โครงสร้างของระบบสนับสนุนการตัดสินใจการผลิตข้าว : *โพสพ 1.0*

พนมศักดิ์ พรหมบุรมย์ [1]
อรรถชัย จินตะเวช [2]
และ เมธี เอกะสิงห์ [2]

คำนำ

ระบบสนับสนุนการวางแผนการผลิตพืชในพื้นที่เป้าหมายที่มีขนาดใหญ่จำเป็นต้องมีองค์ประกอบหลัก 3 ประการ คือ (1) ข้อมูลสิ่งแวดล้อมทางกายภาพและชีวภาพซึ่งเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อระดับผลผลิตพืช ทั้งด้านพื้นที่เพาะปลูกพืช คุณสมบัติของดิน สภาพภูมิอากาศ พันธุ์พืชที่ปลูก และการเขตกรรม โดยอาศัยเทคโนโลยีระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (Geographic Information System, GIS) ในการจัดทำและจัดการข้อมูลเชิงพื้นที่เหล่านี้ (2) ระบบประมาณการณ์ผลผลิตที่จะได้รับจากการปลูกพืชภายใต้สิ่งแวดล้อมและการจัดการต่างๆ โดยใช้แบบจำลองผลผลิตพืช (crop model) ซึ่งต้องการข้อมูลในองค์ประกอบที่ 1 มาใช้ในการประเมิน (3) โปรแกรมเชื่อมโยง (interface) ระหว่างข้อมูลเชิงพื้นที่กับแบบจำลองพืช รวมทั้งระหว่างผู้ใช้กับแบบจำลองพืช ทั้งนี้ควรเป็นระบบที่สามารถสื่อสารโต้ตอบอย่างเป็นกันเองและสะดวกกับผู้ใช้ และแสดงผลการจำลองและการวิเคราะห์ในรูปแบบต่างๆ ได้

ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์เป็นระบบที่ประกอบด้วยซอฟต์แวร์และฮาร์ดแวร์คอมพิวเตอร์ ใช้จัดการข้อมูลเชิงพื้นที่ในด้านการรวบรวม บันทึก แก้ไขปรับปรุง และมีความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่เพื่อวัตถุประสงค์ที่เฉพาะเจาะจง พร้อมทั้งนำเสนอผลในรูปแผนที่ ใน GIS ข้อมูลต่างๆ ไม่ว่าจะได้จากภาพถ่ายทางอากาศ ข้อมูลภาพดาวเทียม หรือแผนที่ มีการจัดแยกเก็บเป็นชั้นข้อมูล (layer) ในชั้นข้อมูลจะประกอบด้วยองค์ประกอบหลัก 2 ประเภทคือ ค่าตำแหน่งหรือพิกัดภูมิศาสตร์ของวัตถุที่ปรากฏในพื้นที่และข้อมูลที่อธิบายคุณลักษณะของวัตถุนั้นๆ (ESRI, 1995) เนื่องจาก GIS มีคุณสมบัติที่สามารถนำไปใช้วิเคราะห์และจัดการในด้านทรัพยากรธรรมชาติ การเกษตร เศรษฐกิจ และอื่นๆ จึงได้รับพัฒนาและนำไปใช้อย่างกว้างขวางในเชิงบูรณาการ ทำให้ในปัจจุบัน GIS จึงไม่ได้หมายถึงเฉพาะเทคโนโลยีทางด้านคอมพิวเตอร์เท่านั้น (Maguire, 1991)

แบบจำลองข้าว CERES-Rice ได้รับการพัฒนาและออกแบบมาโดยมีเป้าหมายเพื่อใช้คาดการณ์ผลผลิตในระดับแปลงทดลองภายใต้เงื่อนไขการผลิตที่เฉพาะเจาะจง เพื่อใช้ทดสอบการออกแบบการแก้ปัญหาหรือการพัฒนาการผลิตแทนการดำเนินการจริงในแปลงทดลอง (อรรถชัย และคณะ, 2540) ซึ่งในการคาดการณ์ผลผลิตในแต่ละครั้งจะเกี่ยวข้องกับตัวแปรด้าน

---

[1] ศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

[2] ภาควิชาปฐพีศาสตร์และอนุรักษศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

สิ่งแวดล้อมและการจัดการที่มีความผันแปรไม่มากนัก เช่น ชนิดและคุณสมบัติของชุดดิน ปริมาณน้ำฝน การจัดการน้ำและปุ๋ย อุณหภูมิ และแสงอาทิตย์ เป็นต้น ดังนั้นการกำหนดเงื่อนไข การจัดการ ปัจจัย และสิ่งแวดล้อมของการจำลองนั้น สามารถกระทำได้โดยอาศัยการป้อนข้อมูลผ่านระบบเมนูของ DSSAT Shell (Tsuji et al., 1994) แต่เมื่อพื้นที่เป้าหมายที่ต้องการคาดการณ์ผลผลิตมีขนาดใหญ่มากขึ้น เช่น ครอบคลุมทั้งจังหวัด หรือภูมิภาค ส่งผลให้ความผันแปรของปัจจัยและเงื่อนไขการผลิตมีเพิ่มมากขึ้น (เมธี และคณะ, 2543)

การเชื่อมโยงระหว่างโปรแกรมทางด้าน GIS กับโปรแกรมแบบจำลองสามารถทำได้หลายวิธีโดยขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์การนำไปใช้ หลักการในการเชื่อมโยงดังกล่าวอาศัยการส่งผ่านตัวแปรหรือคำสั่งที่รับรู้ได้ระหว่างสองโปรแกรมหรือมากกว่า (Integration protocol) เช่น การใช้ชุดคำสั่งภาษา Avenue, ภาษา C และ Remote Procedure Call (Yates and Bishop, 1997)

Hartkamp et al. (1999) ได้จัดแบ่งวิธีการเชื่อมโยงระหว่าง GIS กับแบบจำลองพืชจากระบบที่ได้มีการพัฒนาด้วยวิธีการต่างๆ ออกเป็น 3 ประเภทหลัก คือ (1) การเชื่อมโยง (Linking) ซึ่งเป็นเพียงการนำผลที่ได้จากแบบจำลองไปใช้สำหรับการแสดงผลใน GIS ส่วน user interface ของแต่ละส่วนยังแยกกันอยู่ (2) การผสมผสาน (Combining) เป็นลักษณะที่มีการส่งผ่านหรือแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่าง GIS กับแบบจำลองแบบอัตโนมัติ มี user interface ระบบเดียว แต่องค์ประกอบหลักยังแยกส่วนกันเหมือนเดิม และ (3) การบูรณาการ (Integrating) คือการผนวก GIS และแบบจำลองเข้าเป็นระบบเดียวกันและสามารถทำงานต่อเนื่องกันจนเสร็จสิ้นกระบวนการ

ในประเทศไทยได้มีการนำ GIS มาพัฒนาระบบฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ในระดับประเทศ ซึ่งประกอบด้วยฐานข้อมูลเชิงพื้นที่และระบบเรียกใช้ในรูปแบบกราฟิก (Graphic User Interface, GUI) ที่เป็นภาษาไทย โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อใช้วิเคราะห์และสนับสนุนการจัดการทรัพยากรดินและการใช้ประโยชน์ที่ดินทางการเกษตร (เมธี และคณะ, 2542) นอกจากนี้ อรรถชัย และ Thornton (2540) ได้พัฒนาระบบประมาณการณ์ผลผลิตอ้อยในพื้นที่ขนาดใหญ่โดยใช้ GIS และฐานข้อมูลเชิงพื้นที่หลักแบบราสเตอร์ (raster) ร่วมกับแบบจำลองอ้อย โดยมีโปรแกรมระบบเชื่อมโยงส่วนใหญ่ทำงานภายใต้ระบบปฏิบัติการ MS-DOS

โครงการวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อที่จะพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจการผลิตข้าวที่มีสมรรถนะในการเชื่อมโยงฐานข้อมูลเชิงพื้นที่และข้อมูลอรรถาธิบาย (attribute data) ต่างๆ เข้ากับแบบจำลองข้าว มีระบบ GUI เป็นภาษาไทยสำหรับผู้ใช้ เพื่อกำหนดพื้นที่ ระบุรายละเอียดการจัดการ การเชื่อมโยงกับแบบจำลองข้าว CERES-Rice เพื่อทำการประเมินผลผลิตให้ได้ในระดับตำบล อำเภอ และจังหวัด พร้อมทั้งแสดงผลการจำลองในรูปของแผนที่และตาราง นอกจากนี้ยังสามารถจำลองสถานการณ์การลดการขยายพื้นที่ปลูกข้าวพันธุ์ต่างๆ ในจังหวัดเชียงใหม่และพิษณุโลกด้วย ซึ่งระบบนี้ให้ชื่อว่า ***โพสพ 1.0***

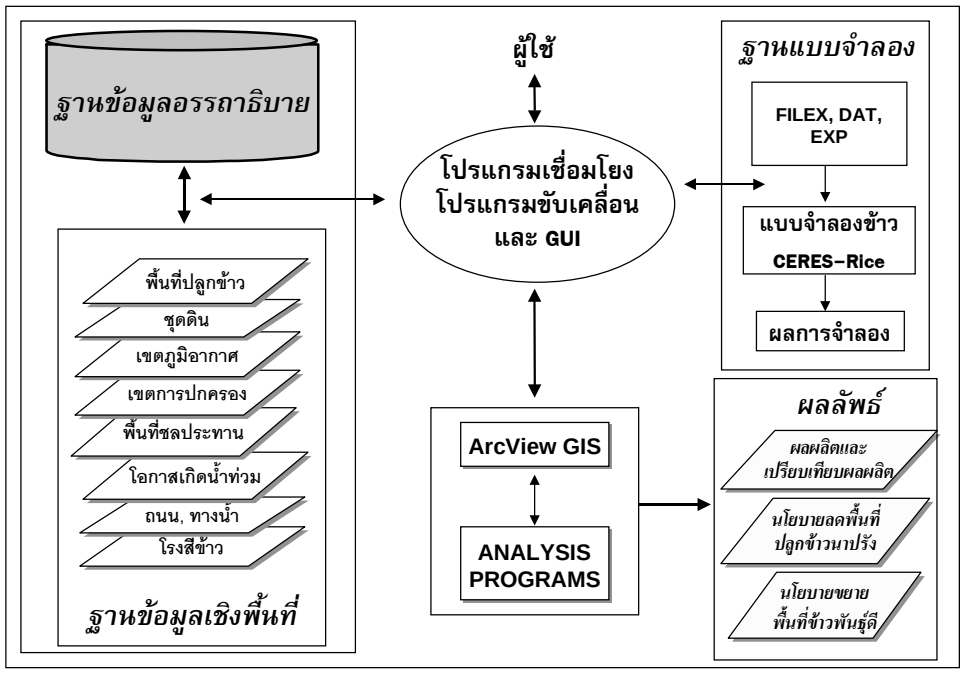
วิธีการศึกษา

ระบบ ***โพสพ 1.0*** ที่ได้พัฒนาขึ้นในโครงการวิจัยนี้จัดได้ว่าเป็นระบบสนับสนุนการตัดสินใจในการผลิตพืชที่อิงข้อมูลเชิงพื้นที่ระบบแรกในประเทศไทยมีส่วนประกอบหลักดังนี้ และโครงสร้างหลักของระบบ ***โพสพ 1.0*** แสดงดังรูปที่ 9-1

1. *ฐานข้อมูลเชิงพื้นที่* ประกอบด้วยชั้นข้อมูลหลักคือ ชุดดิน ขอบเขตการปกครอง ตำแหน่งโรงสีข้าว ถนน ทางน้ำ เขตภูมิอากาศ พื้นที่ปลูกข้าว พื้นที่ชลประทาน และชั้นข้อมูลที่สำคัญสำหรับนำไปเชื่อมโยงเข้ากับแบบจำลองข้าว ได้แก่ ชั้นข้อมูลหน่วยจำลองการผลิตย่อย (Minimum Simulating Mapping Unit, MSMU) ซึ่งได้สร้างขึ้นจากการวิเคราะห์เชิงซ้อนทับ (overlay) ของชั้นข้อมูลพื้นที่เพาะปลูกข้าว เขตภูมิอากาศ ชุดดิน พื้นที่รับน้ำชลประทาน และความเสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วม ซึ่งจะได้กล่าวถึงรายละเอียดในภายหลัง

2. *ฐานข้อมูลอรรถาธิบาย* เป็นข้อมูลใช้อธิบายคุณลักษณะต่างๆ ของแต่ละข้อมูลเชิงพื้นที่ที่จำเป็นสำหรับการทำงานของแบบจำลองพืช เช่น คุณสมบัติของชุดดิน ภูมิอากาศ ถนน ชื่อขอบเขตการปกครอง ตำแหน่งและชื่อของโรงสี เป็นต้น

