผู้ใช้ต้องทำการกำหนดตำแหน่งฐานข้อมูลไปยังตำแหน่งใหม่ โดยการเลือกเมนู **คุณภาพที่ดินกายภาพ** เลือก **กำหนดตำแหน่งข้อมูล** ปรากฏหน้าต่างสำหรับการกำหนดตำแหน่งของฐานข้อมูลหน่วยแผนที่เพื่อการประเมินและฐานข้อมูลขอบเขตการปกครอง ดังรูปที่ 4-15

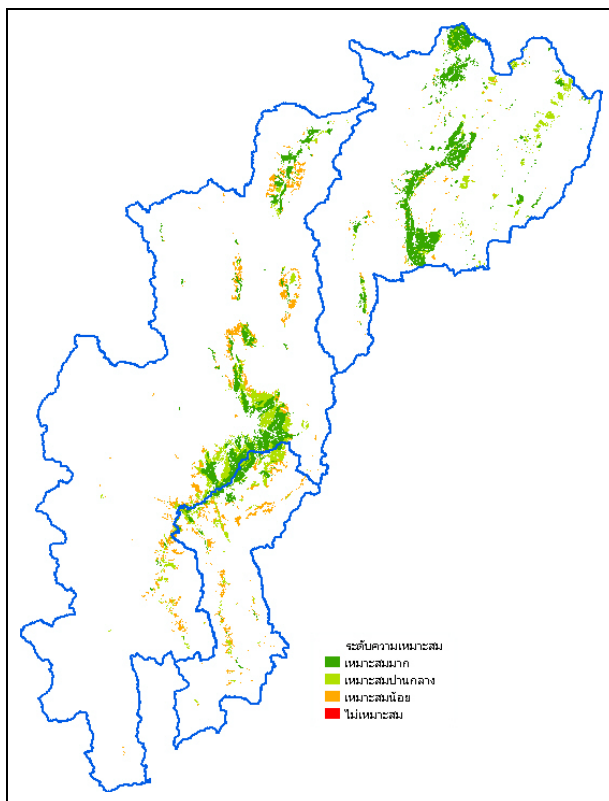


รูปที่ 4-15 การกำหนดตำแหน่งฐานข้อมูล

ผลการประเมินคุณภาพที่ดินเชิงกายภาพ

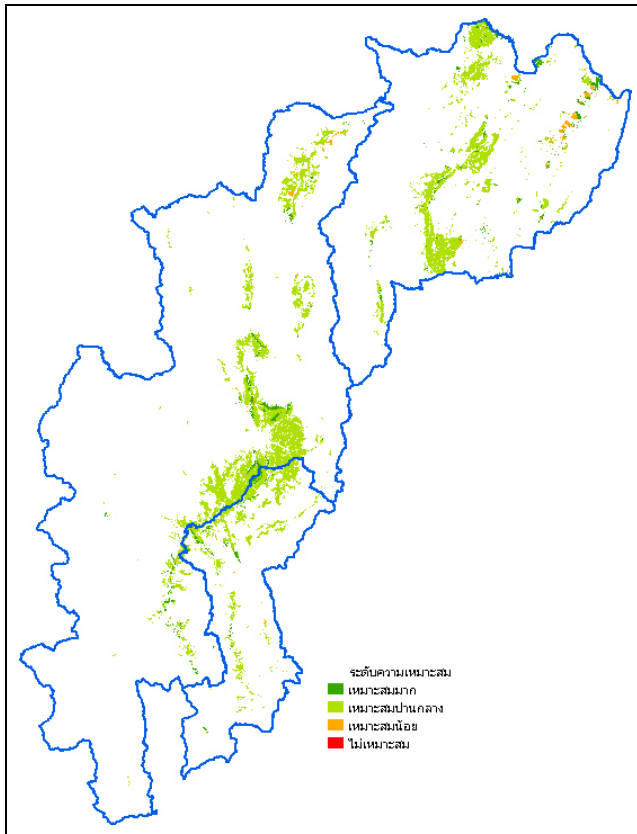
ระบบประเมินคุณภาพที่ดินที่พัฒนาในโครงการวิจัยนี้ มีการคำนวณค่าดัชนีความเหมาะสมที่เป็นค่าต่อเนื่อง ทำให้ลดข้อจำกัดความไม่ต่อเนื่องของข้อมูลในการประเมินคุณภาพที่ดินแบบเดิมได้

ผลการประเมินคุณภาพที่ดินแบบต่อเนื่องที่ได้รับการพัฒนาในโครงการนี้ สามารถให้ผลการประเมินคุณภาพที่ดินได้ดี โดยไม่สูญเสียข้อสนเทศที่มีความต่อเนื่องกันของดัชนีความเหมาะสม พร้อมกันนี้ยังสามารถแสดงข้อมูลในรูปแบบชั้นความเหมาะสม รูปที่ 4-16 เป็นการประเมินความเหมาะสมของการปลูกข้าวนาปี เริ่มปลูกต้นเดือนกรกฎาคม จะเห็นได้ว่าพื้นที่ที่มีความเหมาะสมส่วนใหญ่ตกอยู่ในเขตชลประทานที่มีการจัดการน้ำดี และยังมีความเหมาะสมในพื้นที่ราบของแต่ละจังหวัดลดหลั่นกันไปตามสภาพพื้นที่

