ระบบสนับสนุนการตัดสินใจการผลิตข้าว : แนวคิดและหลักการ

เมธี เอกะสิงห์ [1]
พนมศักดิ์ พรหมบุรมย์ [2]
อรรถชัย จินตะเวช [1]
และ ศักดิ์ดา จงแก้ววัฒนา[3]

คำนำ

การปรับกลยุทธ์การผลิตข้าวในแหล่งเพาะปลูกที่สำคัญของประเทศเป็นสิ่งจำเป็น เพื่อตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจและสังคม การขยายการปลูกข้าวคุณภาพในที่ดินที่มีความเหมาะสมและการลดพื้นที่เพาะปลูกในเขตที่ไม่เอื้ออำนวยในการผลิต ต่างต้องการความถูกต้องและแม่นยำทั้งในแง่การประเมินผลผลิตและการประมาณพื้นที่เพาะปลูก ระบบข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Information System) และการจำลองระบบการผลิตพืช (crop modeling) สามารถสนองต่อความต้องการข้อมูลลักษณะนี้ได้ นอกจากจะช่วยประเมินความเหมาะสมของพื้นที่ในการผลิตข้าวแล้ว เทคโนโลยีดังกล่าวยังสามารถใช้ทำนายผลผลิตในระดับจังหวัด ภาค หรือประเทศที่ผันแปรในเชิงพื้นที่และเวลา ตามการเปลี่ยนแปลงของภูมิอากาศ สภาพแวดล้อม และระดับการจัดการของเกษตรกร ดังนั้นจึงช่วยให้การกำหนดนโยบายข้าวสามารถใช้ข้อมูลที่มีความแม่นยำและทันเวลามากขึ้น

การประเมินความเหมาะสมของที่ดินดังกล่าวอาจทำได้ 2 วิธีคือ โดยวิธีเชิงคุณภาพ (qualitative method) และวิธีเชิงปริมาณ (quantitative method) วิธีการที่ใช้อยู่ในประเทศไทยในปัจจุบัน (บัณฑิต และ คำรณ, 2538) เป็นวิธีการเชิงคุณภาพที่อิงกรอบการศึกษาของ FAO (1976) วิธีการนี้เริ่มจากการประเมินคุณสมบัติต่างๆ ของที่ดินแต่ละหน่วยแผนที่ดิน แล้วแปลงเป็นคุณภาพของที่ดินในแง่การผลิตพืช เช่น ความสามารถในการลำเลียงน้ำและธาตุอาหารให้แก่พืช การค้ำจุนรากพืช ระดับความเป็นพิษต่อพืช ความสะดวกในการเขตกรรม ตลอดจนระดับการเสื่อมโทรมของดิน เป็นต้น จากนั้นจึงนำคุณภาพของที่ดินแต่ละหน่วยแผนที่ดินไปเปรียบเทียบกับความต้องการของพืช แล้วจึงประเมินระดับชั้นความเหมาะสมโดยรวมของหน่วยแผนที่ดินนั้น ข้อดีของวิธีการนี้คือมีความต้องการข้อมูลปานกลาง แม้นข้อมูลจะไม่สมบูรณ์การประเมินก็ยังคงดำเนินการได้โดยอาศัยวิธีการทางอ้อมเพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลนั้นๆ อย่างไรก็ตามวิธีการดังกล่าวมีจุดอ่อนที่สำคัญคือ ไม่สามารถประเมินผลิตภาพของดินเป็นปริมาณของผลผลิตได้โดยตรงและไม่สามารถนำค่าความเสี่ยงจากความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศเข้ามาร่วมประเมินคุณภาพของที่ดินได้สะดวก

[1] ภาควิชาปฐพีศาสตร์และอนุรักษศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
[2] ศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
[3] ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

การประเมินเชิงปริมาณสามารถทำได้โดยอาศัยแบบจำลองซึ่งได้รับการพัฒนามาจากองค์ความรู้และความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ระหว่างตัวแปรต่างๆ ที่มีส่วนกำหนดอัตราการเจริญเติบโต พัฒนาการ และผลผลิตของพืช ข้อมูลที่แบบจำลองต้องการเป็นข้อมูลเชิงปริมาณของภูมิอากาศ ดิน ลักษณะเฉพาะบางประการของพืช รวมทั้งการจัดการพืช เนื่องจากแบบจำลองข้าวได้รับการพัฒนามาในระบบนิเวศเกษตรอื่นและใช้กับพันธุ์ข้าวที่มีลักษณะพันธุกรรมต่างจากพันธุ์ข้าวในประเทศไทย ดังนั้นจึงมีความจำเป็นต้องทำการศึกษาและทดสอบแบบจำลอง เพื่อให้แน่ใจว่าแบบจำลองดังกล่าวสามารถประเมินผลผลิตข้าวได้ใกล้เคียงกับความเป็นจริง จากนั้นจึงนำไปประยุกต์ใช้ได้กับสภาพแวดล้อมการผลิตข้าวในแหล่งเพาะปลูกที่สำคัญในภาคเหนือต่อไป

อย่างไรก็ตามเพื่อให้ฐานข้อมูล ระบบการประมาณผลผลิตข้าว และการแสดงผล สามารถเชื่อมโยงกันได้ดีและเป็นประโยชน์ต่อผู้ใช้สูงสุด การพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจจึงเป็นสิ่งที่จำเป็น เอกสารฉบับนี้แสดงให้เห็นถึงแนวคิดและกระบวนการพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจการผลิตข้าว (Rice Decision Support System, RDSS) โดยจะเน้นให้เห็นถึงบทบาทของระบบข้อมูลเชิงพื้นที่ในการวางแผนการผลิตข้าวในระดับจังหวัด ตลอดจนหลักการเชื่อมโยงระหว่างระบบข้อมูลเชิงพื้นที่และแบบจำลองการผลิตข้าว ซึ่งเป็นหัวใจในการพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจในการผลิตข้าว

