สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปัญหาพิเศษปริญญาตรี

เรื่อง

การทดสอบค่าสัมประสิทธิ์การแปลงค่ารังสีดวงอาทิตย์
สำหรับการประเมินผลผลิตของถั่วลิสงในประเทศไทย

Testing Coefficients of Solar Radiation Conversion for
Evaluation of Peanut Yield in Thailand.

โดย

นายอานนท์ ศรีไชย
นายวิโรจน์ วงศ์กาฬสินธุ์

T109085

อาจารย์ที่ปรึกษา

ดร.นิตยา ผกามาศ

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 109085
วัน,เดือน,ปี - 4 ส.ค. 2553

เสนอ

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

ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (เทคโนโลยีการผลิตพืช)
พุทธศักราช 2551

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบรับรองปัญหาพิเศษปริญญาตรี
ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช

เรื่อง

การทดสอบค่าสัมประสิทธิ์การแปลงค่ารังสีดวงอาทิตย์
สำหรับการประเมินผลผลิตของถั่วลิสงในประเทศไทย
Testing Coefficients of Solar Radiation Conversion for
Evaluation of Peanut Yield in Thailand.

โดย

นายอานนท์ ศรีไชย
นายวิโรจน์ วงศ์กาฬสินธุ์

ได้พิจารณาเห็นชอบจาก

.....

(ดร.นิตยา ผกามาศ)
อาจารย์ที่ปรึกษา

ภาควิชารับรอง

.....

(รศ.ดร.สมยศ เดชภิรัตนมงคล)
ผู้ประสานงานภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช

วันที่ 26 เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2552

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อเรื่อง : การทดสอบค่าสัมประสิทธิ์การแปลงค่ารังสีดวงอาทิตย์ สำหรับการประเมินผลผลิตของถั่วลิสงในประเทศไทย

โดย : นายอานนท์ ศรีไชย

: นายวิโรจน์ วงศ์กาฬสินธุ์

ภาควิชา : เทคโนโลยีการผลิตพืช

คณะ : เทคโนโลยีการเกษตร

อาจารย์ที่ปรึกษา : ดร.นิตยา ผกามาศ

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบความแม่นยำของค่าสัมประสิทธิ์ในการแปลงค่าข้อมูลรังสีดวงอาทิตย์ และเพื่อศึกษาเปรียบเทียบความแตกต่างของผลผลิตถั่วลิสงที่ประเมินได้จากการใช้ข้อมูลแสงคำนวณและการวัดจริง โดยค่าสัมประสิทธิ์ที่นำมาทดสอบความแม่นยำประกอบด้วยค่าสัมประสิทธิ์ A = 0.63, B = 1.94 และ C = 1.53 โดยนำมาแปลงค่าข้อมูลรังสีดวงอาทิตย์ใน 3 จังหวัด คือ เชียงใหม่ (1997-1998), ขอนแก่น (2002-2003) และอุบลราชธานี (2002-2003) ซึ่งการคำนวณแบ่งเป็นคำนวณ 1 ปี และหลายปีรวมกัน พบว่าค่าสัมประสิทธิ์ชุดนี้ มีความแม่นยำในการแปลงค่าข้อมูลรังสีดวงอาทิตย์อยู่ในระดับที่สามารถยอมรับได้ (R^2 = 0.60-0.72) จากนั้นนำชุดข้อมูลแสงเหล่านี้ไปเป็นข้อมูลตัวป้อนสำหรับการประเมินผลผลิตของถั่วลิสงในประเทศไทย พบว่าโดยส่วนใหญ่ผลผลิตที่ประเมินได้จากชุดข้อมูลแสงคำนวณทั้ง 1 ปี และหลายปีมีความใกล้เคียงกับข้อมูลแสงจริงค่อนข้างสูงในทุกสถานี และทุกปีที่มีการศึกษา ยกเว้นเพียงชุดข้อมูลปี 2003 ของจังหวัดอุบลราชธานีเท่านั้น

คำสำคัญ: ระบบสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อการถ่ายทอดเทคโนโลยีทางการเกษตร, แบบจำลองการเจริญเติบโตของถั่วลิสง, ค่ารังสีดวงอาทิตย์, แบบจำลองการเจริญเติบโตของพืช, ผลผลิตของถั่วลิสง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title : Testing Coefficients of Solar Radiation Conversion for Evaluation of Peanut Yield in Thailand.

Author : Mr. Anon Srichai

: Mr. Virot Wongkalasin

Department : Plant Production Technology

Faculty : Agricultural Technology

Advisor : Dr.Nittaya Phakamas

ABSTRACT

The objectives of this present study were to test an accuracy of the coefficient for solar radiation (SRAD) conversion and to compare the difference of simulated yield from real and estimation SRAD. For a set of coefficient consisted of A = 0.63, B = 1.94 and C = 1.53 that can be used to convert SRAD in Chiangmai (1997-1998), Khonkaen (2002-2003) and Ubonratchathani (2002-2003) provinces. In estimating step was separated into single year and combined several years, the result found that, this set can be used as a good represent coefficient for SRAD estimation based on acceptable level (R^2 = 0.60–0.72). A set of different SRAD was obtained as input data for peanut yield simulation in Thailand. Mainly found that simulated peanut yield from single year and combined years were very close to simulated peanut yield from real SRAD data for all weather stations and years except Ubonratchathani 2003.

Key word: DSSAT, CROPGRO-Peanut model, Solar radiation, Crop simulation model, Peanut yield

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนิยม

ปัจจุบันการศึกษาตามหลักสูตรการเรียนการสอนในระดับชั้นปริญญาตรี ของคณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง นักศึกษาทุกคนจำเป็นจะต้องมีงานค้นคว้าวิจัยเป็นของตัวเอง หรือที่เรียกกันทั่วไปว่า "ปัญหาพิเศษ" ก่อนที่จะสำเร็จการศึกษา โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้นักศึกษาได้ฝึกฝนสติปัญญา เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการเรียนรู้ในกระบวนการทำงานทางด้านความคิด การแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้จริง

ในนามของผู้จัดทำงานค้นคว้าวิจัยปัญหาพิเศษ ขอขอบพระคุณท่าน อาจารย์นิตยา ผกามาศ อาจารย์ที่ปรึกษาเป็นอย่างสูง ที่ได้คอยช่วยเหลือในเรื่องทุก ๆ ด้านโดยได้ถ่ายทอดวิชาความรู้และประสบการต่าง ๆ จนทำให้การทำปัญหาพิเศษในครั้งนี้สำเร็จเสร็จสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณท่านคณาจารย์และเจ้าหน้าที่ ภายในภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังเป็นอย่างสูง ที่ให้ความอนุเคราะห์และความสะดวกในเรื่องสถานที่ เครื่องมือ วัสดุ-อุปกรณ์ต่าง ๆ ในการทำงานวิจัย และขอบคุณเพื่อนๆพี่ๆทุกคน ที่คอยอยู่เคียงข้างและคอยเป็นกำลังใจให้ตลอดมา

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และทุกคนในครอบครัวเป็นอย่างสูง ที่ให้การสนับสนุนและกำลังใจที่สำคัญในการศึกษาตลอดมาจนประสบความสำเร็จ