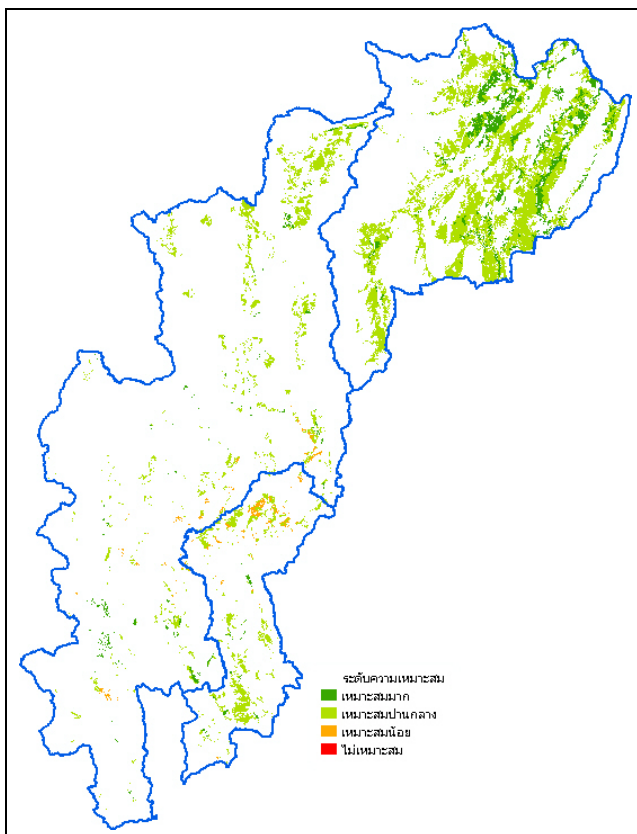


รูปที่ 4-16 แผนที่ระดับความเหมาะสมเชิงกายภาพของที่ดินสำหรับการปลูกข้าว

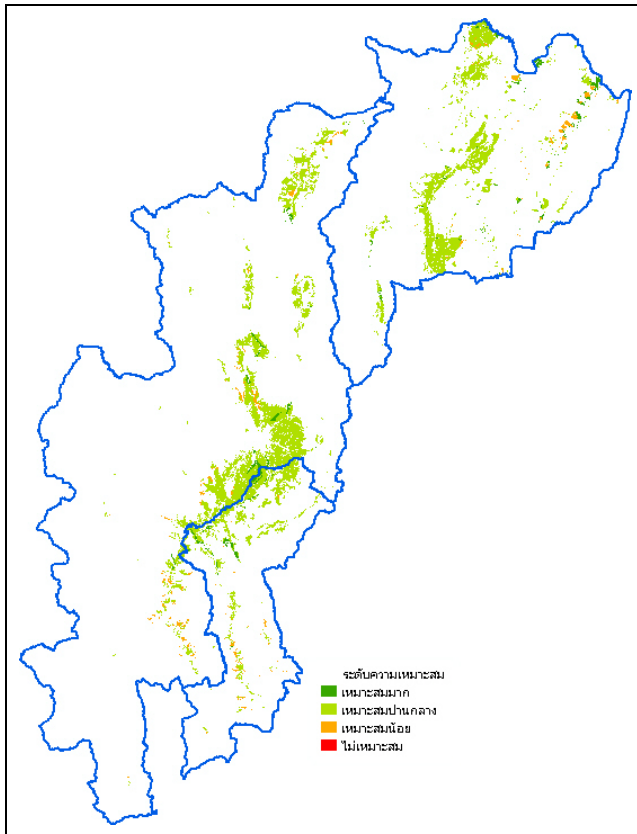
การกำหนดรายละเอียดการจัดการในการผลิตของชนิดการใช้ที่ดินแต่ละประเภท จะส่งผลต่อการประเมินคุณภาพที่ดิน รูปที่ 4-17 แสดงแผนที่ระดับความเหมาะสมของการปลูกกระเทียมในช่วงหลังการเก็บเกี่ยวข้าว โดยเริ่มปลูกตั้งแต่ต้นเดือนพฤศจิกายน มีความยาวช่วงฤดูปลูก 120 วัน ระดับการจัดการปานกลาง ในเขตชลประทาน เป็นต้น นอกจากนี้ระบบยังได้ปรับปรุงการจัดระดับคุณภาพที่ดินแก่พืชเศรษฐกิจที่พบมากในพื้นที่ศึกษาดังตัวอย่างในรูปที่ 4-18 ถึงรูปที่ 4-26



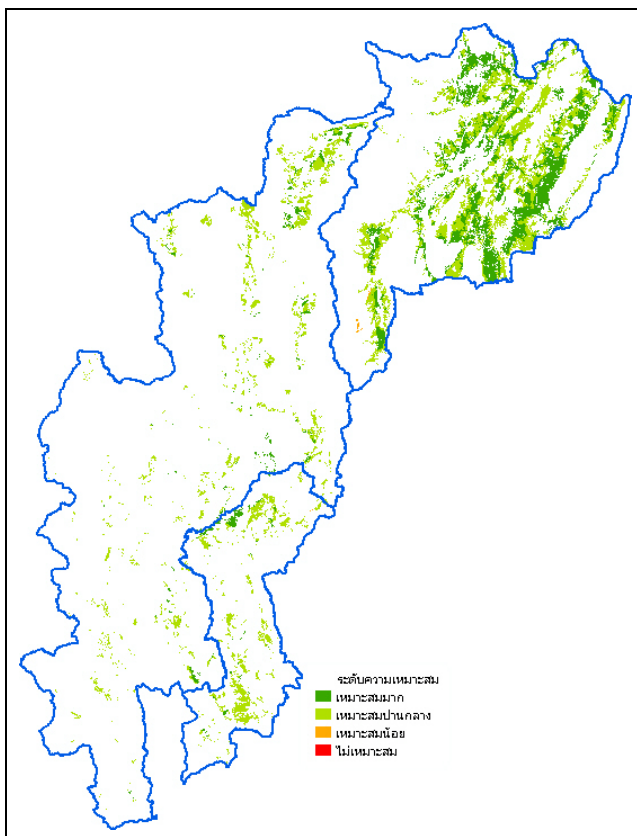
รูปที่ 4-17 แผนที่ระดับความเหมาะสมเชิงกายภาพของที่ดินสำหรับการปลูกกระเทียม



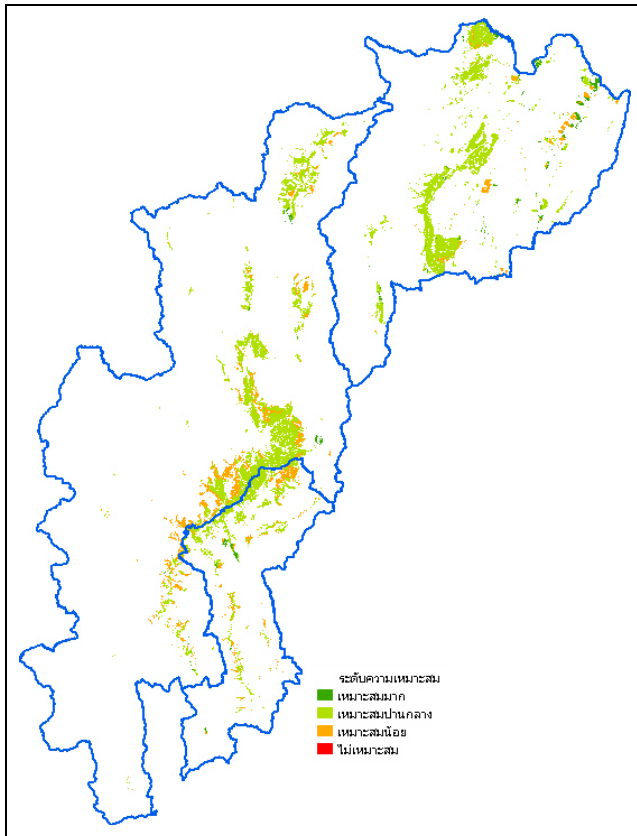
รูปที่ 4-18 แผนที่ระดับความเหมาะสมเชิงกายภาพของที่ดินสำหรับปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ฤดูฝน



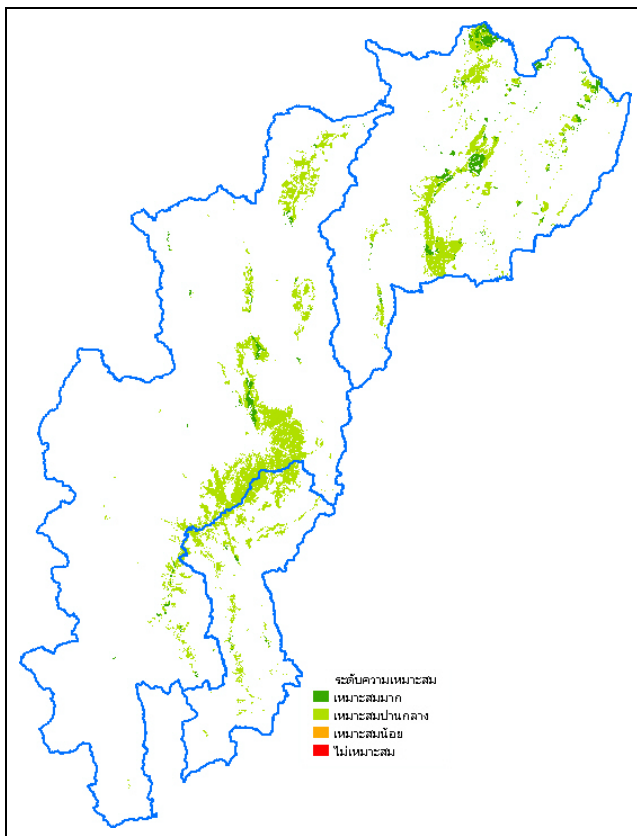
รูปที่ 4-19 แผนที่ระดับความเหมาะสมเชิงกายภาพของที่ดินสำหรับปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ฤดูแล้งเขตชลประทาน



