

## สารบัญ

|                                                                                      | หน้า |
|--------------------------------------------------------------------------------------|------|
| สารบัญ                                                                               | (1)  |
| สารบัญตาราง                                                                          | (3)  |
| สารบัญภาพ                                                                            | (6)  |
| คำนำ                                                                                 | 1    |
| วัตถุประสงค์                                                                         | 2    |
| การตรวจเอกสาร                                                                        | 3    |
| อุปกรณ์และวิธีการ                                                                    | 35   |
| วิธีการ                                                                              | 41   |
| ผลและวิจารณ์                                                                         | 50   |
| สรุปและข้อเสนอแนะ                                                                    | 82   |
| สรุป                                                                                 | 82   |
| ข้อเสนอแนะ                                                                           | 87   |
| เอกสารและสิ่งอ้างอิง                                                                 | 89   |
| ภาคผนวก                                                                              | 98   |
| ภาคผนวก ก รายละเอียดข้อมูลการทดลองแบบจำลองภายใต้วิธีการ<br>ปลูกที่แตกต่างกัน         | 99   |
| ภาคผนวก ข รายละเอียดข้อมูลการทดลองแบบจำลองภายใต้วิธีการ<br>จัดการน้ำที่แตกต่างกัน    | 104  |
| ภาคผนวก ค ข้อมูลคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของแต่ละชุดดิน<br>ในโครงการฯ สองพี่น้อง     | 110  |
| ภาคผนวก ง ข้อมูลภูมิอากาศเฉลี่ยรายเดือนของแต่ละเขตภูมิอากาศ<br>ในโครงการฯ สองพี่น้อง | 116  |
| ภาคผนวก จ หลักการและทฤษฎีการจำลองระยะพัฒนาการใน<br>แบบจำลอง CERES-Rice               | 131  |

## สารบัญ (ต่อ)

|                                                                                                | หน้า |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| ภาคผนวก ฉ ความหมายโดยละเอียดของตัวแปรนำเข้าแบบจำลอง<br>ในส่วน of สัมประสิทธิ์ทางพันธุกรรมข้าว  | 136  |
| ภาคผนวก ช ตัวอย่าง Avenue Scripts สำหรับการเชื่อมโยงแบบจำลอง<br>CERES-Rice และ โปรแกรม ArcView | 140  |
| ประวัติการศึกษา และการทำงาน                                                                    | 159  |