นายอานนท์ ศรีไชย

นายวิโรจน์ วงศ์กาฬสินธุ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(3)
สารบัญภาคผนวก	(4)
คำนำ	1
การตรวจเอกสาร	3
อุปกรณ์และวิธีการ	16
ผลการทดลอง	20
วิจารณ์	38
สรุป	40
เอกสารอ้างอิง	41
ภาคผนวก	44
ประวัติผู้เขียน	51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	เปรียบเทียบค่า regression coefficient (R^2) และค่า root mean square error (RMSE) สำหรับการปรับค่าข้อมูลรังสีดวงอาทิตย์ของจังหวัดเชียงใหม่ ขอนแก่น และอุบลราชธานี โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์ A = 0.63, B = 1.94 และ C = 1.53 สำหรับการแปลงค่าข้อมูลรังสีดวงอาทิตย์ของประเทศไทย	21
2	เปรียบเทียบผลผลิต มวลชีวภาพ และดัชนีเก็บเกี่ยวของถั่วลิสง ที่ประเมินได้จากการใช้ชุดข้อมูลรังสีดวงอาทิตย์ที่แตกต่างกันในจังหวัดเชียงใหม่ ปี 1997 และ 1998	23
3	เปรียบเทียบผลผลิต มวลชีวภาพ และดัชนีเก็บเกี่ยวของถั่วลิสง ที่ประเมินได้จากการใช้ชุดข้อมูลรังสีดวงอาทิตย์ที่แตกต่างกันในจังหวัดขอนแก่น ปี 2002 และ 2003	24
4	เปรียบเทียบผลผลิต มวลชีวภาพ และดัชนีเก็บเกี่ยวของถั่วลิสง ที่ประเมินได้จากการใช้ชุดข้อมูลรังสีดวงอาทิตย์ที่แตกต่างกันในจังหวัดอุบลราชธานี ปี 2002 และ 2003	27
5	แสดงเปอร์เซ็นต์ความใกล้เคียงระหว่างผลผลิต มวลชีวภาพ และดัชนีเก็บเกี่ยวของถั่วลิสง ที่ประเมินได้จากการใช้ชุดข้อมูลรังสีดวงอาทิตย์ที่ได้จากการคำนวณและข้อมูลจริงในจังหวัดเชียงใหม่ ปี 1997 และ 1998	28
6	แสดงเปอร์เซ็นต์ความใกล้เคียงระหว่างผลผลิต มวลชีวภาพ และดัชนีเก็บเกี่ยวของถั่วลิสง ที่ประเมินได้จากการใช้ชุดข้อมูลรังสีดวงอาทิตย์ที่ได้จากการคำนวณและข้อมูลจริงในจังหวัดขอนแก่น ปี 2002 และ 2003	29
7	แสดงเปอร์เซ็นต์ความใกล้เคียงระหว่างผลผลิต มวลชีวภาพ และดัชนีเก็บเกี่ยวของถั่วลิสง ที่ประเมินได้จากการใช้ชุดข้อมูลรังสีดวงอาทิตย์ที่ได้จากการคำนวณและข้อมูลจริงในจังหวัดอุบลราชธานี ปี 2002 และ 2003	30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	แสดงค่าสหสัมพันธ์ (r) ของผลผลิตถั่วลิสงที่ประเมินจากชุดข้อมูลแสงที่แตกต่างกัน (A = ข้อมูลแสงจริงจากกรมอุตุนิยมวิทยา, B = ข้อมูลแสงจริงจาก NASA, C = ข้อมูลแสงคำนวณโดยใช้ข้อมูล 1 ปี และ D = ข้อมูลแสงคำนวณโดยใช้ข้อมูลหลายปี) ในจังหวัดเชียงใหม่ ปี 1997	32
2	แสดงค่าสหสัมพันธ์ (r) ของผลผลิตถั่วลิสงที่ประเมินจากชุดข้อมูลแสงที่แตกต่างกัน (A = ข้อมูลแสงจริงจากกรมอุตุนิยมวิทยา, B = ข้อมูลแสงจริงจาก NASA, C = ข้อมูลแสงคำนวณโดยใช้ข้อมูล 1 ปี และ D = ข้อมูลแสงคำนวณโดยใช้ข้อมูลหลายปี) ในจังหวัดเชียงใหม่ ปี 1998	33
3	แสดงค่าสหสัมพันธ์ (r) ของผลผลิตถั่วลิสงที่ประเมินจากชุดข้อมูลแสงที่แตกต่างกัน (A = ข้อมูลแสงจริงจากกรมอุตุนิยมวิทยา, B = ข้อมูลแสงจริงจาก NASA, C = ข้อมูลแสงคำนวณโดยใช้ข้อมูล 1 ปี และ D = ข้อมูลแสงคำนวณโดยใช้ข้อมูลหลายปี) ในจังหวัดขอนแก่น ปี 2002	34
4	แสดงค่าสหสัมพันธ์ (r) ของผลผลิตถั่วลิสงที่ประเมินจากชุดข้อมูลแสงที่แตกต่างกัน (A = ข้อมูลแสงจริงจากกรมอุตุนิยมวิทยา, B = ข้อมูลแสงจริงจาก NASA, C = ข้อมูลแสงคำนวณโดยใช้ข้อมูล 1 ปี และ D = ข้อมูลแสงคำนวณโดยใช้ข้อมูลหลายปี) ในจังหวัดขอนแก่น ปี 2003	35
5	แสดงค่าสหสัมพันธ์ (r) ของผลผลิตถั่วลิสงที่ประเมินจากชุดข้อมูลแสงที่แตกต่างกัน (A = ข้อมูลแสงจริงจากกรมอุตุนิยมวิทยา, B = ข้อมูลแสงจริงจาก NASA, C = ข้อมูลแสงคำนวณโดยใช้ข้อมูล 1 ปี และ D = ข้อมูลแสงคำนวณโดยใช้ข้อมูลหลายปี) ในจังหวัดอุบลราชธานี ปี 2002	36
6	แสดงค่าสหสัมพันธ์ (r) ของผลผลิตถั่วลิสงที่ประเมินจากชุดข้อมูลแสงที่แตกต่างกัน (A = ข้อมูลแสงจริงจากกรมอุตุนิยมวิทยา, B = ข้อมูลแสงจริงจาก NASA, C = ข้อมูลแสงคำนวณโดยใช้ข้อมูล 1 ปี และ D = ข้อมูลแสงคำนวณโดยใช้ข้อมูลหลายปี) ในจังหวัดอุบลราชธานี ปี 2003	37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาคผนวก

ตารางผนวกที่		หน้า
1	ตัวอย่างไฟล์ข้อมูลสัมประสิทธิ์ทางพันธุกรรมของถั่วลิสง	45
2	ตัวอย่างไฟล์ข้อมูลดินชุดหางดง	46
3	ตัวอย่างไฟล์ข้อมูลอากาศชุดข้อมูลแสงจริงจากกรมอุตุนิยมวิทยา	47
4	ตัวอย่างไฟล์ข้อมูลอากาศชุดข้อมูลแสงจริงจาก NASA	48
5	ตัวอย่างไฟล์ข้อมูลอากาศชุดข้อมูลแสงคำนวณ 1 ปี	49
6	ตัวอย่างไฟล์ข้อมูลอากาศชุดข้อมูลแสงคำนวณ หลายปี	50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนำ

จากอดีตมาจนถึงปัจจุบัน วิวัฒนาการทางด้านเทคโนโลยีและคอมพิวเตอร์ได้พัฒนามาโดยตลอดไม่มีวันสิ้นสุด ไม่ว่าจะเป็นเทคโนโลยีทางด้านสารสนเทศ คมนาคม หรือเทคโนโลยีด้านต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเกษตร ซึ่งในตอนนี้ผู้ประกอบการด้านการเกษตร หรือเกษตรกรรายย่อยทั่วไปเกิดความวิตกกังวล เพราะไม่กล้าที่จะตัดสินใจในการประกอบอาชีพทางการเกษตร อันเนื่องมาจากการผลิตผลผลิตทางด้านการเกษตรให้มากด้วยปริมาณและมีคุณภาพนั้น นับว่าเป็นเรื่องที่ท้าทายมากและยากพอสมควร เพราะจะต้องคำนึงถึงสภาพภูมิอากาศ เช่น แสงแดด อุณหภูมิ ความชื้น ปริมาณน้ำฝน ความอุดมสมบูรณ์ของดิน หรือฤดูกาลที่ไม่แน่นอน เป็นต้น

ดังนั้นจึงได้มีผู้เชี่ยวชาญที่ทำการศึกษาเรื่องนี้ ได้ใช้ประโยชน์จากความก้าวหน้าของคอมพิวเตอร์ ผนวกกับองค์ความรู้ที่มีอยู่ ได้ทำการพัฒนาคิดค้นเขียนโปรแกรมที่มีชื่อว่า "ระบบสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อการถ่ายทอดเทคโนโลยีทางการเกษตร (Decision Support System for Agrotechnology Transfer; DSSAT)" ที่ได้พัฒนาโดยโครงการ The International Benchmark Sites Network for Agrotechnology Transfer (IBSNAT) โดยสามารถจัดการข้อมูลและทำการเปรียบเทียบผลการจำลอง ในรูปของสมการทางคณิตศาสตร์ ภายใต้การทำงานของระบบคอมพิวเตอร์ ซึ่งแบบจำลองนี้จะยึดหลักกระบวนการทางสรีรวิทยา และการสะสมน้ำหนักในส่วนต่าง ๆ ของพืชในแต่ละช่วงเวลาเป็นหลัก ซึ่งจะออกแบบขึ้นเพื่อให้สามารถใช้ได้กับทุกสภาพแวดล้อม เช่น อุณหภูมิ ความเข้มแสง ความชื้น และความอุดมสมบูรณ์ของดิน ได้อย่างเป็นอิสระจากสถานที่ ฤดูกาล และระบบการจัดการที่แสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลง ของระบบการเจริญเติบโต ระบบพัฒนาการ และตลอดจนการทำนายผลผลิตของพืช โดยจะเป็นตัวช่วยในการคาดการณ์พฤติกรรมและการควบคุมปัจจัยการผลิต เพื่อให้ได้ผลผลิตที่มากด้วยปริมาณและมีคุณภาพตามที่ต้องการ ตามวันเวลาและสถานที่ที่เหมาะสม ได้อย่างสะดวกและรวดเร็วยิ่งขึ้น

การนำโปรแกรม DSSAT มาทดลองใช้กับระบบการปลูกพืชหรือที่เรียกกันว่า "แบบจำลองการเจริญเติบโตของพืช (Crop simulation model)" เริ่มได้รับความสนใจกันอย่างแพร่หลาย ในวงการด้านการเกษตร โดยที่โปรแกรมชนิดนี้จะประกอบไปด้วยระบบการปลูกพืชหลาย ๆ ชนิด แบบจำลองการเจริญเติบโตของถั่วลิสง (CROPGRO-Peanut model) เป็นแบบจำลองการปลูกพืชชนิดหนึ่งที่ถูกบรรจุไว้ในโปรแกรม DSSAT ซึ่งแบบจำลองนี้สามารถทำนายการเจริญเติบโต และการให้ผลผลิตของถั่วลิสงได้

