สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปัญหาพิเศษปริญญาตรี

เรื่อง

การใช้แบบจำลองการเจริญเติบโตของข้าวสำหรับการประเมินผลผลิตของข้าว ภายใต้สภาพดินที่แตกต่างกัน

The use of CERES-Rice Model for Evaluation of Rice Yield under the Different Soil Conditions

T109099

โดย

นางสาวศิวภรณ์ รับอาสา
นางสาวพรทิพย์ ใจผ่อง

อาจารย์ที่ปรึกษา

ดร. นิตยา ผกามาศ

เลขหมู่..........
เลขทะเบียน 109099
วัน,เดือน,ปี -4 ส.ค. 2553

b..........
i..........

เสนอ

ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (พืชไร่)

พุทธศักราช 2551

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบรับรองปัญหาพิเศษปริญญาตรี
ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช

เรื่อง

การใช้แบบจำลองการเจริญเติบโตของข้าวสำหรับการประเมินผลผลิตของข้าว
ภายใต้สภาพดินที่แตกต่างกัน

The use of CERES-Rice Model for Evaluation of Rice Yield under
the Different Soil Conditions

โดย

นางสาวศิวภรณ์ รับอาสา

นางสาวพรทิพย์ ใจผ่อง

ได้พิจารณาเห็นชอบจาก

....

(ดร.นิตยา ผกามาศ)
อาจารย์ที่ปรึกษา

ภาควิชารับรอง

....

(รศ.ดร.สมยศ เดชภิรัตนมงคล)
ผู้ประสานงานภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช

วันที่ 13 เดือน มีนาคม พ.ศ. 2552

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อเรื่อง : การใช้แบบจำลองการเจริญเติบโตของข้าวสำหรับการประเมินผลผลิตของข้าวภายใต้สภาพดินที่แตกต่างกัน

โดย :นางสาวศิวภรณ์ รับอาสา

นางสาว พรทิพย์ ใจผ่อง

ภาควิชา : เทคโนโลยีการผลิตพืช

คณะ : เทคโนโลยีการเกษตร

อาจารย์ที่ปรึกษา : ดร.นิตยา ผกามาศ

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอิทธิพลของชุดดินที่มีผลต่อการให้ผลผลิตของข้าว โดยใช้แบบจำลองการเจริญเติบโตของข้าวจำลองการปลูกข้าวจำนวน 5 พันธุ์ คือสุพรรณบุรี 60,ชัยนาท 1, ขาวดอกมะลิ 105, เหนียวสันป่าตอง และ กวก.1 ในเขตพื้นที่ 4 จังหวัด ประกอบด้วย สุพรรณบุรี, ฉะเชิงเทรา, ชัยนาท และอยุธยา โดยแต่ละจังหวัดใช้ตัวแทนชุดดิน 3 ชุด คือ ชุดดินหางดง (Hd), ชุดดินพิมาย (Pm) และชุดดินสรรพยา (Sa) ผลการศึกษาพบว่าผลผลิตของข้าวที่ปลูกในสถานที่ และชุดดินที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างผลผลิตของข้าวที่ปลูกในสภาพชุดดินที่แตกต่างกัน พบว่าในทุกจังหวัดที่มีการจำลองการให้ผลผลิตของข้าว ชุดดินหางดงให้ผลผลิตเฉลี่ยสูงที่สุด โดยให้ผลผลิตเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 507-869 กก./เฮกตาร์ รองลงมาคือชุดดินสรรพยาให้ผลผลิตเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 593-787 กก./เฮกตาร์ และชุดดินพิมายเป็นชุดดินที่ให้ผลผลิตเฉลี่ยต่ำที่สุดอยู่ระหว่าง 202-508 กก./เฮกตาร์

คำสำคัญ : ระบบสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีทางการเกษตร, แบบจำลองการเจริญเติบโตของข้าว, ชุดดิน , ผลผลิตของข้าว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title : The use of CERES-Rice Model for Evaluation of Rice Yield under The Different Soil Conditions

Author : Miss Siwaporn Rabasa

Miss Pontip Jaiphong

Department : Plant Production Technology

Faculty : Agricultural Technology

Advisor : Dr. Nittaya Phakamas

ABSTRACT

The objective of this study was to determine the effect of soil series on the rice yield. The CERES-Rice model was used to simulated rice yield for five genotypes i.e. Suphanburi 60, Chainat 1, Kdml 105, Niew Sanpatong and DOA 1. Simulations were done in four provinces including Suphanburi, Chachoengsao, Chainat and Ayuttaya. For each province, Hang dong (Hd), Phimai (Pm) and Sappaya (Sa) were selected as the represent soil series using for simulations. The results found that, there were highly significant differences of rice yield among locations and soil series (P < 0.01). Comparison among rice yields are grown under the different soil conditions, indicating Hang dong soil series had the highest mean yield was 507-869 kg/ha.The second was Sappaya soil series had average range for 593-787 kg/ha and Phimai series gave the lowest yield was 702-508 kg/ha.

Key word : DSSAT, CERES – Rice model, Soil series, Rice yield.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนิยม

ปัญหาพิเศษเป็นส่วนหนึ่งของการเรียนในระดับปริญญาตรี ซึ่งในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้จะไม่สามารถผ่านไปได้ด้วยดีหากขาดผู้ให้ความช่วยเหลือและให้คำแนะนำ โดยข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ ดร.นิตยา ผกามาศ อาจารย์ที่ปรึกษาในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้ ที่คอยให้ความรู้และความช่วยเหลือในสิ่งต่างๆ พร้อมทั้งให้คำแนะนำและคำปรึกษา ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความอนุเคราะห์และขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณกรมพัฒนาที่ดิน กรมส่งเสริมการเกษตร กรมการข้าวและกรมอุตุนิยมวิทยา ที่ให้ความช่วยเหลือทางด้านข้อมูลที่เกี่ยวข้องทุกอย่างในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดาและทุกๆคนในครอบครัวที่ให้การสนับสนุนทางด้านกำลังทุนและเป็นกำลังใจให้มาโดยตลอดการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้

สำหรับปัญหาพิเศษเล่มนี้ หากผู้ใดมีความสนใจในเรื่องที่ข้องกับเนื้อหาความรู้ที่มีอยู่ในเล่มนี้ ข้าพเจ้า หวังว่าปัญหาพิเศษเล่มนี้คงจะมีประโยชน์ต่อท่านไม่มากก็น้อย และยกความดีที่มีให้กับผู้มีพระคุณทุกท่าน ณ โอกาสนี้

ศิวภรณ์ รับอาสา

พรทิพย์ ใจผ่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(3)
สารบัญภาคผนวก	(4)
คำนำ	1
การตรวจเอกสาร	3
อุปกรณ์และวิธีการ	8
ผลการทดลอง	11
วิจารณ์	20
สรุป	21
เอกสารอ้างอิง	22
ภาคผนวก	25
ประวัติผู้เขียน	35

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	แสดงรายละเอียดของสถานที่ที่ใช้ในการจำลองผลผลิตของข้าว	9
2	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลผลิต (กก./เฮกตาร์)	11
3	แสดงผลผลิตของข้าวแต่ละสายพันธุ์ในทุกสถานที่	12

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	แสดงผลผลิต (กก./เฮกตาร์) ของข้าวแต่ละสายพันธุ์ที่ปลูกในชุดดินที่แตกต่างกันในจังหวัดอยุธยา	14
2	แสดงผลผลิต (กก./เฮกตาร์) ของข้าวแต่ละสายพันธุ์ที่ปลูกในชุดดินที่แตกต่างกันในจังหวัดฉะเชิงเทรา	15
3	แสดงผลผลิต (กก./เฮกตาร์) ของข้าวแต่ละสายพันธุ์ที่ปลูกในชุดดินที่แตกต่างกันในจังหวัดชัยนาท	16
4	แสดงผลผลิต (กก./เฮกตาร์) ของข้าวแต่ละสายพันธุ์ที่ปลูกในชุดดินที่แตกต่างกันในจังหวัดสุพรรณบุรี	18
5	แสดงผลผลิต (กก./เฮกตาร์) ของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ที่ปลูกในชุดดินที่แตกต่างกันในจังหวัดอยุธยา, ฉะเชิงเทรา, ชัยนาท และสุพรรณบุรี	19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาคผนวก

ตารางผนวกที่		หน้า
1	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลผลผลิต (กก./เฮกตาร์)	26
2	ตัวอย่างไฟล์ข้อมูลสัมประสิทธิ์ทางพันธุกรรมของข้าว	27
3	ตัวอย่างไฟล์ข้อมูลชุดดินหางดง	28
4	ตัวอย่างไฟล์ข้อมูลชุดดินพิมาย	29
5	ตัวอย่างไฟล์ข้อมูลชุดดินสรรพยา	30
6	ตัวอย่างไฟล์ข้อมูลอากาศในจังหวัดชัยนาท ปี 2004	31
7	ตัวอย่างไฟล์ข้อมูลอากาศในจังหวัดฉะเชิงเทรา ปี 2006	32
8	ตัวอย่างไฟล์ข้อมูลอากาศในจังหวัดสุพรรณบุรี ปี 2006	33
9	ตัวอย่างไฟล์ข้อมูลอากาศในจังหวัดอยุธยา ปี 2006	34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนำ

ข้าวจัดเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทยมากชนิดหนึ่งเพราะคนส่วนใหญ่ต่างก็บริโภคข้าวเป็นอาหารหลัก โดยเฉพาะคนไทยซึ่งบริโภคข้าวเป็นอาหารหลักถึง 3 มื้อ ความต้องการข้าวของประชากรบนโลกจึงมีมากขึ้น และอีกทั้งความต้องการของตลาดมีสูงขึ้นเนื่องจากมีประชากรมากขึ้น ด้วยเหตุผลเหล่านี้อาจเป็นแรงจูงใจให้เกษตรกรหันมาทำการเพาะปลูกข้าวเพิ่มขึ้น แต่ผลผลิตข้าวของเกษตรกรที่ผลิตได้ในปัจจุบันค่อนข้างต่ำทั้งนี้อาจเนื่องมาจากปัญหาการผลิตด้านต่างๆทั้งเรื่องพันธุ์ การจัดการ และสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม ดังนั้นการทำการเกษตรย่อมมีความเสี่ยงสูง การเพาะปลูกข้าวก็เช่นเดียวกัน การที่จะเพาะปลูกข้าวให้ได้ผลผลิตดีนั้นก็ต้องอาศัยปัจจัยหลายๆด้าน โดยเฉพาะพื้นที่ที่ทำการเพาะปลูก เกษตรกรต้องเลือกพื้นที่ที่เหมาะสมเพื่อที่จะให้ข้าวเจริญเติบโตได้ดีและให้ผลผลิตสูง เกษตรกรส่วนใหญ่มักจะไม่เห็นความสำคัญของดินและพื้นที่ปลูกเท่าไหร่ ความเสี่ยงเรื่องของการเจริญเติบโตของข้าวจึงเกิดขึ้นอย่างไรก็ตามถึงเกษตรกรจะให้ความสำคัญก็คงเป็นเรื่องยาก เนื่องจากต้องเสียค่าใช้จ่าย เสียเวลาและเสียแรงงาน ในการดำเนินการวิจัยในสภาพแวดล้อมจริง