## สารบัญตาราง

| ตารางที่ |                                                                                                                                      | หน้า |
|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 1        | ข้อมูลนำเข้าที่สำคัญในแบบจำลอง CERES-Rice                                                                                            | 18   |
| 2        | รายละเอียดข้อมูลพันธุกรรมของข้าวในแบบจำลองข้าว CERES-Rice                                                                            | 18   |
| 3        | ค่าสัมประสิทธิ์ทางพันธุกรรมของพันธุ์ข้าวชนิดต่าง ๆ                                                                                   | 19   |
| 4        | ลักษณะข้อมูลอุตุนิยมหาวิทยาลัยในแบบจำลอง Penman-Monteith และ Priestly-Taylor                                                         | 21   |
| 5        | ความแตกต่างการวางแผนการผลิตข้าวระดับแปลงและระดับจังหวัด                                                                              | 25   |
| 6        | ลักษณะการประยุกต์การเชื่อมโยง GIS และแบบจำลองในงานสาขาต่าง ๆ                                                                         | 29   |
| 7        | ข้อมูลภูมิอากาศเฉลี่ยรายเดือนของสถานีตรวจอากาศอุทอง (2538-2548)                                                                      | 33   |
| 8        | ข้อมูลคุณสมบัติทางฟิสิกส์และเคมีของดินที่แบบจำลองต้องการ                                                                             | 36   |
| 9        | ตัวอย่างข้อมูลนำเข้าส่วนของการจัดการในระบบการปลูกข้าวด้วยวิธีนาหว่านน้ำตาม                                                           | 37   |
| 10       | สถานีตรวจวัดอากาศและสถานีวัดน้ำฝนที่ตั้งอยู่ในพื้นที่โครงการฯ สองพี่น้อง                                                             | 39   |
| 11       | รายละเอียดสำหรับการจัดการต่าง ๆ ในแปลงทดลองเพื่อทดสอบความถูกต้องของแบบจำลองข้าว CERES-Rice ภายใต้วิธีการปลูก นาหว่านน้ำตามและนาปักดำ | 42   |
| 12       | รายละเอียดการจัดการต่าง ๆ ในแปลงทดลองเพื่อทดสอบความถูกต้องของแบบจำลอง CERES-Rice ภายใต้วิธีการปลูกแบบนาหว่านน้ำตามและนาปักดำ         | 44   |
| 13       | ระยะพัฒนาการของข้าวในวิธีการปลูกแบบนาหว่านน้ำตามและนาปักดำ                                                                           | 51   |
| 14       | ค่าการจำลองและค่าสังเกตจำนวนวันระยะพัฒนาการของพันธุ์ สุพรรณบุรี 1 และปทุมธานี 1 ภายใต้การปลูกด้วยวิธีนาหว่านน้ำตาม                   | 53   |
| 15       | ค่าการจำลองและค่าสังเกตจำนวนวันระยะพัฒนาการของพันธุ์ สุพรรณบุรี 1 และปทุมธานี 1 ภายใต้การปลูกด้วยวิธีปักดำ                           | 54   |
| 16       | ผลผลิตของข้าวพันธุ์ สุพรรณบุรี 1 และปทุมธานี 1 ภายใต้อิทธิพลการปลูกด้วยวิธีนาหว่านน้ำตามและปักดำ                                     | 54   |

## สารบัญตาราง (ต่อ)

| ตารางที่ |                                                                                                                             | หน้า |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 17       | ค่าการจำลองและค่าสังเกตผลผลิตของพันธุ์ สุพรรณบุรี 1 และปทุมธานี 1 ภายใต้ วิธีการปลูกแบบวิธีนาหว่าน และปักดำ                 | 55   |
| 18       | ระยะพัฒนาการของข้าวในวิธีการจัดการน้ำแบบต่าง ๆ                                                                              | 58   |
| 19       | ค่าการจำลองและค่าสังเกตจำนวนวันระยะพัฒนาการของพันธุ์ สุพรรณบุรี 1 และปทุมธานี 1 ภายใต้วิธีการให้น้ำแบบนาชลประทาน            | 59   |
| 20       | ค่าการจำลองและค่าสังเกตจำนวนวันระยะพัฒนาการของพันธุ์ สุพรรณบุรี 1 และปทุมธานี 1 ภายใต้วิธีการให้น้ำแบบน่าน้ำฝน              | 60   |
| 21       | ผลผลิตของข้าวพันธุ์ สุพรรณบุรี 1 และปทุมธานี 1 ภายใต้วิธีการให้น้ำแบบนาชลประทาน และน่าน้ำฝน                                 | 60   |
| 22       | ค่าการจำลองและค่าสังเกตผลผลิตของพันธุ์ สุพรรณบุรี 1 และปทุมธานี 1 ภายใต้วิธีการจัดการน้ำแบบนาชลประทาน และน่าน้ำฝน           | 61   |
| 23       | โครงสร้างตารางอธิบายชั้นข้อมูลในหน่วยแผนที่การจำลองระบบการผลิตข้าว                                                          | 64   |
| 24       | คำอธิบายเลขรหัสของชั้นข้อมูล SMUCODE และ SMUVAR                                                                             | 66   |
| 25       | รูปแบบการทำงานของแต่ละเมนูของระบบประเมินผล                                                                                  | 69   |
| 26       | ปริมาณการใช้น้ำอ้างอิงของข้าวในเขตภูมิอากาศที่ 3 แยกตามชุดดินและพันธุ์ข้าว                                                  | 72   |
| 27       | ปริมาณการใช้น้ำอ้างอิงของข้าวในเขตภูมิอากาศที่ 6 แยกตามชุดดินและพันธุ์ข้าว                                                  | 73   |
| 28       | ผลการประเมินผลผลิตข้าวในพื้นที่ อ.สองพี่น้อง จ.สุพรรณบุรี                                                                   | 75   |
| 29       | ผลผลิตเฉลี่ยของข้าวพันธุ์ต่าง ๆ ในพื้นที่ศึกษาทั้งนาปี และนาปรังที่ได้จากระบบ                                               | 78   |
| 30       | ผลเปรียบเทียบการประเมินปริมาณการใช้น้ำอ้างอิงระหว่างวิธี Priestley-Taylor และวิธี FAO Penman-Monteith (1 ศ.ค.-22 พ.ย. 2548) | 80   |