หลักการทำงานของ CROPGRO-Peanut model ต้องอาศัยข้อมูลตัวป้อน 4 ประเภทคือ ข้อมูลดิน ข้อมูลพันธุกรรมของพืช ข้อมูลด้านการจัดการและข้อมูลภูมิอากาศ สำหรับข้อมูลดินจะประกอบไปด้วยคุณสมบัติทางเคมีและทางฟิสิกส์ที่อยู่ภายในดิน ข้อมูลพันธุกรรมของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พืชจะประกอบไปด้วยข้อมูลทางด้านพัฒนาการและการเจริญเติบโตของพืชในแต่ละสายพันธุ์ ส่วนข้อมูลด้านการจัดการจะประกอบไปด้วยข้อมูลวันที่ปลูก ประชากรต่อตารางเมตร การให้น้ำ การให้ปุ๋ยและการเก็บเกี่ยวผลผลิต เป็นต้น สำหรับข้อมูลภูมิอากาศจะประกอบไปด้วย ข้อมูลอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุดรายวัน (องศาเซลเซียส) ข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายวัน (มิลลิเมตร) และข้อมูลรังสีดวงอาทิตย์ (solar radiation) (เมกาจูน/ตารางเมตร/วัน) ซึ่งข้อมูลรังสีดวงอาทิตย์เป็นข้อมูลอากาศที่สำคัญมากตัวหนึ่งของแบบจำลอง ที่จำเป็นต้องนำมาใช้เป็นข้อมูลตัวป้อนในการประเมินการให้ผลผลิต แต่อย่างไรก็ตามสำหรับประเทศไทย ข้อมูลรังสีดวงอาทิตย์ที่เก็บรวบรวมตามสถานีอุตุนิยมวิทยามีอยู่ค่อนข้างจำกัด ทั้งนี้เพราะว่าได้มีการจัดเก็บไว้เฉพาะบางสถานีเท่านั้น ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นสถานีหลัก ๆ

ดังนั้นถ้าหากนักวิจัยมีความต้องการในการนำแบบจำลองการเจริญเติบโตของพืชมาใช้ อาจจำเป็นต้องมีการตรวจวัดข้อมูลรังสีดวงอาทิตย์ อย่างไรก็ตามปัจจุบันประเทศไทยได้มีการพัฒนาโปรแกรม WeaData 1.0 ขึ้นมาใช้โดยหลักการทำงานของแบบจำลอง คือการแปลงค่าของข้อมูลรังสีดวงอาทิตย์จากอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุดรายวัน แต่ขั้นแรกของการพัฒนาโปรแกรมพบว่า ยังมีปัญหาในเรื่องความถูกต้องของค่าสัมประสิทธิ์ในการแปลงข้อมูล ดังนั้นทางคณะผู้พัฒนาโปรแกรมจึงได้มีการปรับปรุงโปรแกรมใหม่ โดยออกแบบให้สามารถใช้ค่าสัมประสิทธิ์เพียง 1 ค่าเท่านั้น สำหรับการแปลงข้อมูลรังสีดวงอาทิตย์ในทุกสถานีอากาศของประเทศไทย

ดังนั้นในการแปลงข้อมูลของค่ารังสีดวงอาทิตย์ เพื่อใช้ในการประเมินผลผลิตของพืช จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องทดสอบการจำลองการให้ผลผลิตของพืช เพื่อชี้ให้เห็นว่าค่าสัมประสิทธิ์ดังกล่าว สามารถใช้เป็นตัวแทน สำหรับแปลงค่ารังสีดวงอาทิตย์ของประเทศไทยที่มีประสิทธิภาพ เพื่อประโยชน์สำหรับการนำมาใช้งานในกลุ่มของนักวิจัยทางด้านแบบจำลองการเจริญเติบโตของพืชต่อไป และจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งสำหรับงานวิจัยที่ต้องอาศัยเทคโนโลยีแบบนี้

ซึ่งการทดสอบค่าสัมประสิทธิ์การแปลงข้อมูลค่ารังสีดวงอาทิตย์ สำหรับการประเมินการเจริญเติบโต และการให้ผลผลิตของถั่วลิสงที่ปลูกอยู่ในพื้นที่ของประเทศไทย จึงควรมีการศึกษาเพื่อประโยชน์ต่อไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อทดสอบความแม่นยำของค่าสัมประสิทธิ์ ในการแปลงข้อมูลรังสีดวงอาทิตย์
2. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบความแตกต่างของผลผลิตถั่วลิสง ที่ได้จากการประเมินโดยใช้ชุดข้อมูลแสงจากการคำนวณและการวัดจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตรวจเอกสาร

ปัจจุบันวิวัฒนาการทางด้านเทคโนโลยีและคอมพิวเตอร์ได้มีความก้าวหน้าไปมาก ไม่ว่าจะเป็นเทคโนโลยีทางด้านสารสนเทศ คมนาคม หรือเทคโนโลยีด้านต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเกษตร ซึ่งในตอนนี้ผู้ประกอบการด้านการเกษตร หรือเกษตรกรรายย่อยทั่วไปเกิดความวิตกกังวล เพราะไม่กล้าที่จะตัดสินใจในการประกอบอาชีพทางการเกษตร อันเนื่องมาจากการผลิตผลผลิตทางด้านการเกษตรให้มากด้วยปริมาณและมีคุณภาพนั้น นับว่าเป็นเรื่องที่ท้าทายมากและยากพอสมควร เพราะจะต้องคำนึงถึงสภาพภูมิอากาศ เช่น แสงแดด อุณหภูมิ ความชื้น ปริมาณน้ำฝน ความอุดมสมบูรณ์ของดิน หรือฤดูกาลที่ไม่แน่นอน เป็นต้น

ดังนั้นนักวิทยาศาสตร์จึงได้ใช้ประโยชน์จากความก้าวหน้าของคอมพิวเตอร์ ผนวกกับองค์ความรู้เกี่ยวกับการตอบสนองทางด้านสรีระวิทยาและชีวเคมีของพืชต่อการจัดการในสภาพแวดล้อมที่มีความแตกต่างกัน เริ่มได้ทำการคิดค้นและพัฒนาโปรแกรมที่มีชื่อว่า "ระบบสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อการถ่ายทอดเทคโนโลยีทางการเกษตร (Decision Support System for Agrotechnology Transfer; DSSAT)" โดยได้พัฒนามาจากโครงการ The International Benchmark Sites Network for Agrotechnology Transfer (IBSNAT) มาเป็นระยะเวลาไม่ต่ำกว่า 20 ปี ซึ่งมีการบรรจุแบบจำลองของพืชต่าง ๆ ไว้ถึง 16 ชนิด เช่น อ้อย มันสำปะหลัง ทานตะวัน ถั่วเหลือง ถั่วลิสง ข้าวโพด ข้าวฟ่าง ข้าวสาลี และข้าว เป็นต้น

หลักการทำงานของแบบจำลอง คือ การประมวลความสัมพันธ์ระหว่างระบบการเจริญ เติบโตและพัฒนาการของพืชกับสภาพแวดล้อมภายนอก เช่น อุณหภูมิ ความเข้มแสง ความชื้น ความอุดมสมบูรณ์ของดิน ในรูปของสมการทางคณิตศาสตร์ ภายใต้การทำงานของระบบคอมพิวเตอร์ (Penning de Vries *et al.*, 1993) โดยแบบจำลองเหล่านี้สามารถนำมาประยุกต์ใช้สำหรับงานทางด้านปรับปรุงพันธุ์พืช เช่น การกำหนดลักษณะของพืชที่มีศักยภาพในการผลิตสูง การทำความเข้าใจเกี่ยวกับการเกิดปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุกรรมกับสภาพแวดล้อม และการจำลองผลผลิตของสายพันธุ์ในหลายสภาพแวดล้อมเพื่อการคัดเลือกพันธุ์ เป็นต้น (Aggarwal *et al.*, 1995; White, 1998; White and Hoogenboom,1996) นอกจากนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการประเมินความเสี่ยงในการผลิตภายใต้สภาพอากาศที่มีความแปรปรวน การประเมินผลผลิตของพืชในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน และการศึกษาหาระยะปลูกและการจัดการที่เหมาะสมเพื่อเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร (Egli and Bruening, 1992; Meinke *et al.*, 1993; Aggarwal and kalra, 1994; Meinke and Hammer, 1995)

การนำโปรแกรม DSSAT มาจำลองการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของพืช เริ่มได้รับความสนใจกันอย่างแพร่หลาย ในวงการด้านการเกษตร โดยที่โปรแกรมชนิดนี้ประกอบไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ด้วยระบบการปลูกพืชหลาย ๆ อย่าง โดยเฉพาะแบบจำลองการเจริญเติบโตของถั่วลิสง (CROPGRO-Peanut model) เป็นแบบจำลองพืชชนิดหนึ่งที่ถูกบรรจุไว้ในโปรแกรม DSSAT ซึ่งแบบจำลองนี้สามารถทำนายการเจริญเติบโต และการให้ผลผลิตของถั่วลิสง โดยอาศัยข้อมูลตัวป้อนมาทำการประเมิน

แบบจำลอง CROPGRO-Peanut เป็นแบบจำลองการเจริญเติบโตของถั่วลิสงที่ถูกพัฒนาขึ้นและมีการประเมินศักยภาพ (model validation) มาค่อนข้างมาก อีกทั้งยังสามารถประยุกต์ใช้แบบจำลองดังกล่าว (model application) เพื่อเป็นเครื่องมือช่วยสนับสนุนการตัดสินใจทางการเกษตรได้หลายแนวทาง แม้ว่าแบบจำลอง CROPGRO-Peanut จะผ่านการประเมินและได้รับการยอมรับ เพื่อใช้เป็นเครื่องมือช่วยทางการเกษตรอย่างแพร่หลาย แต่อย่างไรก็ตามควรมีการประเมินศักยภาพของแบบจำลองอีกครั้งก่อนนำไปประยุกต์ใช้ ทั้งนี้เนื่องจากเงื่อนไขและสภาพแวดล้อมที่ใช้ในการประเมินแบบจำลองก่อนหน้านั้น อาจแตกต่างหรือไม่ครอบคลุมเงื่อนไขและสภาพแวดล้อมของการประเมินครั้งใหม่