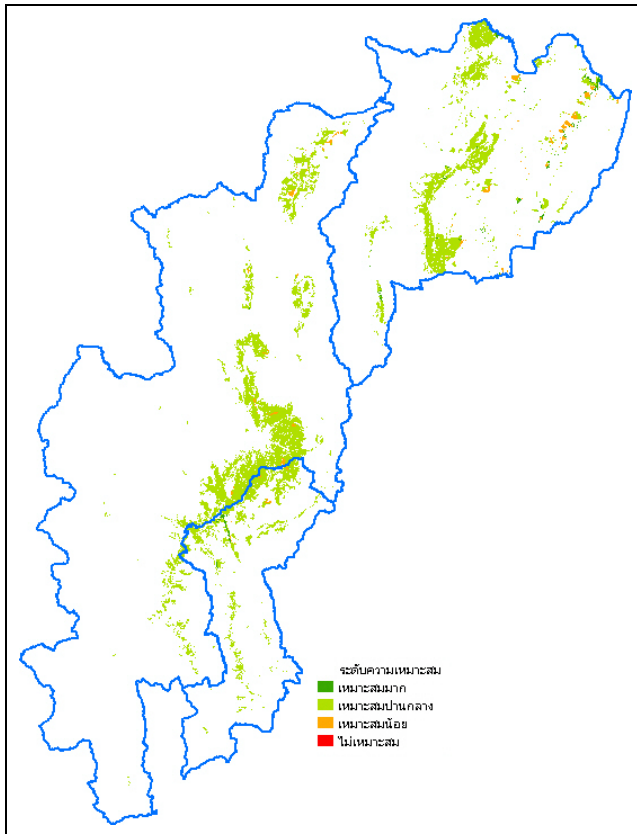
รูปที่ 4-20 แผนที่ระดับความเหมาะสมเชิงกายภาพของที่ดินสำหรับปลูกถั่วเหลืองฤดูฝน



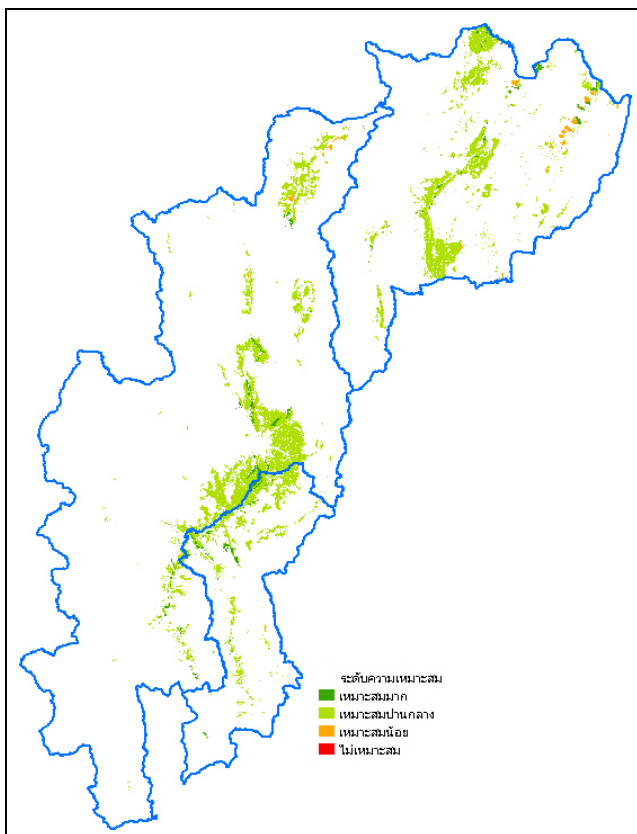
รูปที่ 4-21 แผนที่ระดับความเหมาะสมเชิงกายภาพของที่ดินสำหรับปลูกถั่วเหลืองฤดูแล้งเขตชลประทาน



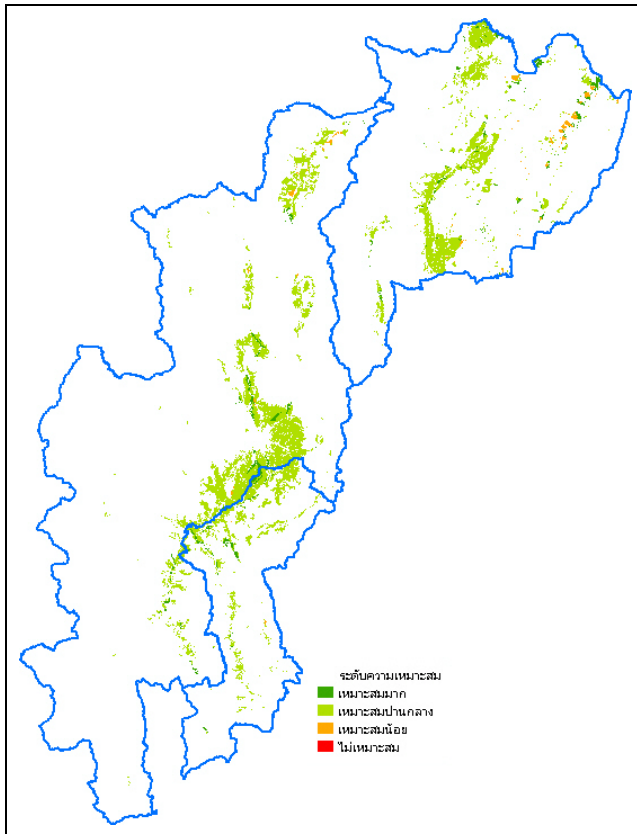
รูปที่ 4-22 แผนที่ระดับความเหมาะสมเชิงกายภาพของที่ดินสำหรับปลูกหอมหัวใหญ่ฤดูแล้งเขตชลประทาน



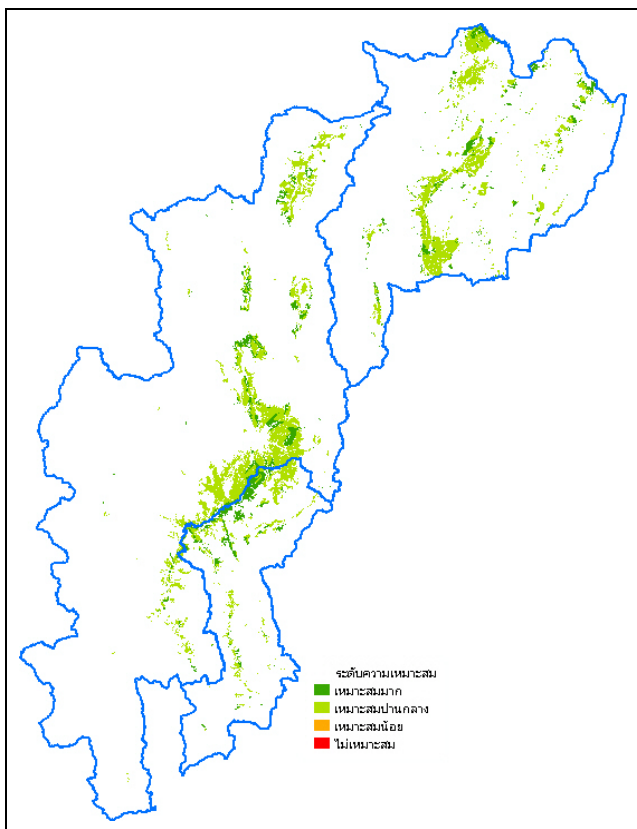
รูปที่ 4-23 แผนที่ระดับความเหมาะสมเชิงกายภาพของที่ดินสำหรับปลูกมันฝรั่งฤดูแล้งเขตชลประทาน