## สารบัญตาราง (ต่อ)

| ตารางผนวกที่                                                          | หน้า |
|-----------------------------------------------------------------------|------|
| ก1 ข้อมูลคุณสมบัติทางกายภาพของดินภายในแปลงทดลอง                       | 100  |
| ก2 ข้อมูลคุณสมบัติทางเคมีของดินภายในแปลงทดลอง                         | 100  |
| ก3 ข้อมูลภูมิอากาศเฉลี่ยรายเดือน                                      | 101  |
| ข1 ข้อมูลคุณสมบัติทางกายภาพของดินภายในแปลงทดลอง                       | 105  |
| ข2 ข้อมูลคุณสมบัติทางเคมีของดินภายในแปลงทดลอง                         | 105  |
| ข3 ข้อมูลภูมิอากาศเฉลี่ยรายเดือนของสถานีตรวจอากาศในแปลงทดลอง          | 106  |
| ข4 ปริมาณน้ำชลประทานเฉลี่ยที่จัดสรรให้ในแต่ละแปลงทดลอง                | 108  |
| ค1 ข้อมูลคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของแต่ละชุดดินในโครงการฯ สองพี่น้อง | 111  |
| ง1 ข้อมูลภูมิอากาศเฉลี่ยรายเดือนของเขตภูมิอากาศที่ 1                  | 117  |
| ง2 ข้อมูลภูมิอากาศเฉลี่ยรายเดือนของเขตภูมิอากาศที่ 2                  | 119  |
| ง3 ข้อมูลภูมิอากาศเฉลี่ยรายเดือนของเขตภูมิอากาศที่ 3                  | 121  |
| ง4 ข้อมูลภูมิอากาศเฉลี่ยรายเดือนของเขตภูมิอากาศที่ 4                  | 123  |
| ง5 ข้อมูลภูมิอากาศเฉลี่ยรายเดือนของเขตภูมิอากาศที่ 5                  | 125  |
| ง6 ข้อมูลภูมิอากาศเฉลี่ยรายเดือนของเขตภูมิอากาศที่ 6                  | 127  |
| ง7 ข้อมูลภูมิอากาศเฉลี่ยรายเดือนของเขตภูมิอากาศที่ 7                  | 129  |