ด้วยเหตุผลต่างๆเหล่านี้จึงทำให้มีผู้คิดค้นแบบจำลองการเจริญเติบโตของพืชขึ้นมาและได้มีการพัฒนามาอย่างต่อเนื่องจนถึงปัจจุบัน โดยหลักการงานของแบบจำลองการเจริญเติบโตของพืช คือการประมวณความสัมพันธ์ระหว่างระบบการเจริญเติบโตและพัฒนาการของพืชกับสภาพแวดล้อมภายนอก เช่น อุณหภูมิ ความเข้มแสง ความชื้น และความอุดมสมบูรณ์ของดิน ในรูปของสมการทางคณิตศาสตร์ภายใต้การทำงานของระบบคอมพิวเตอร์ (Penning de Vries *et al.*, 1993) โดยแบบจำลองเหล่านี้สามารถนำมาประยุกต์ใช้สำหรับงานทางการเกษตรต่างๆ เช่น การกำหนดลักษณะของพืชที่มีศักยภาพในการให้ผลผลิตสูง การทำความเข้าใจเกี่ยวกับการเกิดปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุกรรมกับสภาพแวดล้อม และการจำลองผลผลิตของสายพันธุ์ในหลายสภาพแวดล้อมเพื่อคัดเลือกพันธุ์ เป็นต้น (Aggarwal *et al.*, 1995; White, 1998; White and Hoogenboom, 1996) นอกจากนี้แล้วยังสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการประเมินความเสี่ยงในการผลิตภายใต้สภาพอากาศที่มีความแปรปรวน การประเมินผลผลิตของพืชในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน และการศึกษาหาระยะปลูกและการจัดการที่เหมาะสมเพื่อเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร (Egli and Bruening , 1992; Meinke *et al.*, 1993; Aggarwal and Kalra, 1994; Meinke and Hammer, 1995) ซึ่งจากอดีตจนถึงปัจจุบันแบบจำลองการเจริญเติบโตของพืชได้มีการปรับปรุงและพัฒนาอย่างต่อเนื่อง ทำให้มีความก้าวหน้าไปมากพร้อมทั้งความรู้เกี่ยวกับการตอบสนองทางด้านสรีรวิทยา และชีวเคมีต่อการจัดการ และสภาพแวดล้อมที่ต่างกันมีเพิ่มมากขึ้นด้วย ซึ่งหนึ่งในแบบจำลองการเจริญเติบโตของพืชที่มีนักวิจัยจากทั่วโลก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นำไปใช้กันอย่างกว้างขวางไม่ต่ำกว่า 20 ปี (Jones *et al* ., 2003) คือ โปรแกรมสำเร็จรูปเรียกว่า "ระบบสนับสนุนการตัดสินใจในการถ่ายทอดเทคโนโลยีทางการเกษตร (Decision Support System for Agrotechnology Transfer; DSSAT)" ที่มีการบรรจุแบบจำลองของพืชต่างๆ ไว้ถึง 16 ชนิด เช่น อ้อย มันสำปะหลัง ทานตะวัน ถั่วเหลือง ถั่วลิสง ข้าวโพด ข้าวฟ่าง ข้าวสาลี และข้าว เป็นต้น โดยพื้นฐานแล้วแบบจำลองการเจริญเติบโตของพืชเหล่านี้ ต้องอาศัยข้อมูลตัวป้อนที่สำคัญ ประกอบด้วย ข้อมูลค่าสัมประสิทธิ์ทางพันธุ์กรรมของพืช ข้อมูลดิน ข้อมูลสภาพภูมิอากาศรายวัน และข้อมูลการจัดการ (Jones *et al*., 2003)

แบบจำลองการเจริญเติบโตของข้าว (CERES-Rice model) เป็นแบบจำลองหนึ่งที่ถูกบรรจุไว้ในโปรแกรม DSSAT (Hoogenboom *et al*., 2004) แบบจำลองดังกล่าวสามารถอธิบายถึงความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตกับปัจจัยสิ่งแวดล้อม ที่มีผลต่อการเจริญเติบโต แบบจำลองยังใช้ลักษณะจำเพาะของข้าวแต่ละสายพันธุ์ เพื่อจำลองการเจริญเติบโตและพัฒนารายวัน ที่ตอบสนองต่อสภาพ อากาศ ดิน และการจัดการที่แตกต่างกัน ซึ่งลักษณะเฉพาะดังกล่าวโดยทั่วไปเรียกว่า ค่าสัมประสิทธิ์ทางพันธุกรรม(genetic coefficients; GCs) ในปัจจุบันได้มีผู้คนจำนวนมากได้นำเอาแบบจำลอง CERES-Rice มาเป็นเครื่องมือช่วยสนับสนุนการตัดสินใจทางเกษตรอย่างแพร่หลาย เช่น นำมาใช้เพื่อการศึกษาการตอบสนองของข้าวต่อการจัดการ และเงื่อนไขของสภาพแวดล้อมที่ต่างกัน เป็นต้น (Pinnschmidt *et al*., 1990; Godwin *et al*., 1990; Singh and Thornton, 1992; Jintrawat, 1995; Mahmood, 1998; Boonjung, 2000) ดังนั้นแบบจำลองการเจริญเติบโตของข้าวจึงเปิดโอกาสให้สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการศึกษาวิจัยได้สะดวกยิ่งขึ้น

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาอิทธิพลของชุดดินที่มีผลต่อการให้ผลผลิตของข้าวโดยใช้แบบจำลองการเจริญเติบโตของข้าว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตรวจเอกสาร

จำนวนประชากรของมนุษย์ได้ทวีเพิ่มตลอดเวลา นักประชากรวิทยาได้พบว่า ทุกครั้งที่มนุษย์พบวิธีการปฏิรูปทางเทคโนโลยี จำนวนประชากรจะเพิ่มสูงทันที เช่น เมื่อ 1 ล้านถึง 1 แสนปีก่อนนี้ ได้มีการปฏิรูปทางเทคโนโลยีเป็นครั้งแรก คือมนุษย์รู้จักทำเครื่องมือและอุปกรณ์ ส่วนการปฏิรูปทางเทคโนโลยีครั้งที่สองนั้น เกิดเมื่อมนุษย์รู้จักทำเกษตรกรรมเมื่อ 1 หมื่นปีก่อนนี้เอง ในดินแดนแถบตะวันออกกลาง การรู้จักทำนา ทำไร่มีผลทำให้ประชากรโลกในสมัยนั้นเพิ่มจาก 10 ล้านคนเป็น 150 ล้านคน ในอีก 1,000 ปีต่อมา แต่เมื่อถึงสมัยคริสต์ศตวรรษที่ 14 จำนวนประชากรในเอเชียและยุโรปก็ได้ลดลงมากเมื่อมีเหตุการณ์กาฬโรคระบาด แต่เมื่อถึงต้นคริสต์ศตวรรษที่ 19 จำนวนประชากรก็ได้เพิ่มสูงอีก เพราะมนุษย์ได้พบการปฏิรูปทางเทคโนโลยีครั้งที่สาม คือการปฏิรูปทางเกษตรกรรม อุตสาหกรรม และแพทย์ จึงมีผลทำให้โลกมีอาหารเพียงพอกับจำนวนประชากร และพลโลกมีสุขภาพดี จำนวนประชากรโลกจึงได้เพิ่มสูงตั้งแต่นั้นเป็นต้นมาจนทุกวันนี้ จะเห็นได้ว่ามนุษย์มีวิวัฒนาการที่เปลี่ยนแปลงไปตามเวลา จึงส่งผลให้ความต้องการการบริโภคเพิ่มขึ้นโดยเฉพาะข้าว โดยจะเห็นได้จากสถิติการส่งออกข้าวของไทยปริมาณการส่งออกข้าวของไทย ปี 2548-2550 พบว่าประเทศไทยทำการส่งออกข้าวให้แอฟริกาเป็นอันดับที่หนึ่ง รองลงมาเป็นเอเซีย และตะวันออกกลางตามลำดับ ในแต่ละปีปริมาณการส่งออกข้าวก็มีจำนวนเพิ่มขึ้นทุกปี (สภาหอการค้าแห่งประเทศไทย, 2550) เมื่อการส่งออกข้าวมีปริมาณมากขึ้น เกษตรกรจึงต้องมีการพัฒนาและหาวิธีการเพื่อที่จะปรับปรุงและให้ผลผลิตของข้าวที่ได้มีคุณภาพ และปริมาณที่เพียงพอต่อความต้องการของโลก ดังนั้นจึงมีงานวิจัยเกิดขึ้นมากมายที่เกี่ยวกับการปรับปรุงชุดดิน ดังที่ยกตัวอย่างมา

สมนึก (2535) ปรับปรุงบำรุงดินชุดอุบลเพื่อข้าวไร่ ได้ดำเนินการทดลอง ณ สถานีพัฒนาที่ดินจังหวัดร้อยเอ็ด ต. สระคู อ.สุวรรณภูมิ จ.ร้อยเอ็ด เริ่มตั้งแต่ปี พ.ศ. 2535 - 2537 มีวิธีการต่างๆ ดังนี้ คือ ไม่ใส่ปุ๋ย ใส่ปุ๋ยเคมี 16-16-8 อัตรา 20 กก./ไร่, ปุ๋ยคอก 500 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี 16-16-8 อัตรา 20 กก./ไร่ ใส่เฉพาะปีแรก, ปุ๋ยคอก 500 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี 16-16-8 อัตรา 20 กก./ไร่ ใส่ปีเว้นปี ปุ๋ยคอก 500 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี 16-16-8 อัตรา 20 กก./ไร่ ใส่ทุกปี ปุ๋ยคอก 1,000 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี 16-16-8 อัตรา 20 กก./ไร่ ใส่เฉพาะปีแรก ปุ๋ยคอก 1,000 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี 16-16-8 อัตรา 20 กก./ไร่ ใส่ปีเว้นปี ปุ๋ยคอก 1,000 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี 16-16-8 อัตรา 20 กก./ไร่ ใส่ทุกปี ปุ๋ยคอก 1,500 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี 16-16-8 อัตรา 20 กก./ไร่ ใส่เฉพาะปีแรก ปุ๋ยคอก 1,500 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี 16-16-8 อัตรา 20 กก./ไร่ ใส่ปีเว้นปี ปุ๋ยคอก 1,500 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี 16-16-8 อัตรา 20 กก./ไร่ ใส่ทุกปี โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอัตรา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปุ๋ยคอกที่เหมาะสมต่อการปรับปรุงดินชุดอุบลเพื่อปลูกข้าวไร่ และเพื่อศึกษาผลตกค้างของปุ๋ยคอก ผลการทดลองปรากฏว่า อัตราปุ๋ยคอกเพิ่มขึ้นทำให้ผลผลิตของข้าวไร่เพิ่มขึ้นอย่างเด่นชัด กล่าวคือ ปุ๋ยคอกอัตรา 1,500 กก./ไร่ ข้าวมีผลผลิตสูงสุด 162-164 กก./ไร่ ปุ๋ยคอก 1,000 กก./ไร่ ข้าวมีผลผลิต 144-146 กก./ไร่ และเมื่อใส่ปุ๋ยคอกอัตรา 500 กก./ไร่ ข้าวมีผลผลิตเท่ากับ 120-132 กก./ไร่ โดยใส่ปุ๋ยคอกทุกอัตราใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี 16-16-8 อัตรา 20 กก./ไร่ ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกันวิธีการใส่ปุ๋ยเคมีแต่เพียงอย่างเดียว พบว่ามีผลผลิตเพียง 91-112 กก./ไร่ เท่านั้น สำหรับผลตกค้างของปุ๋ยคอก พบว่าปุ๋ยคอกอัตรา 1,000 และ 1,500 กก./ไร่ สามารถรักษาระดับผลผลิตในดินทรายชุดดินอุบลถึง 2 ปี และผลผลิตจะลดลงในปีที่สาม แต่จากผลการทดลองเมื่อใช้ปุ๋ยคอก อัตรา 500 กก./ไร่ ผลผลิตข้าวไร่จะเริ่มลดลงในปีที่สอง และลดลงมากในปีที่สาม ทั้งนี้เมื่อเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ความเป็นกรดเป็นด่าง, ปริมาณอินทรีย์วัตถุ, ปริมาณฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมทั้งก่อนและหลังการทดลองแล้ว พบว่าผลการวิเคราะห์ทั้งสองครั้งไม่แตกต่างกัน ทั้งนี้อาจเนื่องจากดินชุดอุบลเป็นดินทรายจัด ขาดความอุดมสมบูรณ์ การใส่ปุ๋ยคอก อัตรา 500-1,500 กก./ไร่ต่อปี ยังไม่สามารถทำให้ความอุดมสมบูรณ์ดีขึ้นเด่นชัด