รูปที่ 4-24 แผนที่ระดับความเหมาะสมเชิงกายภาพของที่ดินสำหรับปลูกลำไย



รูปที่ 4-25 แผนที่ระดับความเหมาะสมเชิงกายภาพของที่ดินสำหรับปลูกมะม่วง



รูปที่ 4-26 แผนที่ระดับความเหมาะสมเชิงกายภาพของที่ดินสำหรับปลูกยางพารา

จากแผนที่ความเหมาะสมเชิงกายภาพในตัวอย่างข้างต้น จะพบว่าหลายพื้นที่ที่มีศักยภาพในการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการผลิตพืชได้มากกว่าหนึ่งชนิด การพิจารณาตัดสินใจเลือกการใช้ประโยชน์ที่ดินชนิดใดจึงอาจตัดสินใจได้จากผลตอบแทนทางเศรษฐกิจที่สูงกว่า โดยอาศัยข้อมูลต้นทุนการผลิตและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของแต่ละพืชได้จากผลการสำรวจและวิเคราะห์ผล โดยโครงการประสิทธิภาพการใช้ทรัพยากรดินและน้ำชลประทาน (เบญจพรณ และคณะ, 2548) ซึ่งจะกล่าวรายละเอียดในบทต่อไป

สรุป

การพัฒนาระบบประเมินคุณภาพที่ดินแบบค่าต่อเนื่องได้ประมวลองค์ความรู้ในการประเมินคุณภาพที่ดิน เพื่อเพิ่มความสามารถในการประเมินคุณภาพที่ดินทั้งในด้านกายภาพ โดยยึดหลักการประเมินตามกรอบแนวทางของ FAO องค์ความรู้ของกรมพัฒนาที่ดินที่ได้ทำการศึกษาการประเมินความเหมาะสมของที่ดินสำหรับพืชเศรษฐกิจของประเทศไทย และได้มีการดัดแปลงวิธีการคิดค่าดัชนีคุณภาพที่ดินเพื่อลดปัญหาการสูญเสียข้อสนเทศอันเกิดจากความไม่ต่อเนื่องของข้อมูลที่เป็นผลลัพธ์จากการประเมินคุณภาพ ระบบการประเมินคุณภาพที่ดินเชิงกายภาพที่พัฒนาขึ้นจะทำงานร่วมกับระบบภูมิสารสนเทศ ArcView 9 มีกรอบโต้ตอบกับผู้ใช้เป็นภาษาไทย การทำงานเป็นลำดับขั้นตอน และมีการเก็บรวบรวมองค์ความรู้ไว้ในฐานข้อมูลเพื่อเป็นค่าตั้งต้นสำหรับผู้ใช้ที่ยังไม่เคย สามารถแสดงแผนที่แบบร่างได้ในระบบ และนำข้อมูลแผนที่ไปใช้ร่วมกับข้อมูลอื่นได้ในระบบ รสทก.

เอกสารอ้างอิง

บัณฑิต ต้นศิริ และ คำรณ ไทรฟัก. 2542. คู่มือการประเมินคุณภาพที่ดิน. กองวางแผนการใช้ที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

เบญจพรณ เอกะสิงห์, กุศล ทองงาม, อัญญา พรหมบุรณย์, ศุภกิจ สิ้นไชยกุล และ นฤมล ทินราช.

2548. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ โครงการวิจัยระบบสนับสนุนการวางแผนจัดการทรัพยากรเพื่อการเกษตรและการบริการ ระยะที่ 1 ภาคเหนือตอนบน: ประสิทธิภาพการใช้ทรัพยากรดินและน้ำชลประทาน. เชียงใหม่: ศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ประภัสสร พันธสมพงษ์ และ เมธี เอกะสิงห์. 2548. แบบจำลองฐานข้อมูลภูมิสารสนเทศของดินเพื่อการจัดการทรัพยากร. ใน เมธี เอกะสิงห์ และคณะ. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ โครงการวิจัยระบบสนับสนุนการวางแผนจัดการทรัพยากรเพื่อการเกษตรและการบริการ ระยะที่ 1 ภาคเหนือตอนบน: การใช้ทรัพยากรและระบบสนับสนุนการตัดสินใจ (ระบบกลาง). เชียงใหม่: ศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. น.37-50.

- พันธ์ ขำเกลี้ยง. 2547. คู่มือการจำแนกระดับความต้องการปัจจัยสำหรับพืชเศรษฐกิจรายพันธุ์. เอกสารวิชาการเลขที่ 07/01/47. ส่วนวางแผนการใช้ที่ดินที่ 1 สำนักสำรวจดินและวางแผนการใช้ที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- เมธี เอกะสิงห์ และ วัฒนา พัฒนถาวร. 2548. ฐานข้อมูลภูมิสารสนเทศแหล่งน้ำชลประทานและพื้นที่รับน้ำในภาคเหนือตอนบน. ใน เมธี เอกะสิงห์ และคณะ. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ โครงการวิจัยระบบสนับสนุนการวางแผนจัดการทรัพยากรเพื่อการเกษตรและการบริการ ระยะที่ 1 ภาคเหนือตอนบน: การใช้ทรัพยากรและระบบสนับสนุนการตัดสินใจ (ระบบกลาง). เชียงใหม่: ศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. น.141-174.
- เมธี เอกะสิงห์, ชัญชัย แสงชโยสวัสดิ์, ปิ่นเพชร สกลส่องบุญศิริ, วรวิรุภรณ์ วีระจิตต์ และ ประภัสสร พันธสมพงษ์. 2548. การจัดทำฐานข้อมูลภูมิสารสนเทศพื้นฐานเพื่อสนับสนุนการจัดการทรัพยากร. ใน เมธี เอกะสิงห์ และคณะ. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ โครงการวิจัยระบบสนับสนุนการวางแผนจัดการทรัพยากรเพื่อการเกษตรและการบริการ ระยะที่ 1 ภาคเหนือตอนบน: การใช้ทรัพยากรและระบบสนับสนุนการตัดสินใจ (ระบบกลาง). เชียงใหม่: ศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. น.13-36.
- Ahamed, T.R.N., K. G. Rao, and J.S.R. Murthy. 2000. GIS-based fuzzy membership model for crop-land suitability analysis. *Agricultural Systems* 63: 75-95.
- Baja, S., D.M. Chapman, and D. Dragovich. 2002. A conceptual model for defining and assessing land management units using a fuzzy modeling approach in GIS environment. *Environmental Management* 29(5): 647-661.
- Burrough, P.A. 1989. Fuzzy mathematical methods for soil survey and land evaluation. *Journal of Soil Science* 40(8): 477-492.
- FAO. 1976. A Framework for Land Evaluation. Soil Bulletin 32. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Malczewski, J. 2004. GIS-based land-use based suitability analysis: a critical overview. *Progress in Planning* 62: 3-65.
- Malczewski, J. 1999. GIS and Multicriteria Decision Analysis. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Robinson, V.B. 2003. A perspective on the fundamentals of fuzzy sets and their in geographic information systems. *Transactions in GIS* 7: 3-30.

- Sicat, S.R., E.J.M. Carranza, and U.B. Nidumolu. 2005. Fuzzy modeling of farmer's knowledge for land suitability classification. *Agricultural Systems* 83: 49-75.
- Wang, F., G.B. Hall, and Subaryono. 1990. Fuzzy information and processing in conventional GIS software: database design and application. *International Journal Geographical Information System* 4: 261-283.