## สารบัญภาพ

| ภาพที่ |                                                                                                    | หน้า |
|--------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 1      | องค์ประกอบของน้ำที่สูญเสียในแปลงนา                                                                 | 4    |
| 2      | สมมูลของน้ำในแปลงนา                                                                                | 5    |
| 3      | ไดอะแกรมฟอเรสเตอร์แสดงการจำลองลำดับขั้นระบบการผลิตพืช                                              | 9    |
| 4      | กราฟ 1:1เปรียบเทียบค่าที่วัดได้จากแปลงทดลอง (*) และค่าที่ได้จากแบบจำลอง (-)                        | 15   |
| 5      | โครงสร้างหลักของการจำลอง ข้อมูลนำเข้า และผลลัพธ์ ของ CERES-Rice                                    | 17   |
| 6      | ลักษณะข้อมูลนำเข้าสำหรับใช้ในแบบจำลองและข้อมูลที่ได้จากการจำลองในระบบ DSSAT                        | 20   |
| 7      | โครงสร้างการทำงานร่วมกันระหว่างแบบจำลอง CERES-Rice และโปรแกรมย่อย อื่น ๆ ในระบบ DSSAT              | 24   |
| 8      | โครงสร้างการเชื่อมโยง GIS กับแบบจำลองพืช                                                           | 27   |
| 9      | โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาสองพี่น้อง                                                               | 32   |
| 10     | ปริมาณฝน รังสีแสงอาทิตย์ และอุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือนของสถานีตรวจอากาศอุททอง ระหว่างปี พ.ศ. 2538-2548 | 33   |
| 11     | พื้นที่ปลูกข้าวนาปีในโครงการฯ สองพี่น้อง                                                           | 39   |
| 12     | แผนที่ชุดดินตัวแทนในโครงการฯ สองพี่น้อง                                                            | 40   |
| 13     | เขตภูมิอากาศที่สร้างโดยวิธีประมาณค่าเชิงพื้นที่ Thiessen polygon                                   | 40   |
| 14     | แผนผังแปลงทดลองการทดสอบความถูกต้องของแบบจำลองภายใต้วิธีการปลูกแบบนาหว่านน้ำตม และแบบนาปักดำ        | 42   |
| 15     | ผังแปลงทดลองการทดสอบความถูกต้องของแบบจำลองภายใต้การจัดการน้ำแบบรอบเวรชลประทาน และแบบนาหว่านน้ำตม   | 44   |
| 16     | การสร้างชั้นข้อมูลหน่วยแผนที่การจำลองการผลิตข้าว (SMU)                                             | 46   |
| 17     | โครงสร้างของระบบประเมินผลที่เชื่อมโยงระหว่างแบบจำลองข้าว CERES-Rice และ โปรแกรม ArcView            | 47   |

## สารบัญภาพ (ต่อ)

| ภาพที่ |                                                                                                                                    | หน้า |
|--------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 18     | รูปแบบการจัดการน้ำชลประทานอัตโนมัติในแปลงนาของระบบ                                                                                 | 49   |
| 19     | เปรียบเทียบค่าจำลองและค่าสังเกตระยะพัฒนาการของข้าวทั้งสองพันธุ์ภายใต้อิทธิพลการปลูกวิธีหว่านน้ำตมและปักดำ                          | 52   |
| 20     | เปรียบเทียบค่าจำลองและค่าสังเกตผลผลิตของข้าวทั้งสองพันธุ์ภายใต้อิทธิพลการปลูกด้วยวิธีหว่านน้ำตมและปักดำ                            | 55   |
| 21     | แผนผังการดำเนินงานทดลองปลูกข้าวในแปลงทดลอง เพื่อรวบรวมข้อมูลการเจริญเติบโตของข้าวในระยะต่าง ๆ                                      | 54   |
| 22     | เปรียบเทียบค่าจำลองและค่าสังเกตผลผลิตของข้าวทั้งสองพันธุ์ภายใต้วิธีการจัดการน้ำแบบนาชลประทาน และนาหว่าน                            | 61   |
| 23     | รูปแบบการจัดกลุ่ม SMU โดยใช้เกณฑ์ของชุดดิน และเขตภูมิอากาศ                                                                         | 63   |
| 24     | หน่วยแผนที่การจำลองระบบการผลิตข้าวในปี (39 หน่วย)                                                                                  | 63   |
| 25     | ตัวอย่างเพิ่มข้อมูลคุณสมบัติของชุดดินที่แบบจำลองสามารถนำไปใช้ได้                                                                   | 65   |
| 26     | แผนผังแสดงระบบการทำงานของชั้นข้อมูล SMUCODE และ SMUVAR                                                                             | 66   |
| 27     | ระบบติดต่อกับผู้ใช้งาน (graphic user interface, GUI) ของระบบ                                                                       | 67   |
| 28     | ระดับของพื้นที่ในการจำลองสถานการณ์การผลิตข้าวของระบบ                                                                               | 68   |
| 29     | พื้นที่ปลูกข้าวจะมีความสัมพันธ์กับขอบเขตพื้นที่ที่จำลองสถานการณ์                                                                   | 68   |
| 30     | รายละเอียด FILEX (SN20021a.SNX) สำหรับระบบผลิตข้าวหว่านในเขตโครงการฯ สองพี่น้อง ในเขตชุดดินที่ 21 (ชุดดินนครปฐม) พันธุ์ข้าวชัยนาท1 | 70   |
| 31     | ปริมาณการใช้น้ำอ้างอิงของข้าวในเขตภูมิอากาศที่ 3 แยกตามชุดดิน                                                                      | 74   |
| 32     | ปริมาณการใช้น้ำอ้างอิงของข้าวในเขตภูมิอากาศที่ 6 แยกตามชุดดิน                                                                      | 74   |
| 33     | ผลการประเมินผลผลิตและปริมาณการใช้น้ำของข้าวในพื้นที่โครงการฯ สองพี่น้อง                                                            | 77   |
| 34     | การผันแปรของปริมาณการใช้น้ำอ้างอิงของข้าวรายวันเปรียบเทียบระหว่างวิธี Priestley-Taylor และวิธี FAO Penman- Monteith                | 81   |