สิ่งสำคัญก่อนการประเมินศักยภาพของแบบจำลอง CROPGRO-Peanut และนำแบบ จำลองดังกล่าวไปประยุกต์ใช้คือ การทำความเข้าใจถึงองค์ประกอบ และเงื่อนไขของแบบจำลอง รวมทั้งข้อมูลที่จำเป็นต้องใช้สำหรับการประเมินและการประยุกต์ใช้แบบจำลอง ดังนั้นจึงได้สรุปความเป็นมาของพัฒนาของแบบจำลองดังกล่าว องค์ประกอบและเงื่อนไขของแบบจำลอง และเสนอรายละเอียดของข้อมูลตัวป้อนสำหรับการประเมินและการใช้แบบจำลอง CROPGRO-Peanut นอกจากนี้รวมถึงตัวอย่างของการประเมิน และแนวทางของการใช้แบบจำลองดังกล่าวเพื่อเป็นเครื่องมือช่วยในการสนับสนุนการตัดสินใจทางการเกษตร

แบบจำลอง CROPGRO-Peanut

แบบจำลอง CROPGRO-Peanut เป็นแบบจำลองที่พัฒนาขึ้นโดยกลุ่มนักวิจัยจากสหสาขาในมหาวิทยาลัยฟลอริดา ประเทศสหรัฐอเมริกา แบบจำลองดังกล่าวและแบบจำลองการเจริญเติบโตของพืชอีกหลายชนิดได้ถูกบรรจุอยู่ในโปรแกรมระบบสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อการถ่ายทอดเทคโนโลยีทางการเกษตร (Decision Support System for Agrotechnology Transfer; DSSAT) (Hoogenboom *et al.*, 1992; Hoogenboom *et al.*, 2004) โปรแกรมดังกล่าวประกอบไปด้วยระบบการจัดการฐานข้อมูล แบบจำลองการเจริญเติบโตของพืช และโปรแกรมการใช้งานอื่น ๆ ซึ่งทำงานภายใต้ระบบคอมพิวเตอร์ องค์ประกอบหลักของแบบจำลอง CROPGRO-Peanut ประกอบด้วยสมการอธิบายพัฒนาการทางด้านการเจริญเติบโต (vegetative development) และพัฒนาการด้านการสืบพันธุ์ (reproductive development) สมดุลของคาร์บอน (carbon balance) สมดุลของไนโตรเจน (nitrogen balance) และสมดุลของน้ำ (water

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

balance) สำหรับสมดุลของคาร์บอนของพืช แบบจำลองสามารถคำนวณการสังเคราะห์แสงของทรงพุ่มรายวัน ผลที่ได้จากการคำนวณจะถูกแบ่งเป็น 2 ส่วน ส่วนแรกใช้สำหรับการหายใจเพื่อการรักษาสภาพ (maintenance respiration) และส่วนที่สองใช้สำหรับการหายใจเพื่อการเจริญเติบโตของพืช (growth respiration) สำหรับการแบ่งส่วนของอาหาร (partitioning) เพื่อการเจริญเติบโตในช่วงก่อนและหลังการออกดอก จะถูกกำหนดโดยระยะพัฒนาการของถั่วลิสง แบบจำลองคำนวณคาร์โบไฮเดรตที่จำเป็นต้องใช้เพื่อเปลี่ยนผลลัพธ์ที่ได้จากการสังเคราะห์แสง ไปเป็นเนื้อเยื่อใหม่ และสัดส่วนของ โปรตีน ไขมัน ลิกนิน โครงสร้างของคาร์โบไฮเดรต กรดอินทรีย์ และธาตุอาหารอื่น ๆ นอกจากนี้แบบจำลองยังคำนวณการเพิ่มของใบ พื้นที่ใบ การหลุดร่วงของใบแก่ จำนวนและน้ำหนักของฝักและเมล็ดที่เพิ่มขึ้นในแต่ละวัน

ส่วนสมดุลของไนโตรเจนนั้น แบบจำลองคำนวณการนำไนโตรเจนมาใช้ของพืช การตรึงไนโตรเจน (N_2-fixation) การใช้ไนโตรเจนเพื่อสร้างเนื้อเยื่อใหม่ และการสูญเสียไนโตรเจนจากการหลุดร่วงของใบแก่ สำหรับสมดุลของน้ำและพืชนั้น แบบจำลองคำนวณการซึมผ่านของทั้งน้ำฝนและน้ำจากการชลประทาน การระเหยของน้ำจากดิน การนำน้ำมาใช้ของรากพืช การระบายของน้ำตลอดพื้นที่ที่รากพืชเจริญเติบโต และการคายน้ำของพืช แบบจำลองได้อธิบายถึงความสัมพันธ์ระหว่างกระบวนการต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในต้นพืช เช่น พัฒนาการของพืช การสังเคราะห์แสง การหายใจ การใช้น้ำ การเจริญเติบโต และการปันส่วนของอาหารที่ถูกสร้างขึ้น กับปัจจัยสภาพแวดล้อม เช่น ความเข้มแสง ความเป็นประโยชน์ของน้ำและดิน และอุณหภูมิรายวัน นอกจากนี้แล้วแบบจำลองยังใช้ลักษณะจำเพาะพันธุ์ของถั่วลิสงแต่ละพันธุ์ เพื่อทำนายการเจริญเติบโตและพัฒนาการรายวัน ที่ตอบสนองต่อสภาพอากาศ ดิน และการจัดการที่แตกต่างกัน ซึ่งเรียกลักษณะจำเพาะดังกล่าวนี้ว่า สัมประสิทธิ์ทางพันธุกรรมของพืช (crop genetic coefficients; GCs) (Boote *et al.*,1998)

ข้อมูลตัวป้อนสำหรับแบบจำลอง CROPGRO-Peanut

โดยทั่วไปการประเมินแบบจำลอง หมายถึง การพิจารณาความสอดคล้องระหว่างข้อมูลที่ได้จากการจำลองสถานการณ์ด้วยแบบจำลอง และข้อมูลที่ได้จากการทดลองจริงที่ไม่ใช่ทั้งข้อมูลที่ใช้สำหรับการพัฒนาแบบจำลอง และสำหรับการคำนวณค่าตัวแปรในแบบจำลอง หากแต่เป็นข้อมูลจากการทดลองอื่น (independent data sets) ส่วนการประยุกต์ใช้แบบจำลองนั้น ในบางครั้งอาจไม่จำเป็นต้องอาศัยข้อมูลจากการทดลองจริงมาเปรียบเทียบโดยเป็นการจำลองสถานการณ์เพื่อศึกษาการตอบสนองของพืช หรือศักยภาพการให้ผลผลิตของพืชภายใต้เงื่อนไขที่กำหนด เช่น การศึกษาการตอบสนองของพืชภายใต้การจัดการน้ำและปุ๋ยไนโตรเจนที่แตกต่างกัน การศึกษาศักยภาพในการให้ผลผลิตภายใต้สภาพภูมิอากาศที่แตกต่างกัน เป็นต้น เว้นแต่ในกรณีที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผู้ประยุกต์ใช้ข้อมูลที่ได้จากการจำลองสถานการณ์ด้วยแบบจำลอง และข้อมูลจริง เพื่อช่วยประกอบการตัดสินใจและสร้างความมั่นใจในการตัดสินใจมากยิ่งขึ้น

เนื่องจากแบบจำลอง CROPGRO-Peanut จำลองการเจริญเติบโตและพัฒนาการของถั่วลิสงที่ตอบสนองต่อสภาพอากาศ ดิน และการจัดการที่แตกต่างกัน จึงต้องการข้อมูลตัวป้อนประกอบด้วย ข้อมูลสภาพอากาศ ข้อมูลแสดงคุณสมบัติของดิน ข้อมูลการจัดการ และข้อมูลแสดงลักษณะจำเพาะของถั่วลิสงแต่ละพันธุ์ (Hoogenboom *et al.*, 1992) ข้อมูลตัวป้อนสำหรับการประเมิน และการประยุกต์ใช้แบบจำลองค่อนข้างคล้ายกัน ต่างกันที่การประเมินแบบจำลองต้องการข้อมูลเพิ่มเติมที่ได้จากการทดลองจริงภายใต้เงื่อนไขหรือสภาพแวดล้อมเดียวกับที่แบบจำลองกำลังถูกประเมิน ซึ่งประกอบด้วย ข้อมูลพืช เช่น วันออกดอก วันสร้างฝักแรก วันเดียวเก็บเกี่ยว น้ำหนักแห้งต้น ใบ ฝัก และเมล็ดแต่ละระยะการเจริญเติบโต ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต ปริมาณโปรตีนในเมล็ด เป็นต้น และข้อมูลดิน เช่น ความชื้นดิน ปริมาณน้ำและไนโตรเจนในดิน อุณหภูมิของดิน เป็นต้น

1. ข้อมูลอากาศ

ข้อมูลอากาศที่จำเป็นสำหรับการจำลองสถานการณ์ประกอบด้วย ข้อมูลอากาศรายวันของพลังงานแสงอาทิตย์ (เมกาจูล /ตารางเมตร) อุณหภูมิอากาศต่ำสุดและสูงสุด (องศาเซลเซียส) และปริมาณน้ำฝน (มิลลิเมตร) ข้อมูลอากาศรายวันที่นำมาจำลองสถานการณ์อย่างน้อยควรครอบคลุมตลอดอายุของถั่วลิสง ข้อมูลที่ใช้อาจเริ่มตั้งแต่วันปลูก อย่างไรก็ตามข้อมูลอากาศก่อนวันปลูกก็มีความสำคัญสำหรับกรณีที่ต้องการจำลองสมดุลของน้ำและไนโตรเจนก่อนการปลูก ข้อมูลอากาศเหล่านี้ควรได้จากสถานีตรวจอากาศที่อยู่ในบริเวณสถานที่ทำการทดลองจริง หรือสถานที่ที่ต้องการจำลองสถานการณ์ หากไม่มีสถานีตรวจอากาศในบริเวณดังกล่าว อาจใช้ข้อมูลอากาศตรวจอากาศอื่นที่มีสภาพอากาศที่คล้ายคลึงกัน และอยู่ในบริเวณที่ใกล้เคียงกันแปลงทดลอง หรือพื้นที่ที่ต้องการจำลองสถานการณ์มากที่สุด ทั้งนี้เพราะอาจจะมีผลต่อคุณภาพของผลการจำลอง