ระบบประเมินความเหมาะสมเชิงเศรษฐกิจของที่ดิน

เฉลิมพล สำราญพงษ์¹ เมธี เอกะสิงห์² และ เบญจพรรณ เอกะสิงห์³

คำนำ

การประเมินคุณภาพที่ดินเชิงกายภาพเป็นค่าต่อเนื่องในโครงการ “ระบบสนับสนุนการวางแผนจัดการทรัพยากรเพื่อการเกษตรและการบริการ ระยะที่ 1 ภาคเหนือตอนบน: การใช้ทรัพยากรและระบบสนับสนุนการตัดสินใจ (ระบบกลาง)” ได้พัฒนาวิธีการมาจากกรอบการประเมินคุณภาพที่ดินของ FAO (FAO, 1976) เพื่อลดการสูญเสียข้อสนเทศที่ได้จากการประเมินคุณภาพที่ดินในระบบภูมิสารสนเทศ ในกระบวนการดังกล่าวผู้ประเมินจะต้องระบุชนิดการใช้ที่ดิน (Land Utilization Type, LUT) ซึ่งเป็นทางเลือกในการใช้ที่ดินแต่ละชนิดอันประกอบด้วยระบบการปลูกพืช ช่วงเวลาปลูก วิธีการจัดการ และแหล่งน้ำ แล้วจึงทำการประเมินคุณภาพที่ดินโดยเปรียบเทียบสมบัติทางกายภาพของที่ดิน เช่น สมบัติของดิน ภูมิอากาศ สภาพพื้นที่ และทรัพยากรน้ำของหน่วยแผนที่ กับความต้องการของแต่ละประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน (Land Use Requirement, LUR) แต่ละหน่วยแผนที่จะได้รับค่าคะแนนความเหมาะสมที่แตกต่างกันตามความเหมาะสมเชิงกายภาพของที่ดิน ดังปรากฏในรายงานบทที่ผ่านมา

การประเมินความเหมาะสมของที่ดินเชิงกายภาพเพียงอย่างเดียว อาจไม่สามารถให้ข้อมูลเพียงพอสำหรับประกอบการตัดสินใจเลือกประเภทการใช้ที่ดิน เนื่องจากข้อจำกัดบางประการของที่ดินสามารถแก้ไขได้ถ้ามีการลงทุนปรับปรุงที่ดิน นอกจากนี้เป้าหมายในการผลิตต้นทุนการผลิตและราคาผลผลิตมีลักษณะเป็นพลวัต ซึ่งจะมีผลกระทบต่อผลตอบแทนจากการใช้ประโยชน์ที่ดินและกระบวนการตัดสินใจวางแผนการใช้ประโยชน์ที่ดิน ดังนั้นจึงมีความจำเป็นต้องทำการประเมินความเหมาะสมในเชิงเศรษฐกิจของที่ดิน (Rossiter, 1995)

การประเมินคุณภาพที่ดินเชิงเศรษฐกิจเป็นการคาดการณ์ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจสุทธิในระบบการผลิตอย่างใดอย่างหนึ่ง โดยทั่วไปเกษตรกรมีความต้องการที่จะได้รับผลตอบแทนสูงสุดจากการใช้ที่ดินแต่ละชนิดด้วยปัจจัยการผลิตที่ต่ำที่สุด (Dent and Young, 1981) อย่างไรก็ตามเป้าหมายในการใช้ประโยชน์ที่ดินของเกษตรกรยังมีความแตกต่างกัน เช่น ในระบบการผลิตเพื่อการยังชีพ เป้าหมายที่สำคัญของเกษตรกรคือความมั่นคงด้านอาหาร ในขณะที่ระบบการผลิตใน

¹ ศุนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

² ภาควิชาปฐพีศาสตร์และอนุรักษศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

³ ภาควิชาเศรษฐศาสตร์เกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

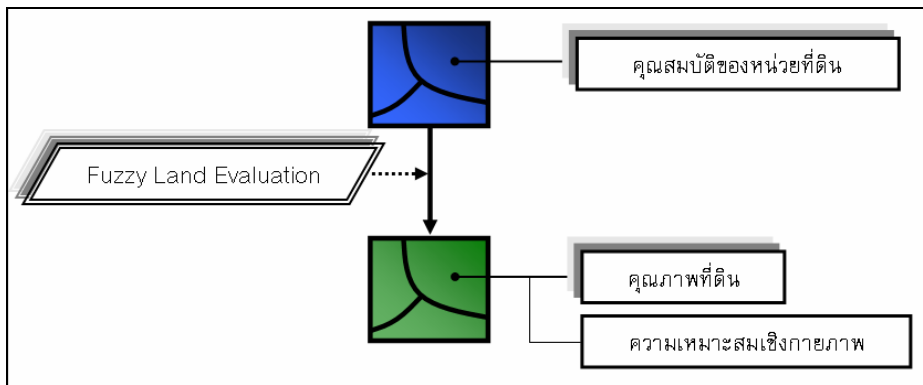
เชิงธุรกิจ เป้าหมายหลักได้แก่ผลกำไรสูงสุดจากการลงทุน การประเมินผลตอบแทนเชิงเศรษฐกิจ จึงเป็นวิธีการที่ช่วยในการเปรียบเทียบศักยภาพของที่ดินและการใช้ที่ดิน

ข้อจำกัดของที่ดินในแง่การผลิตพืชสามารถจัดหรือบรรเทาได้ด้วยการเพิ่มปัจจัยการผลิต บางประการ การปรับปรุงคุณภาพที่ดินสามารถแบ่งได้ 2 ระดับคือ การปรับปรุงมาก (Major land improvements) และการปรับปรุงน้อย (Minor land improvements) ตัวอย่างการปรับปรุงมาก ได้แก่ การแก้ไขปัญหาระบายน้ำท่วมขังหรือระบบการให้น้ำ เป็นต้น การปรับปรุงที่ดินระดับนี้ มีการลงทุนสูง แต่สามารถให้ประโยชน์ในระยะยาว สำหรับการปรับปรุงน้อย เช่น การไถปรับพื้นที่ การใส่ปุ๋ยและปุ๋ยในพื้นที่ขาดความอุดมสมบูรณ์ เป็นการปรับปรุงที่ดินที่ต้องทำทุกปี ค่าปรับปรุงที่ดินเป็นต้นทุนผันแปรของระบบการผลิต ผลตอบแทนที่ได้ขึ้นอยู่กับปริมาณผลผลิตและราคาผลผลิต (Rossiter, 1995)

การประเมินดังกล่าวอาจทำได้แบบอัตโนมัติโดยดำเนินการต่อเนื่องจากการประเมินทางกายภาพด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป เช่น ALES (Rossiter, 1990) หรือดำเนินการโดยวิธีการวิเคราะห์แบบหลายหลักเกณฑ์ (Tiwalli et al., 1999) อย่างไรก็ตาม ระบบดังกล่าวยังขาดการพัฒนาระบบประเมินความเหมาะสมเชิงเศรษฐกิจที่ทำงานร่วมกับระบบ GIS รวมทั้งขาดส่วนโต้ตอบกับผู้ใช้เป็นภาษาไทยในการนำเข้าข้อมูลต้นทุนการผลิต การปรับปรุงที่ดิน และราคาผลผลิตที่มีลักษณะเชิงพลวัต เพื่อวิเคราะห์และแสดงผลลัพธ์ในรูปแบบที่ระดับความเหมาะสมเชิงเศรษฐกิจของที่ดิน รายงานฉบับนี้จะแสดงรายละเอียดการพัฒนาระบบประเมินคุณภาพที่ดินเชิงเศรษฐกิจสำหรับใช้ประโยชน์เป็นระบบสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อวางแผนการจัดการทรัพยากรเกษตร