3. *ระบบปฏิบัติการ* ระบบ ***โพสพ 1.0*** ได้รับการออกแบบและพัฒนาให้สามารถทำงานบนเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ ภายใต้ระบบปฏิบัติการ Windows 95/98/NT Thai edition ซึ่งสามารถรองรับการประมวลผลหรือการทำงานหลายอย่างพร้อมกัน (multitasking) และสนับสนุนการแสดงผลภาษาไทย



รูปที่ 9-1 โครงสร้างของระบบสนับสนุนการตัดสินใจการผลิตข้าว ***โพสพ 1.0***

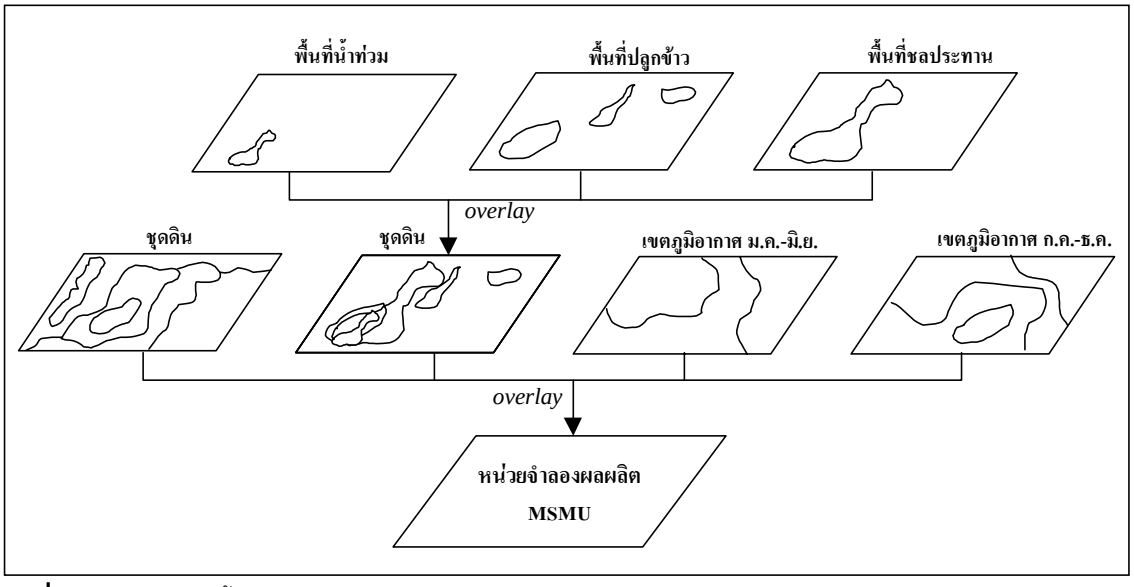
4. *แบบจำลองข้าว* โครงการนี้ได้เลือกใช้แบบจำลองข้าว CERES-Rice ซึ่งได้ทำการศึกษาทดลองเพื่อปรับค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมสำหรับพันธุ์ข้าวที่ใช้ในโครงการวิจัยนี้

5. *ArcView 3.1* เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ด้านระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ที่มีความสามารถในการเรียกใช้ วิเคราะห์ และแสดงผลข้อมูลเชิงพื้นที่ในรูปแผนที่และตารางข้อมูลอรรถาธิบาย (ESRI, 1996a)

6. *โปรแกรมเชื่อมโยงและโปรแกรมขับเคลื่อน* เป็นส่วนสำคัญของระบบ มีหน้าที่หลักในการสื่อสารและโต้ตอบกับผู้ใช้แบบกราฟิก (GUI) ภาษาไทย โดยเชื่อมโยงฐานข้อมูลเชิงพื้นที่และข้อมูลอรรถาธิบายเข้ากับแบบจำลอง ขับเคลื่อนให้แบบจำลองทำการคำนวณผลผลิต และนำแสดงผลลัพธ์ในรูปแบบต่างๆ

การสร้างข้อมูลเชิงพื้นที่หน่วยจำลองการผลิตข้าว

นำชั้นข้อมูลพื้นที่ปลูกข้าวนาปีและนาปรังของจังหวัดเชียงใหม่และพิษณุโลก (ถาวร และคณะ, 2543) มาวิเคราะห์เชิงซ้อนทับกับชั้นข้อมูลพื้นที่รับน้ำชลประทานของโครงการขนาดใหญ่ ขนาดกลาง และขนาดเล็ก ที่สร้างขึ้นในโครงการวิจัยนี้ (เมธี และ สุรีย์พร, 2543) โดยใช้คำสั่ง UNION ใน ARC/INFO เพื่อจำแนกพื้นที่ปลูกข้าวในเขตชลประทานและนอกเขตชลประทาน แล้วจึงใช้ชั้นข้อมูลโอกาสที่จะเกิดน้ำท่วม (เมธี และคณะ, 2543) มาซ้อนทับด้วยวิธีการเดียวกัน (รูปที่ 9-2) เพื่อจำแนกนิเวศการผลิตข้าวที่สามารถบ่งบอกถึงพื้นที่ปลูกข้าวในและนอกเขตชลประทานที่มีโอกาสถูกน้ำท่วมในระดับต่างๆ



รูปที่ 9-2 การสร้างชั้นข้อมูลหน่วยการจำลองการผลิตข้าว

นำชั้นข้อมูลนิเวศการผลิตข้าวที่ได้ไปวิเคราะห์เชิงซ้อนทับใน ARC/INFO ร่วมกับฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ที่เป็นปัจจัยสนับสนุนการผลิตข้าวอื่นๆ ได้แก่ ฐานข้อมูลชุดดินที่ได้พัฒนาขึ้นโดยเมธีและคณะ (2543ข) และข้อมูลเชิงพื้นที่ขอบเขตภูมิอากาศซึ่งได้จัดสร้างแยกเป็น 2 ชุด โดยเป็นชั้นข้อมูลสำหรับช่วงมกราคม-มิถุนายนและช่วงกรกฎาคม-ธันวาคม ดังรายละเอียดที่เมธีและจุไรพร (2543) ได้อธิบายไว้ในรายงานฉบับนี้ ทำให้ได้ชั้นข้อมูลหน่วยการจำลองการผลิตย่อย MSMU ของการผลิตข้าวนาปี มีรหัสของเขตภูมิอากาศที่วิเคราะห์จากข้อมูลช่วงเดือนกรกฎาคม-ธันวาคม และในส่วนของเขตการผลิตข้าวนาปรังมีรหัสของเขตภูมิอากาศที่วิเคราะห์จากข้อมูลช่วงเดือนมกราคม-มิถุนายนกำกับ

เพื่ออำนวยความสะดวกให้ผู้ใช้สามารถเลือกพื้นที่เป้าหมายได้ตามขอบเขตตำบล อำเภอ หรือทั้งจังหวัด จึงได้นำชั้นข้อมูล MSMU วิเคราะห์เชิงซ้อนทับกับชั้นข้อมูลขอบเขตการปกครองระดับตำบลโดยใช้วิธี IDENTITY ใน ARC/INFO เพื่อให้สามารถระบุได้ว่า MSMU ใดตกอยู่ในเขตตำบลใด

นอกจากนี้ยังได้นำเข้าข้อมูลพื้นฐานการผลิตข้าวของแต่ละตำบลซึ่งทำการสำรวจและรวบรวมไว้โดยกรมส่งเสริมการเกษตรในฤดูปลูกข้าวปี 2540 เพื่อให้ทราบถึงพันธุ์ข้าวหลักที่เกษตรกรปลูกในแต่ละตำบล จากนั้นนำไปเชื่อมโยงเข้ากับชั้นข้อมูล MSMU เพื่อระบุพันธุ์ข้าวที่ปลูกในแต่ละ MSMU ทั้งนี้เพื่อให้สามารถประมาณการผลผลิตได้ใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากขึ้น

ดังนั้นจึงสามารถระบุข้อมูลที่เป็นสภาพแวดล้อมและปัจจัยต่างๆ ในการกำหนดผลผลิตข้าว ได้แก่ ชุดดิน การจัดการน้ำ เขตภูมิอากาศ เขตการปกครอง และพันธุ์ข้าวหลักที่เกษตรกรปลูกในแต่ละ MSMU ซึ่งข้อมูลเหล่านี้สามารถนำไปใช้สร้างข้อมูลนำเข้าในแบบจำลอง CERES-Rice เพื่อประมาณผลผลิตต่อไป

การจัดเตรียมชั้นข้อมูลเชิงพื้นที่และข้อมูลอรรถาธิบายประกอบ

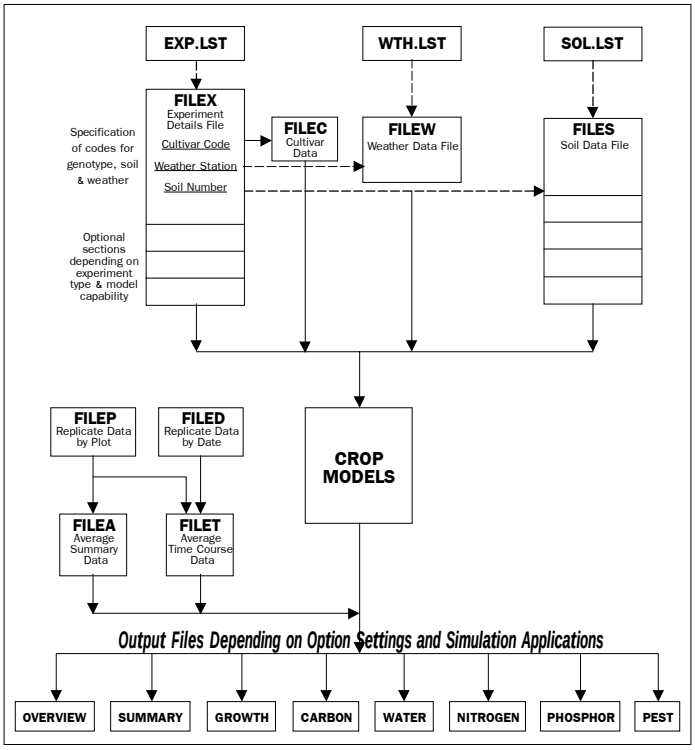
ข้อมูลเชิงพื้นที่ที่ได้บรรจุไว้ในระบบ ได้แก่ ตำแหน่งโรงสี ถนน ทางน้ำ รวมทั้งแผนที่แสดงปัจจัยที่มีผลต่อระดับผลผลิตข้าว ได้แก่ พื้นที่เพาะปลูกข้าว เขตภูมิอากาศ ชุดดิน พื้นที่รับน้ำชลประทาน และเขตโอกาสเกิดน้ำท่วม ชั้นข้อมูลทั้งหมดได้จัดเก็บในรูปแบบ shapefile ที่ ArcView สามารถเรียกใช้ได้ โดยทำการแยกเก็บเป็นสัดส่วนใน sub-directory ต่างๆ ตามประเภทของข้อมูล

ส่วนข้อมูลอรรถาธิบายในระบบนี้ได้รับการจัดเก็บในรูปแบบของตารางสัมพันธ์ ซึ่งได้ปรับปรุงจากโครงสร้างฐานข้อมูลเดิมที่พัฒนาขึ้นในโครงการวิจัยนี้ ทั้งนี้เพื่อให้สอดคล้องและรองรับการทำงานของระบบที่ได้ออกแบบและพัฒนาขึ้น ข้อมูลอรรถาธิบายทั้งหมดสามารถจัดแบ่งออกเป็น 2 ประเภทหลัก คือ (1) ข้อมูลที่ใช้สำหรับอธิบายหรือให้รายละเอียดประกอบชั้นข้อมูลเชิงพื้นที่ ได้แก่ ข้อมูลโครงการชลประทาน ข้อมูลโรงสีข้าว ข้อมูลชื่อขอบเขตการปกครอง

(2) ข้อมูลที่ใช้สำหรับการวิเคราะห์และการจำลองผลผลิตข้าว ได้แก่ ข้อมูลคุณสมบัติชุดดิน และข้อมูลอุตุนิยมของแต่ละเขตภูมิอากาศ

แบบจำลองข้าว CERES-Rice

ได้ทำการศึกษาโครงสร้างของข้อมูลและรูปแบบของข้อมูลที่เป็นปัจจัยกำหนดผลผลิตข้าวในแบบจำลองผลผลิตพืชของระบบ DSSAT 3.0 (รูปที่ 9-3) เพื่อเป็นแนวทางในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่สำหรับสร้างแฟ้มข้อมูลควบคุมการจำลอง (FILEX) ซึ่งเป็นแฟ้มข้อมูลแบบ ASCII บรรจุรายละเอียดตัวแปรและปัจจัยของสถานการณ์การผลิตพืชต่างๆ ที่แบบจำลองข้าว CERES-Rice ต้องการสำหรับการคาดการณ์ผลผลิต เช่น พันธุ์ข้าว ชุดดิน แหล่งข้อมูลภูมิอากาศ การจัดการน้ำ การจัดการปุ๋ย วันปลูก และวิธีการปลูก เป็นต้น ดังโครงสร้างหลักและรายละเอียดของ FILEX ใน Tsuji et al. (1994)