ระบบสนับสนุนการตัดสินใจในทางการเกษตร

ระบบสนับสนุนการตัดสินใจ (Decision Support System, DSS) เป็นระบบคอมพิวเตอร์ที่อำนวยความสะดวกให้ผู้ใช้สามารถใช้ข้อมูล องค์ความรู้ และวิธีการวิเคราะห์ต่างๆ ในการแก้ไขปัญหาที่ซับซ้อน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มขีดความสามารถของผู้ทำหน้าที่ตัดสินใจ ทำให้ย่นระยะเวลาและใช้บุคลากรน้อยลงในกระบวนการวิเคราะห์ เพื่อตัดสินใจแก้ปัญหาหรือวางแผน (Jones et al., 1998) ความก้าวหน้าของเทคโนโลยีข้อมูลข่าวสาร ตลอดจนแนวคิดเชิงระบบในทางการเกษตรในช่วงเวลาที่ผ่านมานั้น ทำให้การพัฒนา DSS ก้าวหน้าไปอย่างรวดเร็ว โดยมีการประยุกต์ใช้ในระดับแปลง (Kropff et al., 1998) ทั้งในระดับฟาร์มและภูมิภาค (Teng et al., 1998)

องค์ประกอบที่สำคัญของ DSS ได้แก่ ระบบจัดการข้อมูล ระบบการวิเคราะห์ประมวลผล ส่วนของการแสดงผลและโต้ตอบกับผู้ใช้ การออกแบบรายละเอียดแต่ละส่วนแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์และกลุ่มผู้ใช้ที่เป็นเป้าหมาย ในอดีตระบบการวิเคราะห์และประมวลผลของ DSS ดำเนินการโดยอาศัยแบบจำลองและการจำลองสถานการณ์ (modeling and simulation) หรือระบบผู้ชำนาญการ (expert system) ระบบสนับสนุนการตัดสินใจการผลิตพืชที่ได้รับการพัฒนาและทดสอบอย่างกว้างขวาง ได้แก่ DSSAT (Decision Support System for Agrotechnology Transfer) ซึ่งเป็นโปรแกรมที่รวบรวมเอาแบบจำลองพืช ฐานข้อมูล และโปรแกรมประยุกต์ใช้งานเข้าด้วยกัน (IBSNAT, 1989) ผู้ใช้ DSSAT สามารถเรียกใช้ข้อมูลดิน พืช ภูมิอากาศ เลือกแบบจำลองพืชที่ต้องการ เพื่อจำลองภูมิอากาศ สมดุลของน้ำ การเจริญเติบโตและผลผลิตของพืชที่เลือก

รวมทั้งวิเคราะห์ผลของการจัดการน้ำ ปุ๋ย และการเขตกรรมระดับต่างๆ ต่อพืชที่ปลูกในแปลง พร้อมทั้งแสดงผลลัพธ์ในรูปของตารางและกราฟตามที่ผู้ใช้ต้องการ ต่อมาในปี 1994 ได้มีการพัฒนา DSSAT version 3 โดยเพิ่มขีดความสามารถในการใช้งานให้ง่ายขึ้น ครอบคลุมพืชมากชนิดขึ้น อำนวยความสะดวกในการปรับแก้และประเมินแบบจำลองได้ดีขึ้น พร้อมทั้งเพิ่มเติมการวิเคราะห์ความเสี่ยงในแง่ความแปรปรวนของผลผลิตและทางด้านเศรษฐกิจ (Tsuji et al., 1994; Jones et al., 1998)

สำหรับการพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจที่ใช้ระบบผู้เชี่ยวชาญเป็นหลักนั้นเป็นไปอย่างจำกัดกว่าในกรณีการใช้แบบจำลองเป็นหลัก เท่าที่ผ่านมามีการประยุกต์ใช้ระบบผู้เชี่ยวชาญในการพัฒนา DSS เพื่อปรับปรุงดิน (Yost, 1988) จัดการพืช (Mohan and Arumujam, 1994) และการจัดการระบบวนเกษตร (Robotham, 1997) เป็นต้น

จากการวางแผนการผลิตระดับแปลงไปสู่พื้นที่เพาะปลูกระดับจังหวัด

การประยุกต์ใช้งานโปรแกรม DSSAT สำหรับการวางแผนการผลิตที่กว้างขวางกว่าแปลงเพาะปลูกไม่สามารถทำได้สะดวก เพราะโปรแกรม DSSAT ได้รับการออกแบบมาใช้กับการจำลองสถานการณ์ระดับแปลงทดลองซึ่งมีความผันแปรและความสลับซับซ้อนน้อยกว่าในพื้นที่เพาะปลูกขนาดใหญ่ในระดับจังหวัด ประเด็นปัญหาที่สำคัญในการนำ DSSAT ไปใช้งานในระดับจังหวัดคือพื้นที่เป้าหมายจะขยายขึ้นเป็นล้านเท่า (ตารางที่ 1-1) สภาพพื้นที่เปลี่ยนจากเรียบสม่ำเสมอในแปลงทดลองไปเป็นสลับซับซ้อน และสภาพแวดล้อมมีความผันแปรสูง ชั้นข้อมูลที่เกี่ยวข้องในการจำลองและวิเคราะห์ระบบการผลิตจะมีมากขึ้นเพราะต้องครอบคลุมระบบนิเวศการผลิต รวมทั้งหน่วยวางแผนการผลิตและการจัดการที่ไม่มีในสภาพแปลงทดลอง ทำให้ความต้องการข้อมูลเชิงพื้นที่มีมากขึ้น ต้องจัดการฐานข้อมูลซึ่งมีขนาดใหญ่และมีการเชื่อมโยงมากขึ้น ในขณะเดียวกันข้อมูลที่ต้องนำเข้าเพื่อการจำลองสามารถสะท้อนปัญหาที่เกิดขึ้นจริง ผลลัพธ์ที่ได้จากการจำลองสถานการณ์สามารถนำไปประกอบการตัดสินใจเพื่อวางแผนพัฒนาการผลิตทางเกษตรได้ดีขึ้น