วิธีการ

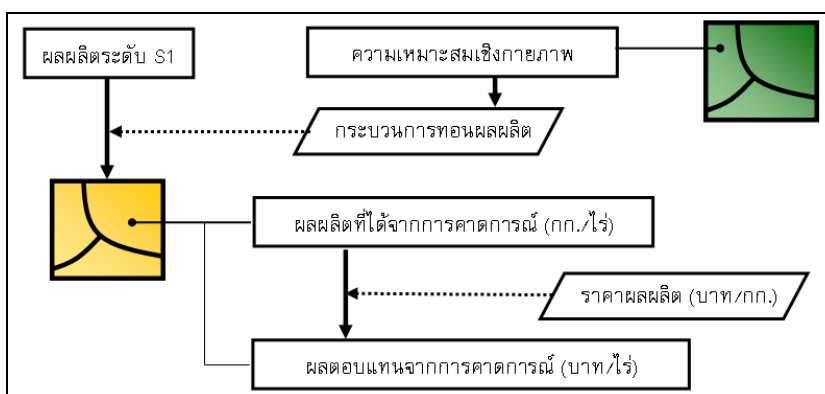
การประเมินคุณภาพที่ดินอาศัยสมบัติทางกายภาพและเคมีของดิน รวมทั้งสมบัติด้านภูมิประเทศและภูมิอากาศ เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบกับความต้องการด้านการใช้ที่ดินของแต่ละชนิดการใช้ที่ดิน (รูปที่ 5-1) เนื่องจากสมบัติของหน่วยที่ดิน (Land Characteristic, LC) แต่ละชนิดมีความแตกต่างกันจนไม่สามารถนำมาวิเคราะห์ร่วมกันได้ จึงจำเป็นต้องอาศัยการแปลงค่าสมบัติของที่ดินแต่ละชนิดเป็นค่าคุณภาพที่ดิน (Land Quality, LQ) เพื่อนำมาใช้ในการคำนวณค่าความเหมาะสมสำหรับการใช้ที่ดินในแต่ละชนิด โดยมีหลักเกณฑ์และวิธีการตามรายงานในบทที่ผ่านมา (เฉลิมพลและเมธี, 2548)



รูปที่ 5-1 หลักการประเมินคุณภาพที่ดินเชิงกายภาพ

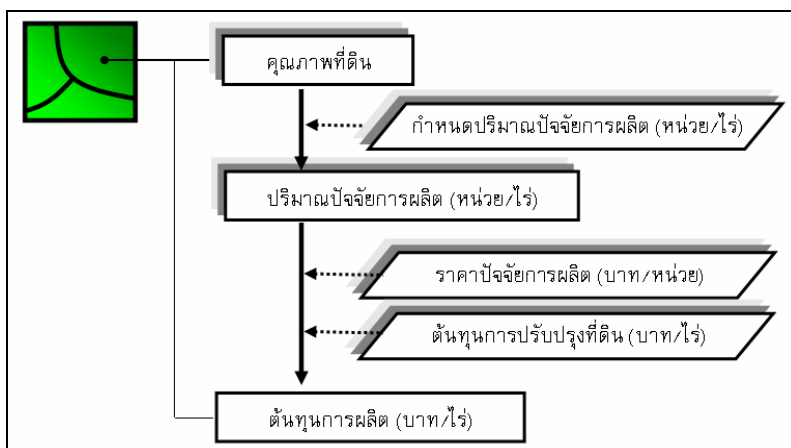
การพัฒนาวิธีการประเมินคุณภาพที่ดินเชิงเศรษฐกิจอาศัยหลักการของ Dent and Young (1981) และ Rossiter (1995) ซึ่งเปรียบเทียบทางเลือกของการใช้ที่ดินจากวิธีการวิเคราะห์ผลกำไรสุทธิ (Net Margin Analysis) การกำหนดชนิดการใช้ที่ดินจำเป็นต้องระบุระดับของการจัดการซึ่งสัมพันธ์กับต้นทุนที่จะต้องลงไปในการใช้ที่ดินและผลผลิตที่ได้จากการใช้ที่ดินตลอดทั้งปี โดยมีหน่วยการเปรียบเทียบเป็นบาทต่อไร่ต่อปี งานวิจัยนี้ได้ออกแบบฐานข้อมูลทางเศรษฐกิจที่ได้จากการสำรวจข้อมูลของโครงการ “ประสิทธิภาพการใช้ทรัพยากรดินและน้ำชลประทาน” (เบญจพรหม และคณะ, 2548) ให้อยู่ในฐานข้อมูลที่สามารถเชื่อมโยงกับชนิดการใช้ที่ดิน ซึ่งประกอบด้วยผลผลิตเฉลี่ยในพื้นที่ปลูกหลัก ราคาผลผลิต ปริมาณและราคาของต้นทุนการผลิต จำนวนแรงงานและค่าจ้างแรงงาน ตลอดจนค่าลงทุนอื่นๆ เช่น ค่าเสื่อมราคาเครื่องจักร ค่าใช้/เช่าที่ดิน เป็นต้น

ที่ดินแต่ละหน่วยแผนที่ (Land Mapping Unit, LMU) มีระดับความเหมาะสมเชิงกายภาพแตกต่างกัน ระดับความเหมาะสมดังกล่าวจะถูกนำมาใช้ในการลดทอนผลผลิต (Rossiter, 1990) เพื่อสร้างเป็นแผนที่ผลผลิตตามการคาดการณ์ซึ่งมีหน่วยเป็นกิโลกรัมผลผลิต/ไร่ เมื่อนำราคาผลผลิตมาคูณปริมาณผลผลิตที่คาดการณ์ไว้ จะทำให้แต่ละหน่วยมีข้อมูลผลตอบแทนที่ได้จากการคาดการณ์ (รูปที่ 5-2)