รูปที่ 9-3 ข้อมูลนำเข้าสำหรับใช้ในแบบจำลองพืชและข้อมูลที่ได้จากการจำลอง (Tsuji et al., 1994)

การคำนวณผลผลิตข้าวของ CERES-Rice ต้องการข้อมูลคุณสมบัติของชุดดินด้านเคมีและฟิสิกส์ (ตารางที่ 9-1) ในชั้นความลึกต่างๆ และระดับปริมาณธาตุอาหารในวันที่เริ่มปลูกในรูปแบบแฟ้มข้อมูล ASCII ชื่อ SOIL.SOL และ SOIL.INI ตามลำดับ (ตารางที่ 9-2 และตารางที่ 9-3) พร้อมทั้งชุดข้อมูลภูมิอากาศซึ่งได้วิเคราะห์และจัดเตรียมไว้เป็นแฟ้มข้อมูลประเภท CLI (เมธี และ จุไรพร, 2543)

นอกจากนี้ยังมีแฟ้มข้อมูลที่ทำหน้าที่กำหนดและควบคุมการจำลองของแบบจำลองข้าว อีก 2 แฟ้มข้อมูล คือ แฟ้มข้อมูลระบุรายละเอียดและจำนวนของการจำลอง (EXP.LST) และแฟ้มข้อมูลหน่วยการจำลองที่ระบุรหัสชุดดินและรหัสเขตภูมิอากาศ (*.DAT) ซึ่งจำนวนของการจำลองที่ระบุในสองแฟ้มข้อมูลนี้จะเท่ากับจำนวนของ MSMU ที่ไม่ซ้ำกัน (Unique Minimum Simulating Mapping Unit, UMSMU) ที่กระจายตัวอยู่ในพื้นที่ที่สนใจ

ตารางที่ 9–1 คุณสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์ของชุดดินที่แบบจำลองข้าว CERES-Rice ต้องการ

Header	Description	Items
SCOM	Color, moist, Munsell hue	SCOM
SALB	Albedo, fraction	SALB*
SLU1	Evaporation limit, cm	SLU1*
SLDR	Drainage rate, fraction day^{-1}	SLDR*
SLRO	Runoff curve number	SLOR*
SLNF	Mineralization factor	SLNF*
SLPF	Photosynthesis factor	SLPF*
SMHB	pH in buffer determination method	SMHB
SMPX	Phosphorus, extractable, determination	SMPX
SMKE	Potassium determination method	SMKE*
SLB	Depth, base of layer, cm	LSEPTH
SLMH	Master horizon	HOR_SYMB
SLLL	Lower limit, $cm^3\ cm^{-3}$	LLIMIT
SDUL	Upper limit, drained, $cm^3\ cm^{-3}$	ULIMIT
SSAT	Upper limit, saturated, $cm^3\ cm^{-3}$	SSAT*
SRGF	Root growth factor	SRGF*
SSKS	Saturated hydraulic conductivity, macropore cm h^{-1}	SSKS*
SBDM	Bulk density, moist, g cm^{-3}	BULKDEN
SLOC	Organic carbon, %	ORG_C
SLCL	Clay (<0.002 mm), %	CLAY
SLSI	Silt (0.05–0.002 mm), %	SILT
SLCF	Coarse fraction (>2 mm), %	CSFRAC
SLNI	Total nitrogen, %	N
SLHW	pH in water	PH_H2O
SLHB	pH in buffer	PH_KCL
SCEC	Cation exchange capacity, cmol kg^{-1}	CEC

* *ข้อมูลเหล่านี้ไม่มีการศึกษาและบันทึกไว้ในฐานข้อมูลเดิมของกรมพัฒนาที่ดินแต่สามารถหาได้จากค่าความสัมพันธ์กับคุณสมบัติอื่นๆ หรือให้ค่าตามที่ได้มีการกำหนดไว้ (default)*

ตารางที่ 9–2 ตัวอย่างแฟ้มข้อมูลคุณสมบัติของชุดดินที่แบบจำลองนำไปใช้ได้ (SOIL.SOL)

```
* Soil Input File
! Prepared by Panomsak Promburom
*CMCM980102  MCCDLD      -99   107   Fine sandy clay loam
@SITE        COUNTRY       LAT     LONG    SCS_FAMILY
 MCC_CMU     Thailand      18.80   98.90
@ SCOM  SALB  SLU1  SLDR  SLRO  SLNF  SLPF  SMHB  SMPX  SMKE
   -99  0.13   9.8  0.05 84.00  1.00  1.00 SA008 SA003   -99
@  SLB  SLMH  SLLL  SDUL  SSAT  SRGF  SSKS  SBDM  SLOC  SLCL  SLSI  SLCF  SLNI  SLHW  SLHB  SCEC
    16   Apg 0.090 0.220 0.425 0.850   0.5  1.50  1.06  13.0  45.0   0.0   -99   5.8   4.8  62.0
    26 B12tg 0.170 0.280 0.425 0.660   0.2  1.50  0.00  30.0  33.0   0.0   -99   7.7   6.1  11.0
    44 B22tg 0.170 0.280 0.425 0.500   0.2  1.50  0.00  27.5  33.5   0.0   -99   7.8   6.3  12.0
   107 B23tg 0.170 0.280 0.425 0.220   0.2  1.50  0.00  30.5  32.5   0.0   -99   8.4   6.8  10.0

*CMCM980153  MCCDLD      -99   55    Clay loam
@SITE        COUNTRY       LAT     LONG    SCS_FAMILY
 MCC_CMU     Thailand      18.80   98.90   Lithic Haplust
@ SCOM  SALB  SLU1  SLDR  SLRO  SLNF  SLPF  SMHB  SMPX  SMKE
   -99  0.13   9.8  0.25 84.00  1.00  1.00 SA008 SA003   -99
@  SLB  SLMH  SLLL  SDUL  SSAT  SRGF  SSKS  SBDM  SLOC  SLCL  SLSI  SLCF  SLNI  SLHW  SLHB  SCEC
     7    A1 0.110 0.230 0.395 0.930   0.7  1.58  2.73  16.0  27.5   0.0   -99   5.0   4.3  12.0
    19    A2 0.130 0.250 0.395 0.770   0.5  1.58  1.70  21.5  22.5   0.0   -99   5.1   4.0  12.0
    55   B2t 0.240 0.360 0.421 0.480   0.0  1.51  0.93  47.0  24.5   0.0   -99   4.3   3.6  15.0
   100     C 0.260 0.470 0.421 0.210   0.0  1.51  0.60  52.5  22.5   0.0   -99   5.2   3.8  14.0
```

ตารางที่ 9–3 ตัวอย่างแฟ้มข้อมูลระดับปริมาณธาตุอาหารในวันที่เริ่มปลูก (SOIL.INI)

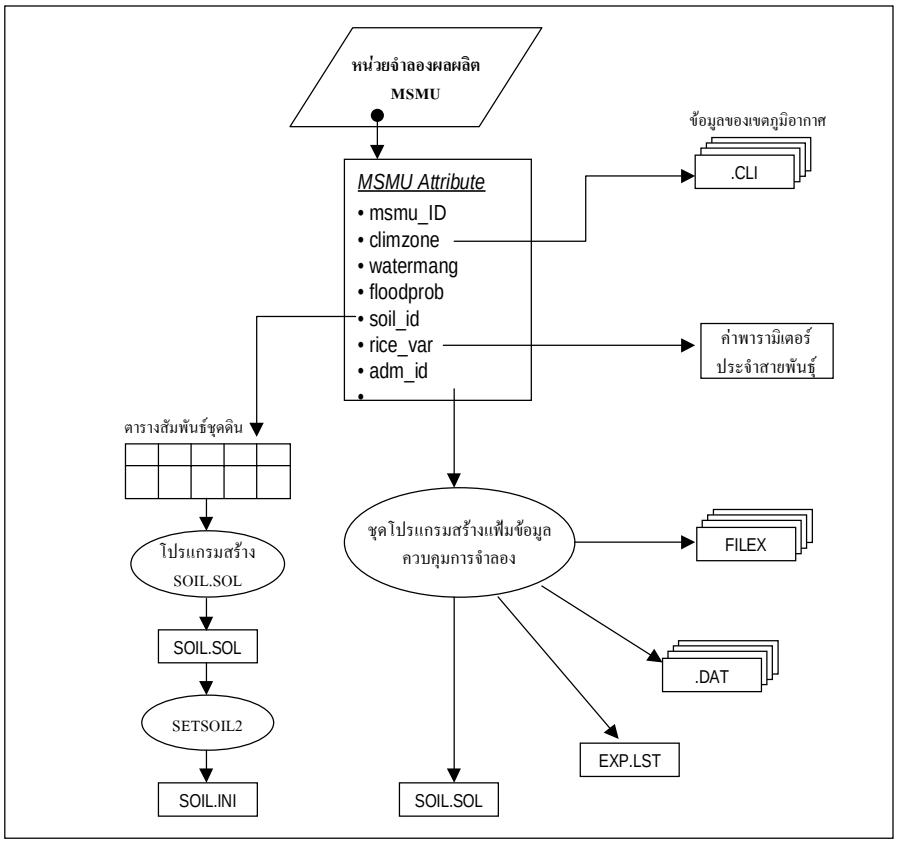
```
SOILINITCON_ID PCR ICDAT  ICRT  ICND  ICRN  ICRE ICBL1 SH2O  SNH4  SNO3 ICBL2 SH2O  SNH4  SNO3
            ICBL3 SH2O  SNH4  SNO3 ICBL4 SH2O  SNH4  SNO3 ICBL5 SH2O  SNH4  SNO3 ICBL6 SH2O
            SNH4  SNO3 ICBL7 SH2O  SNH4  SNO3 ICBL8 SH2O  SNH4  SNO3 ICBL9 SH2O  SNH4  SNO3
            ICBL0 SH2O  SNH4  SNO3 ICBL1 SH2O  SNH4  SNO3 ICBL2 SH2O  SNH4  SNO3 ICBL3 SH2O
            SNH4  SNO3 ICBL4 SH2O  SNH4  SNO3 ICBL5 SH2O  SNH4  SNO3 ICBL6 SH2O  SNH4  SNO3
CMCM990012_001             100     0  1.00  1.00   17  .220   1.0   2.0   65  .310   1.0   1.0
            96  .350   1.0   1.0  130  .330   1.0   1.0
CMCM990047_001             100     0  1.00  1.00    5  .250   1.0   2.0   25  .330   1.0   1.0
           100  .390   1.0   1.0  140  .400   1.0   1.0  180  .380   1.0   1.0
CMCM990055_001             100     0  1.00  1.00   12  .050   1.0   2.0   33  .050   1.0   1.0
            55  .050   1.0   1.0  100  .090   1.0   1.0
CMCM990058_001             100     0  1.00  1.00    9  .120   1.0   2.0   34  .220   1.0   1.0
            56  .240   1.0   1.0   80  .250   1.0   1.0
CMCM990077_001             100     0  1.00  1.00   15  .090   1.0   2.0   22  .170   1.0   1.0
            50  .270   1.0   1.0   79  .280   1.0   1.0  115  .280   1.0   1.0
CMCM990080_001             100     0  1.00  1.00   22  .120   1.0   2.0   42  .160   1.0   1.0
            75  .190   1.0   1.0   97  .190   1.0   1.0  145  .190   1.0   1.0
CMCM990101_001             100     0  1.00  1.00    6  .050   1.0   2.0   19  .070   1.0   1.0
            27  .100   1.0   1.0   48  .130   1.0   1.0  105  .210   1.0   1.0
CMCM990102_001             100     0  1.00  1.00   16  .090   1.0   2.0   26  .170   1.0   1.0
44  .160   1.0   1.0  107  .170   1.0   1.0
```

การพัฒนาโปรแกรมเชื่อมโยง โปรแกรมขับเคลื่อน และ GUI

โปรแกรมต่างๆ และ GUI ในระบบฯ พัฒนาขึ้นจาก Avenue (ESRI, 1996b) ซึ่งเป็นภาษาคอมพิวเตอร์ประเภท Object Oriented Programming (OOP) เพื่อกำหนดการทำงานของ ArcView ให้เป็นไปในรูปแบบที่ผู้ใช้ต้องการ ร่วมกับ ArcView Dialog Designer (ESRI, 1997) ซึ่งเป็นภาษาที่ใช้ในการพัฒนาโปรแกรมเสริมสำหรับสื่อสารกับผู้ใช้อย่างเป็นกันเองในแบบ GUI ชุดโปรแกรมหลักที่พัฒนาขึ้นเพื่อทำหน้าที่ต่างๆ ในระบบประกอบด้วยโปรแกรมสร้างแฟ้มข้อมูลคุณสมบัติของชุดดินสำหรับแบบจำลองข้าว โปรแกรมสร้างแฟ้มข้อมูลควบคุมการจำลอง โปรแกรมขับเคลื่อนแบบจำลอง และโปรแกรมแสดงแผนที่ผลผลิตจากการจำลอง