ตารางที่ 1-1 ข้อแตกต่างระหว่างการวางแผนการผลิตข้าวระดับแปลงและระดับจังหวัด

	ระดับแปลง	ระดับจังหวัด
พื้นที่เพาะปลูก	0.1-1.0 เฮกตาร์	2-4 ล้านเฮกตาร์
สภาพภูมิประเทศ	สม่ำเสมอ	หลากหลายและซับซ้อน
ตัวแปรที่กำหนดผลผลิต	น้อย	มาก
ความแปรปรวนเชิงพื้นที่	ต่ำ	สูง
บทบาทของข้อมูลเชิงพื้นที่	น้อย	มาก
ข้อมูลที่ต้องจัดการ	น้อย	มาก
การเชื่อมโยงกับนโยบาย	น้อย	มาก

ดังนั้น ระบบ DSS ที่จะพัฒนาให้ใช้งานในระดับจังหวัดได้นั้น จะต้องประกอบด้วยฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ที่สามารถให้รายละเอียดสภาพแวดล้อมของแหล่งเพาะปลูก เพื่อเป็นข้อมูลนำเข้าในแบบจำลองการผลิตข้าวที่ได้รับการทดสอบว่าใช้งานได้ดีในภูมิภาคนั้น ระบบเรียกใช้และแสดงผลเป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่จะต้องได้รับการออกแบบให้เป็นภาษาไทย และมีประสิทธิภาพในการเลือกพื้นที่เป้าหมายและระดับการจัดการ รวมทั้งเชื่อมโยงกับแบบจำลองและแสดงผลการจำลองในรูปแบบต่างๆ ได้

ระบบสนับสนุนการตัดสินใจการผลิตข้าวต้องการข้อมูลเชิงพื้นที่หลายประเภทในรูปแบบและจากแหล่งที่มาของข้อมูลที่แตกต่างกัน ข้อมูลเหล่านี้ได้แก่ แผนที่ดินระดับชุดดิน (soil series) พื้นที่เพาะปลูกข้าว พื้นที่ชลประทาน แผนที่ภูมิอากาศ ขอบเขตการปกครอง ความลาดชันของพื้นที่ และแผนที่โครงสร้างพื้นฐาน เช่น ถนน ตำแหน่งของโรงสีข้าว เป็นต้น ข้อมูลเหล่านี้สามารถนำไปใช้ในการเลือกพื้นที่เป้าหมาย ประเมินพื้นที่เพาะปลูกข้าวและผลผลิตข้าว ประเมินความเหมาะสมของที่ดินในการผลิตข้าว ตลอดจนระบุพื้นที่ที่สมควรลดหรือขยายการปลูกข้าวเพื่อให้เหมาะสมกับการเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจและสังคม

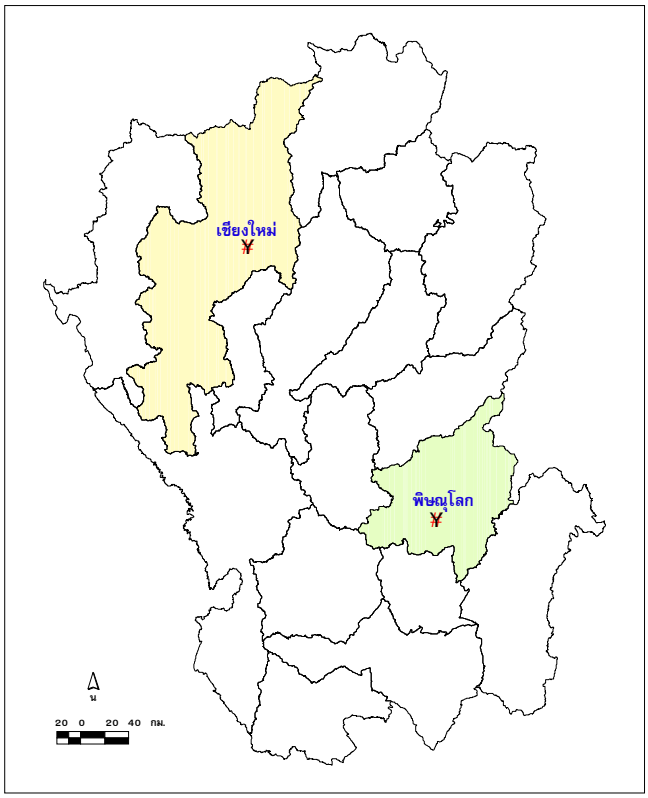
เนื่องจากข้อมูลเชิงพื้นที่เหล่านี้มาจากหลายแหล่งข้อมูลซึ่งมีทั้งตีพิมพ์เป็นแผนที่ของหน่วยราชการต่างๆ และที่โครงการจะต้องวิเคราะห์จากข้อมูลที่มีอยู่และข้อมูลที่ได้จากงานภาคสนาม ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการออกแบบและพัฒนาระบบฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ระดับจังหวัด เพื่อให้มีมาตรฐานเดียวกันและสามารถแลกเปลี่ยนได้กับฐานข้อมูลที่หน่วยงานอื่นกำลังพัฒนาอยู่ ในบทต่อไปของรายงานฉบับนี้จะแสดงให้เห็นถึงการออกแบบฐานข้อมูลเชิงพื้นที่สำหรับชั้นข้อมูลต่างๆ ในระบบ GIS รวมทั้งวิธีการสร้างชั้นข้อมูลบางประเภทขึ้นใหม่ เพื่อนำไปใช้ในแบบจำลองพืชและระบบเรียกใช้และแสดงผลข้อมูล