จะเห็นได้ว่าดินมีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของข้าวเป็นอย่างมาก ถ้าดินไม่มีความอุดมสมบูรณ์ข้าวก็จะให้ผลผลิตน้อยลง แต่การที่ศึกษาวิจัยการให้ผลผลิตของข้าวในสภาพดินต่างๆจะต้องเสียเวลา งบประมาณ และใช้แรงงานคนในการดำเนินงานวิจัยเป็นจำนวนมาก ในปัจจุบันได้มีการประเมินศักยภาพในการจำลองสถานการณ์ของแบบจำลองการเจริญเติบโตของพืชหลายชนิดแบบจำลองการเจริญเติบโตของพืช (crop simulation model) หมายถึงการแสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงระบบการเจริญเติบโต ระบบพัฒนาการตลอดจนการทำนายผลผลิตของพืชโดยรวบรวมเอาข้อมูลพื้นฐาน (input) ที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตของพืช มาคำนวณในรูปสมการต่อเนื่องทางคณิตศาสตร์ และแสดงผลลัพท์ (output) ในรูปตัวเลขโดยอาศัยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ (Penning de Vries *et al.*,1989; Sinclair and Seligman, 1996; Monteith, 1996; Graves *et al.*, 2002) ซึ่งเป็นสิ่งที่สร้างขึ้นเพื่อลอกเลียนระบบพืช เช่น ระบบการเจริญเติบโตและระบบพัฒนาการของพืช ในปัจจุบันมีกลุ่มนักวิจัยได้นำเอาแบบจำลองการเจริญเติบโตของพืชมาใช้เป็นเครื่องมือที่ช่วยสนับสนุนการตัดสินใจทางการเกษตรกันอย่างแพร่หลายในหลายวัตถุประสงค์ แบบจำลองการเจริญเติบโตของพืช สามารถนำมาช่วยสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุกรรมสรีรวิทยาและสภาพแวดล้อม (Boote *et al.*, 1996) ซึ่ง Matthews (2002) รวบรวมและรายงานการศึกษาวิจัยที่มีการนำแบบจำลองการเจริญเติบโตของพืชไปใช้ประโยชน์ด้านการจัดการพืชหลายแนวทางด้วยกัน เช่น การจัดการหน้าดิน การตอบสนองของพืชต่อวันปลูก ต่อการจัดการน้ำ ต่อการจัดการธาตุอาหาร ต่อการจัดการโรคและแมลง ต่อการกำจัดวัชพืช และการเก็บเกี่ยวการวิเคราะห์ช่องว่างของผลผลิต เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบจำลองการเจริญเติบโตของข้าว (CERES-Rice model) เป็นแบบจำลองที่พัฒนาขึ้นโดยกลุ่มนักวิจัยจากประเทศสหรัฐอเมริการ่วมกับการพัฒนาแบบจำลองการเจริญเติบโตของพืชอีกหลายชนิด เช่น ข้าวสาลี ข้าวบาเล่ย์ ข้าวโพด ข้าวฟ่าง มันฝรั่ง ทานตะวัน อ้อย ถั่วเหลือง ถั่วลิสง เป็นต้น (Hoogenboom *et al.*, 2004) ซึ่งในปัจจุบัน DSSAT ได้ถูกพัฒนามาถึง version 4 ที่สะดวกในการใช้งานมากขึ้น โครงสร้างของ DSSAT ประกอบด้วยโปรแกรมหลัก (main program) ซึ่งทำหน้าที่ในการประสานระหว่างแบบจำลองการเจริญเติบโตของพืช ฐานข้อมูลอากาศ ฐานข้อมูลดิน ฐานข้อมูลพืช และฐานข้อมูลระบบการจัดการพืช โดยหน่วยที่ทำหน้าที่เชื่อมองค์ประกอบดังกล่าวเรียกว่า Land Unit Module (Jones *et al.*, 2003) ระบบการจัดการที่ผู้ใช้สามารถกำหนดให้แบบจำลอง CERES-Rice ในการจำลองการเจริญเติบโตของข้าว ประกอบด้วยกำหนดวันปลูก พันธุ์พืช วันเก็บเกี่ยว การจัดการน้ำ และการจัดการปุ๋ย เป็นต้น ส่วนที่นับว่ามีความสำคัญต่อกระบวนการจำลองการเจริญเติบโตมากสุดส่วนหนึ่ง คือ ข้อมูลนำเข้าที่จัดว่าเป็นข้อมูลขับเคลื่อน (driven variable) หมายถึง ตัวแปรต่าง ๆ ทั้งภายในและภายนอกต้นพืชที่มีผลทำให้พืชในแบบจำลองการเจริญเติบโตได้เปรียบเสมือนพืชในสภาพจริง ได้แก่ ข้อมูลอากาศ ข้อมูลดิน ข้อมูลการจัดการ และข้อมูลพืช

ข้อมูลอากาศที่จำเป็นสำหรับการจำลองสถานการณ์ประกอบด้วย ข้อมูลอากาศรายวันของพลังงานแสงอาทิตย์ (เมกาจูล/ตารางเมตร) อุณหภูมิต่ำสุดและสูงสุด (องศาเซลเซียส) และปริมาณน้ำฝน (มิลลิเมตร) ข้อมูลอากาศรายวันที่นำมาจำลองสถานการณ์อย่างน้อยควรครอบคลุมตลอดอายุของข้าว ข้อมูลที่ใช้อาจเริ่มตั้งแต่วันปลูกหรือก่อนวันปลูกสำหรับกรณีที่ต้องการจำลองการสมดุลของน้ำและไนโตรเจนก่อนการปลูก

ข้อมูลดินที่แสดงสมบัติทางด้านเคมีและทางด้านกายภาพของดินในแต่ละระดับชั้นความลึกที่ครอบคลุมการเจริญเติบโตของรากพืชโดยส่วนใหญ่ ประกอบด้วย สีของดิน ความสามารถในการระบายน้ำ ความหนาแน่นของดิน (bulk density) คุณลักษณะของเนื้อดิน (เปอร์เซ็นต์ sand, silt และ clay) ปริมาณอินทรียวัตถุ (organic matter) ความเป็นกรดและด่างของดิน และ CEC (cation exchange capacity) ของดิน นอกจากนี้ยังรวบรวมถึงความชันของพื้นที่ ข้อมูลแสดงคุณสมบัติของดินเหล่านี้บางลักษณะนำไปใช้ในการคำนวณคุณสมบัติของดินลักษณะอื่นๆด้วยโปรแกรมคำนวณคุณสมบัติของดินใน DSSAT ตัวอย่างเช่น ใช้ข้อมูลความหนาแน่นของดิน ปริมาณอินทรียวัตถุของดินและ เปอร์เซ็นต์ sand, silt และ clay เพื่อคำนวณปริมาณน้ำที่อิ่มตัว (saturated water content, SAT) ปริมาณน้ำสูงสุดที่มีการระบาย (drained upper limit of soil water content, DUL) หรือความชื้นระดับสนาม (field capacity) และปริมาณน้ำต่ำสุดที่พืชนำไปใช้ (lower limit of plant extractable water, LL) หรือจุดเหี่ยวถาวร (permanent wilting point) เป็นต้น แบบจำลองสามารถจำลองสถานการณ์ได้หากมีข้อมูลดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทั้งหมดที่กล่าวมา อย่างไรก็ตามหากต้องการผลลัพธ์ จากการจำลองสถานการณ์ที่มีคุณภาพมากยิ่งขึ้นควรมีข้อมูลก่อนการปลูกพืชเพิ่มเติมซึ่งประกอบด้วย ความชื้นของดิน ความเป็นกรดเป็นด่างของดิน ปริมาณของ NO_3^- NH_4^+ และปริมาณของอินทรีย์คาร์บอนที่เป็นประโยชน์ในแต่ระดับชั้นความลึกของดิน นอกจากนี้หากต้องการจำลองสมดุลของไนโตรเจนทั้งในดินและพืช ประเภทและปริมาณของซากพืชที่ทิ้งไว้ในแปลงก่อนทำการปลูกก็จำเป็นต้องใช้เช่นกัน

สำหรับข้อมูลการจัดการประกอบด้วย วันปลูก ระยะปลูก ความลึกของการปลูก วันงอกความหนาแน่นของประชากรพืชต่อตารางเมตร และวันเก็บเกี่ยวผลผลิต ในกรณีของการจำลองการเจริญเติบโตของพืชภายใต้การจัดการทางน้ำ รายละเอียดของวันที่ และปริมาณของการให้น้ำก็มีความสำคัญ ปัจจุบันแบบจำลอง CERES-Rice สามารถจำลองสมดุลของไนโตรเจนในดินและพืชและจำลองการตอบสนองของข้าวต่อการจัดการปุ๋ยไนโตรเจนที่ต่างกันได้ ดังนั้นหากต้องการจำลองการเจริญเติบโตของข้าวภายใต้เงื่อนไขดังกล่าว จำเป็นต้องมีข้อมูลเพิ่มเติม คือประเภทของปุ๋ยไนโตรเจน จำนวนครั้งและปริมาณการให้ปุ๋ย วิธีการให้ และระดับความลึกของการให้ปุ๋ย เป็นต้น

แบบจำลอง CERES-Rice ต้องการข้อมูลแสดงลักษณะจำเพาะของข้าวแต่ละพันธุ์หรือค่าสัมประสิทธิ์ทางพันธุกรรม (genetic coefficients; GCs) เพื่ออธิบายการเจริญเติบโต และพัฒนาการที่แตกต่างกันของข้าวแต่ละพันธุ์ ซึ่งโดยทั่วไปค่าสัมประสิทธิ์ทางพันธุกรรมของข้าวแต่ละพันธุ์ได้จากการทดลองในเรือนปลูกข้าวพันธุ์นั้นจากการทดลองที่มีการควบคุมสภาพแวดล้อม หากไม่มีเรือนควบคุมสภาพแวดล้อม สามารถคำนวณค่าดังกล่าวได้ (model calibration)

สำหรับผลลัพธ์ (output) ที่ได้จากแบบจำลอง CERES-Rice ประกอบด้วยระยะพัฒนาการทางลำต้นและใบ ระยะพัฒนาการเก็บเกี่ยวและการสะสมน้ำหนักเมล็ด จนกระทั่งถึงระยะสุกแก่ รวมไปถึงการเจริญเติบโตรายวันของผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิต เช่น ผลผลิตน้ำหนักเมล็ด จำนวนเมล็ดต่อตารางเมตร จำนวนรวงต่อตารางเมตร ดัชนีพื้นที่สูงสุด (leaf area index, LAI) น้ำหนักแห้งขณะต้นและใบสุกแก่ ดัชนีเก็บเกี่ยว (harvest index, HI) และจำนวนหน่วยต่อหน่อ เป็นต้น (Hoogenboom *et al.*, 2004)

สำหรับแบบจำลอง CERES-Rice พบว่าผู้พัฒนาแบบจำลองนำไปประยุกต์ใช้ได้ทำการประเมินศักยภาพของแบบจำลองดังกล่าวภายใต้เงื่อนไขและสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันไป ยกตัวอย่างเช่น

การใช้แบบจำลอง CERES-Rice ในการประเมินการเจริญเติบโตของข้าวภายใต้สภาพดินที่ต่างกัน หลังจากที่ได้ประเมินค่าสัมประสิทธิ์ทางพันธุกรรมของข้าวพันธุ์ไทย ได้แก่ ข้าวดอกมะลิ 105 , เหนียวสันป่าตอง , ชัยนาท 1, สุพรรณบุรี 60, และ กวก.1 สำหรับใช้ในแบบจำลองการเจริญเติบโตของข้าว CERES-Rice เป็นส่วนหนึ่งของโครงการวิจัย “ระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สนับสนุนการตัดสินใจการผลิตพืช : ข้าวในภาคเหนือ" ขั้นตอนต่อมาคือการทดสอบเพื่อประเมินความแม่นยำของแบบจำลอง หรือ model validation โดยอาศัยข้อมูลที่ได้จากสภาพความเป็นจริง ซึ่งแหล่งข้อมูลที่ได้จากสภาพความเป็นจริงที่นำมาใช้ในการทดสอบแบบจำลองนี้ เสนอว่ามี 4 แหล่งด้วยกันคือ 1) ข้อมูลที่ถูกนำมาใช้ในการพัฒนาแบบจำลอง 2) ข้อมูลที่มีอยู่เดิมแต่ไม่ได้นำมาใช้ในการพัฒนาแบบจำลอง 3) ข้อมูลที่ถูกเก็บรวบรวมเมื่อพัฒนาแบบจำลองเสร็จแล้ว และ 4) ข้อมูลที่เก็บรวบรวมจากงานทดลองเพื่อทดสอบแบบจำลอง อย่างไรก็ตามข้อมูลที่ใช้ในการพัฒนาแบบจำลองหรือปรับแบบจำลอง (เช่น การประเมินค่าสัมประสิทธิ์ทางพันธุกรรม) โดยปกติแล้วไม่จัดว่าเป็นข้อมูลที่ถูกต้องและเหมาะสมที่จะนำมาใช้ทดสอบความถูกต้องและแม่นยำของระบบจำลอง (Validation) ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้จึงได้สร้างงานทดลองขึ้นเพื่อวัตถุประสงค์ในการที่จะศึกษาการตอบสนองข้าวต่อการจัดการน้ำ (นาชลประทานและนาอาศัยน้ำฝน) รวมทั้งอัตราปุ๋ยไนโตรเจนที่ระดับต่างกัน และใช้ข้อมูลนี้มาทดสอบความถูกต้องแม่นยำของแบบจำลอง CERES-Rice โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์ทางพันธุกรรมที่ได้จากการศึกษาของ จิรวัฒน์และคณะ (2543) ในการทดสอบแบบจำลองครั้งนี้จะได้เปรียบเทียบพฤติกรรมของการจำลองการเจริญเติบโตของข้าวรวมทั้งการให้ผลผลิตกับข้อมูลที่ได้จากงานทดลองภาคสนาม จากการทดลองแสดงให้เห็นว่าแบบจำลองสามารถจำลองอิทธิพลของปุ๋ยไนโตรเจนและสภาพแวดล้อมการปลูกแบบให้น้ำชลประทานและนาอาศัยน้ำฝนได้ดี ซึ่งผลการทดลองมีแนวโน้มที่ถูกต้องตามทฤษฎีที่ควรจะเป็น เช่น ระยะพัฒนาการที่ขยายออกเนื่องจากอิทธิพลปุ๋ยไนโตรเจน หรือการเพิ่มผลผลิตข้าวอันเนื่องมาจากการเพิ่มอัตราปุ๋ยไนโตรเจน ซึ่งผลจากการจำลองอิทธิพลของปุ๋ยไนโตรเจนที่มีต่อผลผลิตข้าวนี้อาจกล่าวได้ว่าเป็นค่าผลผลิตที่ควรจะได้ในสภาพการจัดการที่ดี ซึ่งในกรณีนี้จะไม่มีปัจจัยอื่นๆ ที่มีส่วนต่อการลดผลผลิตของข้าว เช่น วัชพืชหรือศัตรูพืชอื่นๆ รวมทั้งการหักล้มของต้นข้าวเมื่อมีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในอัตราที่สูง และการตกหล่นของเมล็ดข้าวขณะเก็บเกี่ยว