โปรแกรมสร้างแฟ้มข้อมูลคุณสมบัติของชุดดินสำหรับแบบจำลองข้าว

ฐานข้อมูลคุณสมบัติต่างๆ ของชุดดินที่จะนำมาใช้สำหรับแบบจำลองข้าว CERES-Rice ต้องได้รับการแปลงให้เป็นแฟ้มข้อมูล SOIL.SOL (รูปที่ 9-4) ที่แบบจำลองสามารถนำไปใช้ได้ โดยใช้โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นจากภาษา Avenue เพื่อทำหน้าที่สกัดเอารหัสของชุดดินที่ปรากฏอยู่ในชั้นข้อมูลชุดดินของจังหวัดพิษณุโลกและเชียงใหม่ หรือพื้นที่ศึกษาอื่นๆ ที่สนใจ แล้วเชื่อมโยงเข้ากับฐานข้อมูลอรรถาธิบายชุดดินที่ออกแบบและพัฒนาขึ้นในโครงการวิจัยนี้ (เมธี และคณะ, 2543ข) เพื่อดึงเอาคุณสมบัติของชุดดินที่ตรงกับที่ปรากฏในพื้นที่ นำมาสร้างเป็นแฟ้มข้อมูล SOIL.INI จากนั้นใช้โปรแกรมที่สร้างจากภาษา FORTRAN สกัดเอาข้อมูลค่าคุณสมบัติเริ่มต้นของชุดดินจาก SOIL.SOL แล้วสร้างเป็นแฟ้มข้อมูล SOIL.INI ที่แบบจำลองข้าว CERES-Rice ต้องการ



รูปที่ 9-4 โครงสร้างชั้นข้อมูลหน่วยการจำลองการผลิตข้าว ชุดโปรแกรมเชื่อมโยง และแฟ้มข้อมูลต่างๆ ภายใน ***โพสพ 1.0***

โปรแกรมสร้างแฟ้มข้อมูลควบคุมการจำลอง

การจำลองผลผลิตสามารถทำได้โดยการสร้างชุดโปรแกรมจากภาษา Avenue เพื่อสกัดเอา MSMU ที่แตกต่างกัน นำมาสร้างชุดแฟ้มข้อมูลการจัดการการผลิตข้าว (FILEX) ที่ครอบคลุมทุก MSMU ในจังหวัดพิษณุโลก พร้อมกับสร้างชุดของแฟ้มข้อมูล EXP.LST และ *.DAT ที่ใช้ประกอบกับ FILEX เพื่อใช้ในการจำลองผลผลิต

เมื่อสร้างแฟ้มข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการจำลองแล้ว ระบบจะเรียกใช้โปรแกรมขับเคลื่อนแบบจำลอง เพื่อควบคุมให้แบบจำลอง CERES-Rice ทำการจำลองผลผลิตข้าวสำหรับแต่ละ UMSMU ตามจำนวนปีที่ได้กำหนดไว้อย่างต่อเนื่อง

ภายหลังจากการจำลองเสร็จสิ้นแล้ว ชุดโปรแกรมจะสกัดเอาข้อมูลผลผลิตจากแฟ้มข้อมูล OUTPUT ที่ได้จากการจำลอง คำนวณหาผลผลิตเฉลี่ย เพื่อนำไปเชื่อมโยงกับชั้นข้อมูล MSMU สำหรับการแสดงผลในรูปแผนที่ต่อไป

โปรแกรมขับเคลื่อนแบบจำลอง

ต้นแบบของโปรแกรมขับเคลื่อน (driver program) ได้พัฒนาขึ้นจากภาษา FORTRAN และมีการทดลองใช้แล้วกับแบบจำลองอ้อยโดยอรรถชัยและคณะ (2542) ต่อมาได้ทำการปรับแก้และทดสอบเพื่อใช้กับระบบนี้ โปรแกรมนี้จะทำหน้าที่เชื่อมโยงและส่งผ่านข้อมูลในแฟ้มข้อมูลควบคุมการจำลองที่กล่าวมาข้างต้นเพื่อขับเคลื่อนให้แบบจำลองทำการคำนวณผลผลิตของทุก UMSMU ในพื้นที่เป้าหมาย

โปรแกรมแสดงแผนที่ผลผลิตจากการจำลอง

โปรแกรมนี้ทำหน้าที่สรุปข้อมูลผลผลิตที่ได้จากแบบจำลอง ส่งย้อนกลับไปเชื่อมโยงกับข้อมูลเชิงพื้นที่หน่วยการจำลองโดยใช้รหัสของ MSMU ในการจับคู่เชื่อมโยง จากนั้นกำหนดให้นำข้อมูลที่ได้มาแสดงในรูปของแผนที่ พร้อมทั้งทำการคำนวณผลผลิตและค่าผลผลิตเฉลี่ยแบบถ่วงน้ำหนักด้วยขนาดพื้นที่ของแต่ละ MSMU เพื่อให้ได้ค่าผลผลิตรวมและผลผลิตเฉลี่ยทั้งหมดของพื้นที่เป้าหมาย ขั้นตอนการแสดงผลนี้อาศัยการทำงานของชุดโปรแกรม Avenue เช่นเดียวกัน

ผลการศึกษา

ชั้นข้อมูลหน่วยจำลองการผลิตข้าว (Minimum Simulating Unit, MSMU)

เมื่อนำข้อมูลพื้นที่เพาะปลูกข้าวนาปีและนาปรังมาวิเคราะห์ร่วมกับฐานข้อมูลชุดดิน (soil series), เขตภูมิอากาศ (climate zone) พื้นที่รับน้ำชลประทาน และความเสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วม โดยวิธีการ overlay ทำให้สามารถสร้าง MSMU ของพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่และจังหวัดพิษณุโลก จังหวัดละ 2 ชั้นข้อมูลคือ MSMU ของข้าวนาปี (CMSMUR1, PLSMUR1) และ MSMU ของข้าวนาปรัง (CMSMUR2, PLSMUR2)

จากการตรวจสอบจำนวนของ MSMU ใน CMSMUR1, CMSMUR2, PLSMUR1, และ PLSMUR2 พบว่ามีจำนวนของ MSMU ที่ไม่ซ้ำกัน (Unique Minimum Simulating Mapping Unit, UMSMU) ทั้งสิ้น 291, 86, 795, และ 203 UMSMUs ตามลำดับ และเมื่อพิจารณาถึงความแตกต่างของพันธุ์ข้าวหลักที่เกษตรกรใช้ในแต่ละตำบลร่วมด้วย พบว่ามี UMSMU ทั้งสิ้น 437, 124, 821, 320 ตามลำดับ ซึ่งจำนวน UMSMU ดังกล่าวนี้แสดงให้เห็นถึงจำนวนครั้งที่แบบจำลองข้าวต้องทำการคำนวณผลผลิตเพื่อคาดการณ์ปริมาณผลผลิตของข้าวทั้งจังหวัดสำหรับแต่ละฤดูปลูก

เพื่อให้โปรแกรมต่างๆ ภายในระบบสามารถอ้างอิง MSMU ที่เฉพาะเจาะจงได้ จึงได้ทำการปรับปรุงโครงสร้างข้อมูลอรรถาธิบายภายใน shapefile ของ MSMU ให้มีโครงสร้างสอดคล้องกับการนำไปใช้งานในระบบฯ โดยสร้าง item ใหม่ 2 item คือ (1) SMUCODEFLD จัดเก็บรหัสที่ใช้แทนหน่วยแผนที่ย่อยดังกล่าวนี้เพิ่มเติมใน shape.dbf ซึ่งรหัสนี้ได้มาจากการ overlay ชั้นข้อมูลพื้นที่เพาะปลูกข้าว (นาปี, นาปรัง) ประเภทของการจัดการน้ำ (น้ำฝน, ชลประทาน) ชุดดิน เขตภูมิอากาศ และโอกาสเกิดน้ำท่วม และ (2) SMUVARFLD ซึ่งมีลักษณะคล้ายกับ SMUCODEFLD แต่จะมีรายละอียดของพันธุ์ข้าวหลักที่มีการปลูกอยู่ในแต่ละตำบลเพิ่มเข้ามา เช่น รหัส R1005803KDML_50 ใช้อ้างอิงถึงหน่วยแผนที่ที่อยู่ในเขตนาน้ำฝน (Rainfed) ชุดดินรหัส 0058 (58), เขตภูมิอากาศที่ 3 (03), พันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ105 (KDML) และมีโอกาสเกิดน้ำท่วม 50% หรือปีเว้นปี หลังจากที่ระบบทำการจำลองเพื่อคาดการณ์ผลผลิตข้าวเสร็จแล้ว ข้อมูลผลผลิตที่ได้จะถูกส่งกลับมายังชั้นข้อมูลหน่วยแผนที่ย่อยเพื่อการจำลอง เพื่อแสดงผลเป็นแผนที่โดยอ้างอิงจาก 2 item ดังกล่าว ดังนั้นหากผู้ใช้เลือกการจำลองผลผลิตโดยใช้พันธุ์หลักในพื้นที่ ระบบจะใช้ SMUVARFLD ในการเชื่อมโยงกับผลลัพธ์ที่ได้จากการจำลองเพื่อแสดงผลในรูปแผนที่ หรือถ้าผู้ใช้เลือกการจำลองโดยใช้พันธุ์ข้าวที่สนใจทั้งพื้นที่เป้าหมาย ระบบจะใช้ SMUCODEFLD สำหรับการเชื่อมโยงแทน รายละเอียดโครงสร้างของชั้นข้อมูลหน่วยจำลองการผลิตแสดงไว้ในตารางที่ 9-4

ชั้นข้อมูลเชิงพื้นที่และข้อมูลอรรถาธิบายประกอบ

ชั้นข้อมูลเชิงพื้นที่อื่นๆ นอกเหนือจากชั้นข้อมูลหน่วยจำลองการผลิตที่รวมอยู่ในระบบประกอบด้วยชั้นข้อมูลชุดดิน เขตภูมิอากาศ พื้นที่รับน้ำชลประทาน เขตการปกครองระดับตำบลและระดับอำเภอ ความเสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วม ถนน ทางน้ำ และโรงสีข้าว หลังจากที่ได้นำไปวิเคราะห์เชิงซ้อนทับกับชั้นข้อมูลขอบเขตการปกครองโดยวิธี Identity แล้ว ในแต่ละชั้นข้อมูลจะมีขอบเขตตำบลและเลขรหัสของตำบลกำกับอยู่ และเพื่อให้ระบบฯ สามารถเรียกใช้เป็นรายตำบลและอำเภอตามที่ผู้ใช้ระบุได้ ชั้นข้อมูลดังกล่าวได้แปลงให้เป็น shapefile แล้วจัดเก็บแยกไว้ตาม sub-directory ต่างๆ ดังแสดงในตารางที่ 9-5

ส่วนข้อมูลอรรถาธิบายประกอบชั้นข้อมูลเชิงพื้นที่ต่างๆ นั้น หลังจากการปรับโครงสร้างแล้วได้แยกเก็บตาม sub-directory ตามความสัมพันธ์กับชั้นข้อมูลเชิงพื้นที่นั้นๆ เช่น ข้อมูลอรรถาธิบายคุณสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์ของชุดดิน จัดเก็บไว้ใน sub-directory \soil และข้อมูลรายชื่อขอบเขตการปกครอง จัดเก็บไว้ใน sub-directory \admin เป็นต้น

ตารางที่ 9-4 โครงสร้างตารางอรรถาธิบายของชั้นข้อมูลหน่วยการจำลองการผลิต MSMU

ชื่อ Item	ชนิดของ Item	คำอธิบาย Item
AREA	13, N, 0	พื้นที่ของ MSMU (m^2)
AREA_RAI	13, N, 0	พื้นที่ของ MSMU (rai)
PERIMETER	11, N, 0	เส้นรอบรูปของ polygon
POLY_ID	11, N, 0	หมายเลขประจำ MSMU
SOIL_ID	4, N, 01	เลขรหัสชุดดิน
SYMBOL	11, C	รหัสตัวอักษรของชุดดิน
SOILNAME	100, C	ชื่อชุดดิน
ADM_ID	7, N, 0	เลขรหัสตำบล
TAM_NAME	25, C	ชื่อตำบล
AMP_ID	5, N, 0	เลขรหัสอำเภอ
AMP_NAME	25, C	ชื่ออำเภอ
SMUCODEFLD	12, C	รหัสเชื่อมโยงของหน่วยจำลองการผลิต
SMUVARFLD	20, C	รหัสเชื่อมโยงของหน่วยจำลองการผลิตที่แจงตามพันธุ์ข้าวหลัก
WATERMANG	15, C	การจัดการน้ำ
FLOODPROB	5, N, 0	ระดับความเสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วม
CLIMZONE	2, N, 0	เลขรหัสเขตภูมิอากาศ
RICE_VAR	15, C	ชื่อพันธุ์ข้าว