บทบาทและการพัฒนาฐานข้อมูลเชิงพื้นที่

ฐานข้อมูลเชิงพื้นที่เป็นองค์ประกอบที่สำคัญของ RDSS ด้วยเหตุผลสามประการดังต่อไปนี้ (1) เป็นข้อมูลที่นำไปใช้สร้างหน่วยแผนที่เพื่อการจำลอง (Simulation Mapping Unit, SMU) ในโครงการวิจัยนี้การสร้าง SMU ดำเนินการโดยวิเคราะห์เชิงซ้อนทับระหว่างชั้นข้อมูลเขตภูมิอากาศ ชุดดิน และพื้นที่ปลูกข้าว แต่ละ SMU สามารถเชื่อมโยงกับตารางสัมพันธ์เพื่อระบุรายละเอียดเกี่ยวกับแฟ้มข้อมูลภูมิอากาศและแฟ้มข้อมูลดิน ตลอดจนนิเวศวิทยาของพื้นที่ปลูกข้าว เช่น ปลูกในเขตชลประทานหรือไม่ โอกาสเกิดน้ำท่วมเป็นเท่าใด ข้าวที่ปลูกส่วนใหญ่เป็นพันธุ์อะไร เป็นต้น โปรแกรมเชื่อมโยงของ RDSS จะเรียกข้อมูลเหล่านี้ไปสกัดเป็นข้อมูลนำเข้าตามโครงสร้างข้อมูลที่แบบจำลองข้าวต้องการ (2) เป็นข้อมูลที่อำนวยความสะดวกให้ผู้ใช้เลือกพื้นที่เป้าหมาย ตรวจสอบทรัพยากรดินและน้ำ ตลอดจนโครงสร้างพื้นฐานที่ใช้หรือสนับสนุนการผลิตข้าวในพื้นที่เป้าหมาย ซึ่งข้อมูลเชิงพื้นที่กลุ่มนี้ยังมีประโยชน์ในการใช้เป็นจุดอ้างอิงตำแหน่งในแผนที่แหล่งเพาะปลูกและแผนที่ประมาณการณ์ผลผลิตข้าวหลังจากการจำลองสถานการณ์ในรูปแบบต่างๆ แล้ว (3) เป็นข้อมูลพื้นฐานที่สามารถนำไปวิเคราะห์ร่วมกับข้อมูลอื่นตามวัตถุประสงค์ที่นอกเหนือจากโครงการวิจัยนี้ ชั้นข้อมูลเหล่านั้นได้แก่ ข้อมูลขอบเขตการปกครอง ถนน ทางน้ำ โรงสีข้าว ที่ตั้งและขอบเขตโครงการชลประทาน เขตน้ำท่วมและข้อมูลภูมิประเทศเชิงตัวเลข (Digital Elevation Model, DEM)

ข้อมูลเชิงพื้นที่ในโครงการวิจัยนี้ครอบคลุมจังหวัดเชียงใหม่และพิษณุโลก (รูปที่ 1-1) ซึ่งได้รับการพัฒนาและจัดเก็บทั้งในรูปแบบเวกเตอร์ (vector) และรูปแบบราสเตอร์ (raster) ในระบบ GIS ขึ้นอยู่กับลักษณะของข้อมูลและวัตถุประสงค์ในการนำไปใช้ประโยชน์ ข้อมูลเหล่านั้นได้รับการนำเข้า วิเคราะห์ และสร้างขึ้นใหม่ด้วยวิธีการต่างๆ กัน ดังมีรายละเอียดในรายงานของเมธีและคณะ (2543) แต่ในที่สุดชั้นข้อมูลเหล่านี้จะถูกจัดเก็บเป็น shapefile หรือ grid ที่โปรแกรมใน RDSS สามารถเรียกใช้และนำไปวิเคราะห์ต่อได้

ข้อควรพิจารณาอีกประการหนึ่งในการเลือกรูปแบบที่ใช้เพื่อจัดเก็บและแสดงผลข้อมูลเชิงพื้นที่คือ การเผยแพร่ข้อมูลเชิงพื้นที่แก่ผู้ใช้ในหน่วยงานที่ไม่สามารถจัดหาระบบ GIS เป็นของตนเองได้ โดยเฉพาะหน่วยงานระดับจังหวัดและเล็กกว่าจังหวัด ดังนั้นโครงการวิจัยนี้จึงได้ศึกษาและพัฒนาวิธีการเผยแพร่ข้อมูลเชิงพื้นที่โดยใช้โปรแกรม ArcExplorer (www.esri.com) ให้ผู้ใช้สามารถเรียกข้อมูลเชิงพื้นที่ ค้นหาข้อมูลเชิงพื้นที่ และจัดพิมพ์เป็นแผนที่ตามต้องการ โดยพยายามดัดแปลงระบบการเรียกชื่อไฟล์และเนื้อหาข้อมูลบางประการให้สามารถแสดงผลเป็นภาษาไทยส่วนใหญ่ ตามรายละเอียดในรายงานของเมธีและคณะ (2543) คาดว่าระบบดังกล่าวจะอำนวยความสะดวกให้ผู้ใช้ที่ปฏิบัติงานในระดับจังหวัดถึงตำบลมีโอกาสใช้ข้อมูลเชิงพื้นที่ได้อย่างแพร่หลายขึ้น เนื่องจากไม่ต้องใช้งบประมาณในการจัดหาซอฟต์แวร์ GIS เพิ่มเติม