ดังนั้นการประเมินศักยภาพแบบจำลองจึงควรทำให้ครอบคลุมแหล่งปลูกที่สำคัญ โดยการทดสอบในหลายสภาพแวดล้อม ที่มีความแตกต่างทางด้านสภาพดิน และ ปริมาณปุ๋ยไนโตรเจน แม้กระทั่งสภาพการจัดการด้านต่างๆ เพื่อให้ได้ผลที่มีความน่าเชื่อถือและได้รับการยอมรับ เพื่อนำไปใช้ประโยชน์จริงต่อไป แบบจำลอง CERES-Rice เปิดโอกาสหรือเพิ่มทางเลือกให้กับผู้ใช้เพื่อประยุกต์ใช้เป็นเครื่องมือช่วยสนับสนุนการตัดสินใจทางการเกษตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์และวิธีการ

วัตถุดิบ

ข้อมูลค่าสัมประสิทธิ์พันธุกรรมของพันธุ์ข้าวจำนวน 5 พันธุ์ ได้แก่

1. พันธุ์สุพรรณบุรี 60
2. พันธุ์ชัยนาท 1
3. พันธุ์ขาวดอกมะลิ 105
4. พันธุ์เหนียวสันป่าตอง
5. พันธุ์ กวก. 1

อุปกรณ์

1. โปรแกรม Arcview 3.1
2. โปรแกรม DSSAT 4.0
3. โปรแกรม Statistix 8
4. โปรแกรม WeaData 1.0
5. คอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊ค

วิธีการ

1. การคัดเลือกพื้นที่ปลูก

โดยเริ่มทำการสำรวจข้อมูลสถิติพื้นที่ปลูกข้าวในช่วงปี พ.ศ.2550-2551 ในเขตพื้นที่ภาคกลางของประเทศไทย โดยการติดต่อข้อมูลด้านพื้นที่เพาะปลูกและผลผลิตของข้าว จากกรมส่งเสริมการเกษตร จากนั้นนำตัวเลขพื้นที่เพาะปลูกข้าวในเขตพื้นที่ภาคกลางมาจัดลำดับขนาดพื้นที่ปลูก โดยเรียงลำดับจากจังหวัดที่มีพื้นที่มากที่สุดไปน้อยที่สุด 5 อันดับแรก ได้แก่ จังหวัดสุพรรณบุรี, ชัยนาท, อยุธยา, อ่างทอง และฉะเชิงเทรา จากนั้นคัดเลือกจังหวัดสุพรรณบุรี, อยุธยา, ชัยนาท และฉะเชิงเทรา มาเป็นตัวแทนพื้นที่ปลูกเพียง 4 จังหวัด

2. การเลือกตัวแทนชุดดิน

หลังจากได้มีการกำหนดแหล่งปลูกเป็นพื้นที่ใน 4 จังหวัดที่กล่าวแล้ว จำเป็นต้องมีการกำหนดชุดดินเพื่อเป็นตัวแทนของชุดดินที่เหมาะสมสำหรับการปลูกข้าว โดยเริ่มจากการตรวจสอบรายชื่อชุดดินที่เหมาะสมดีในการปลูกข้าวในเขตพื้นที่ภาคกลาง จากนั้นเลือกตัวแทนในแต่ละจังหวัด คือ พื้นที่อำเภอเมือง เพื่อสะดวกในการตรวจสอบฐานข้อมูลดิน ซึ่งการตรวจสอบชุดดินในเขตพื้นที่อำเภอเมือง ทำได้โดยอาศัยโปรแกรม Arcview 3.1 โดยการเปิดแผนที่ขอบเขตของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แต่ละจังหวัด จากนั้นทำการซ้อนทับแผนที่ชุดดินของประเทศไทยของกรมพัฒนาที่ดินเพื่อตรวจสอบรายชื่อชุดดินในบริเวณดังกล่าว ซึ่งพบว่ามีตัวแทนชุดดินอยู่หลายชุด จึงเลือกชุดดินที่มีความเหมาะสมดีสำหรับการปลูกข้าวจำนวน 3 ชุด คือ ชุดดินหางดง (Hd),พิมาย (Pm) และสรรพยา (Sa) ดังรายละเอียดแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงรายละเอียดของสถานที่ที่ใช้ในการจำลองผลผลิตของข้าว

สถานที่	ชุดดิน	สถานีอากาศ	ปี ค.ศ.
อ.เมือง จ.ชัยนาท	หางดง (Hd) พิมาย (Pm) สรรพยา (Sa)	อ.เมือง จ.ชัยนาท	2004
อ.เมือง จ.อยุธยา	หางดง (Hd) พิมาย (Pm) สรรพยา (Sa)	อ.เมือง จ.อยุธยา	2006
อ.เมือง จ.ฉะเชิงเทรา	หางดง (Hd) พิมาย (Pm) สรรพยา (Sa)	อ.เมือง จ.ฉะเชิงเทรา	2006
อ.เมือง จ.สุพรรณบุรี	หางดง (Hd) พิมาย (Pm) สรรพยา (Sa)	อ.เมือง จ.สุพรรณบุรี	2006

3. การเตรียมข้อมูลอากาศ

สำหรับข้อมูลอากาศ ปีค.ศ 2004-2006 ได้ทำการติดต่อขอข้อมูล ประกอบด้วย อุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด, ข้อมูลฝนรายวัน และข้อมูลพลังงานแสงอาทิตย์ จากกรมอุตุนิยมวิทยา ซึ่งรูปแบบของข้อมูลที่ได้มาจากกรมอุตุนิยมวิทยายังไม่สามารถนำเข้าไปเป็นตัวป้อนให้กับแบบจำลองได้โดยตรง จำเป็นต้องมีการเตรียมไฟล์ข้อมูลให้อยู่ในรูปที่แบบจำลองต้องการก่อน โดยอาศัยโปรแกรม WeaData 1.0 ช่วยในการเตรียมข้อมูล โปรแกรมดังกล่าวนอกจากจะใช้ ในการเตรียมข้อมูลในรูปที่แบบจำลองต้องการแล้ว ยังสามารถใช้ในการแปลงข้อมูลอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด ไปเป็นข้อมูลพลังงานแสงอาทิตย์ ($MJ/m^2/day$)ได้อีกด้วย ซึ่งพลังงานแสงอาทิตย์ เป็นข้อมูลชนิดหนึ่งที่สำคัญมากสำหรับการจำลองสถานการณ์ และสำหรับประเทศไทยข้อมูลดังกล่าวเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลที่มีข้อจำกัด คือ ส่วนใหญ่แล้วสถานีอุตุนิยมวิทยาได้มีการตรวจวัดเฉพาะสถานีหลักๆ เท่านั้น

4. การจำลองสถานการณ์

หลังจากมีการกำหนดจุดปลูกแล้ว ก่อนการจำลองสถานการณ์จำเป็นต้องเตรียมข้อมูลตัวป้อน 4 ประเภท คือ ข้อมูลดิน ข้อมูลอากาศ ข้อมูลค่าสัมประสิทธิ์ทางพันธุกรรมของข้าว และข้อมูลด้านการจัดการ โดยส่วนของข้อมูลดินและข้อมูลอากาศได้มีการเตรียมให้อยู่ในรูปที่แบบจำลองต้องการตามที่ได้อธิบายไว้ข้างต้น ส่วนข้อมูลค่าสัมประสิทธิ์ทางพันธุกรรมของข้าวได้ใช้ข้อมูลของ จิรวัฒน์และคณะ (2543) สำหรับข้อมูลด้านการจัดการ เช่น ฤดูปลูก ช่วงวันปลูก การใส่ปุ๋ย และการให้น้ำ ได้มีการกำหนดข้อมูล ให้สอดคล้องต่อการปลูกข้าวนาปรังในเขตพื้นที่ภาคกลางหลังจากข้อมูลทุกประเภทอยู่ในรูปแบบที่แบบจำลองต้องการก็นำไปป้อนให้กับโปรแกรม DSSAT เพื่อใช้ในการจำลองสถานการณ์

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

โดยการจดบันทึกข้อมูลผลผลิต (กก./เฮกตาร์) เพื่อนำมาวิเคราะห์ตามแผนการทดลองที่วางไว้โดยใช้โปรแกรม Statistix 8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง

การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance)

การวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลผลิตข้าวแสดงดังตารางที่ 2 พบว่า ผลการจำลองการให้ผลผลิตของข้าวที่ปลูกในสถานที่และชุดดินที่แตกต่างกันให้ผลผลิตแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P < 0.01) และเมื่อเปรียบเทียบผลการจำลองผลผลิตของข้าวพันธุ์ต่าง ๆ พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P < 0.01) เช่นกัน สำหรับชุดดินพบว่ามีปฏิกิริยาสัมพันธ์กับสถานที่ ซึ่งหมายถึงการตอบสนองของผลผลิตของข้าวที่ปลูกในชุดดินต่าง ๆ จะแตกต่างกันเมื่อเปลี่ยนแปลงสถานที่ปลูก

ตารางที่ 2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลผลิต (กก./เฮกตาร์)

Source of variation	DF	SS	MS	F
สถานที่	3	578274	192758	18.71**
ชุดดิน	2	1543129	771565	74.88**
สถานที่ x ชุดดิน	6	277038	46173	4.48**
พันธุ์	4	2829150	707288	68.65**
พันธุ์ x สถานที่	12	258917	21576	2.09ns
พันธุ์ x ชุดดิน	8	133566	16696	1.62ns
พันธุ์ x สถานที่ x ชุดดิน	24	247281	10303	
Total	59	5867355		

ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

** = แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ตารางที่ 3 แสดงผลผลิตของข้าวแต่ละสายพันธุ์ที่ปลูกในแต่ละสถานที่ เมื่อเปรียบเทียบผลผลิตของข้าวทุกสายพันธุ์ที่ปลูกในแต่ละจังหวัด พบว่าจังหวัดฉะเชิงเทรา มีผลผลิตเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 712 กก./เฮกตาร์ รองลงมาคือ จังหวัดชัยนาท, อยุธยา, และสุพรรณบุรี ให้ผลผลิตเฉลี่ยเท่ากับ 570, 568, และ 434 กก./เฮกตาร์ ตามลำดับ

เมื่อเปรียบเทียบระหว่างผลผลิตที่ปลูกในสภาพชุดดินที่แตกต่างกัน พบว่าในทุกจังหวัดที่มีการจำลองการให้ผลผลิตของข้าว ชุดดินหางดงให้ผลผลิตเฉลี่ยสูงที่สุด โดยให้ผลผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เฉลี่ยอยู่ระหว่าง 507-869 กก./เฮกตาร์ รองลงมาคือ ชุดดินสรรพยาให้ผลผลิตเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 593-787 กก./เฮกตาร์ และชุดดินพิมายเป็นชุดดินที่ให้ผลผลิตต่ำที่สุดอยู่ระหว่าง 202 -508 กก./เฮกตาร์ (ตารางที่3)

ตารางที่ 3 แสดงผลผลิตของข้าวแต่ละสายพันธุ์ในทุกสถานที่

	ผลผลิต (กก./เฮกตาร์)					
จังหวัด	สุพรรณบุรี 60	ชัยนาท 1	ขาวดอกมะลิ 105	เหนียวสันป่าตอง	กวก. 1	*เฉลี่ย*
อยุธยา						
Hd	568	319	1068	924	338	643
Pm	293	165	849	731	204	448
Sa	371	252	966	1149	319	611
เฉลี่ย	*411*	*245*	*961*	*935*	*287*	***568***
ฉะเชิงเทรา						
Hd	906	704	1075	963	698	869
Pm	340	214	891	762	333	508
Sa	748	566	877	990	610	758
เฉลี่ย	*665*	*495*	*948*	*905*	*547*	***712***
ชัยนาท						
Hd	785	515	1012	864	344	704
Pm	100	59	293	531	105	218
Sa	919	622	908	1007	479	787
เฉลี่ย	*601*	*399*	*738*	*801*	*309*	***570***
สุพรรณบุรี						
Hd	385	260	846	753	291	507
Pm	141	100	313	282	175	202
Sa	562	331	845	935	294	593
เฉลี่ย	*363*	*230*	*668*	*657*	*253*	***434***