ตารางที่ 9-5 ชั้นข้อมูลเชิงพื้นที่และตำแหน่งที่จัดเก็บ

ชั้นข้อมูล	Sub-directory
ขอบเขตการปกครอง	\admin
ชุดดิน	\soil
เขตภูมิอากาศ	\climate
พื้นที่รับน้ำชลประทาน	\irrigate
เขตการปกครอง	\admin
ความเสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วม	\flood
ถนน	\road
ทางน้ำ	\river
ตำแหน่งโรงสีข้าว	\mill

โปรแกรมสร้างแฟ้มข้อมูลเกี่ยวกับชุดดิน

โปรแกรมที่ใช้สร้าง SOIL.SOL จากข้อมูลคุณสมบัติของชุดดินที่อยู่ในแฟ้มข้อมูลแบบ dBase พัฒนาจากภาษา Avenue โดยการทำงานของโปรแกรมจะสกัดเอาค่าคุณสมบัติที่แบบจำลองต้องการจากทุกชั้นดิน แล้วบันทึกเก็บเป็นแฟ้มข้อมูลตามโครงสร้างของ SOIL.SOL ส่วนโปรแกรมที่ใช้สร้างแฟ้มข้อมูล SOIL.INI พัฒนาขึ้นจากภาษา FORTRAN โดยโปรแกรมจะเปิดแฟ้มข้อมูล SOIL.SOL อ่านค่าข้อมูล ณ ตำแหน่งที่เฉพาะเจาะจงต่างๆ ที่เป็นค่าเริ่มต้นของคุณสมบัติชุดดิน แล้วสร้างเป็นแฟ้มข้อมูลประเภท ASCII โปรแกรมนี้ได้ทำการคอมไพล์และให้ชื่อว่า SETSOIL12.EXE

โปรแกรมสร้างแฟ้มข้อมูลควบคุมการจำลอง

เมื่อเริ่มต้นการใช้งาน ผู้ใช้สามารถเลือกพื้นที่เป้าหมาย ชนิดพันธุ์ข้าว วันปลูก วิธีการปลูก การจัดการปุ๋ย และจำนวนปีที่ต้องการจำลองผลผลิต ดังนั้นระบบการผลิตข้าวภายในพื้นที่ศึกษาจะมีปัจจัยด้านพันธุ์ข้าว ปุ๋ย และวันปลูกคงที่ ส่วนปัจจัยที่เหลือได้แก่ ชุดดิน ภูมิอากาศ การจัดการน้ำ และความเสี่ยงต่อการเสียหายของผลผลิตที่เกิดจากน้ำท่วม จะแปรผันไปตามสภาพพื้นที่และการจัดการที่ปรากฏในพื้นที่

เนื่องจากความหลากหลายของปัจจัยการผลิตของพื้นที่ศึกษาจังหวัดพิษณุโลกและข้อจำกัดบางประการของแบบจำลองข้าว CERES-Rice ที่ไม่สามารถทำการจำลองภายใต้การกำหนดปัจจัยการผลิตที่ซับซ้อนที่ระบุอยู่ใน FILEX แบบต่อเนื่องได้ จึงกำหนดให้แต่ละ FILEX เป็นตัวแทนของหน่วยการผลิตเพียง 1 หน่วย หรือ 1 UMSMU แต่ละ UMSMU มีคุณสมบัติของชุดดิน การจัดการน้ำ และอยู่ภายใต้เขตภูมิอากาศที่แตกต่างกันไปตามที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ และมีการจัดการด้านอื่นๆ ที่ผู้ใช้กำหนดดังกล่าวข้างต้น

โปรแกรมที่ทำหน้าที่สร้างแฟ้มข้อมูล FILEX สำหรับพื้นที่หนึ่งๆ ในระบบ ***โพสพ 1.0*** เป็นชุดโปรแกรม Avenue ที่ทำงานประสานกับส่วน GUI ของระบบที่จะทำหน้าที่ให้ผู้ใช้เลือกพื้นที่เป้าหมายและรายละเอียดการเขตกรรม ซึ่งจะมีขั้นตอนการทำงานดังนี้

1. ตรวจสอบพื้นที่ที่ถูกเลือก พันธุ์ข้าว วันปลูก วิธีการปลูก รายละเอียดการจัดการปุ๋ย จำนวนปีในการจำลองที่ผู้ใช้ระบุโดยผ่าน GUI
2. ติดต่อกับชั้นข้อมูล SMU (ตามพื้นที่ที่ผู้ใช้เลือก) อ่านข้อมูลจาก item ชื่อ SMUVARFLD หรือ SMUCODEFLD ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับว่าผู้ใช้ระบุพันธุ์ข้าวที่สนใจหรือใช้พันธุ์ข้าวหลักของแต่ละตำบลตามรายละเอียดที่กล่าวมาข้างต้น จากนั้นจึงสกัดหา UMSMU ทั้งหมดของพื้นที่เป้าหมาย สร้างเป็นแฟ้มข้อมูล Database ชั่วคราว (temporary file)

3. แฟ้มข้อมูลในขั้นตอนที่ 2 จะถูกอ่านและส่งต่อไปยังกลุ่มโปรแกรมหลักที่ทำหน้าที่สร้างแฟ้มข้อมูลควบคุมการจำลอง เพื่อสร้าง FILEX ขึ้นมาตามจำนวน UMSMU ซึ่งในแต่ละ FILEX มีการกำหนดรายละเอียดชุดดิน เขตภูมิอากาศ การจัดการน้ำที่สอดคล้องกับรหัสของ UMSMU จากนั้นจัดเก็บไว้ใน sub directory \RIX โดยตั้งชื่อแฟ้มข้อมูลที่ประกอบด้วย รหัสจังหวัด การจัดการน้ำ รหัสชุดดิน และรหัสตัวอักษรที่เกิดจากเขตภูมิอากาศและพันธุ์ข้าวที่ปรากฏอยู่ภายใต้สิ่งแวดล้อมเหล่านี้ และมีนามสกุล .SNX เช่น PL10102A.SNX หมายถึง FILEX สำหรับหน่วยการจำลองผลผลิตข้าวในเขตอาศัยน้ำฝนจังหวัดพิษณุโลกที่มีรหัสชุดดิน 102 รายละเอียดและตัวอย่าง FILEX ของระบบการผลิตแบบนาหว่านอาศัยน้ำฝนจังหวัดพิษณุโลก แสดงในตารางที่ 9-6 และตารางที่ 9-7 ตามลำดับ

4. ในระหว่างการทำงานในขั้นตอนที่ 3 โปรแกรมจะทำการสกัดและรวบรวมชื่อและคำอธิบายโดยย่อของแต่ละ FILEX พร้อมกันไปด้วย เพื่อสร้างเป็นแฟ้มข้อมูลชื่อ EXP.LST ที่ใช้ระบุชื่อและจำนวนของ FILEX ที่จะถูกส่งผ่านไปยังแบบจำลองข้าวในภายหลัง นอกจากนี้แล้วจะมีชุดโปรแกรมทำหน้าที่สร้างแฟ้มข้อมูลที่ระบุหน่วยการจำลองย่อยที่มีอยู่ภายใต้แต่ละ FILEX ซึ่งเป็นแฟ้มข้อมูลประเภท ASCII ภายในมีรายละเอียดของชุดดิน และรหัสเขตภูมิอากาศ โดยมีชื่อแฟ้มข้อมูลเช่นเดียวกันกับ FILEX แต่จะมีนามสกุลเป็น .DAT ตัวอย่างของแฟ้มข้อมูล EXP.LST และ .DAT แสดงไว้ในตารางที่ 9-8 และตารางที่ 9-9 ตามลำดับ

แฟ้มข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการจำลองที่กล่าวมาทั้งหมดจะถูกส่งผ่านไปยังแบบจำลองข้าว CERES-Rice ต่อไป โดยอาศัยโปรแกรมขับเคลื่อนที่ชื่อ GISDRV22.EXE (รูปที่ 9-5) ซึ่งจะได้กล่าวรายละเอียดในส่วนถัดไป

โปรแกรมขับเคลื่อนแบบจำลอง

ผู้พัฒนาระบบ DSSAT 3.0 มีข้อตกลงร่วมเพื่อประสิทธิภาพของการพัฒนาแบบจำลองพืชใหม่ๆ และระบบการจัดการข้อมูลที่จำเป็นต่อการใช้แบบจำลอง โดยให้แยกการพัฒนาระบบฐานข้อมูลที่แบบจำลองต้องการ (input data) ออกจากการพัฒนาโปรแกรมแบบจำลองพืชชนิดต่างๆ รวมทั้งแบบจำลองข้าว CERES-Rice ดังนั้นการส่งผ่านข้อมูลให้แบบจำลองพืชจึงเป็นหน้าที่ของโปรแกรมขับเคลื่อนแบบจำลอง ในระบบ DSSAT 3.0 มีโปรแกรมขับเคลื่อนหลายโปรแกรม สามารถแยกได้เป็น 3 กลุ่มคือ โปรแกรมขับเคลื่อนที่สามารถส่งผ่านข้อมูลแบบโต้ตอบได้ โปรแกรมขับเคลื่อนที่สามารถส่งผ่านข้อมูลแบบโต้ตอบได้บางส่วน และโปรแกรมขับเคลื่อนที่ส่งผ่านข้อมูลแบบไม่มีการโต้ตอบ ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. *โปรแกรมขับเคลื่อนที่สามารถส่งผ่านข้อมูลแบบโต้ตอบได้ (interactive mode)* ผู้ใช้งานต้องเลือกระบบการผลิตและปัจจัยการผลิตที่จะให้แบบจำลองคาดการณ์ผลผลิตและตัวแปรอื่น ซึ่งจำลองการผลิตพืชฤดูปลูกเดียว สามารถจำลองการผลิตพืชได้ครั้งละหนึ่งหน่วยการจำลอง (MSMU) โดยการกำหนดในแฟ้มข้อมูลการจัดการพืช (FILEX) โปรแกรมขับเคลื่อนในกลุ่มนี้มี 2 โปรแกรมซึ่งต้องใช้ร่วมกัน ได้แก่ MDRIV980.EXE และ MINPT980.EXE โปรแกรมดังกล่าวใช้ได้กับแบบจำลองทั่วไปในระบบ DSSAT (Tsuji et al., 1994)

2. *โปรแกรมขับเคลื่อนที่สามารถส่งผ่านข้อมูลแบบโต้ตอบได้บางส่วน (semi-interactive mode)* ผู้ใช้งานต้องเลือกระบบการผลิตที่ให้แบบจำลองคาดการณ์ผลผลิตและตัวแปรอื่น แต่ไม่ต้องกำหนดปัจจัยการผลิต โปรแกรมขับเคลื่อนกลุ่มนี้สามารถส่งผ่านข้อมูลให้แบบจำลองคาดการณ์การผลิตพืชหลายฤดูปลูก สามารถจำลองการผลิตพืชได้ครั้งละมากกว่าหนึ่งหน่วยการจำลองโดยการกำหนดในแฟ้มข้อมูลการจัดการพืช (FILEX) โปรแกรมขับเคลื่อนกลุ่มนี้มี 2 โปรแกรม ซึ่งใช้งานแยกกัน ได้แก่ SEADRV.EXE และ SEQDRV.EXE และสามารถใช้งานได้ทั่วไปในระบบ DSSAT (Tsuji et al., 1994)

3. *โปรแกรมขับเคลื่อนที่สามารถส่งผ่านข้อมูลแบบไม่มีการโต้ตอบ (non-interactive mode)* ผู้ใช้งานไม่ต้องกำหนดระบบการผลิตและปัจจัยการผลิต โปรแกรมขับเคลื่อนกลุ่มนี้สามารถส่งผ่านข้อมูลให้แบบจำลองคาดการณ์การผลิตพืชมากกว่าหนึ่งตัวแปรปัจจัยการผลิต และสามารถจำลองการผลิตพืชได้ครั้งละมากกว่าหนึ่งหน่วยการจำลองโดยการกำหนดใน FILEX และแฟ้มข้อมูลที่บรรจุข้อมูลหน่วยการจำลอง (.DAT) โปรแกรมขับเคลื่อนในกลุ่มนี้มี 1 โปรแกรม ได้แก่ GISDRV22.EXE ซึ่งได้ทดลองใช้แล้วกับแบบจำลองอ้อย (อรรถชัย และคณะ, 2542)