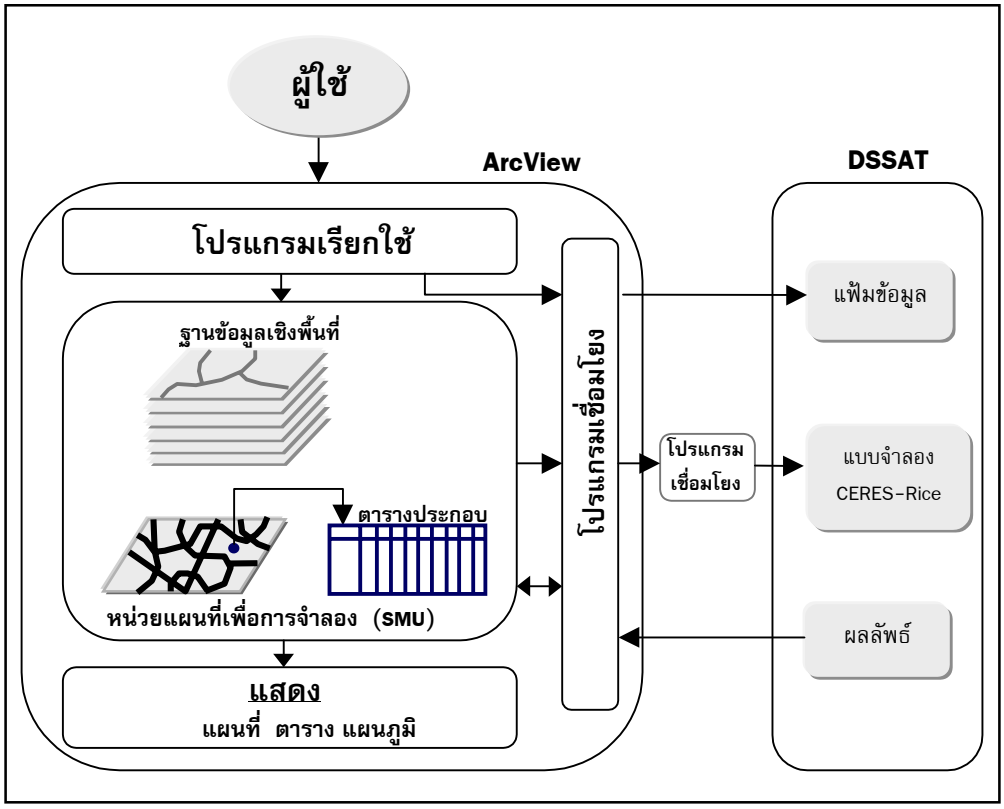


รูปที่ 1-1 แผนที่ภาคเหนือของประเทศไทยแสดงขอบเขตพื้นที่ศึกษาที่ใช้ในการพัฒนาระบบฐานข้อมูลเชิงพื้นที่

แนวคิดและหลักการพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจการผลิตข้าว

ขั้นตอนที่สำคัญของการพัฒนา RDSS คือการเลือกใช้กลยุทธ์ในการเชื่อมโยง GIS เข้ากับแบบจำลอง Hartkamp et al. (1999) ได้ทบทวนผลงานวิจัยที่ได้มีความพยายามเชื่อมโยงระบบดังกล่าวเข้าด้วยกันในการประยุกต์ใช้งานที่หลากหลาย พบว่าสามารถจัดกลไกการเชื่อมโยงได้ 3 ประเภท คือ (1) การเชื่อมโยงอย่างหลวม (Linking) โดยใช้การทำงานของ GIS ในการสร้างแฟ้มข้อมูลเพื่อนำเข้าสู่แบบจำลอง และให้แบบจำลองประมวลผลและส่งผลลัพธ์เข้าแสดงใน GIS ดังนั้นจึงต้องการเพียงการโอนรูปแบบข้อมูลให้เข้ากับความต้องการของระบบทั้งสอง โดยอาจมีโปรแกรมอำนวยความสะดวกในการโต้ตอบกับผู้ใช้ (Graphic User Interface, GUI) ของแต่ละระบบแยกจากกัน การเชื่อมโยงประเภทนี้จึงมีจุดอ่อนที่ไม่ได้ใช้ความสามารถของ GIS ในการวิเคราะห์เชิงพื้นที่อย่างเต็มที่ (2) การเชื่อมโยงแบบผนวกระบบ (Combining) โดยอาศัย GIS เป็นระบบหลักในการประมวลผลเพื่อสร้างข้อมูลที่แบบจำลองต้องการโดยอัตโนมัติและแสดงผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลอง โดยอาศัยความสามารถของ GIS ในการสร้าง GUI ของระบบที่ผนวกเข้าด้วยกัน โปรแกรมการเชื่อมโยงในลักษณะนี้ต้องการการเขียนโปรแกรมที่ซับซ้อนขึ้น เพื่อใช้ความสามารถในการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ให้เป็นประโยชน์ต่อระบบมากที่สุด ตัวอย่างเช่น ระบบ AEGIS (Engel et al.,1997) ที่เชื่อมระหว่างแบบจำลองพืชในระบบ DSSAT เข้ากับ ArcView GIS (3) การเชื่อมโยงแบบบูรณาการ (Integrating) เป็นการนำเอาระบบ GIS เข้าไปไว้เป็นส่วนหนึ่งของแบบจำลองหรือนำแบบจำลองเข้าเป็นส่วนหนึ่งของระบบ GIS ดังนั้นการส่งผ่านข้อมูลและการแปลงข้อมูลระหว่างกันจึงเป็นไปโดยอัตโนมัติโดยที่ผู้ใช้ไม่เห็น แต่การเชื่อมโยงในลักษณะนี้ต้องการการสร้างระบบขึ้นมาใหม่ทั้งหมด จึงต้องการผู้พัฒนาที่มีความรู้และประสบการณ์สูงในการเขียนโปรแกรมทั้งในด้าน GIS และการจำลองระบบพืช ตัวอย่างของโปรแกรมที่ใช้กลยุทธ์แบบต่างๆ ถูกแจกแจงไว้อย่างละเอียดใน Hartkamp et al. (1999)

การพัฒนา RDSS ในโครงการวิจัยนี้ได้เลือกใช้การเชื่อมโยงระหว่าง GIS และแบบจำลองข้าวประเภทผนวกระบบ โดยใช้ ArcView GIS (ESRI, 1996) เป็นโปรแกรมหลักในการเรียกใช้และแสดงผล ระบบ RDSS ต้องการโปรแกรมเรียกใช้ที่ทำหน้าที่โต้ตอบอย่างเป็นกันเองกับผู้ใช้ โดยอาศัยฟังก์ชันของ ArcView GIS และภาษา Avenue ในการเรียกดูข้อมูลเชิงพื้นที่และหน่วยแผนที่สำหรับการจำลอง ส่วนแบบจำลองข้าวที่เลือกนำมาใช้งานคือ CERES-Rice ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของระบบ DSSAT (Tsuji et al., 1994) ใน RDSS มีโปรแกรมที่ทำหน้าที่สร้างข้อมูลนำเข้าจากข้อมูลเชิงพื้นที่และรายละเอียดการจำลองที่ผู้ใช้กำหนดให้ในรูปแบบที่ตรงกับความต้องการของ DSSAT เพื่อส่งผ่านไปประมวลผลในแบบจำลอง CERES-Rice และเชื่อมโยงผลลัพธ์จากการจำลองเข้ากับ SMU เพื่อแสดงผลใน ArcView ในรูปของแผนที่ ตาราง หรือแผนภูมิได้ (รูปที่ 1-2) รายละเอียดของการพัฒนาโปรแกรมเหล่านี้แสดงไว้ในพนมศักดิ์และคณะ (2543ก)