2. ข้อมูลดิน

ข้อมูลดังกล่าวแสดงคุณสมบัติทางด้านเคมีและด้านกายภาพของดินในแต่ละระดับชั้นความลึกที่ครอบคลุมการเจริญเติบโตของรากพืชโดยส่วนใหญ่ ซึ่งประกอบด้วย สีของดิน ความสามารถในการระบายน้ำ ความหนาแน่นของดิน (bulk density) คุณลักษณะของเนื้อดิน (เปอร์เซ็นต์ sand, silt และ clay) ปริมาณอินทรียวัตถุ (organic matter) ความเป็นกรดและด่างของดิน และ CEC (cations exchange capacity) ของดิน นอกจากนี้ยังรวมความชันของพื้นที่ ข้อมูลแสดงคุณสมบัติของดินเหล่านี้ บางลักษณะนำไปใช้ในการคำนวณคุณสมบัติของดินลักษณะอื่น ๆ ที่แบบจำลองต้องใช้ โดยโปรแกรมคำนวณคุณสมบัติของดินใน DSSAT ตัวอย่าง

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เช่น ใช้ข้อมูลความหนาแน่นของดิน ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน และเปอร์เซ็นต์ 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

แบบจำลองสามารถจำลองสถานการณ์ได้ถ้ามีข้อมูลดินทั้งหมดดังที่กล่าวมา อย่างไรก็ตามหากต้องการผลลัพธ์จากการจำลองสถานการณ์ที่มีคุณภาพยิ่งขึ้น ผู้ประเมินและผู้ใช้แบบจำลองควรมีข้อมูลดังกล่าวก่อนการปลูกพืชเพิ่มเติม ซึ่งประกอบด้วยความชื้นของดิน ความเป็นกรดด่างของดิน ปริมาณของ NO_3^- และ NH_4^+ และปริมาณของอินทรีย์คาร์บอนที่เป็นประโยชน์ในแต่ละระดับชั้นความลึกของดิน นอกจากนี้หากต้องการแบบจำลองสมดุลของไนโตรเจนทั้งในดินและในพืช ประเภทและปริมาณของซากพืชที่ทิ้งไว้ในแปลงก่อนการปลูกก็จำเป็นต้องใช้เช่นกัน

3. ข้อมูลการจัดการ

สำหรับข้อมูลการจัดการ ประกอบด้วย วันปลูก ระยะปลูก ความลึกของการปลูก วันงอก ความหนาแน่นของการประชากรพืชต่อตารางเมตร และวันเก็บเกี่ยวผลผลิต ในกรณีของการจำลองการเจริญเติบโตของพืชภายใต้การจัดการน้ำ รายละเอียดของวันที่และปริมาณของการให้น้ำก็มีความสำคัญเช่นกัน ปัจจุบันแบบจำลอง CROPGRO-Peanut สามารถจำลองแบบสมดุลของไนโตรเจนในพืชและดิน และจำลองการตอบสนองของถั่วลิสงต่อการจัดการปุ๋ยไนโตรเจนที่แตกต่างกันได้ ดังนั้นหากต้องการจำลองการเจริญเติบโตของถั่วลิสงภายใต้เงื่อนไขดังกล่าว จำเป็นต้องมีข้อมูลเพิ่มเติมคือ ประเภทของปุ๋ยไนโตรเจน จำนวนครั้งและปริมาณการให้ปุ๋ย วิธีการให้ และระดับความลึกของการให้ปุ๋ย

4. ข้อมูลแสดงลักษณะจำเพาะพันธุ์

แบบจำลอง CROPGRO-Peanut ต้องการข้อมูลแสดงลักษณะจำเพาะของถั่วลิสงแต่ละพันธุ์หรือสัมประสิทธิ์ทางพันธุกรรม (genetic coefficients) เพื่ออธิบายการเจริญเติบโต และพัฒนาการที่แตกต่างกันของถั่วลิสงแต่ละพันธุ์ ผู้ประเมินและผู้ใช้แบบจำลองจำเป็นต้องศึกษาหรือคำนวณค่าสัมประสิทธิ์ทางพันธุกรรมของถั่วลิสง หากยังไม่มีการศึกษาหรือคำนวณค่าสัมประสิทธิ์ทางพันธุกรรมของถั่วลิสง พันธุ์ที่ต้องการจำลองสถานการณ์ไว้ก่อนหน้านี้ ซึ่งโดยทั่วไปข้อมูลสัมประสิทธิ์ทางพันธุกรรมของถั่วลิสงแต่ละพันธุ์ ได้จากการทดลองปลูกถั่วลิสงพันธุ์นั้น ในเรือนทดลองที่มีการควบคุมสภาพแวดล้อม หากไม่มีเรือนควบคุมสภาพแวดล้อม สามารถคำนวณค่าดังกล่าวได้ (model calibration) โดยอาศัยข้อมูลจากการปลูกถั่วลิสงพันธุ์นั้นในหลายฤดูหรือหลายสภาพแวดล้อม ส่วนวิธีการคำนวณ สามารถศึกษารายละเอียดเพิ่มเติมได้ในคู่มือการใช้งานโปรแกรม DSSAT (Hoogenboom *et al.*, 1999)

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบจำลองสามารถจำลองสถานการณ์ได้ เมื่อข้อมูลตัวป้อนที่กล่าวมาทั้งหมดถูกจัดเก็บไว้ในระบบฐานข้อมูลที่โปรแกรม DSSAT เรียกใช้ได้ในขณะที่แบบจำลองกำลังทำงาน ซึ่งสามารถศึกษารายละเอียดของวิธีการเตรียมและการสร้างฐานข้อมูลตัวป้อนตามข้อกำหนดมาตรฐานของแบบจำลอง CROPGRO-Peanut ได้ในคู่มือการใช้งานโปรแกรม DSSAT (Tsuji *et al.*, 1994) ผู้ประเมินและผู้นำแบบจำลองไปประยุกต์ควรตระหนักไว้เสมอว่า คุณภาพของผลที่ได้จากการจำลองไม่ได้ขึ้นอยู่กับแบบจำลองเพียงอย่างเดียว แต่ยังขึ้นอยู่กับคุณภาพของข้อมูลตัวป้อนด้วย กล่าวคือ ข้อมูลตัวป้อนจะต้องมีความถูกต้อง และน่าเชื่อถือมากพอ

ตัวอย่างการประเมินประสิทธิภาพแบบจำลอง CROPGRO-Peanut และแนวทางการประยุกต์ใช้ เพื่อการตัดสินใจทางการเกษตร

ปัจจุบันได้มีการประเมินศักยภาพในการจำลองสถานการณ์ของแบบจำลองการเจริญเติบโตของพืชหลายชนิด สำหรับแบบจำลอง CROPGRO-Peanut นั้นพบว่าผู้พัฒนาแบบจำลองและผู้ที่นำแบบจำลองไปประยุกต์ใช้ ได้ทำการประเมินศักยภาพของแบบจำลองดังกล่าวภายใต้เงื่อนไขและสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน ยกตัวอย่าง เช่น Singh *et al.*, (1994a) ได้ทำการประเมินศักยภาพของแบบจำลอง CROPGRO-Peanut ในการจำลองการตอบสนองของถั่วลิสงพันธุ์ Robut 33–1 ต่อวันปลูก ฤดูปลูก และการจัดการน้ำที่แตกต่างกัน โดยอาศัยข้อมูลจากการทดลองที่ประเทศอินเดีย ซึ่งผลจากการประเมินพบว่า โดยส่วนใหญ่แล้วผลผลิตฝักแห้งที่ได้จากการจำลองสถานการณ์และจากการทดลองจริงจะแตกต่างกันไม่มากนัก โดยสัดส่วนความแตกต่าง ของผลที่ได้จากการทดลองจริง มีค่าตั้งแต่ 0% ถึง 95.7% ที่ได้จากการทดลองจริง

Singh *et al.* (1994b) ได้ประเมินศักยภาพของแบบจำลอง CSM–CROPGRO-Peanut ในการจำลองการตอบสนองของถั่วลิสงพันธุ์ Robut 33-1 ต่อระยะปลูกความหนาแน่นของประชากรภายใต้สภาพแวดล้อมของประเทศอินเดีย โดยมีระยะระหว่างแถวปลูก 3 ระยะ คือ 20,. 30 และ 60 เซนติเมตร และความหนาแน่นของประชากร 3 ระดับ คือ 10, 20 และ 40 ต้นต่อตารางเมตร ซึ่งผลจากการประเมินพบว่า แบบจำลองสามารถจำลองวันออกดอก วันเริ่มสร้างเข็มฝัก และเมล็ดได้ใกล้เคียงกับข้อมูลจากการทดลองจริงซึ่งต่างกันมากที่สุดเพียง 4 วัน หากเปรียบเทียบระหว่างผลผลิตฝักแห้งที่ได้จากการจำลองสถานการณ์และที่ได้จากการทดลองจริง พบว่า โดยส่วนใหญ่แล้วจะแตกต่างกันไม่มากนักโดยที่สัดส่วนของความแตกต่างมีค่าตั้งแต่ 0% ถึง 40.9% ของน้ำหนักฝักแห้งที่ได้จากการทดลองจริง ข้อมูลจากการทดลองจริงชี้ให้เห็นว่าผลผลิตฝักแห้งของถั่วลิสงเพิ่มขึ้นเมื่อมีความหนาแน่นของประชากรต่อพื้นที่ที่เพิ่มขึ้น ในขณะที่ระยะปลูกที่แตกต่างกันไม่มีผลทำให้ผลผลิตฝักแห้งแตกต่างกันมากนัก และผลดังกล่าวสอดคล้องกับข้อมูลที่ได้จากการจำลองสถานการณ์ ดังนั้นผู้ประเมินแบบจำลองจึงได้สรุปไว้ว่า แบบจำลอง CROPGRO