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อเปรียบเทียบระหว่างสายพันธุ์ข้าวในจังหวัดอยุธยา, ฉะเชิงเทรา, และสุพรรณบุรี พบว่าข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 เป็นพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงที่สุด รองลงมาคือ พันธุ์เหนียวสันป่าตอง, สุพรรณบุรี 60, กวก.1 และชัยนาท 1 ตามลำดับ แต่สำหรับจังหวัดชัยนาทนั้นมีการเปลี่ยนแปลงลำดับการแสดงออกของพันธุ์เล็กน้อย โดยพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงที่สุด คือ พันธุ์เหนียวสันป่าตอง รองลงมาคือ พันธุ์ขาวดอกมะลิ 105, สุพรรณบุรี 60, ชัยนาท 1, และกวก.1 ตามลำดับ (ตารางที่ 3)

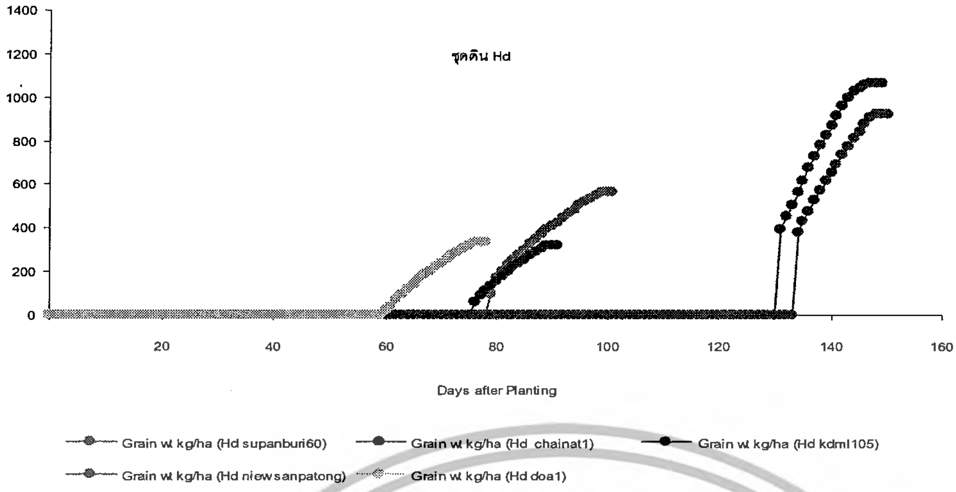
การจำลองผลผลิตของข้าวแต่ละสายพันธุ์ในชุดดินที่แตกต่างกัน

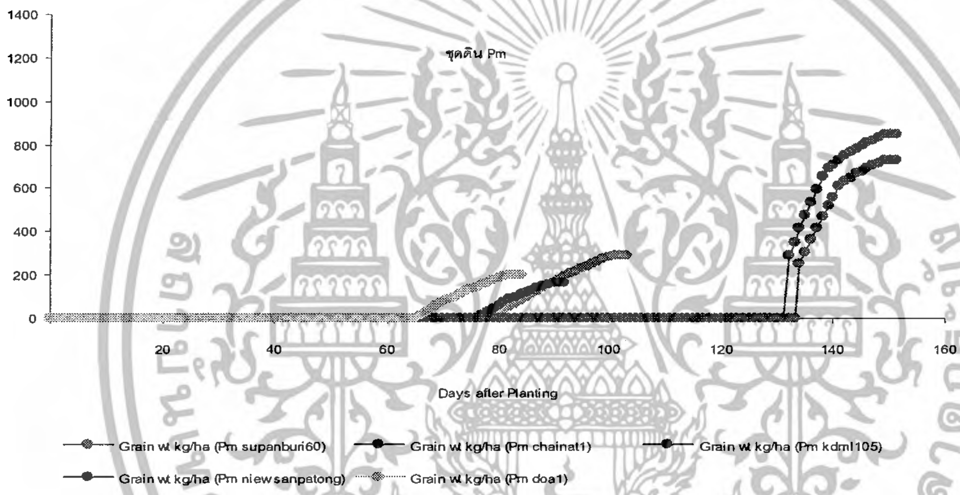
เมื่อเปรียบเทียบผลผลิตของข้าวแต่ละสายพันธุ์ที่ปลูกในชุดดินที่แตกต่างกัน คือชุดดินหางดง, พิมาย และสรรพยา ในเขตพื้นที่ อ.เมือง จังหวัดอยุธยา พบว่าผลผลิตของข้าวจำนวน 5 พันธุ์ คือ สุพรรณบุรี 60, ชัยนาท 1, ขาวดอกมะลิ 105, เหนียวสันป่าตอง และกวก.1 แสดงดังภาพที่ 1 คือข้าวที่ปลูกในชุดดินหางดงและพิมาย พันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงที่สุด คือ พันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 รองลงมา คือ เหนียวสันป่าตอง, สุพรรณบุรี 60, กวก.1 และชัยนาท 1 ตามลำดับ ในขณะที่ชุดดินสรรพยา พันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงที่สุด คือ พันธุ์เหนียวสันป่าตอง รองลงมาคือ พันธุ์ขาวดอกมะลิ 105, สุพรรณบุรี 60, กวก.1 และชัยนาท 1 ตามลำดับ

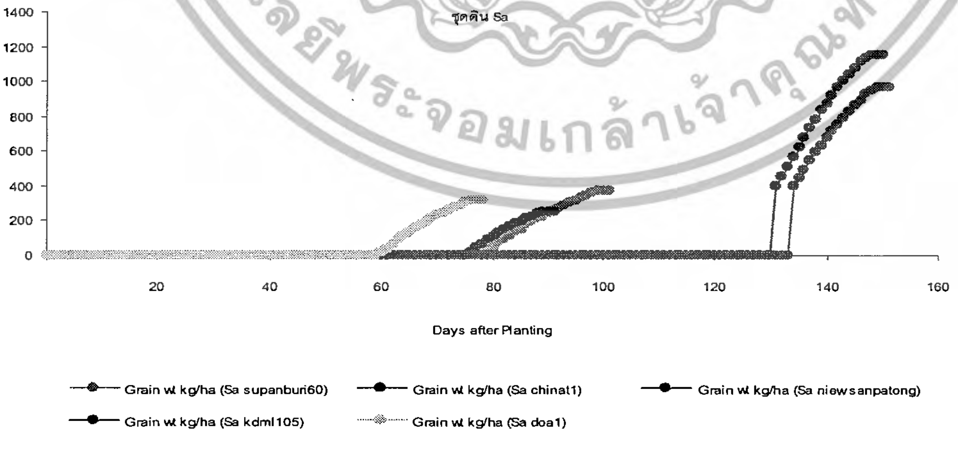
สำหรับการจำลองผลผลิตของข้าวทั้ง 5 พันธุ์ ในเขตพื้นที่จังหวัดฉะเชิงเทรา ผลการจำลองในแต่ละชุดดินมีการเปลี่ยนแปลงลำดับการให้ผลผลิตบ้างแต่เพียงเล็กน้อยเท่านั้น โดยในชุดดินหางดง พันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงที่สุดเรียงไปหาพันธุ์ที่ให้ผลผลิตต่ำที่สุด คือ พันธุ์ขาวดอกมะลิ 105, เหนียวสันป่าตอง, สุพรรณบุรี 60, ชัยนาท 1 และกวก.1 ตามลำดับ สำหรับลำดับการแสดงออกของข้าวที่ปลูกในชุดดินพิมายผลผลิตสูงที่สุดสามลำดับแรกเหมือนกับดินชุดหางดง แต่สองลำดับสุดท้ายมีการเปลี่ยนแปลงคือ ในดินชุดพิมายพบว่าพันธุ์กวก. 1 ให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์ชัยนาท 1 ในทำนองเดียวกันเดียวกันพบว่าในชุดดินสรรพยามีการเปลี่ยนแปลงลำดับการแสดงออกของผลผลิต โดยพันธุ์เหนียวสันป่าตองให้ผลผลิตสูงที่สุด รองลงมาคือ พันธุ์ขาวดอกมะลิ 105, สุพรรณบุรี 60, กวก. 1 และชัยนาท 1 ตามลำดับ (ภาพที่ 2)

ผลการจำลองในจังหวัดชัยนาทพบว่าผลผลิตของข้าวที่ปลูกในชุดดินหางดง พันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงที่สุดไปต่ำสุด คือ พันธุ์ขาวดอกมะลิ 105, เหนียวสันป่าตอง, สุพรรณบุรี 60, ชัยนาท 1 และ กวก.1 ตามลำดับ ในขณะที่ผลผลิตของข้าวที่ปลูกในชุดดินพิมายและสรรพยาลำดับการแสดงออกของแต่ละพันธุ์มีความใกล้เคียงกัน โดยพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงที่สุดสามลำดับแรกเหมือนกัน คือ พันธุ์เหนียวสันป่าตอง, ขาวดอกมะลิ 105, และสุพรรณบุรี 60 ในขณะที่สองลำดับสุดท้ายเกิดการเปลี่ยนแปลงลำดับ คือในชุดดินพิมายพันธุ์กวก.1 ให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์ชัยนาท 1 ในขณะที่ในชุดดินสรรพยาพันธุ์กวก. 1 ให้ผลผลิตต่ำกว่าพันธุ์ชัยนาท 1 (ภาพที่ 3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