รูปที่ 1-2 องค์ประกอบของระบบสนับสนุนการตัดสินใจในการผลิตข้าว

การเชื่อมโยงระหว่างฐานข้อมูลเชิงพื้นที่และแบบจำลองข้าว

แบบจำลองข้าว CERES-Rice ต้องการข้อมูลภูมิอากาศรายวันซึ่งประกอบด้วยปริมาณน้ำฝน จำนวนวันฝนตก อุณหภูมิต่ำสุด อุณหภูมิสูงสุด และรังสีอาทิตย์ ข้อมูลคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของแต่ละชั้นดิน รายละเอียดการจัดการปลูกข้าว เช่น วันปลูก ความหนาแน่นในการปลูก พันธุ์ข้าว รวมทั้งวิธีการปลูกข้าว เพื่อใช้ในการคาดคะเนการเจริญเติบโตและผลผลิตข้าว

เนื่องจากแหล่งเพาะปลูก พื้นที่รับน้ำชลประทาน พื้นที่เสี่ยงต่ออุทกภัย แผนที่ภูมิอากาศ และแผนที่ดิน เป็นข้อมูลเชิงพื้นที่ที่ได้รับการจัดเก็บในระบบ GIS จึงสามารถนำมาวิเคราะห์เชิงพื้นที่ร่วมกันเพื่อสร้างเป็น SMU ได้ แต่ละหน่วยของ SMU สามารถจัดเก็บรหัสแสดงเขตการจัดการน้ำ เขตภูมิอากาศ และรหัสชนิดของชุดดินในรูปของรายการ (item) ในตารางอรรถาธิบายประกอบชั้นข้อมูล รายการข้อมูลเหล่านี้จะเชื่อมโยงกับฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ที่จัดเก็บรายละเอียดต่างๆ ของค่าพารามิเตอร์ทางพันธุกรรมของพันธ์ข้าวต่างๆ เขตภูมิอากาศ และข้อมูลดิน ฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ดังกล่าวสามารถอำนวยความสะดวกในการส่งผ่านข้อมูลที่จำเป็นต้องใช้ในการประมวลผลในแบบจำลอง CERES-Rice โดยผ่านโปรแกรมเชื่อมโยงข้อมูลที่พัฒนาขึ้นเฉพาะกิจในโครงการวิจัยนี้ (พนมศักดิ์ และคณะ, 2543ก)

การปรับค่าและทดสอบแบบจำลองข้าว

แบบจำลองข้าวที่นำมาประกอบเป็นระบบสนับสนุนการตัดสินใจคือ แบบจำลอง CERES-Rice ซึ่งบรรจุอยู่ในโปรแกรม DSSAT ถึงแม้แบบจำลองนี้ได้รับการออกแบบให้สามารถใช้ได้กับทุกสภาพแวดล้อม เป็นอิสระจากสถานที่ ฤดูกาล และระบบการจัดการ (Jones et al., 1998) แต่ต้องการข้อมูลค่าสัมประสิทธิ์ทางพันธุกรรม (genetic coefficients) ของข้าวพันธุ์ที่ต้องการจะจำลองการเจริญเติบโตและผลผลิต เนื่องจากค่าสัมประสิทธิ์ของข้าวบางพันธุ์ที่ปลูกแพร่หลายในภาคเหนือ เช่น เหนียวสันป่าตอง, ขัยนาท 1 และขาวดอกมะลิ 105 ยังไม่ได้ถูกรวบรวมไว้ จึงจำเป็นต้องดำเนินการวิจัยในภาคสนามเพื่อประมาณค่าสัมประสิทธิ์ดังกล่าว นอกจากนี้ยังมียังมีความจำเป็นต้องทำการทดสอบแบบจำลองในสภาพแวดล้อมและการจัดการที่พบแพร่หลายในภาคเหนือ เพื่อประเมินประสิทธิภาพและความถูกต้องของแบบจำลอง ซึ่งจะนำไปสู่การปรับปรุงแบบจำลองให้สามารถทำงานได้ดีขึ้น ผลของการประเมินค่าสัมประสิทธิ์ทางพันธุกรรมและการทดสอบแบบจำลองมีรายละเอียดในรายงานฉบับนี้ (จิรวัฒน์ และคณะ, 2543)

ระบบเรียกใช้งานและโต้ตอบกับผู้ใช้ (Graphic User Interface, GUI)

การออกแบบและพัฒนาระบบ GUI มีส่วนสำคัญเป็นอย่างมากในการกำหนดประสิทธิภาพการใช้งานของ RDSS ลักษณะที่ดีของ GUI คือต้องอนุญาตให้ผู้ใช้มีบทบาทในการควบคุมการทำงานได้พอสมควร ง่ายต่อการใช้ มีความคงเส้นคงวา (consistency) ในการใช้เมนู ปุ่มกด และส่วนที่โต้ตอบกับผู้ใช้ ตลอดจนมีคำอธิบายความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นแก่ผู้ใช้ (Acock, 1999) ตัวอย่างของระบบ GUI ที่ได้รับการพัฒนาเพื่อใช้งานร่วมกับโปรแกรม DSSAT ได้แก่ AEGIS/WIN (Engel et al., 1997) ระบบนี้เขียนขึ้นโดยใช้ภาษา Avenue ของโปรแกรม ArcView