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

-Peanut สามารถประเมินอิทธิพลของประชากรต่อพื้นที่ และระยะห่างระหว่างแถวปลูกต่อการเจริญเติบโตของถั่วลิสงได้ดี

นอกจากนี้แล้ว Banterng *et al.* (2003) ยังได้ทำการประเมินศักยภาพของแบบจำลอง CROPGRO-Peanut ในการจำลองการแสดงออกของสายพันธุ์ถั่วลิสง ภายใต้สภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันในภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย โดยอาศัยข้อมูลจากการทดลองปลูกเปรียบเทียบพันธุ์สำหรับกลุ่มถั่วลิสงเมล็ดโต (Virginia type) จำนวน 11 สายพันธุ์กับอีก 1 สายพันธุ์ตรวจสอบใน 12 สภาพแวดล้อม สำหรับกลุ่มเมล็ดถั่วลิสงเล็ก (Spanish type) จำนวน 11 สายพันธุ์ กับอีก 3 สายพันธุ์ตรวจสอบใน 3 สภาพแวดล้อม ผลการประเมินพบว่า สัดส่วนของความแตกต่างระหว่างน้ำหนักแห้งฝักที่ได้จากการจำลองสถานการณ์และที่ได้จากการทดลองจริง คิดเป็นร้อยละ 27 ของผลที่ได้จากการทดลองจริงสำหรับถั่วลิสงกลุ่มเมล็ดโต และคิดเป็นร้อยละ 14 ของผลที่ได้จากการทดลองจริงสำหรับถั่วลิสงกลุ่มเมล็ดเล็ก และค่าระดับความสัมพันธ์ (r) ระหว่างน้ำหนักแห้งฝักที่ได้จากการจำลองสถานการณ์และจากการทดลองจริงค่อนข้างสูง ($r = 0.90$ สำหรับถั่วลิสงกลุ่มเมล็ดโต และ $r = 0.79$ สำหรับกลุ่มถั่วลิสงเมล็ดเล็ก) นอกจากนั้นแล้วยังพบว่า ลำดับที่ของสายพันธุ์เรียงตามผลผลิตเฉลี่ยที่ได้จากการทดลองจริงและจากการจำลองสถานการณ์ไม่เหมือนกัน อย่างไรก็ตามในถั่วลิสงกลุ่มเมล็ดโต 6 สายพันธุ์แรกที่ได้ผลผลิตจากการทดลองจริง เป็น 6 สายพันธุ์เดียวกันที่คัดเลือกได้ด้วยแบบจำลอง ส่วนถั่วลิสงกลุ่มเมล็ดเล็กพบว่า ทั้งผลที่ได้จากการทดลองจริง และผลที่ได้จากการจำลองสามารถคัดเลือกได้ตรงกัน 5 สายพันธุ์ จาก 7 สายพันธุ์แรกที่ให้ผลผลิตสูงสุด ดังนั้นจากการศึกษานี้ได้ชี้ให้เห็นถึงแนวทางของการนำแบบจำลอง CROPGRO-Peanut ไปประยุกต์ใช้เพื่อเป็นเครื่องมือช่วยสนับสนุนการตัดสินใจในการจำแนกกลุ่มพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงซึ่งจะเป็นประโยชน์อย่างมากในงานปรับปรุงพันธุ์พืช

สำหรับแนวทางการประยุกต์ใช้แบบจำลอง CROPGRO-Peanut เพื่อเป็นเครื่องมือช่วยสนับสนุนการตัดสินใจทางการเกษตรนั้นมีหลายแนวทาง ตัวอย่างเช่น การใช้แบบจำลองช่วยประเมินการจัดการที่เหมาะสม เพื่อเพิ่มผลผลิตทางการเกษตรประเมินศักยภาพการผลิตในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน ประเมินความเสี่ยงในการผลิตภายใต้สภาพอากาศที่มีความแปรปรวน และการใช้แบบจำลองช่วยจำแนกสภาพแวดล้อม และกำหนดพื้นที่การผลิต เป็นต้น (Egli and Bruening, 1992; Meinke *et al.*, 1993; Aggarwal and Kalra, 1994; Meinke and Hammer, 1995)

นอกจากนี้ยังมีแนวทางการประยุกต์ใช้แบบจำลอง CROPGRO-Peanut สำหรับงานปรับปรุงพันธุ์ถั่วลิสง เช่น การใช้แบบจำลองช่วยกำหนดลักษณะของถั่วลิสงที่มีศักยภาพการให้ผลผลิตสูง (plant-type design) สร้างความเข้าใจของการเกิดปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พันธุกรรมกับสภาพแวดล้อม (G X E) กำหนดสภาพแวดล้อมสำหรับปลูกทดสอบสายพันธุ์ถั่วลิสง (Aggarwal *et al.*, 1995; White, 1998; White and Hoogenboom, 1996) และช่วยประเมินการแสดงออกของพันธุ์ภายใต้สภาพแวดล้อม ที่มีน้ำและไนโตรเจนเป็นปัจจัยจำกัด เป็นต้น

จากที่กล่าวมาทั้งหมดได้ชี้ให้เห็นว่า แบบจำลอง CROPGRO-Peanut ถูกพัฒนาขึ้นภายใต้เงื่อนไขที่เฉพาะเจาะจง ซึ่งยังมีอีกหลายกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโต และพัฒนาการของถั่วลิสง และส่วนที่ไม่ได้อธิบายไว้ในแบบจำลอง CROPGRO-Peanut เช่น การตอบสนองต่อโรคและแมลง การแข่งขันกับวัชพืช การตอบสนองต่อธาตุอาหารหลักและธาตุอาหารรองอื่น ๆ เป็นต้น ดังนั้นผู้ประเมินแบบจำลองควรประเมินภายใต้เงื่อนไขที่กำหนดไว้ในแบบจำลอง และผู้ใช้แบบจำลองควรตระหนักเสมอว่า ข้อมูลจากการจำลองไม่สามารถแทนข้อมูลจากการทดลองจริงทั้งหมด หากแต่สามารถใช้ข้อมูลดังกล่าวเพื่อช่วยประกอบการตัดสินใจ และช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของงานวิจัยได้

ทฤษฎีการคำนวณค่ารังสีดวงอาทิตย์ที่ได้รับบนผิวโลกจากความยาวนานวัน

ข้อมูลรังสีดวงอาทิตย์รายวันเป็นข้อมูลหนึ่งที่ใช้ประกอบการคาดการณ์ผลผลิต ของพืชโดยใช้แบบจำลองพืช (Goodin *et al.*, 1999) แต่เครื่องมือที่ใช้ในการตรวจวัดและจัดเก็บข้อมูลรังสีดวงอาทิตย์มีราคาค่อนข้างสูงและต้องการบุคลากรในการดูแลและการใช้งาน สถานีตรวจอากาศในประเทศส่วนใหญ่จึงไม่มีการติดตั้งเครื่องมือดังกล่าว อย่างไรก็ตามค่ารังสีดวงอาทิตย์สามารถคำนวณได้จากค่าช่วงเวลาที่มีแสงแดด (ความยาวนานวันที่วัดได้) หรืออุณหภูมิอากาศ ซึ่งมีเครื่องมือตรวจวัดอยู่ในสถานีตรวจอากาศทั่วไปของประเทศไทย

สมการการคำนวณค่ารังสีดวงอาทิตย์ที่ได้รับบนผิวโลกจากช่วงเวลาที่มีแสงแดดหรือความยาวนานวันที่วัดได้ที่นิยมใช้กันมากที่สุดคือ สมการที่พัฒนามาจากสมการของ Angstrom (สมการที่ 1) (Singh *et al.*, 1996)

$$\frac{R_n}{R_a} = a + b\ \frac{n}{N} \qquad (1)$$

โดยที่ R_n คือรังสีดวงอาทิตย์ที่ได้รับบนพื้นผิวโลกมีหน่วยเป็น MJ m^{-2} d^{-1}

R_a คือรังสีดวงอาทิตย์ที่ได้รับเหนือชั้นบรรยากาศของโลกมีหน่วยเป็น MJ m^{-2} d^{-1} คำนวณจากวันในรอบปี (J) และแลทติจูด (L)

n คือค่าความยาววันที่วัดได้จากเครื่อง Campbell-Stoke หรือช่วงเวลาที่มีแสงแดดมีหน่วยเป็นชั่วโมงต่อวัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

N คือค่าความยาวสูงสุดต่อวันนั้น มีหน่วยเป็นชั่วโมงต่อวัน คำนวณจากสมการ MB-model (Forsythe *et al.*, 1995) ซึ่งใช้ค่าวันในรอบปี *(J)* และแลทติจูด *(L)* ในการคำนวณ