การพัฒนาการเชื่อมโยงระหว่างฐานข้อมูลชนิดต่างๆ และแบบจำลองข้าวของระบบ ***โพสพ 1.0*** เลือกใช้โปรแกรมขับเคลื่อนกลุ่มที่ 3 คือ GISDRV22.EXE ซึ่งได้รับการศึกษาและพัฒนาตั้งแต่เริ่มต้นโครงการวิจัย ได้ทำการทดสอบและให้ผลในระดับที่น่าพอใจ

โดยทั่วไปผู้ใช้งานสามารถเรียกใช้โปรแกรม GISDRV22.EXE ที่ DOS prompt ตามลำดับดังคำสั่งต่อไปนี้

GISDRV22.EXE PL10058B.SNX PL10058B.DAT OUT.DAT

โปรแกรม GISDRV22.EXE ต้องการค่าพารามิเตอร์ 3 ค่าดังที่ปรากฏในคำสั่งข้างต้นนั้น พารามิเตอร์ค่าที่ 1 คือ PL10058B.SNX เป็นชื่อแฟ้มข้อมูล FILEX พารามิเตอร์ค่าที่ 2 คือ PL10058B.DAT เป็นชื่อแฟ้มข้อมูลหน่วยการจำลอง และพารามิเตอร์ค่าที่ 3 OUT.DAT เป็นชื่อแฟ้มข้อมูลที่เก็บผลลัพธ์การจำลองการผลิตพืชโดยมีค่าพารามิเตอร์ที่จำเป็นต้องใช้กับข้อมูลประเภทราสเตอร์ ซึ่งในระบบ ***โพสพ 1.0*** ไม่ได้ใช้แฟ้มข้อมูลนี้

นอกเหนือจากค่าพารามิเตอร์ทั้งสาม โปรแกรม GISDRV22.EXE ยังต้องการแฟ้มข้อมูลชุดดิน 2 แฟ้มข้อมูล ได้แก่ SOIL.SOL และ SOIL.INI เก็บภายใต้ sub-directory \modelrun ซึ่งเป็นที่เก็บแฟ้มข้อมูลที่เป็นค่าพารามิเตอร์ทั้งสามดังกล่าวข้างต้น

โปรแกรม GISDRV22.EXE ต้องการค่าเริ่มต้นซึ่งระบุที่จัดเก็บแฟ้มข้อมูลควบคุมการจำลองอยู่ในแฟ้มข้อมูลชื่อ WORKING.INI และรายละเอียดข้อมูลและสถานที่จัดเก็บในแฟ้ม DSSATPRO.FLE ซึ่งแบบจำลองต้องอ่านค่าเหล่านี้ในขั้นตอนการจำลองผลผลิต

ข้อมูลเฉพาะของโปรแกรมขับเคลื่อน GISDRV22.EXE มีดังนี้

ภาษาที่ใช้พัฒนา: FORTRAN 77

Compiler: Microsoft FORTRAN 5-0 (Microsoft, 1989)

Linker: Microsoft FORTRAN 5-0

Library: LLIBFOR7.LIB 5-0

Local Calls GETARG, ZEROC2, ZEROC1, UPPER, READINI, RFILX, ZEROR2, FIXOUT, GETPTS, SPAWN, TUKEY

ระบบปฏิบัติการ: DOS 6.0, Windows 95, Windows 98.

ความจำพื้นฐาน 590 KB

ลำดับการทำงาน:

1. อ่านค่าที่เก็บแฟ้มข้อมูลจาก WORKING.INI
2. เปิดแฟ้มข้อมูลหน่วยการจำลอง อ่านรหัสชุดดินและรหัสภูมิอากาศ จำกัดที่ 2000 หน่วยการจำลอง
3. เปิดแฟ้มบรรจุข้อมูลผลลัพธ์การจำลอง
4. อ่านค่าเริ่มต้นการจำลองการผลิตพืช GREYF.ILE
5. เปิดและอ่านแฟ้มข้อมูลงานทดลองจากแฟ้ม EXP.LST
6. อ่านข้อมูลในแฟ้มจัดการผลิตข้าวใน FILEX
7. อ่านแฟ้มข้อมูลค่าเริ่มต้นชุดดิน SOIL.INI
8. เขียนแฟ้มข้อมูลการจัดการผลิตข้าว (FILEX) ใหม่เฉพาะหน่วยทดลองนั้นๆ เปลี่ยนรหัสชุดดิน (soil_id) รหัสภูมิอากาศ (weather_id) รหัสหน่วยทดลอง (field_id) ค่าเริ่มต้นของชุดดิน (initial conditions) และค่าความลาดเทของชุดดิน (SLDP)
9. เขียนค่าเริ่มต้นของชุดดินของแต่ละหน่วยการจำลองที่ท้ายแฟ้มจัดการผลิตพืช FILEX
10. เรียกแบบจำลองข้าวและ run แบบจำลอง
11. หลังการ run แบบจำลอง เขียนแฟ้มข้อมูล SUMMARY.OUT และแฟ้มข้อมูล SUMMARY.SNS

เนื่องจากว่าโปรแกรมขับเคลื่อน GISDRV22.EXE ได้ถูกออกแบบและพัฒนาให้ทำการขับเคลื่อนแบบจำลองสำหรับ 1 ชุดระบบการผลิตเท่านั้น เช่น จำลองผลผลิตข้าวภายใต้ปัจจัย 1 ชุดดิน กับ 3 เขตภูมิอากาศ และ 2 พันธุ์ หากพื้นที่เป้าหมายครอบคลุมระบบการผลิตและปัจจัยการผลิตที่หลากหลาย จะต้องปรับปรุงระบบให้สามารถทำการจำลองผลผลิตได้อย่างต่อเนื่องครอบคลุมลักษณะของการจัดการการผลิตข้าวทั่วทั้งพื้นที่เป้าหมาย ดังนั้นจึงได้พัฒนา Avenue script เพื่อสร้างแฟ้มข้อมูลคำสั่งต่อเนื่อง (batch file) โดยให้ชื่อว่า GISRUN.BAT ซึ่งประกอบด้วยบรรทัดคำสั่งเพื่อให้โปรแกรมขับเคลื่อนทำงาน ตามด้วยบรรทัดคำสั่งของ DOS เพื่อเปลี่ยนชื่อแฟ้มข้อมูลบันทึกผลการจำลองจาก SUMMARY.SNS ให้เป็นชื่อเดียวกันกับ FILEX มีนามสกุลเป็น .SNS เช่น PL1_0102.SNS โครงสร้างของ GISRUN.BAT มีรายละเอียดดังตัวอย่างต่อไปนี้

```
GISDRV22.EXE  PL10058B.SNX  PL10058B.DAT OUT.DAT
RENAME  SUMMARY.SNS  PL10058B.SNS
GISDRV22.EXE  PL10102A.SNX  PL10102A.DAT OUT.DAT
RENAME  SUMMARY.SNS  PL10102A.SNS
```

ขั้นตอนการทำงานของชุดโปรแกรมขับเคลื่อนการจำลองและข้อมูลที่ใช้ประกอบแสดงไว้ดังรูปที่ 9-5 เมื่อระบบทำการจำลองผลผลิตข้าวครบทุกปัจจัยการผลิตของพื้นที่เป้าหมาย ผลลัพธ์ที่ได้คือแฟ้มข้อมูลที่มีนามสกุล .SNS ตามจำนวนของ FILEX ซึ่งระบบจะใช้แฟ้มข้อมูลเหล่านี้ในการแสดงผลในรูปของแผนที่ในขั้นตอนต่อไป รูปที่ 9-6 แสดงตัวอย่างการทำงานของแบบจำลองข้าวจากการขับเคลื่อนของ GISRUN.BAT และ GISDRV22.EXE

โปรแกรมแสดงแผนที่ผลผลิตจากการจำลอง

หลังจากโปรแกรม CERES-Rice ทำการประมาณผลผลิตของแต่ละ UMSMU เสร็จสิ้น จะได้ผลลัพธ์เป็นแฟ้มข้อมูลประเภท ASCII ที่มีชื่อสอดคล้องกับที่ปรากฏใน EXP.LST และมีนามสกุล .SNS ภายในแต่ละแฟ้มข้อมูลนี้จะมีรายละเอียดต่างๆ ดังตัวอย่างโครงสร้างในตารางที่ 9-10 ซึ่งรวมทั้งผลผลิตต่อเฮกตาร์ในคอลัมน์ที่ชื่อว่า HWAH

ในขั้นตอนการแสดงผล ชุดโปรแกรม Avenue จะทำการสร้างแฟ้มข้อมูล Dbase ชื่อ YIELDTAB.DBF โดยมีโครงสร้างดังแสดงในตารางที่ 9-11 SMUVARCODE ใช้บันทึกรหัสหน่วยการผลิตเป็น UMSMU เป็น item ที่เชื่อมโยงกับชั้นข้อมูลหน่วยจำลองการผลิตซึ่งมี SMUVARFLD และ SMUCODEFLD อยู่ ข้อมูลอื่นๆ ภายใน YIELDTAB.DBF ได้จากการอ่านแฟ้มข้อมูล .SNS แต่ละแฟ้ม แล้วสกัดเอาข้อมูลผลผลิตในคอลัมน์ HWAH เพื่อคำนวณหาค่าผลผลิตเฉลี่ย

ในการคำนวณผลผลิตเฉลี่ยนั้น ถ้าหาก UMSMU ใดมีระดับความเสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วมระดับลึกเกิน 1.5 เมตร เป็นระยะเวลา 10 วันที่บันทึกไว้ใน item ชื่อ FLOODPROB ผลผลิตสูงสุดในจำนวนปีตามสัดส่วนของความเสี่ยง จะถูกแทนค่าด้วยศูนย์แล้วจึงคำนวณหาค่าเฉลี่ย เช่นที่

ระดับความเสี่ยงเท่ากับ 50% ถ้าผู้ใช้กำหนดการจำลองเป็นเวลา 20 ปี ผลผลิตจากการจำลองที่มีค่าสูงสุดจำนวน 10 ปี จะถูกปรับค่าเป็นศูนย์ก่อนแล้วจึงนำมาคำนวณผลผลิตเฉลี่ยใน 20 ปี ทั้งนี้เพื่อให้ผลผลัพธ์ที่ได้สะท้อนถึงสภาพความเป็นจริงที่มีความเสียหายของผลผลิตอันเกิดจากน้ำท่วม ผลลัพธ์ที่ได้ซึ่งมีหน่วยเป็นกิโลกรัมต่อเฮกตาร์บันทึกไว้ใน item ชื่อ YIELD_HA จากนั้นคำนวณผลผลิตเฉลี่ยให้มีหน่วยเป็นกิโลกรัมต่อไร่บันทึกไว้ใน item ที่ชื่อ YIELD_RAI

สำหรับขั้นตอนการแสดงผลการผลิตในรูปแผนที่นั้น ใช้ชุดโปรแกรม Avenue ทำการเชื่อมต่อ (JOIN) แฟ้มข้อมูล YIELDTAB.DBF เข้ากับตารางอรรถาธิบายของชั้นข้อมูล MSMU โดยใช้ item ชื่อ SMUVARCODE เชื่อมเข้ากับ SMUCODEFLD หรือ SMUVERFLD และกำหนดสีที่กำกับในแต่ละช่วงปริมาณผลผลิต สุดท้ายแสดงผลเป็นแผนที่ทางจอภาพ นอกจากนี้ระบบยังทำการคำนวณหาค่าผลผลิตทั้งหมดของพื้นที่เป้าหมาย ซึ่งได้จากผลรวมของผลผลิตของทุก MSMU พร้อมทั้งคำนวณค่าผลผลิตเฉลี่ยของพื้นที่เป้าหมายทั้งหมดโดยทำการถ่วงน้ำหนักด้วยขนาดพื้นที่ของ MSMU จากนั้นแสดงผลลัพธ์ประกอบกับแผนที่ผลผลิต

สรุป

ระบบสนับสนุนการตัดสินใจการผลิตข้าวเป็นการผสมผสานการทำงานของระบบจำลองข้าว CERES-Rice เข้ากับเทคโนโลยีสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ อันประกอบด้วยโปรแกรม ArcView GIS และฐานข้อมูลเชิงพื้นที่หน่วยจำลองการผลิตข้าว ซึ่งได้จากการวิเคราะห์เชิงซ้อนทับชั้นข้อมูลที่เป็นปัจจัยการผลิตข้าวคือ พื้นที่ปลูกข้าว พื้นที่ชลประทาน เขตภูมิอากาศ ชุดดิน พันธุ์ข้าว และความเสี่ยงต่อการสูญเสียของผลผลิตจากน้ำท่วม ทั้งหมดนี้ทำงานประสานเข้าด้วยกันแบบ Combining ด้วยโปรแกรมเชื่อมโยง ***โพสพ 1.0*** ที่พัฒนาขึ้นจากชุดคำสั่ง Avenue Dialog designer และโปรแกรมขับเคลื่อน GISDRV22.EXE โดยผู้ใช้สามารถสื่อสารและใช้งานระบบผ่านทาง GUI ที่เป็นภาษาไทย