ถึงแม้ว่า AEGIS/WIN จะได้รับการบรรจุเข้าเป็นส่วนหนึ่งของคู่มือการใช้ DSSAT V.3.5 (Hoogenboom et al.,1999) แต่ลักษณะการทำงานหลายประการไม่เหมาะกับวัตถุประสงค์ของการนำมาใช้ในการพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจการผลิตข้าวในโครงการนี้ เหตุผลประการแรกคือระบบ RDSS ในโครงการนี้มีวัตถุประสงค์ในการใช้งานระดับจังหวัดซึ่งกินบริเวณกว้างขวางครอบคลุมสภาพภูมิอากาศและดินที่มีความแปรปรวนสูง ประกอบกับสภาพน้ำชลประทาน อุทกภัย และพันธุ์ข้าวที่ใช้อย่างหลากหลาย ทำให้เกิดหน่วยแผนที่เพื่อใช้ในการจำลอง SMU เป็นจำนวนมาก AEGIS/WIN ไม่ได้รวมความสามารถในการสร้าง SMU และรายละเอียดของ SMU โดยอัตโนมัติ ทำให้ผู้ใช้จะต้องใช้เวลาในการนำเข้าข้อมูลดังกล่าวมาก ประการที่สอง AEGIS/WIN ยังมีความเชื่อมโยงกันกับ DSSAT ค่อนข้างสูง การเลือกระดับการจัดการและการวิเคราะห์ยังต้องพึ่งพา GUI ของ DSSAT ดังนั้นผู้ใช้จึงต้องมีความเข้าใจโปรแกรม DSSAT และ ArcView อย่างดี จึงสามารถใช้งานได้ตามต้องการ ผู้ใช้ที่เกี่ยวข้องกับการวางแผนการผลิตข้าวระดับจังหวัดอาจไม่จำเป็นต้องเข้าใจในรายละเอียดของสิ่งทดลองทั้งหมดที่โปรแกรม DSSAT มีอยู่ แต่ต้องการ GUI ที่อนุญาตให้เลือกพื้นที่เป้าหมาย พันธุ์ข้าว ระดับปุ๋ย และวันปลูกที่ต้องการ หลังจากนั้น GUI จะช่วยในการนำเข้าข้อมูลที่จำเป็นเพื่อจำลองสถานการณ์และแสดงผล และประการสุดท้ายนั้น ผู้ใช้ในระดับจังหวัดต้องการ GUI เป็นภาษาไทยและระบบที่แสดงผลลัพธ์เป็นภาษาไทยเพื่อประโยชน์ในการนำไปปฏิบัติงาน ดังนั้นจึงมีความจำเป็นต้องพัฒนา GUI เป็นภาษาไทยในระบบ GIS ที่มีคุณสมบัติดังกล่าวข้างต้น

โปรแกรมโพสพ 1.0 (พนมศักดิ์ และคณะ, 2543) ที่พัฒนาขึ้นในโครงการวิจัยนี้มีองค์ประกอบที่เป็น GUI ทำงานบนโปรแกรม ArcView ซึ่งพัฒนาจากภาษา Avenue ที่มีชุดคำสั่งที่ประมวลผลและแสดงข้อมูลเชิงพื้นที่ได้ในระบบ ArcView GIS โปรแกรมโพสพ 1.0 จะทำงานร่วมกับโปรแกรมเชื่อมโยงและแปลงข้อมูลโดยผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องใช้ GUI ของโปรแกรม DSSAT ดังนั้นการจำลองการผลิตข้าวจึงทำงานอยู่เบื้องหลัง ทำให้ผู้ใช้สามารถโต้ตอบกับระบบได้ง่ายและสะดวกขึ้นเมื่อผู้ใช้ต้องการจำลองสถานการณ์เพื่อประมาณการผลิตข้าวของพื้นที่ที่เลือก โปรแกรมจะอำนวยความสะดวกให้ผู้ใช้ระบุชนิดของพันธุ์ข้าวและระดับของการจัดการโดยผ่านทาง GUI จากนั้นโปรแกรมจะส่งผ่านตัวแปรเหล่านี้ที่ผู้ใช้กำหนดพร้อมกับข้อมูลอรรถาธิบายที่ได้เชื่อมโยงเข้ากับ SMU ต่างๆ ไปยังฐานข้อมูลแบบจำลองเพื่อทำการประมาณการณ์ผลผลิต พร้อมทั้งตรวจสอบว่าแต่ละหน่วย SMU ในพื้นที่เป้าหมายใช้แฟ้มข้อมูลภูมิอากาศใด จากนั้นจะส่งผ่านหมายเลขรหัสของสถานีไปยังฐานข้อมูลภูมิอากาศรายวันเพื่อเรียกไปประมวลผลในแบบจำลองได้ถูกต้อง

โปรแกรม CERES-Rice จะทำการประมาณผลผลิตของข้าวทุกๆ หน่วย SMU ที่ปรากฏอยู่ในพื้นที่ที่เลือก ผลผลิตที่ได้จะแตกต่างกันตามคุณสมบัติที่อธิบายอยู่ในข้อมูลอรรถาธิบาย นอกจากนี้โปรแกรมยังประมาณการค่าอื่นๆ เช่น กระบวนการพัฒนาการ (phenology) การเจริญเติบโต (growth) และพลวัตของน้ำในดินและพืช (soil and crop water balance) ผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองนี้จะถูกส่งกลับไปยังโปรแกรม ArcView เพื่อให้ผู้ใช้เลือกแสดงผลในรูปแบบต่างๆ เช่น แผนที่ ตารางสรุป หรือแผนภูมิ ทั้งบนจอภาพและทางเครื่องพิมพ์ในรูปแผนที่ขนาดต่างๆ ซึ่งรายละเอียดของการพัฒนาและการใช้งานโปรแกรมโพสพ 1.0 ปรากฏในรายงานของพนมศักดิ์และคณะ (2543ก, 2543ข)

สรุป

การพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจการผลิตข้าวเป็นตัวอย่างหนึ่งของความพยายามที่ใช้วิธีการเชิงระบบในการจัดการข้อมูลเชิงพื้นที่ให้อยู่ในรูปแบบที่สามารถนำไปใช้ร่วมกับแบบจำลองพืช เพื่อประโยชน์ในการคาดคะเนผลผลิตข้าวในพื้นที่เป้าหมายภายใต้สภาพแวดล้อมในการผลิตที่มีความแปรปรวนทั้งในเชิงพื้นที่และเวลา ระบบนี้ประกอบด้วยฐานข้อมูลดิน ภูมิอากาศ การจัดการพืช และโครงสร้างพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับการผลิตข้าวในพื้นที่เป้าหมาย ซึ่งฐานข้อมูลดังกล่าวได้รับการจัดเก็บเป็นชั้นข้อมูลในระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ สามารถเรียกใช้และนำเข้าในแบบจำลองการผลิตข้าว ผู้ใช้สามารถกำหนดพื้นที่เป้าหมาย วัตถุประสงค์เชิงกลยุทธ์ และระดับการจัดการต่างๆ เพื่อให้ระบบนี้จำลองการเจริญเติบโต ผลผลิต และปริมาณน้ำที่ใช้ในการผลิต และสามารถแสดงผลการจำลองสถานการณ์ในรูปของแผนที่และตาราง โดยอาศัยระบบเรียกใช้และแสดงผลเป็นภาษาไทยที่มีลักษณะสื่อสารกับผู้ใช้ผ่านทางกราฟิก ระบบนี้มีขีดความสามารถในการสนับสนุนการตัดสินใจการผลิตข้าวระดับจังหวัดโดยมีข้อมูลครอบคลุมแหล่งเพาะปลูกข้าวทั้งหมดในจังหวัดเชียงใหม่และพิษณุโลก