ค่าสัมประสิทธิ์ของ a และ b เป็นค่าที่คำนวณได้โดยใช้ข้อมูลรังสีดวงอาทิตย์ที่ได้รับบนพื้นผิวโลก *(SRAD)* และข้อมูลช่วงที่มีแสงแดด *(n)* เป็นข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดรายวัน ซึ่งสามารถคำนวณค่าสัมประสิทธิ์ดังกล่าวได้จากความสัมพันธ์ แบบเส้นตรงระหว่างค่าความโปร่งของบรรยากาศ *($SRAD/R_a$)* กับสัดส่วนความยาวนานวัน *(n/N)* ซึ่งมีจุดตัดกับแกน Y เป็นค่าสัมประสิทธิ์ a ซึ่งหมายถึง ค่าความโปร่งของบรรยากาศในวันที่รังสีดวงอาทิตย์ที่ส่งผ่านชั้นบรรยากาศมีค่าต่ำกว่าที่เครื่อง Campbell-Stoke จะสามารถตรวจวัดช่วงเวลาที่มีแสงแดด หรือความยาวนานวันได้ *(n = 0)* ค่าสัมประสิทธิ์ b เป็นอัตราการเปลี่ยนแปลง *$SRAD/R_a$* ต่อ *n/N* ส่วนค่าสัมประสิทธิ์ a+b นั้นเป็นค่าความโปร่งของบรรยากาศในสภาพที่ท้องฟ้าแจ่มใส ซึ่งความยาววันที่วัดได้ในวันนั้นเท่ากับความยาววันสูงสุดของวันนั้น *(n = N)*

ค่าสัมประสิทธิ์ a, b จะเปลี่ยนแปลงไปตามวันในรอบปีและแลทติจูด เนื่องจากค่ารังสีดวงอาทิตย์ที่ได้รับบนพื้นผิวโลกนั้น มีความสัมพันธ์กับความชื้น ชั้นโอโซนในบรรยากาศ ค่าการสะท้อนของพื้นผิว และตำแหน่งแลทติจูดของพื้นที่ จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่า การคำนวณค่ารังสีดวงอาทิตย์จากความยาวนานวันมีความแม่นยำสูง เมื่อใช้พื้นที่มีลักษณะและตำแหน่งแลทติจูดเหมือนกับสถานีตรวจอากาศที่ใช้ข้อมูลในการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์ แม้ว่าพื้นที่นั้นจะอยู่ห่างไกลจากสถานีตรวจอากาศหลายร้อยกิโลเมตรก็ตาม (Hussain *et al.*, 1999) นอกจากนั้นยังได้มีความ พยายามหาวิธีการที่เหมาะสมในการคำนวณรังสีดวงอาทิตย์ซึ่งวิธีการที่ใช้มี 3 วิธีหลัก ๆ คือ

1. ใช้ค่าสัมประสิทธิ์ค่าเดียวทั้งปี
2. ใช้ค่าสัมประสิทธิ์สองช่วงต่อปี (ช่วงเดือน 3-8, 3-9, 4-8 และ 4-9 กับช่วงที่เหลือสำหรับพื้นที่ซีกโลกเหนือ)
3. ใช้ค่าสัมประสิทธิ์รายเดือน

การศึกษาที่ผ่านมาแสดงให้เห็นว่าการใช้ค่าสัมประสิทธิ์ที่คำนวณจากข้อมูลที่แบ่งเป็นสองช่วงต่อปีและแบ่งเป็นรายเดือนช่วยให้การคำนวณค่ารังสีดวงอาทิตย์แม่นยำมากยิ่งขึ้นในหลายพื้นที่ ยกเว้นพื้นที่บริเวณเส้นศูนย์สูตรซึ่งให้ผลไม่แตกต่างจากการใช้ค่าสัมประสิทธิ์ค่าเดียวตลอดทั้งปีและในพื้นที่ที่อยู่ในแลทติจูดสูงมากๆนั้น พบว่าค่าสหสัมพันธ์ระหว่าง *$SRAD/R_a$* *กับ n/N ต่ำ* (R^2 = 0.24-0.54) และการใช้ค่าสัมประสิทธิ์ที่คำนวณจากข้อมูลที่แบ่งเป็นสองช่วงต่อปี ไม่ช่วยให้ความแม่นยำในการคำนวณค่ารังสีดวงอาทิตย์ที่ได้รับบนพื้นผิวโลกสูงขึ้น (Hussain *et al.*, 1999) อย่างไรก็ตาม พบว่าในบางพื้นที่การใช้ค่าสัมประสิทธิ์ที่คำนวณจากข้อมูลที่แบ่งเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สองช่วงต่อปี ไม่ช่วยให้ความแม่นยำในการคำนวณค่ารังสีดวงอาทิตย์ที่ได้รับบนพื้นผิวโลกสูงกว่าการแบ่งเป็นรายเดือน แต่ในหลายพื้นที่มีการแบ่งเป็นรายเดือนให้ผลดีกว่า (Tadros, 2000)

การคำนวณค่ารังสีดวงอาทิตย์ที่ได้รับบนพื้นผิวโลกจากอุณหภูมิอากาศ

การคำนวณค่ารังสีดวงอาทิตย์ที่ได้รับจากพื้นผิวโลกจากข้อมูลอุณหภูมิอากาศใช้สมการง่ายและมีความแม่นยำสูง ได้แก่ สมการของ Bristow และ Campbell ซึ่งคำนวณค่ารังสีดวงอาทิตย์ที่ได้รับจากพื้นผิวโลก (R_n) จากค่ารังสีดวงอาทิตย์ที่ได้รับเหนือชั้นบรรยากาศของโลก (R_a) กับค่าสัมประสิทธิ์ความโปร่งของบรรยากาศ (T_t) ซึ่งคำนวณได้จากข้อมูลอุณหภูมิอากาศสูงสุด-ต่ำสุดรายวัน (Goodin *et al.*, 1999)

$$R_n = T_t * R_a \quad (2)$$

$$Tt = A\,(1 - \exp\,(B\,\Delta\,T^{c}) \quad (3)$$

ค่าสัมประสิทธิ์ A, B, C เป็นค่าเฉพาะพื้นที่ซึ่งคำนวณได้จากข้อมูลรังสีดวงอาทิตย์ที่ได้รับบนพื้นผิวโลกที่ควรตรวจวัดได้ และข้อมูลอุณหภูมิอากาศรายวัน

ΔT คือความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิสูงสุด (T_{max}) กับอุณหภูมิต่ำสุด (T_{min}) เฉลี่ยของสองวัน คืออุณหภูมิต่ำสุดในวันที่ต้องการคำนวณค่ารังสีดวงอาทิตย์ ($T_{min(j)}$) กับอุณหภูมิต่ำสุดในวันถัดไป ($T_{min(j+1)}$)

$$\Delta T = T_{\max} - \frac{T_{\min(j)} + T_{\min(j+1)}}{2} \quad (4)$$

Bristow และ Campbell ใช้อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยของสองวันในการคำนวณค่ารังสีดวงอาทิตย์ที่ได้รับบนพื้นโลก เนื่องจากต้องการที่จะรวมอิทธิพลสองวันที่มีท้องฟ้ามืดครึ้มในวันก่อนหน้าวันที่มีฝนตกซึ่งเป็นวันที่มีอุณหภูมิต่ำสุดค่อนข้างต่ำ (Goodin *et al.*, 1999) อย่างไรก็ตาม Thornton and Running (1999) ได้นำสมการของ Bristow และ Campbell ไปใช้โดยปรับการคำนวณ ΔT เป็นการคำนวณความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิสูงสุดกับอุณหภูมิต่ำสุด ของวันนั้น ๆ ($\Delta T = T_{max} - T_{min}$) ซึ่งพบว่าให้ผลดีกว่าการใช้อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยของสองวัน

อย่างไรก็ตาม ก่อนที่จะใช้สมการดังกล่าวในการคำนวณรังสีดวงอาทิตย์ที่ได้รับบนพื้นผิวโลกนั้น จำเป็นจะต้องมีการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์ของสมการซึ่งเป็นค่าเฉพาะพื้นที่ โดยคำนวณจากความสัมพันธ์ของข้อมูลรังสีดวงอาทิตย์ที่ได้รับบนพื้นผิวโลกที่ตรวจวัดได้กับข้อมูลความยาวนานวันหรือข้อมูลอุณหภูมิอากาศในระยะเวลาหนึ่ง จากนั้นจึงนำค่าสัมประสิทธิ์ดังกล่าว

เอกสารนี้ถูกสงวนลิขสิทธิ์ ห้ามนำไปใช้ในการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มาใช้ในการคำนวณรังสีดวงอาทิตย์ที่ได้รับบนพื้นผิวโลกสำหรับพื้นที่นั้น ๆ และยังใช้ได้กับพื้นที่ที่มีแลทติจูดและลักษณะเหมือนกับพื้นที่ดังกล่าว แต่การหาค่าสัมประสิทธิ์ที่เป็นตัวแทนของแต่ละสถานีนั้นเป็นเรื่องที่ยุ่งยาก ดังนั้นจึงได้มีการปรับปรุงตัวระบบโปรแกรมใหม่ โดยให้มีวัตถุประสงค์ในการหาค่าสัมประสิทธิ์เพียง 1 ค่าเท่านั้น เป็นตัวแทนสำหรับการแปลงค่ารังสีดวงอาทิตย์ของทุกสถานีในประเทศไทย

ดังนั้นจึงควรมีการตรวจสอบประสิทธิภาพของค่าสัมประสิทธิ์ดังกล่าว ก่อนการนำไปใช้ในครั้งต่อไป