การเชื่อมโยงข้อมูลเชิงพื้นที่เข้ากับแบบจำลองข้าวใช้หลักการวิเคราะห์ชั้นข้อมูลเชิงพื้นที่ให้เป็นหน่วยจำลองการผลิต (MSMU) ที่เป็นตัวแทนของระบบการผลิตข้าวภายใต้สภาพแวดล้อมและปัจจัยการผลิตที่เฉพาะเจาะจง แล้วส่งรายละเอียดของระบบการผลิตในรูปแบบของ data input ไปยังแบบจำลองข้าว CERES-Rice เพื่อทำการจำลอง แล้วนำผลลัพธ์ที่ได้ไปวิเคราะห์และเชื่อมโยงกลับไปยัง MSMU โดยใช้รหัสประจำ MSMU เพื่อแสดงผลเป็นแผนที่

ระบบสนับสนุนการตัดสินใจการผลิตข้าว ***โพสพ 1.0*** เอื้ออำนวยความสะดวกให้ผู้ใช้สามารถทำการจำลองสถานการณ์การผลิตข้าวภายใต้เงื่อนไขการจัดการที่สนใจ รวมไปถึงการวิเคราะห์เชิงนโยบายในพื้นที่เป้าหมายที่มีพื้นที่ขนาดใหญ่ได้โดยสะดวกและรวดเร็ว และสามารถใช้เป็นพื้นฐานนำไปสู่ในการพัฒนาฐานข้อมูลเชิงพื้นที่และข้อมูลอรรถาธิบายเพื่อใช้ระบบนี้คาดการณ์ผลผลิตข้าวในพื้นที่อื่นๆ ของประเทศไทยอีกต่อไปในอนาคต

ตารางที่ 9-6 รายละเอียดระบบการผลิตและรหัสใน FILEX สำหรับระบบการผลิตข้าวในสภาพนาหว่านอาศัยน้ำฝน หว่านเมล็ดวันที่ 15 กรกฎาคม ในจังหวัดพิษณุโลก

ปัจจัยการผลิตข้าว	รายละเอียด	รหัสใน FILEX

พันธุ์	ข้าวเจ้าปลูกได้ทั้งนาปีและนาปรัง
	พันธุ์ชัยนาท 1
		`*CULTIVARS`
		`@C CR INGENO CNAME`
		` 1 RI TR0004 CHAINAT`

วันปลูก	นาปี 15 กรกฎาคม	`*PLANTING DETAILS`
		`@P PDATE EDATE PPOP PPOE PLME PLDS PLRS`
		`PLRD PLDP PLWT PAGE PENV PLPH SPRL`
		` 1 01197 -99 300.0 300.0 P B 1`
		`0 0.1 -99 1 25.0 1.0 0.0`

วิธีการปลูก	แบบหว่าน ความหนาแน่น 300 ต้นต่อตารางเมตร ระยะระหว่างเมล็ด 2 เซนติเมตร หว่านลึก 1 เซนติเมตร น้ำหนักแห้งเมล็ดข้าว 8.16 กิโลกรัมต่อไร่	มีแสดงในส่วนข้อมูลวันปลูก
การจัดการน้ำ	อาศัยน้ำฝน	`IRRIG = N`

การใส่ปุ๋ยเคมี	แบ่งใส่ 2 ครั้ง ครั้งแรกใส่หลังปลูก 20 วัน (01217) ใช้ปุ๋ย 16-20-0 ในอัตรา 156 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ (25 กิโลกรัม/ไร่) และครั้งที่สองเมื่อข้าวถึงระยะตั้งท้อง (01237) ใช้ปุ๋ยยูเรีย อัตรา 62 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ (10 กิโลกรัม/ไร่) โดยใส่แบบหว่าน	`*FERTILIZERS (INORGANIC)`
		`@I FDATE FMCD FACD FDEP FAMN FAMP FAMK FAMC FAMO FOCD`
		` 1 01217 FE002 AP001 1 156 -99 -99 -99 -99 -99`
		` 1 01237 FE005 AP001 1 62 -99 -99 -99 -99 -99`

การควบคุมการจำลอง	จำนวนปี	`NYERS = 1`
	วันเริ่มการจำลอง	SDATE = 01197 (15 กรกฎาคม)
	วันปลูก	PLANT = R ตามกำหนดใน section *PLANTING DETAILS
	การให้น้ำ	IRRIG = N แบบอาศัยน้ำฝน
	การใส่ปุ๋ยเคมี	FERTI = R ตามกำหนดใน section *FERTILIZERS (INORGANIC)
	การใส่ปุ๋ยพืชสด	RESID = N ไม่ใส่
	การเก็บเกี่ยว	HARVS = M ตามระยะพัฒนาที่แบบจำลองคำนวณคือสุกแก่ทางสรีระ

ตารางที่ 9–7 รายละเอียดใน FILEX สำหรับระบบการผลิตข้าวในสภาพนาหว่านอาศัยน้ำฝน หว่านเมล็ดวันที่ 15 กรกฎาคม จังหวัดพิษณุโลก

```
*EXP DETAILS: PL10054a PLRice 1

*GENERAL
@PEOPLE
 Rice Decision Support System (RDSS) Project
@ADDRESS
 MCC, CMU
@SITE
PL, THAILAND
!Rainfed RF PL, THAILAND
!Broadcasted is used,
!Planted on 01197
!CHAINAT Cultivar

*TREATMENTS                        -------------FACTOR LEVELS------------
@N R 0 C TNAME..................... CU FL SA IC MP MI MF MR MC MT ME MH SM
 1 1 0 0 PL02 PL RF B 197           1  1  0  1  1  1  1  0  0  0  0  0  1

*CULTIVARS
@C CR INGENO CNAME
 1 RI TR0004 CHAINAT

*FIELDS
@L ID_FIELD WSTA....  FLSA  FLOB  FLDT  FLDD  FLDS  FLST  SLTX  SLDP ID_SOIL
 1 PL10054a PL02     -99.0     0 DR000     0     0     0   -99     0 CMPL990054

*INITIAL CONDITIONS
@C   PCR ICDAT  ICRT  ICND  ICRN  ICRE  ICWD ICRES ICREN ICREP ICRIP ICRID
 1    RI 01192   100     0  1.00  1.00   1.0     0  0.00  0.00   100    15
@C  ICBL  SH2O  SNH4  SNO3

*PLANTING DETAILS
@P PDATE EDATE  PPOP  PPOE  PLME  PLDS  PLRS  PLRD  PLDP  PLWT  PAGE  PENV  PLPH  SPRL
 1 01197   -99 300.0 300.0     P     B     1     0   0.1   -99     1  25.0   1.0   0.0

*IRRIGATION AND WATERMANAGEMENT
@I  EFIR  IDEP  ITHR  IEPT  IOFF  IAME  IAMT
 1  0.90    30    50   100 GS005 IR003    10

*FERTILIZERS (INORGANIC)
@I FDATE  FMCD  FACD  FDEP  FAMN  FAMP  FAMK  FAMC  FAMO  FOCD
 1 01217 FE002 AP001     1   156   -99   -99   -99   -99   -99
 1 01237 FE005 AP001     1    62   -99   -99   -99   -99   -99

*SIMULATION CONTROLS
@N GENERAL     NYERS NREPS START SDATE RSEED SNAME....................
 1 GE             20     1     S 01197  0219 PL RF B 197
@N OPTIONS     WATER NITRO SYMBI PHOSP POTAS DISES  CHEM  TILL
 1 OP             Y     Y     Y     N     N     N     N     N
@N METHODS     WTHER INCON LIGHT EVAPO INFIL PHOTO HYDRO
 1 ME             S     M     E     R     S     C     R
@N MANAGEMENT  PLANT IRRIG FERTI RESID HARVS
 1 MA             R     N     R     N     M
@N OUTPUTS     FNAME OVVEW SUMRY FROPT GROUT CAOUT WAOUT NIOUT MIOUT DIOUT  LONG CHOUT OPOUT
 1 OU             N     Y     Y    30     N     N     N     N     N     N     N     N     N

@  AUTOMATIC MANAGEMENT
@N PLANTING    PFRST PLAST PH2OL PH2OU PH2OD PSTMX PSTMN
 1 PL          11288 11360    40   100    30    40    10
@N IRRIGATION  IMDEP ITHRL ITHRU IROFF IMETH IRAMT IREFF
 1 IR             30    50   100 GS005 IR003    10  1.00
@N NITROGEN    NMDEP NMTHR NAMNT NCODE NAOFF
 1 NI             15    15    12 FE005 GS005
@N RESIDUES    RIPCN RTIME RIDEP
 1 RE           100     1    20
@N HARVEST     HFRST HLAST HPCNP HPCNR
 1 RE             0 12305   100     0
```

ตารางที่ 9-8 โครงสร้างและตัวอย่างของแฟ้มข้อมูลรายละเอียดของการจำลอง (EXP.LST) ในระบบ DSSAT3.0 (Tsuji et al., 1994)

```
    @# FILENAME EXT
  1 PL20047a SNX PL IR B
  2 PL20053a SNX PL IR B
  3 PL20053b SNX PL IR B
  4 PL20053c SNX PL IR B
  5 PL20053d SNX PL IR B
  6 PL20053e SNX PL IR B
  7 PL20053f SNX PL IR B
  8 PL20053g SNX PL IR B
  9 PL20053h SNX PL IR B
 10 PL20054a SNX PL IR B
 11 PL20054b SNX PL IR B
 12 PL20054c SNX PL IR B
 13 PL20054d SNX PL IR B
 14 PL20054e SNX PL IR B
 15 PL20058a SNX PL IR B
```

ตารางที่ 9-9 ตัวอย่างโครงสร้างและรายละเอียดของแฟ้มข้อมูล .DAT

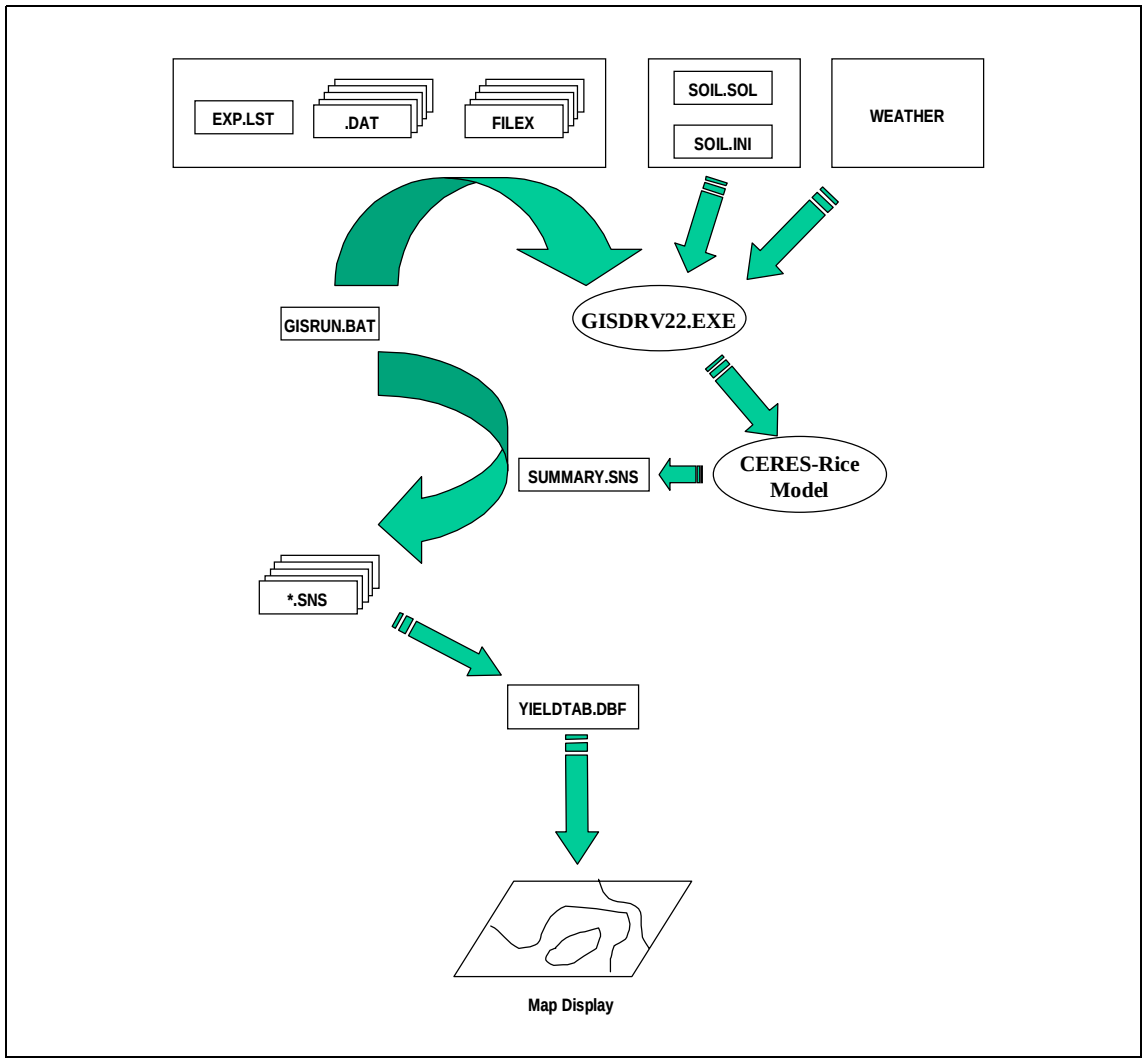
```
*SMU     SOIL_ID    SOIL-INITIAL  WSTA TRT

   1  CMPL990047  CMPL990047_001  PL08   1
```