เอกสารอ้างอิง

จิรวัฒน์ เวชแพศย์, ศักดิ์ดา จงแก้ววัฒนา และ อานันท์ ผลวัฒนะ. 2543. การประเมินค่าสัมประสิทธิ์ทางพันธุกรรมของข้าวสำหรับแบบจำลอง CERES-Rice. หน้า 141-165. *ใน* เมธี เอกะสิงห์ และคณะ (บรรณาธิการ). ระบบสนับสนุนการตัดสินใจการผลิตข้าว รายงานผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์ส่วนที่ 1 โครงการวิจัยระบบสนับสนุนการตัดสินใจการผลิตพืช: ข้าวในภาคเหนือ. ศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

พนมศักดิ์ พรหมบุรมย์, อรรถชัย จินตะเวช และ เมธี เอกะสิงห์. 2543ก. โครงสร้างของระบบสนับสนุนการตัดสินใจการผลิตข้าว: โพสพ 1.0. หน้า 213-237. *ใน* เมธี เอกะสิงห์ และคณะ (บรรณาธิการ). ระบบสนับสนุนการตัดสินใจการผลิตข้าว รายงานผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์ส่วนที่ 1 โครงการวิจัยระบบสนับสนุนการตัดสินใจการผลิตพืช: ข้าวในภาคเหนือ. ศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

พนมศักดิ์ พรหมบุรมย์, อรรถชัย จินตะเวช และ เมธี เอกะสิงห์. 2543ข. การใช้โพสพ 1.0 ในการสนับสนุนการวางแผนผลิตข้าวระดับจังหวัด. หน้า 239-258. *ใน* เมธี เอกะสิงห์ และคณะ (บรรณาธิการ). ระบบสนับสนุนการตัดสินใจการผลิตข้าว รายงานผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์ส่วนที่ 1 โครงการวิจัยระบบสนับสนุนการตัดสินใจการผลิตพืช: ข้าวในภาคเหนือ. ศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2539. สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปีเพาะปลูก 2539/40. ศูนย์สารสนเทศการเกษตร สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

Acock, B., Y.A. Pachepsky, E.V. Mironenko, F.D. Whisler and V.R. Reddy. 1999. GUICS: A generic user interface for on-farm crop simulations, Agron. J. 91:657-655.

Engel, T., G. Hoogenboom, J.W. Jones and P.W. Wilkens. 1997. AEGIS/WIN-A computer program for the application of crop simulation models across geographic areas. Agron J. 89:919-928.

ESRI. 1996. ArcView, The Geographic Information System for Everyone. Environmental Systems Research Institute, Inc., Redlands, CA.

FAO. 1976. A framework for Land Evaluation. Soil Bulletin 32. Rome.

Hoogenboom, G., P.W. Wilkens and G.Y. Tsuji (eds.). 1999. DSSAT version 3. Volume 4. University of Hawaii, Honolulu, HI.

Hartkamp, A.D., J.W. White and G. Hoogenboom. 1999. Interfacing geographic information systems with agronomic modeling:A Review. Agron. J. 9:761-722.

International Benchmark Sites Network for Agrotechnology Transfer (IBSNAT). 1989. Decision Support System for Agrotechnology Transfer v2.1 (DSSAT v2.1) Development of Agronomy and Soil Science, University of Hawaii, Honolulu, HI.

Jones, J.W., G.Y. Tsuji, G. Hoogenboom, L.A. Hunt, P.K. Thornton, P.W. Wikins, D.T. Imamura, W.T. Bowen and U. Singh. 1998. Decision support system for agrotechnolgy transfer : DSSAT v3. p.157-177. *In* G.Y.Tsuiji et al. (eds.). Understanding Options for Agricultural Production. Kluwer Academic Publishers.

Kropff. M.J., P.S. Teng, P.K. Aggarwel, J. Bouman, J.W. Jones and H.H. van Laar (eds.) 1998. Applications of Systems Approaches at the Field Level. Volume 2. Kluwer Academic Publishers, 465 p.

Mohan, S. and N. Arumujam. 1994. CROPES : A rule-based expert system for crop selection in India. Trans. ASAE. 37(3):1355-1363.

Robotham, M.P. 1998. Modeling socioeconomic influence on agroforestry adaption using a rule-baes decision support system. p.153-166. *In* P.S. Teng et al. (eds.). Application of Systems Approaches at the Farm and Regional Levels. Kluwer Academic Publishers.

Teng, P.S., M.J. Kropff, H.F.M. Fen Berge, J.B. Dent, F.P. Lansigan and H.H. van Laar (eds.). 1998. Applications of Systems Approaches at the Farm and Regional Levels. Volume 1. Kluwer Academic Publishers, 468 p.

Tsuji, G.Y., G. Vehara and S. Balas (eds.). 1994. DSSAT version 3 Volume 1,2,3. University of Hawaii, Honolulu, HI.

Yost, R.S., G. Uehara, M. Wade, M. Sudjadi, I.P.G. Widjaja-adhi and Z.C. Li. 1988. Expert systems in agriculture : Determining lime recommendations for soil of the humid tropics. University of Hawaii. CTAHR Research Extension Series Publication No. 089. Honolulu, HI, USA.

กลับสู่เมนูหลัก กลับสู่สารบัญ