## สารบัญภาพ (ต่อ)

| ภาพที่            |                                                                                       | หน้า |
|-------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 35                | ความสัมพันธ์เชิงเส้นแบบถดถอยระหว่างวิธี Priestley-Taylor และวิธี FAO Penman- Monteith | 81   |
| <br>              |                                                                                       |      |
| <b>ภาพผนวกที่</b> |                                                                                       |      |
| ก1                | เพิ่มข้อมูลคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของดินในแปลงทดลอง                                 | 101  |
| ก2                | อุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด ปริมาณน้ำฝน และรังสีแสงอาทิตย์รายวัน ณ แปลงทดลอง                | 102  |
| ก3                | เพิ่มข้อมูลการจัดการสำหรับระบบการผลิตข้าวแบบนาหว่านและนาดำ                            | 103  |
| ข1                | เพิ่มข้อมูลคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของชุดดินกำแพงแสน                                 | 106  |
| ข2                | อุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด ปริมาณน้ำฝน และรังสีแสงอาทิตย์รายวัน ณ แปลงทดลอง                | 107  |
| ข3                | เปรียบเทียบปริมาณฝนและปริมาณน้ำชลประทานที่จัดสรรในแปลงทดลอง                           | 108  |
| ข4                | รายละเอียดเพิ่มข้อมูลการปลูกภายใต้การจัดการน้ำแบบชลประทานและนา<br>น้ำฝน               | 109  |
| ง1                | เพิ่มข้อมูลนำเข้าอุตุนิมวิทยาของเขตภูมิอากาศที่ 1                                     | 118  |
| ง2                | เพิ่มข้อมูลนำเข้าอุตุนิมวิทยาของเขตภูมิอากาศที่ 2                                     | 120  |
| ง3                | เพิ่มข้อมูลนำเข้าอุตุนิมวิทยาของเขตภูมิอากาศที่ 3                                     | 122  |
| ง4                | เพิ่มข้อมูลนำเข้าอุตุนิมวิทยาของเขตภูมิอากาศที่ 4                                     | 124  |
| ง5                | เพิ่มข้อมูลนำเข้าอุตุนิมวิทยาของเขตภูมิอากาศที่ 5                                     | 126  |
| ง6                | เพิ่มข้อมูลนำเข้าอุตุนิมวิทยาของเขตภูมิอากาศที่ 6                                     | 128  |
| ง7                | เพิ่มข้อมูลนำเข้าอุตุนิมวิทยาของเขตภูมิอากาศที่ 7                                     | 130  |