ตารางที่ 9-10 ตัวอย่างโครงสร้างและรายละเอียดของแฟ้มข้อมูล .SNS

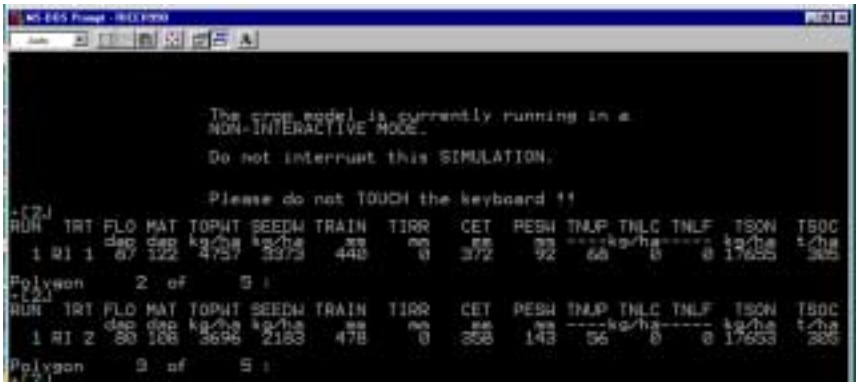
```
*SUMMARY : CM10058aSN CM RF T

!IDENTIFIERS.............................. DATES........................ DRY
WEIGHTS.................................... WATER.....................................
NITROGEN..................................... ORGANIC MATTER... PHOSPHORUS............
@RP TN ROC CR TNAM                FNAM      SDAT  PDAT  ADAT  MDAT  HDAT  DWAP  CWAM  HWAM  HWAH  BWAH
HWUM  H#AM  H#UM  IR#M  IRCM  PRCM  ETCM  ROCM  DRCM  SWXM  NI#M  NICM  NFXM  NUCM  NLCM  NIAM  CNAM
GNAM  RECM  ONAM  OCAM  PO#M  POCM  CPAM  SPAM
  1  1 100 RI            CM03 CM  EROS0001  1213  1218  1311  1351  1351     8  9098  5224  5224     0
28 16269 365.7     0     0   561   420    89    45     7     2    71     0    84     2     0    84
39     0 10866   108     0     0     0     0
  2  1 100 RI            CM03 CM  EROS0001  2213  2218  2311  2352  2352     8  7380  4745  4745     0
28 14778 343.8     0     0   833   454   238   121    20     2    71     0    62     5     0    62
35     0 10863   108     0     0     0     0
  3  1 100 RI            CM03 CM  EROS0001  3213  3218  3311  3357  3357     8  3336  1918  1918     0
28  5973 170.7     0     0   652   350    94   195    12     2    71     0    31     7     0    31
14     0 10871   109     0     0     0     0
  4  1 100 RI            CM03 CM  EROS0001  4213  4218  4319  4362  4362     8  8187  5208  5208     0
28 16219 344.3     0     0   563   452    62    46     2     2    71     0    82     2     0    82
34     0 10868   108     0     0     0     0
  5  1 100 RI            CM03 CM  EROS0001  5213  5218  5313  5359  5359     8  5071  2665  2665     0
28  8300 143.6     0     0   527   427    37    58     5     2    71     0    48     2     0    48
15     0 10868   109     0     0     0     0
```

ตารางที่ 9-11 ตัวอย่างตาราง YIELDTAB.DBF

FXNAME	SMUVARCODE	FLOODPROB	YIELD_HA	YIELD_RAI
PL20047A	I2004708CHAINAT_0	0	5,751	920
PL20047B	I2004708KDML_0	0	5,529	885
PL20053A	I2004708KDML_16	16	5,588	894
PL20053A	I2004708KDML_50	50	3,190	510



รูปที่ 9-5 ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมขับเคลื่อนแบบจำลองข้าวและการแสดงแผนที่ผลผลิตที่ได้จากการจำลอง



รูปที่ 9-6 ตัวอย่างหน้าจอในขณะที่แบบจำลอง CERES-Rice ทำงานโดยการขับเคลื่อนของ GISDRV22.EXE ร่วมกับ GISRUN.BAT

เอกสารอ้างอิง

ถาวร อ่อนประไพ, เมธี เอกะสิงห์ และ สิทธิเดช ณ เชียงใหม่. 2543. การสร้างฐานข้อมูลเชิงพื้นที่แสดงพื้นที่ปลูกข้าวด้วยข้อมูลระยะไกลในระบบสนับสนุนการตัดสินใจการผลิตข้าว. หน้า 107-139. *ใน* เมธี เอกะสิงห์ และคณะ (บรรณาธิการ). ระบบสนับสนุนการตัดสินใจการผลิตข้าว รายงานผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์ส่วนที่ 1 โครงการวิจัยระบบสนับสนุนการตัดสินใจการผลิตพืช: ข้าวในภาคเหนือ. ศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

เมธี เอกะสิงห์, พนมศักดิ์ พรหมบุรมย์, อรรถชัย จินตะเวช และ ศักดิ์ดา จงแก้ววัฒนา. 2543. ระบบสนับสนุนการตัดสินใจการผลิตข้าว : แนวคิดและหลักการ. หน้า 1-11. *ใน* เมธี เอกะสิงห์ และคณะ (บรรณาธิการ). ระบบสนับสนุนการตัดสินใจการผลิตข้าว รายงานผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์ส่วนที่ 1 โครงการวิจัยระบบสนับสนุนการตัดสินใจการผลิตพืช: ข้าวในภาคเหนือ. ศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

เมธี เอกะสิงห์ และ จุไรพร แก้วทิพย์. 2543. การพัฒนาฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ในระบบสนับสนุนการตัดสินใจการผลิตข้าว. หน้า 41-76. *ใน* เมธี เอกะสิงห์ และคณะ (บรรณาธิการ). ระบบสนับสนุนการตัดสินใจการผลิตข้าว รายงานผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์ส่วนที่ 1 โครงการวิจัยระบบสนับสนุนการตัดสินใจการผลิตพืช: ข้าวในภาคเหนือ. ศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

เมธี เอกะสิงห์, เฉลิมพล สำราญพงษ์ และ ถาวร อ่อนประไพ. 2543. การสร้างชั้นข้อมูลเชิงพื้นที่น้ำท่วมจากข้อมูลภาพเรดาร์และแบบจำลองลุ่มน้ำ. หน้า 77-105. *ใน* เมธี เอกะสิงห์ และคณะ (บรรณาธิการ). ระบบสนับสนุนการตัดสินใจการผลิตข้าว รายงานผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์ส่วนที่ 1 โครงการวิจัยระบบสนับสนุนการตัดสินใจการผลิตพืช: ข้าวในภาคเหนือ. ศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

เมธี เอกะสิงห์, ทวีศักดิ์ เวียรศิลป์, พนมศักดิ์ พรหมบุรมย์ และ สุรีย์พร สุดชาลี. 2543. การออกแบบและพัฒนาฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ชุดดิน. หน้า 13-40. *ใน* เมธี เอกะสิงห์ และคณะ (บรรณาธิการ). ระบบสนับสนุนการตัดสินใจการผลิตข้าว รายงานผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์ส่วนที่ 1 โครงการวิจัยระบบสนับสนุนการตัดสินใจการผลิตพืช: ข้าวในภาคเหนือ. ศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

เมธี เอกะสิงห์, พนมศักดิ์ พรหมบุรมย์, ชาญชัย แสงชโยสวัสดิ์, เบญจพรรณ เอกะสิงห์ ธันยา พรหมบุรมย์, เฉลิมพล สำราญพงษ์ และ จุไรพร แก้วทิพย์. 2542. รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการพัฒนาระบบฐานข้อมูลดินระยะที่ 2. ศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

เมธี เอกะสิงห์ และ สุรีย์พร สุดชาลี. 2541. การพัฒนาระบบข้อมูลเชิงพื้นที่โครงการชลประทานในระบบสนับสนุนการตัดสินใจการผลิตข้าว. หน้า 2-37. *ใน* เมธี เอกะสิงห์ และคณะ. ระบบสนับสนุนการตัดสินใจการผลิตข้าว รายงานฉบับที่ 2 โครงการวิจัยระบบสนับสนุนการตัดสินใจการผลิตพืช: ข้าวในภาคเหนือ. ศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

อรรถชัย จินตะเวช, สุวิทย์ เลาหศิริวงศ์, เฉลิมพล ไหลรุ่งเรือง และ ศักดิ์ดา จงแก้ววัฒนา. 2540. การประมาณผลผลิตอ้อยโดยใช้แบบจำลองพัฒนาการและการเจริญเติบโตของอ้อย : แนวคิดและหลักการ (principles & concepts). หน้า 2-15. *ใน* อรรถชัย จินตะเวช, สุวิทย์ เลาหศิริวงศ์ และ เฉลิมพล ไหลรุ่งเรือง (บรรณาธิการ). การพัฒนาและการทดสอบแบบจำลองการเจริญเติบโตของอ้อยในประเทศไทย. 196 หน้า.

อรรถชัย จินตะเวช และ P. K. Thornton. 2540. การประมาณผลผลิตอ้อยในพื้นที่ขนาดใหญ่โดยใช้โปรแกรมเชื่อมโยง ThaiSIS 1.0. หน้า 161-170. *ใน* อรรถชัย จินตะเวช สุวิทย์ เลาหศิริวงศ์ และ เฉลิมพล ไหลรุ่งเรือง (บรรณาธิการ). การพัฒนาและการทดสอบแบบจำลองการเจริญเติบโตของอ้อยในประเทศไทย. 196 หน้า.

อรรถชัย จินตะเวช และ P. K. Thornton. 2540. การประมาณผลผลิตอ้อยโดยใช้แบบจำลองพัฒนาการและการเจริญเติบโตของอ้อย. หน้า 102-112. *ใน* อรรถชัย จินตะเวช สุวิทย์ เลาหศิริวงศ์ และ เฉลิมพล ไหลรุ่งเรือง (บรรณาธิการ). การพัฒนาและการทดสอบแบบจำลองการเจริญเติบโตของอ้อยในประเทศไทย. 196 หน้า.

อรรถชัย จินตะเวช, P. K. Thornton, P.W. Wilkens, ถาวร อ่อนประไพ และ ศักดิ์ดา จงแก้ววัฒนา. 2542. คู่มืออ้างอิง ThaiSIS 1.0 และกรณีตัวอย่างฐานข้อมูลระวางน้ำพอง. ศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 72 หน้า.

ESRI. 1994. ARC Command. Environmental Systems Research Institute, Inc., Redlands, CA.

ESRI. 1995. Understanding GIS: The ARC/INFO Method. Self-study Workbook Version 7 for UNIX and Open VMSI. John Wiley & Sons Inc., NY.

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

ESRI. 1996b. Avenue: Customization and Application Development for ArcView. Environmental Systems Research Institute, Inc., Redlands, CA.

ESRI. 1997. ArcView Dialog Designer: Using ArcVIew Dialog Designer. Environmental Systems Research Institute, Inc., Redlands, CA.

Hartkamp, A.D., J.W. White, and G. Hoogenboom, 1999. SIMULATIOIN & MODELING: Interfacing geographic information systems with agronomic modeling: A review. Agron. J. 91:761-772.

Maguire, D. J. 1991. An Overview and Definition of GIS. p.9-20. *In* Maguire, David J., Michael F. Goodchild, and David W. Rhind (eds.). 1991. Geographical Information Systems, Volume 1: Principles. Longman Scientific & Technical.

Tsuji, G.Y., G. Uehara, and S.Balas (eds.). 1994. DSSAT v3. University of Hawaii, Honolulu, HI.

Yates, P. and I. Bishop. 1997. A Method for the Integration of Existing GIS and Modeling Systems. p.191-197. *In* Proceeding of GeoComputation'97 & SIRC'97.

กลับสู่เมนูหลัก กลับสู่สารบัญ