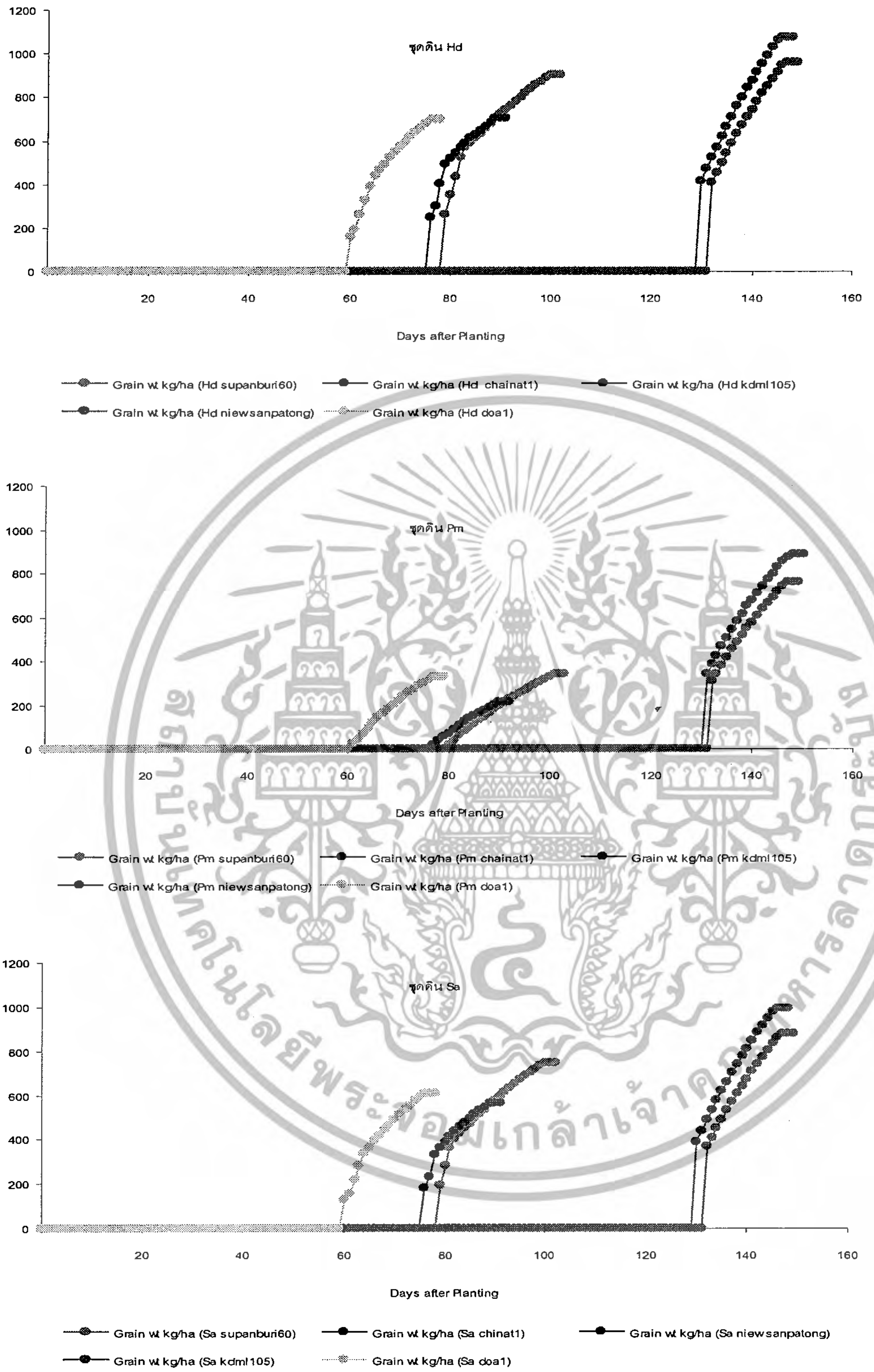






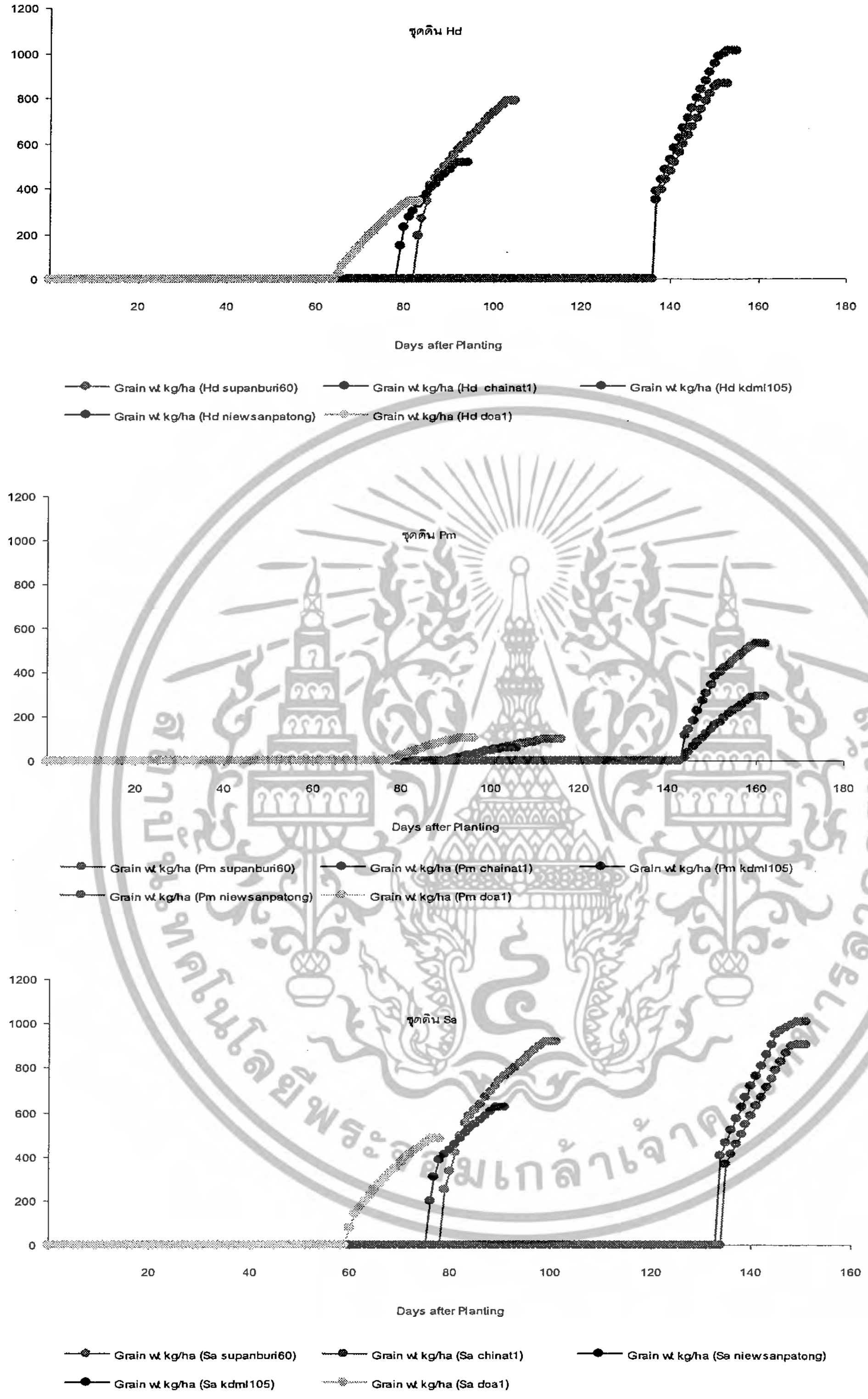
ภาพที่ 1 แสดงผลผลิต (กก./เฮกตาร์) ของข้าวแต่ละสายพันธุ์ที่ปลูกในชุดดินที่แตกต่างกันใน จังหวัดอยุธยา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2 แสดงผลผลิต (กก./เฮกตาร์) ของข้าวแต่ละสายพันธุ์ที่ปลูกในชุดดินที่แตกต่างกันใน จังหวัดฉะเชิงเทรา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3 แสดงผลผลิต (กก./เฮกตาร์) ของข้าวแต่ละสายพันธุ์ที่ปลูกในชุดดินที่แตกต่างกันใน จังหวัดชัยนาท

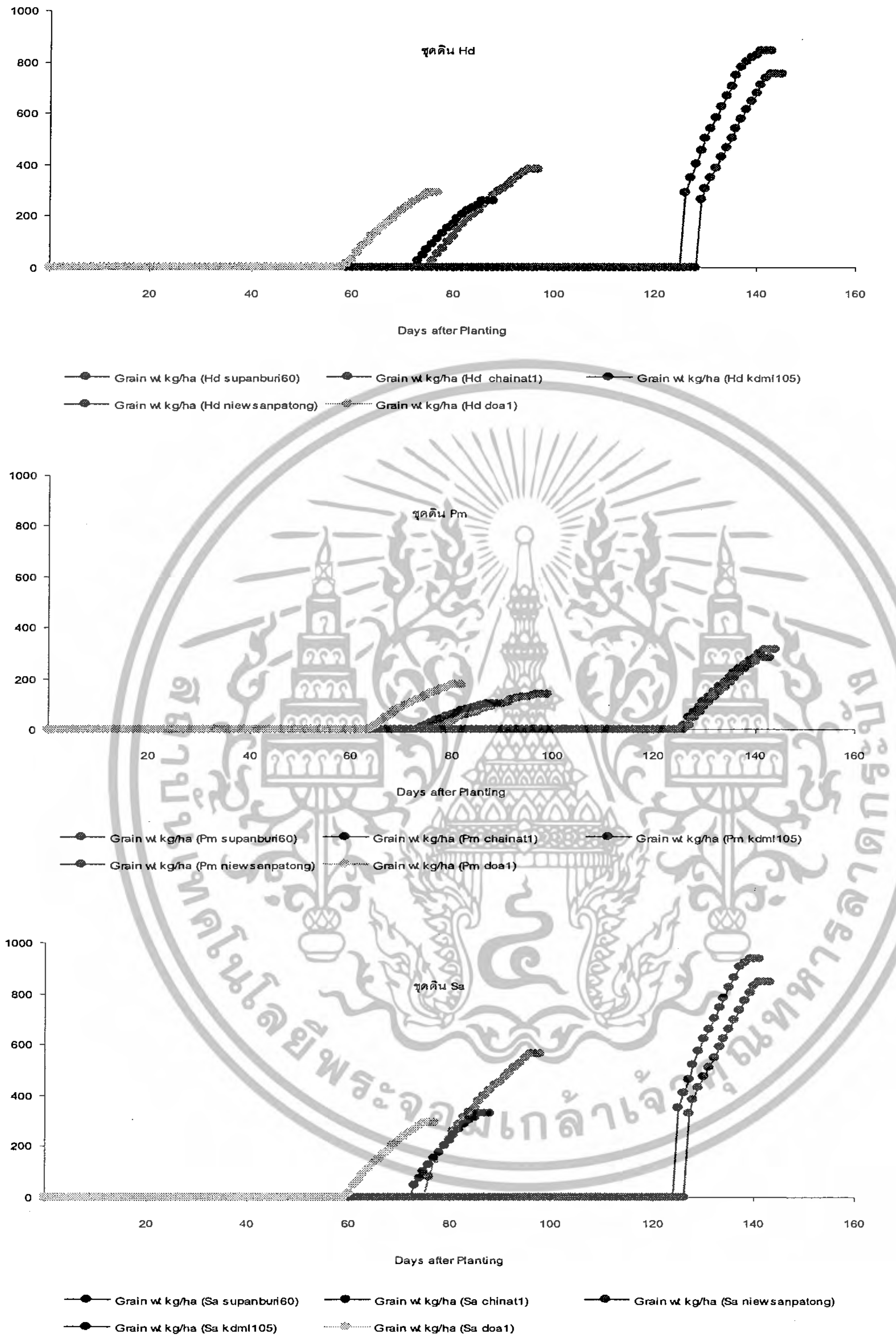
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

เมื่อพิจารณาการจำลองการปลูกข้าวในชุดดินที่แตกต่างกันในจังหวัดสุพรรณบุรี พบว่าผลผลิตของข้าวที่ปลูกในชุดดินหางดง พันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ให้ผลผลิตสูงที่สุด รองลงมาคือ พันธุ์เหนียวสันป่าตอง, สุพรรณบุรี 60, กวก.1 และชัยนาท 1 ตามลำดับ ในชุดดินพิมาย พันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ยังคงให้ผลผลิตสูงที่สุด รองลงมาเป็นพันธุ์เหนียวสันป่าตอง แต่กลับพบว่าสามลำดับสุดท้ายมีการเปลี่ยนแปลง โดยพันธุ์กวก.1 ให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์สุพรรณบุรี 60 และชัยนาท 1 ตามลำดับ ในชุดดินสรรพยา พันธุ์ที่ให้ผลผลิตจากสูงที่สุดไปต่ำที่สุดคือ พันธุ์เหนียวสันป่าตอง, ขาวดอกมะลิ 105, สุพรรณบุรี 60, ชัยนาท 1 และกวก.1 ตามลำดับ (ภาพที่ 4)

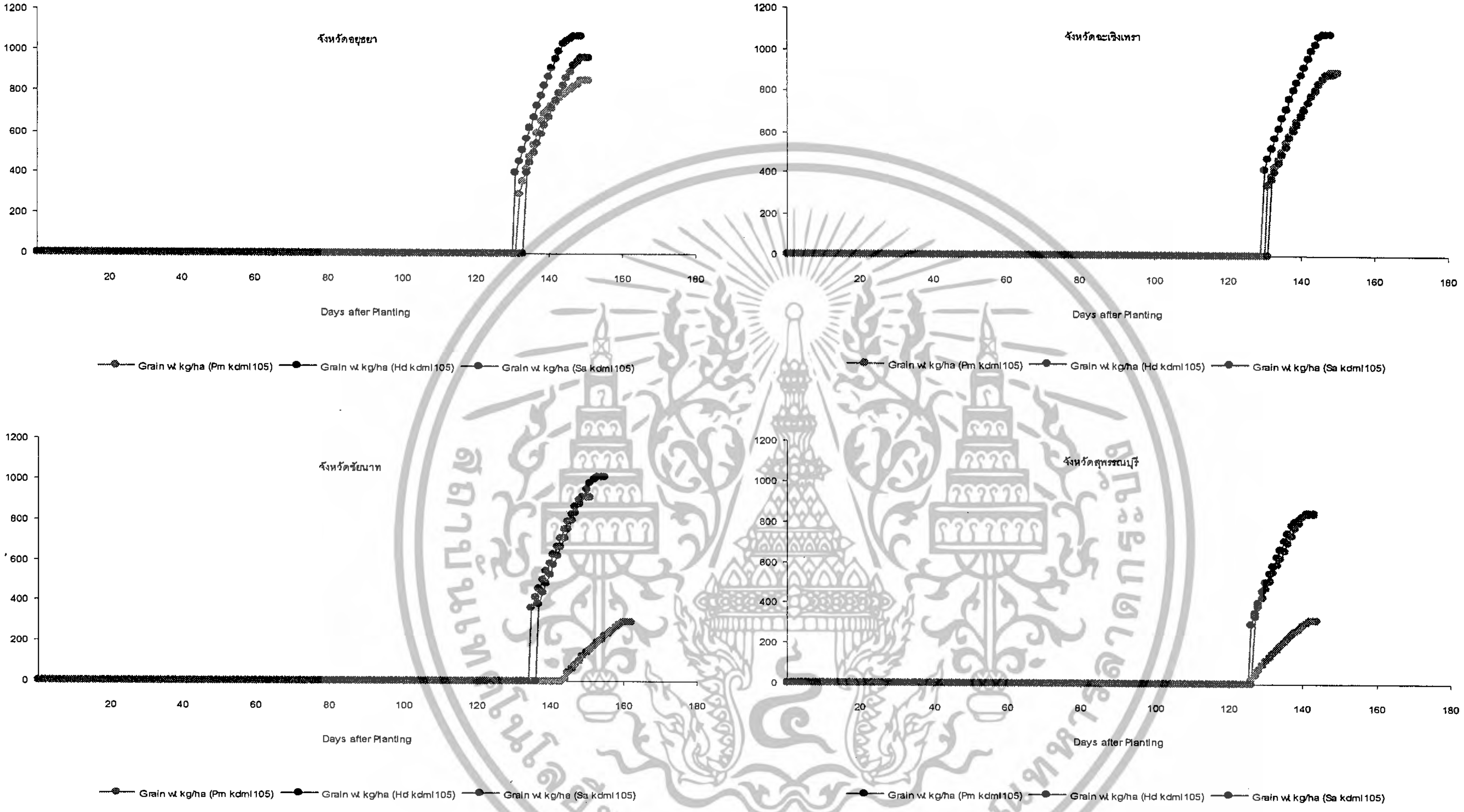
จากผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่าข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 เป็นพันธุ์ที่ให้ผลผลิตค่อนข้างสูงในเกือบทุกสถานที่ และทุกชุดดิน ดังภาพที่ 5 แสดงให้เห็นว่าข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ที่ปลูกในแต่ละจังหวัดตอบสนองต่อชุดดินต่าง ๆ แตกต่างกันไป โดยในจังหวัดอยุธยาชุดดินที่ให้ผลผลิตสูงที่สุด คือ ชุดดินหางดง, สรรพยา, และพิมาย ตามลำดับ ในขณะที่จังหวัดฉะเชิงเทราก็เช่นเดียวกัน พบว่าข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ที่ปลูกในชุดดินหางดงให้ผลผลิตสูงที่สุด แต่ลำดับรองลงมากลับพบว่าเป็นชุดดินพิมาย และสรรพยา ตามลำดับ สำหรับในจังหวัดชัยนาทและสุพรรณบุรี ชุดดินที่ให้ผลผลิตสูงที่สุด คือ ชุดดินหางดง, พิมาย และสรรพยา ตามลำดับ (ภาพที่ 5)