รูปที่ 5-2 การคาดการณ์ผลผลิตและผลตอบแทนในแต่ละหน่วยแผนที่

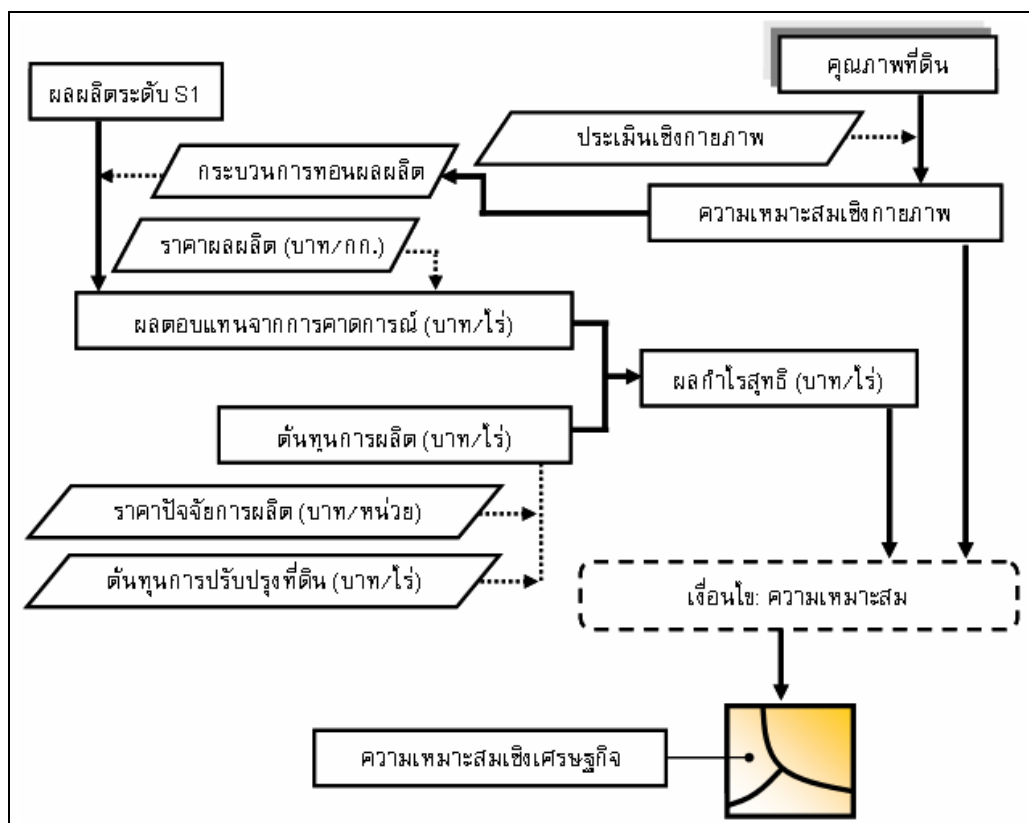
ชนิดการใช้ที่ดินและคุณภาพที่ดินที่แตกต่างกันจะเป็นตัวกำหนดปริมาณปัจจัยการผลิตแต่ละปัจจัยตามความต้องการของแต่ละ LUT หน่วยแผนที่ดินที่มีคุณภาพที่ดินต่ำย่อมต้องการปัจจัยการผลิตที่สูงขึ้น ทั้งในแง่ของการปรับปรุงเพื่อการผลิตเพิ่มผลผลิต การจัดการ และมาตรการอนุรักษ์ เพื่อให้หน่วยที่ดินมีผลผลิตเพิ่มขึ้นโดยไม่ทำลายสิ่งแวดล้อม ปัจจัยการผลิตที่เพิ่มขึ้นต้องการการลงทุนที่สูงขึ้น ต้นทุนการผลิตบางตัวได้รับการคำนวณค่าเพื่อคิดเป็นต้นทุนรายปี เช่น ค่าเสื่อมราคาเครื่องจักร เป็นต้น ซึ่งปัจจัยดังกล่าวจะส่งผลต่อผลตอบแทนที่ได้จากการผลิตตามชนิดการใช้ที่ดินที่กำหนด (รูปที่ 5-3)



รูปที่ 5-3 การคำนวณต้นทุนการผลิต

การประเมินคุณภาพที่ดินเชิงเศรษฐกิจดำเนินการหลังจากการประเมินความเหมาะสมเชิงกายภาพ การคาดการณ์ผลตอบแทนที่ได้จากการผลิตและต้นทุนการผลิตของการใช้ที่ดินแต่ละชนิด ระบบสามารถประมาณผลกำไรสุทธิ (บาท/ไร่) ของแต่ละหน่วยแผนที่ดินภายใต้เงื่อนไขการประเมินความเหมาะสมเชิงเศรษฐกิจ ส่วนการจัดระดับความเหมาะสมเชิงเศรษฐกิจนั้นขึ้นอยู่กับระดับความพึงพอใจที่เป็นเป้าประสงค์ของผู้ใช้ที่ดิน อย่างไรก็ตาม ขั้นที่ไม่เหมาะสมเชิงเศรษฐกิจขึ้นอยู่กับปัจจัย 2 ประการ คือ (1) เป็นพื้นที่ที่ไม่มีความเหมาะสมเชิงกายภาพสำหรับชนิดการใช้ที่ดินนั้น หรือ (2) เป็นพื้นที่ที่ไม่ได้รับผลตอบแทนทางเศรษฐกิจที่คุ้มค่า ซึ่งวัดได้จากผลตอบแทนสุทธิ (Net return) หรือมูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value, NPV) จากนั้นจึงทำการจัดชั้นความเหมาะสมเชิงเศรษฐกิจตามช่วงค่าของผลตอบแทนสุทธิที่ได้จากการใช้ที่ดินแต่ละหน่วยที่ดิน (รูปที่ 5-4)

จากแผนที่ความเหมาะสมเชิงกายภาพในตัวอย่างข้างต้น จะพบว่าหลายพื้นที่ที่มีศักยภาพในการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการผลิตพืชได้มากกว่าหนึ่งชนิด การพิจารณาตัดสินใจเลือกการใช้ประโยชน์ที่ดินชนิดใดจึงอาจตัดสินได้จากผลตอบแทนทางเศรษฐกิจที่สูงกว่า ข้อมูลผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของแต่ละพืชได้จากผลการสำรวจและวิเคราะห์ผลโดยโครงการประสิทธิภาพการใช้ทรัพยากรดินและน้ำชลประทาน (เบญจพรพรณ และคณะ, 2548) และถูกนำมาใช้ในการคาดการณ์ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจที่จะได้จากการใช้ที่ดินตามศักยภาพการผลิต

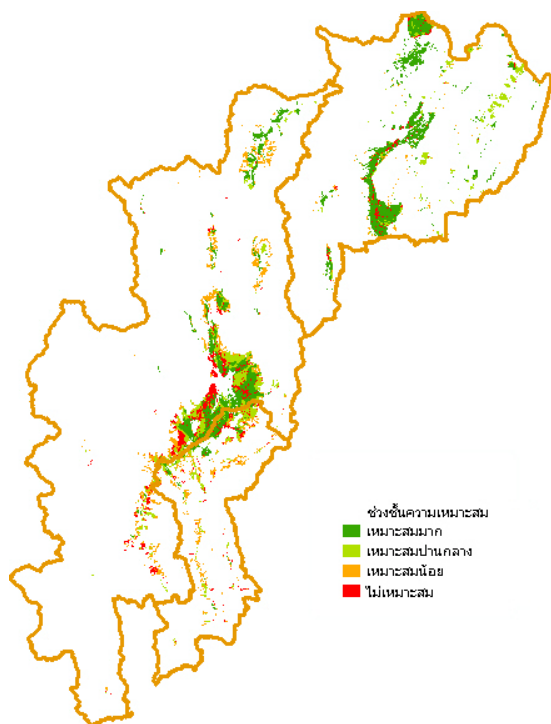


รูปที่ 5-4 การประเมินคุณภาพที่ดินเชิงเศรษฐกิจ

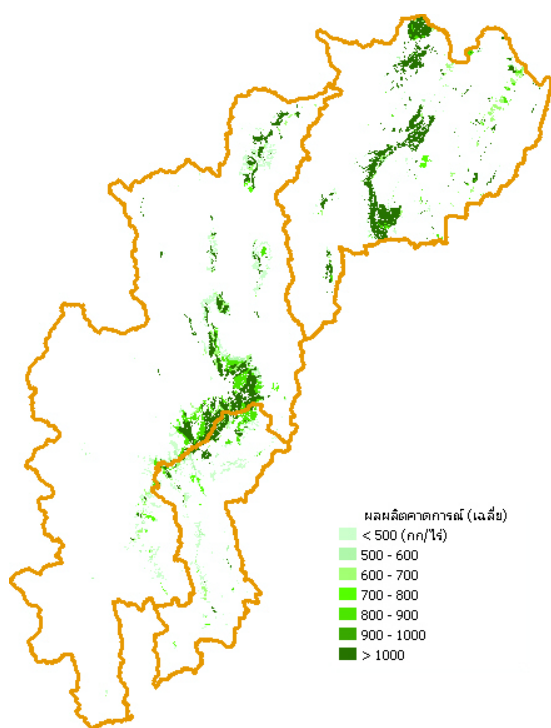
เพื่อความสะดวกในการประเมินความเหมาะสมเชิงเศรษฐกิจแบบอัตโนมัติ จึงได้พัฒนาระบบประเมินความเหมาะสมเชิงเศรษฐกิจของที่ดิน (EconSuit) ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ได้รับการออกแบบให้สามารถใช้ฟังก์ชันของระบบภูมิสารสนเทศ ArcGIS9.0 เพื่อทำการเลือกพื้นที่เป้าหมายนำเข้าและแก้ไขข้อมูลต้นทุนของปัจจัยการผลิต ราคาของปัจจัยการผลิตและผลผลิต ประเมินผลตอบแทนสุทธิของแต่ละหน่วยที่ดิน และแสดงผลการประเมินพร้อมทั้งข้อมูลอ้างอิงในรูปแบบที่

ผลการศึกษา

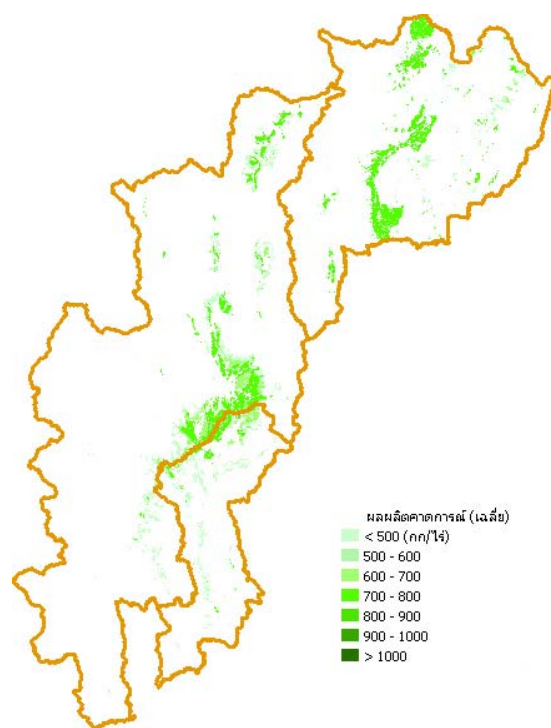
ในการประเมินผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ ระบบต้องการการประมาณค่าผลผลิตที่คาดว่าจะได้รับจากแผนที่ความเหมาะสมเชิงกายภาพ โดยอาศัยหลักการทอนผลผลิตที่เหมาะสม (S1 yield) ลงไปตามชั้นความเหมาะสม รูปที่ 5-5 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างดัชนีความเหมาะสมทางกายภาพและผลผลิตที่ประมาณการณ่ว่าจะได้จากการปลูกข้าวเจ้าและข้าวเหนียวนาปรังในพื้นที่ศึกษา สำหรับรูปที่ 5-6 แสดงการเปรียบเทียบผลผลิตลำไยที่ได้จากการคาดการณ์จากความเหมาะสมเชิงกายภาพที่ระดับการจัดการต่างกัน



(ก) ระดับความเหมาะสมเชิงกายภาพของที่ดินสำหรับข้าวนาปรัง

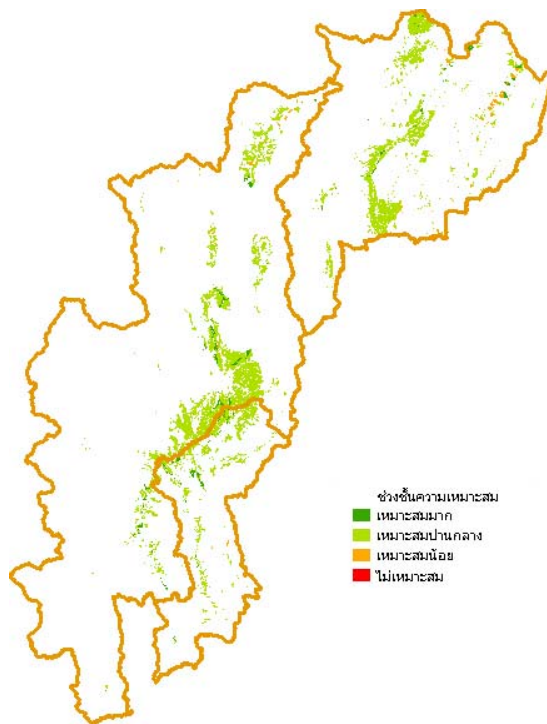


(ข) ผลผลิตประมาณการของข้าวจ้าวนาปรัง

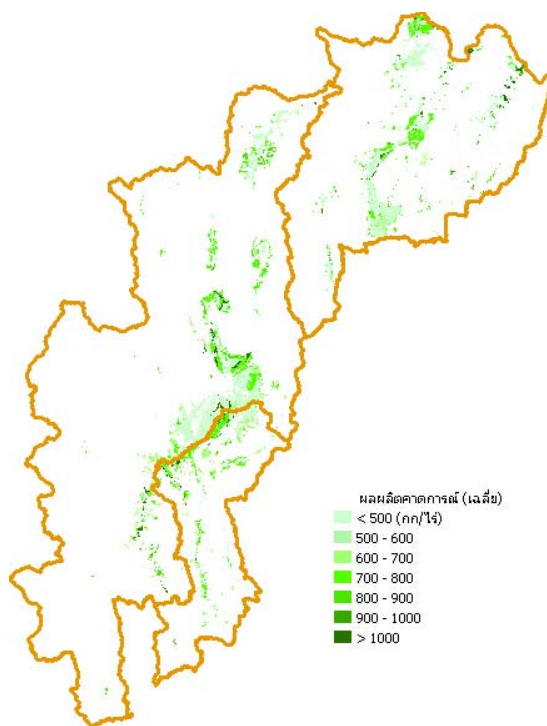


(ค) ผลผลิตประมาณการของข้าวเหนียวนาปรัง

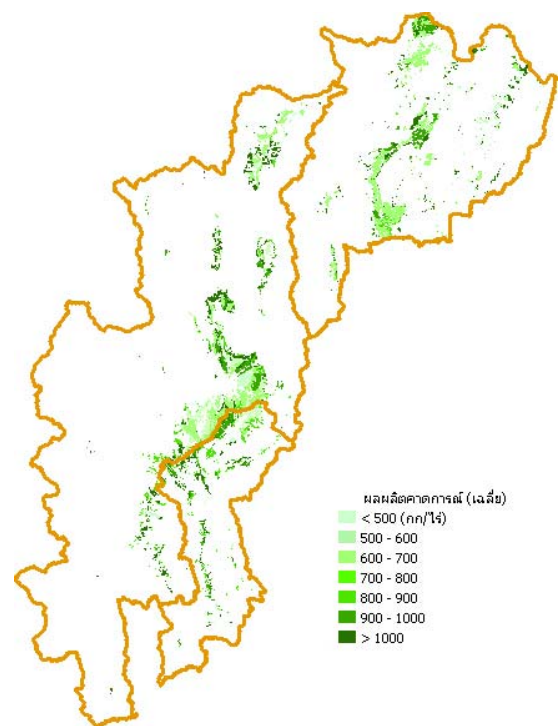
รูปที่ 5-5 ระดับความเหมาะสมเชิงกายภาพและผลผลิตประมาณการของข้าวนาปรัง



(ก) ระดับความเหมาะสมเชิงกายภาพของที่ดินสำหรับปลูกลำไย



(ข) ผลผลิตประมาณการณ์เมื่อจัดการระดับปานกลาง



(ค) ผลผลิตประมาณการณ์เมื่อจัดการระดับสูง

รูปที่ 5-6 ความเหมาะสมเชิงกายภาพและผลผลิตประมาณการณ์ของลำไยที่ระดับการจัดการระดับต่างๆ