108099
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4 แสดงผลผลิต (กก./เฮกตาร์) ของข้าวแต่ละสายพันธุ์ที่ปลูกในชุดดินที่แตกต่างกันในจังหวัดสุพรรณบุรี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 5 แสดงผลผลิต (กก./เฮกตาร์) ของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ที่ปลูกในชุดดินที่แตกต่างกันในจังหวัดอยุธยา, ฉะเชิงเทรา, ชัยนาท และสุพรรณบุรี

วิจารณ์

การศึกษาครั้งนี้เพื่อเปรียบเทียบอิทธิพลของชุดดินที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของข้าว โดยทำการจำลองผลผลิตของข้าวที่ปลูกโดยไม่มีการใส่ปุ๋ย ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่าชุดดินต่างๆ มีผลต่อการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตของข้าว โดยชุดดินที่ให้ผลผลิตค่อนข้างสูง คือชุดดินหางดงและสรรพยา ทั้งนี้อาจเป็นเพราะดินทั้งสองชุดมีลักษณะทางกายภาพที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของข้าวมากกว่าชุดดินพิมาย เนื่องจากดินทั้งสองชุดมีลักษณะเนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง และมีการระบายน้ำระดับปานกลาง ส่วนดินชุดพิมายมีลักษณะเป็นดินเหนียวและมีการระบายน้ำเลว

ผลผลิตระหว่างพันธุ์พบว่าพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 และเหนียวสันป่าตองเป็นพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์อื่น ๆ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะจากผลการจำลองสถานการณ์ข้าวทั้งสองพันธุ์มีอายุเก็บเกี่ยวยาวกว่าพันธุ์อื่น ๆ ซึ่งมีอายุเก็บเกี่ยวเฉลี่ยอยู่ประมาณ 150 วัน ในขณะที่พันธุ์สุพรรณบุรี 60, ชัยนาท 1 และกวก. 1 มีอายุเก็บเกี่ยวประมาณ 80-110 วันเท่านั้น ข้าวที่มีอายุเก็บเกี่ยวนานจะมีระยะเวลาในการสะสมน้ำหนักแห้ง และระยะเวลาในการสะสมน้ำหนักของเมล็ดมากกว่าข้าวที่มีอายุเก็บเกี่ยวสั้น และการที่ข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 และเหนียวสันป่าตองมีอายุเก็บเกี่ยวยาว เนื่องจากการยืดระยะเวลาการออกดอก เพราะข้าวทั้งสองพันธุ์เป็นข้าวที่ไวต่อช่วงแสง ซึ่งหมายถึงข้าวจะออกดอกได้ต้องมีช่วงแสงในเวลากลางวันสั้นกว่ากลางคืน แต่ในการศึกษาครั้งนี้เป็นการจำลองการปลูกข้าวนาปรัง โดยจำลองการปลูกข้าวในช่วงเดือนพฤศจิกายน ซึ่งเป็นช่วงฤดูหนาวที่มีช่วงเวลากลางคืนยาวกว่ากลางวัน และมีอุณหภูมิค่อนข้างเย็น ที่จะส่งผลต่อการออกดอกของกลุ่มข้าวไวแสง ซึ่งแตกต่างจากกลุ่มข้าวไม่ไวแสงที่อายุการออกดอกไม่ขึ้นอยู่กับช่วงแสง ข้าวกลุ่มนี้เมื่อมีอายุครบตามกำหนดก็จะออกดอกออกรวงและเก็บเกี่ยวได้

สำหรับความแตกต่างของผลผลิตเฉลี่ยของข้าวแต่ละจังหวัด เนื่องจากในการจำลองการปลูกข้าวได้กำหนดให้มีการใช้ชุดดินที่เหมือนกันในทุกจังหวัด และทำการจำลองการปลูกภายใต้ระบบการชลประทาน ซึ่งไม่มีข้อจำกัดเรื่องของปริมาณน้ำ อีกประการหนึ่งเนื่องจากการศึกษาครั้งนี้เป็นการจำลองการปลูกข้าวโดยอาศัยแบบการจำลองการเจริญเติบโตของข้าว ซึ่งจะมีข้อจำจัดในเรื่องของโรค แมลง และวัชพืช ที่แบบจำลองไม่สามารถตอบสนองได้ กล่าวคือผลผลิตที่จำลองได้จะเป็นผลผลิตภายใต้การปลูกในสภาพที่ปราศจากศัตรูพืชชนิดต่างๆ ดังนั้นสาเหตุที่น่าจะทำให้เกิดความแตกต่างในเรื่องของผลผลิตในแต่ละจังหวัดนั้น ปัจจัยทางสภาพแวดล้อมที่เกี่ยวข้องน่าจะเป็นเรื่องของอุณหภูมิและแสง ที่แบบจำลองสามารถตอบสนองได้เป็นอย่างดี จากการศึกษาครั้งนี้ชี้ให้เห็นว่าแบบจำลองสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการศึกษาการให้ผลผลิตของข้าวภายใต้สภาพดินที่แตกต่างกัน ซึ่งสามารถใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการศึกษาต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุป

การศึกษาอิทธิพลของชุดดินที่มีผลต่อการให้ผลผลิตของข้าวโดยใช้แบบจำลองการเจริญเติบโตของข้าวในเขตพื้นที่ 4 จังหวัด คือ สุพรรณบุรี, ฉะเชิงเทรา, ชัยนาท, และอยุธยา โดยใช้ชุดดินที่เหมาะสมดีสำหรับการปลูกข้าว 3 ชุด ประกอบด้วย ชุดดินหางดง (Hd), พิมาย (Pm) และสรรพยา (Sa) ผลปรากฏว่าเมื่อเปรียบเทียบผลผลิตของข้าวทุกสายพันธุ์ที่ปลูกในแต่ละจังหวัด จังหวัดฉะเชิงเทราให้ผลผลิตเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 712 กก./เฮกตาร์ และจังหวัดสุพรรณบุรี ให้ผลผลิตเฉลี่ยต่ำเท่ากับ 434 กก./เฮกตาร์ เมื่อเปรียบเทียบผลผลิตที่ปลูกในสภาพชุดดินที่แตกต่าง พบว่าในทุกจังหวัดที่มีการจำลองการให้ผลผลิตของข้าว ชุดดินหางดงให้ผลผลิตสูงที่สุด โดยมีผลผลิตเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 507-869 กก./เฮกตาร์ และชุดดินพิมาย ให้ผลผลิตเฉลี่ยต่ำสุดอยู่ระหว่าง 202-508 กก./เฮกตาร์ และข้าว พันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 เป็นพันธุ์ที่ให้ผลผลิตเฉลี่ยสูงสุดเมื่อเทียบกับพันธุ์อื่นๆ และพันธุ์สุพรรณบุรี 60 เป็นพันธุ์ที่ให้ผลผลิตค่อนข้างต่ำในทุกสถานที่ที่ทำการศึกษา

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

จิรวัฒน์ เวชแพศย์, ศักดิ์ดา จงแก้ววัฒนา และอานันท์ ผลวัฒนะ. 2543. การประเมินค่าสัมประสิทธิ์ทางพันธุกรรมของข้าวสำหรับแบบจำลอง CERES-Rice. หน้า. 141 – 165. ใน เมธี เอกะสิงห์ และคณะ (บรรณาธิการ). ระบบสนับสนุนการตัดสินใจการผลิตข้าว รายงาน ผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์ส่วนที่ 1 โครงการวิจัยระบบสนับสนุนการตัดสินใจการผลิตพืช : ข้าวในภาคเหนือ. ศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

สภาหอการค้าแห่งประเทศไทย. 2550. ปริมาณการส่งออกข้าวของไทย ปี 2548-2550 http://www.thaiechamber.com/-352 k. 20 ธันวาคม 2551.

สมนึก ศรีทองฉิม เสรี จาตุรงคกุล นงปวีณ์ บุตรามรา ทองอ่อน นเรกุล วิรัตน์ ตันภิบาล และอาทิตย์ ศุขเกษม.2535. การปรับปรุงดินชุดอุบลเพื่อปลูกข้าวไร่. http://www.ldd.go.th/pldweb/tech/RISabst/SOIL37-24c.htm. 20 ธันวาคม 2551.

Aggarwal, P.K. and N. Kalra. 1994. Analyzing the limitation set by climatic factors, genotype and water and nitrogen availability on productivity of wheat: II. Climatically potential yields and management strategies. Field Crops Res. 36: 161-166.

Aggarwal, P.K., R.B. Matthews and M.J. Kropff. 1995. Opportunities for the application of systems approaches in plant breeding. pp.135-144 in: Aggarwal, P.K., R.B. Matthews, M.J. Kropff and H.H. van Laar (Eds.). SARP Research Proceeding. International Rice Research Institute, Los Banos, Philippines.

Boonjung, H. 2000. Climate variability and rice production in rainfed rice area in northeast Thailand: risk analysis and management applications. http://www.earthscape.org/rmain/rsites/clch.html pp. 202-205.

Boote, K.J., J.W. Jones, and N.B. Pickering. 1996. Potential uses and limitations of crop models. Agron. J. 88: 704-716.

Egli, D.B. and W. Bruening. 1992. Planting date and soybean yield: evaluation of environmental effect with a crop simulation model: SOYGRO. Agric. For. Meteorol. 62: 19-29.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Godwin, D.C., U. Singh, R.J. Buresh, and S.K.. De Datta. 1990. Modelling N dynamics in relation to rice growth and yield. pp. 320-325 in: Transactions of the 14th Int. Cong. Soil Sci., Kyoto, Japan. Int. Soc. Soil Sci., Japan.

Graves, A.R., T. Hess, R.B. Matthews., W. Stephens., and T. Middleton. 2002. Crop simulation model as tools in computer laboratory and classroom-based education. J. Nat. Resour. Life Sci. Educ. 31: 48-54.

Hoogenboom, G., J.W. Jones, P.W. Wilkens, C.H. Porter, W.D. Batchelor, L.A. Hunt, K.J. Boote, U. Singh, O. Uryasev, W.T. Bowen, A.J. Gijsman, A.S. Du Toit, J.W. White, and G.Y. Tsuji. 2004. Decision Support System for Agrotechnology Transfer Version 4.0. [CD-ROM]. University of Hawaii, Honolulu, Hawaii.

Jintrawat, A. 1995. A decision support system for rapid assessment of lowland rice-based cropping alternatives in Thailand. Agric. Syst. 47: 245-258.

Jones, J.W., G. Hoogenboom, C.H. Porter, K.J. Boote, W.D. Batchelor, L.A. Hunt, P.W. Wilkens, U. Singh, A.J. Gijsman and J.T. Ritchie. 2003. The DSSAT cropping system model. Europ. J. Agron. 18: 235-265.

Mahmood, R. 1998. Air temperature variations and rice productivity in Bangladesh: a comparative study of the performance of the yield and the CERES-Rice models. Ecological Modelling. 106: 201-212.

Matthews, R. 2002. Crop management. pp. 29-53 in: Matthews, R., and W. Stephens (Eds.), Crop-Soil Simulation Models Applications in Developing Countries,. CABI Publishing, CABI Publishing, New York.

Meinke, H. and G.L. Hammer. 1995. A peanut simulation model: II. Assessing regional production potential. Agron. J. 87: 1093-1099.

Meinke, H., and G.L. Hammer, and S.C. Chapman. 1993. A sunflower simulation model: II. Simulating production risks in variable subtropical environment. Agron. J. 85: 735-742.

Monteith, J.L. 1996. The Quest for balance in crop modeling. Agron. J. 88: 695-697.

Penning de Vries, F. P. Teng, and K. Metselaar (Eds.). 1993. Systems approaches for agricultural development. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Penning de Vries, F.W.T., D.M. Jansen, H.F.M. ten Berge and A. Bakema. 1989. Simulation of ecophysiological processes of growth in several annual crops, 271 p.

Pinnschmidt, H.O., P.S. Teng, J.E. Yuen, and A., Djurle. 1990. Coupling pest effects to the IBSNAT CERES crop model for rice. Phytopathology. 80: 997.

Sinclair, T.R. and N.G. Seligman. 1996. Crop modeling: From infancy to maturity. Agron. J. 88: 698-704.

Singh, U. and P.K. Thornton. 1992. Using crop simulation models for sustainability and environmental quality assessment. Outlook on Agriculture. 21: 209-218.

White, J.W. 1998. Modeling and crop improvement. pp. 179-188 in: Tsuji, G.Y., G Hoogenboom and P.K. Thornton (Eds.). Understanding Options for Agricultural Production. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, the Netherlands.

White, J.W. and G. Hoogenboom. 1996. Simulating effects of genes for physiological traits in a process-oriented crop model. Agron. J. 88: 416-422.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 1 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลผลผลิต (กก./เฮกตาร์)

Statistix 8.0 5/4/2009, 4:27:18 PM

Analysis of Variance Table for YIELD

Source	DF	SS	MS	F	P
G	4	2829150	707288	68.65	0.0000
L	3	578274	192758	18.71	0.0000
S	2	1543129	771565	74.88	0.0000
L*S	6	277038	46173	4.48	0.0035
G*L	12	258917	21576	2.09	0.0596
G*S	8	133566	16696	1.62	0.1713
Error	24	247281	10303		
Total	59	5867355			

Grand Mean 570.82 CV 17.78

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 2 ตัวอย่างไฟล์ข้อมูลสัมประสิทธิ์ทางพันธุกรรมของข้าว

@VAR#	VAR-Name...	ECO#	P1	P2R	P5	P2O	G1	G2	G3	G4
TR0001	KDML105	IB0001	502.3	233.0	386.5	12.7	45.7	.027	1.00	0.95
TR0002	NIEW SANPATONG	IB0001	495.8	283.4	364.2	12.7	40.7	.277	0.70	0.85
TR0003	SUPANBURI 60	IB0001	540.0	154.7	497.0	11.9	77.7	.280	1.00	1.03
TR0004	CHAINAT 1	IB0001	570.0	122.8	334.8	11.9	63.1	.278	1.00	1.00
TR0005	DOA 1	IB0001	388.5	20.0	381.8	12.0	73.8	.0275	1.10	1.15

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 3 ตัวอย่างไฟล์ข้อมูลชุดดินหางดง

```
*THLL980056  DLD        SIC     120 Hang Dong(Hd)**
@SITE       COUNTRY         LAT     LONG SCS FAMILY
 CHIANG RAI  THAILAND       0.000   0.000 Fine,mixed,semiactive,iso Typic Endoaqualfs
@ SCOM  SALB  SLU1  SLDR  SLRO  SLNF  SLPF  SMHB  SMPX  SMKE
    G  0.13  18.2  0.05  81.0  1.00  0.80 IB001 IB001 IB001
@  SLB  SLMH  SLLL  SDUL  SSAT  SRGF  SSKS  SBDM  SLOC  SLCL  SLSI  SLCF  SLNI
SLHW  SLHB  SCEC  SADC
7    Ap 0.276 0.406 0.421 1.000  0.09  1.44  1.79  54.0  43.7   0.0 0.170   5.4   4.3  14.3
24  Apg2 0.211 0.346 0.393 1.000  0.15  1.42  1.30  39.4  54.1   0.0 0.130   5.8   4.9  13.8
29  Btg1 0.271 0.399 0.414 0.589  0.09  1.42  0.54  52.9  40.6   0.0 0.050   6.7   5.5  14.1
40  Btg2 0.299 0.425 0.440 0.012  0.06  1.43  0.36  59.3  35.9   0.0 0.040   7.5   6.4  17.4
74  Btg2 0.299 0.425 0.440 0.000  0.06  1.43  0.36  59.3  35.9   0.0 0.040   7.5   6.4  17.4
120 Btg3 0.336 0.457 0.472 0.000  0.06  1.44  0.26  68.4  27.8   2.0 0.030   7.9   6.5  15.5
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 4 ตัวอย่างไฟล์ข้อมูลชุดดินพิมาย

```
*THLL980042  DLD        C       100 Phimai(Pm)**
@SITE        COUNTRY          LAT     LONG SCS FAMILY
 KALASIN  THAILAND  0.000   0.000 Very-fine,smectitic,isohyperthermic Ustic Endoaque
@ SCOM  SALB  SLU1  SLDR  SLRO  SLNF  SLPF  SMHB  SMPX  SMKE
    G  0.13  17.4  0.05  81.0  1.00  0.80 IB001 IB001 IB001
@ SLB  SLMH  SLLL  SDUL  SSAT  SRGF  SSKS  SBDM  SLOC  SLCL  SLSI  SLCF  SLNI
SLHW  SLHB  SCEC  SADC
20    Ap 0.302 0.427 0.442 1.000  0.06  1.42  1.33  60.0  32.0   0.0 0.120   4.8   4.2  30.2
40   Bt1 0.227 0.357 0.391 0.149  0.09  1.43  0.62  44.5  50.6   5.0 0.050   5.1   4.1   9.8
41   Bt1 0.227 0.357 0.391 0.000  0.09  1.43  0.62  44.5  50.6   5.0 0.050   5.1   4.1   9.8
100 Bssg 0.027 0.084 0.302 0.000 21.00  1.71  0.37   0.0   4.0   0.0 0.030   5.2   3.5  32.0
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 5 ตัวอย่างไฟล์ข้อมูลชุดดินสรรพยา

*THLL980028 DLD SICL 155 Sapphaya (Sa)**

@SITE COUNTRY LAT LONG SCS FAMILY

RATCHABURI THAILAND 0.000 0.000Fine-loamy,mixed,act,nonacid,iso Aquic Ustifluvent

@SCOM SALB SLU1 SLDR SLRO SLNF SLPF SMHB SMPX SMKE

R 0.14 10.8 0.25 84.0 1.00 0.80 IB001 IB001 IB001

@ SLB SLMH SLLL SDUL SSAT SRGF SSKS SBDM SLOC SLCL SLSI SLCF SLNI SLHW SLHB SCEC SADC

12 Ap1 0.190 0.384 0.402 1.000 0.40 1.40 1.53 34.7 52.4 0.0 0.130 7.9 7.1 18.1

29 Ap2 0.201 0.359 0.387 0.500 0.29 1.44 1.22 37.2 39.4 0.0 0.110 7.9 6.5 19.7

40 C1 0.129 0.260 0.350 0.000 0.69 1.56 0.32 20.8 27.2 0.0 0.030 7.6 6.6 8.4

48 C1 0.129 0.260 0.350 0.000 0.69 1.56 0.32 20.8 27.2 0.0 0.030 7.6 6.6 8.4

62 C2 0.152 0.295 0.366 0.000 0.47 1.51 0.44 26.4 33.1 2.0 0.040 7.6 6.6 13.1

85 C3 0.167 0.305 0.372 0.000 0.37 1.49 0.44 30.0 34.6 2.0 0.040 7.9 6.1 14.8

117 C4 0.165 0.301 0.370 0.000 0.36 1.50 0.32 29.6 33.6 3.0 0.030 8.8 7.1 12.8

133 C5 0.054 0.173 0.319 0.000 2.08 1.66 0.14 12.1 8.7 3.0 0.010 9.3 7.5 3.9

155 C6 0.073 0.191 0.324 0.000 3.11 1.64 0.09 8.7 24.6 3.0 0.010 9.3 7.5 5.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 6 ตัวอย่างไฟล์ข้อมูลอากาศในจังหวัดชัยนาท ปี 2004

```
*WEATHER  DATA :Chai Nat Agromet
@ INSI     LAT     LONG  ELEV   TAV   AMP REFHT WNDHT
  CN71   15.150  100.183  15.0 -99.0 -99.0 -99.0 -99.0
@DATE  SRAD  TMAX TMIN    RAIN
04001  17.79  33.2   16.8   0
04002  17.83  33.3   17.8   0
04003  17.86  34     17.9   0
04004  17.88  34     18.2   0
04005  17.91  34.3   18.5   0
04006 17.86   33.4   18.1   0
  ⋮      ⋮      ⋮      ⋮     ⋮
04366  17.47  30.5   18     0
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 7 ตัวอย่างไฟล์ข้อมูลอากาศในจังหวัดฉะเชิงเทรา ปี 2006

*WEATHER DATA :Chachoengsao

@ INSI	LAT	LONG	ELEV	TAV	AMP	REFHT	WNDHT
CC01	13.683	101.067	0.0	-99.0	-99.0	-99.0	-99.0

@DATE	SRAD	TMAX	TMIN	RAIN
06001	17.83	32.6	22.3	0
06002	17.32	33.5	21.7	0
06003	17.77	34.4	21.7	0
06004	18.04	35.2	21.2	0
06005	17.83	35.4	24.1	0
06006	16.41	33.9	24.2	0
↓	↓	↓	↓	↓
06365	18.24	32.2	16.7	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 8 ตัวอย่างไฟล์ข้อมูลอากาศในจังหวัดสุพรรณบุรี ปี 2006

```
*WEATHER  DATA :Suphan Buri*
@ INSI      LAT     LONG  ELEV   TAV   AMP REFHT WNDHT
  SB71   14.467  100.133   7.0 -99.0 -99.0 -99.0 -99.0
@DATESRAD  TMAX  TMIN   RAIN
06001  17.13  31.4   21.2   0
06002  17.02  32.8   21.9   0
06003  16.45  32.4   22.6   0
06004  17.06  33.9   22.7   0
06005  16.94  33.8   23     0
06006  13.45  31.3   25.5   0
  ↓      ↓      ↓      ↓    ↓
06365  17.47  31.9   18.5   0
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 9 ตัวอย่างไฟล์ข้อมูลอากาศในจังหวัดอยุธยา ปี 2006

```
*WEATHER  DATA :Ayuttaya Agromet
@ INSI     LAT     LONG  ELEV   TAV   AMP REFHT WNDHT
  AY71   14.517  100.717   8.0 -99.0 -99.0 -99.0 -99.0
@DATESRAD  TMAX  TMIN   RAIN
06001  17.44   32     21.3   0
06002  17.32   33.6   21.8   0
06003  17.30   33.9   22.1   0
06004  17.71   35.1   21.5   0
06005  17.42   34.8   23.8   0
06006  15.64   33     24.2   0
  ↓      ↓      ↓      ↓     ↓
06365  17.92   33.4   17.7   0
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล : นางสาวศิวภรณ์ รับอาสา

วันเดือนปีเกิด : 20 พฤษภาคม 2528

ที่อยู่ในสำเนาทะเบียนบ้าน : 116 หมู่ 10 ต หนองยาง อ. หนองฉาง จ. อุทัยธานี 61110

โทรศัพท์ : 089 -1771296

ที่อยู่ปัจจุบัน : 116 หมู่ 10 ต หนองยาง อ. หนองฉาง จ. อุทัยธานี 61110

การศึกษา : พ.ศ.2536 - 2341 ระดับประถมศึกษา โรงเรียนทองประสาทเวทย์ จังหวัดอุทัยธานี

พ.ศ.2542 - 2344 ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนหนองฉางวิทยา จังหวัดอุทัยธานี

พ.ศ.2545 - 2347 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนหนองฉางวิทยา จังหวัดอุทัยธานี

พ.ศ.2548 - 2551 ระดับปริญญาตรี วิทยาศาสตรบัณฑิต (พืชไร่) คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ชื่อ-นามสกุล : นางสาวพรทิพย์ ใจผ่อง

การศึกษา : พ.ศ.2548 - 2551 ระดับปริญญาตรี วิทยาศาสตรบัณฑิต (พืชไร่) คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้