การใช้งานโปรแกรม WeaData 1.0

WeaData 1.0 เป็นโปรแกรมที่เขียนขึ้นด้วยภาษาวิชวลเบสิค เวอร์ชั่น 6.0 เพื่อการจัดเก็บและเรียกใช้ข้อมูลอากาศอย่างเป็นระบบ และอยู่ในรูปแบบที่สามารถใช้งานกับโปรแกรมแบบจำลองพืชในระบบ DSSAT

1. การเข้าข้อมูลและบันทึกแฟ้มข้อมูลใหม่ และแก้ไขแฟ้มข้อมูลเดิม

สำหรับการนำข้อมูลอากาศใหม่เพียงเปิดโปรแกรมข้อมูลใหม่ แล้วเลือกตัวแปรข้อมูลอากาศที่ต้องการนำเข้า โปรแกรมก็จะเปิดแบบบันทึกข้อมูลเพื่อผู้ใช้งานสามารถนำเข้าค่าของตัวแปรที่ต้องการ เมื่อกรอกข้อมูลอากาศเรียบร้อยแล้วผู้ใช้ต้องบันทึกแฟ้มข้อมูลอากาศ ซึ่งโปรแกรม WeaData 1.0 จะทำการบันทึกข้อมูลดังกล่าวให้อยู่ในรูปแบบแฟ้มข้อมูลในระบบ DSSAT นอกจากนี้ผู้ใช้ยังสามารถเปิดแฟ้มข้อมูลอากาศที่มีอยู่แล้ว เพื่อทำการแก้ไขและบันทึกข้อมูลใหม่ได้

2. การนำเข้าข้อมูลจากแฟ้มข้อมูลอากาศแหล่งอื่น ๆ

ข้อมูลอากาศรายวันของแต่ละสถานีที่มีการจัดเก็บจะมีความแตกต่างกันไป เช่น รูปแบบกรมอุตุนิยมวิทยา หรือ เครื่องบันทึกอากาศ Campbell, Unidata, Licor 1000 และ Licor 1200 การนำเข้าข้อมูลแฟ้มของโปรแกรม WeaData 1.0 จะช่วยแปลงการจัดเก็บข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบแฟ้มข้อมูลในระบบ DSSAT

3. การคำนวณค่ารังสีดวงอาทิตย์ที่ได้รับบนพื้นผิวโลก

เนื่องจากรังสีดวงอาทิตย์ที่ได้รับบนพื้นผิวโลกเป็นข้อมูลอากาศที่จำเป็นสำหรับการใช้โปรแกรมจำลองพืชในระบบ DSSAT แต่มักมีการจัดเก็บเพียงบางสถานีตรวจอากาศเท่านั้น โปรแกรม WeaData 1.0 จึงได้เตรียมรายการสำหรับคำนวณค่ารังสีดวงอาทิตย์จากข้อมูลอากาศอื่น ได้แก่ ความยาวนานวัน และอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุดรายวัน ซึ่งเป็นข้อมูลอากาศที่มีการจัดเก็บอยู่ในสถานีตรวจอากาศทั่วไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อต้องการคำนวณค่ารังสีดวงอาทิตย์ที่ได้รับบนพื้นผิวโลกก็ให้เลือกรายการคำนวณ (Calculate) แล้วเลือกตัวแปรข้อมูลอากาศจะที่ใช้ในการคำนวณ โปรแกรมจะเตรียมรายการค่าสัมประสิทธิ์ที่แนะนำ (Default Coef) และรายการค่าสัมประสิทธิ์ที่กำหนดโดยผู้ใช้ (User Define Coef) ให้เลือก สำหรับพื้นที่ที่มีแลทติจูดและลักษณะที่ใกล้เคียงกับเชียงใหม่ อุบลราชธานี และขอนแก่น ก็สามารถใช้ค่าสัมประสิทธิ์จากการศึกษาในครั้งนี้ได้ สำหรับพื้นที่ที่มีแลทติจูดและลักษณะแตกต่างจากสถานีที่ได้มีการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์ไว้แล้ว และมีข้อมูลไม่เพียงพอที่จะคำนวณค่าสัมประสิทธิ์ได้ผู้ใช้สามารถเลือกใช้ค่าสัมประสิทธิ์ที่แนะนำ (Default Coef) ซึ่งสามารถคำนวณได้ใกล้เคียงในระดับหนึ่ง โปรแกรมก็จะทำการคำนวณค่ารังสีดวงอาทิตย์ที่ได้รับบนพื้นผิวโลกรายวันในหน่วยและรูปแบบที่ระบบ DSSAT ต้องการ

สำหรับสถานีตรวจอากาศที่มีแลทติจูดและลักษณะที่ต่างกันไป แต่มีการจัดเก็บข้อมูลรังสีดวงอาทิตย์ที่ได้รับบนพื้นผิวโลกและข้อมูลความยาวนานวันหรืออุณหภูมิอากาศรายวันช่วงระยะเวลาหนึ่ง ผู้ใช้สามารถคำนวณค่าสัมประสิทธิ์ a, b หรือ A, B, C โดยใช้วิธีการดังกล่าวแล้ว ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการคำนวณค่ารังสีดวงอาทิตย์ที่ได้รับบนพื้นผิวโลกจากข้อมูลความยาววันหรืออุณหภูมิอากาศของพื้นที่ที่มีแลทติจูดและลักษณะเหมือนกันกับสถานีดังกล่าว

สำหรับวิธีการนำเข้าและบันทึกแฟ้มข้อมูลใหม่ และแก้ไขแฟ้มข้อมูลเดิมการนำเข้าจากแฟ้มข้อมูลอากาศแหล่งอื่น ๆ และการคำนวณค่ารังสีดวงอาทิตย์ที่ได้รับบนพื้นผิวโลก ผู้ใช้สามารถดูรายระเอียดได้ในคู่มือการใช้งานโปรแกรม WeaData 1.0

ความสำคัญของถั่วลิสง

ถั่วลิสงเป็นพืชตระกูลถั่วที่มีคุณค่าทางอาหารสูง มีโปรตีนในเมล็ดร้อยละ 22.3 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำมันร้อยละ 50.2 ถ้าสกัดเอาไขมันออกไปโปรตีนจะเพิ่มถึงร้อยละ 60.1 มีไขมัน ที่มีคุณภาพดีสูงมากร้อยละ 50-60 ได้แก่ โอลิอิก , ลิโนลิอิก , และอาราคิดิต ซึ่งร่างกายไม่สามารถสังเคราะห์เองได้ นอกจากนี้ยังมีวิตามินและเกลือแร่ เช่น แคลเซียม ฟอสฟอรัส เหล็ก วิตามินบี 1 บี 2 และไนอาซิน นอกจากประโยชน์ทางคุณค่าอาหารสูงแล้ว ถั่วลิสงยังก่อประโยชน์ด้านอื่น ๆ คือ ซากถั่วลิสงสามารถนำมาใช้เป็นปุ๋ยบำรุงดินได้เนื่องจากต้นถั่วลิสงเองมีปมรากถั่วที่มีเชื้อไรโซเบียมอาศัยอยู่ ซึ่งจะตรึงไนโตรเจนจากอากาศนำมาเป็นปุ๋ยแก่ถั่วลิสงและพืชอื่น ๆ ที่ปลูกตามมา

ถั่วลิสงจัดอยู่ในกลุ่มพืชผลิตไม่เพียงพอกับความต้องการใช้ภายในประเทศ เพราะถั่วลิสงเป็นพืชอาหารที่บริโภคง่าย เป็นส่วนประกอบอาหารหวานคาวต่าง ๆ และเป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป บางส่วนนำไปสกัดน้ำมัน และกากถั่วลิสงเป็นพืชที่สามารถปลูกได้ทั้งปี ปัจจุบันการผลิตถั่วลิสงไม่เพียงพอกับความต้องการใช้ภายในประเทศ จึงมีการนำเข้าถั่วลิสงจากต่างประเทศเพิ่มมากขึ้น (กรมส่งเสริมการเกษตร. 2551ก.)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประโยชน์ของถั่วลิสง

ถั่วลิสงสามารถนำไปเป็นอาหารโดยตรง เช่น ถั่วต้ม ถั่วทอด ถั่วชุบแป้งทอด ถั่วตัด ถั่วเคลือบ ถั่วป่น บริโภคทางอ้อม เช่น น้ำมันพืช ผลิตภัณฑ์จากถั่วอาหารสัตว์และเป็นปุ๋ย ในตลาดระดับบนมีการใช้ประโยชน์จากถั่วลิสงเคลือบรสต่าง ๆ ถั่วลิสงเคลือบน้ำผึ้ง ถั่วลิสงทอดคลุกเนยและเนยถั่วลิสง โรงงานจะเน้นคุณภาพถั่วลิสงเป็นเกณฑ์สำคัญที่สุด ตลาดระดับกลางและระดับล่าง จะใช้ทำผลิตภัณฑ์อาหารพื้นบ้าน เช่น ถั่วต้ม ถั่วชุบแป้งทอด ถั่วตุ๊บตั๊บ และถั่วกระจก นอกจากนี้ยังสามารถนำไปเป็นส่วนประกอบอาหารอื่น ๆ เช่น ถั่วลิสงต้มกระดูกหมู ถั่วลิสงนึ่งข้าวเหนียวยัดไส้หมู น้ำจิ้มหมูสะเต๊ะ และไส้ขนมชนิดต่าง ๆ เป็นต้น (กรมส่งเสริมการเกษตร. 2551ข.)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. เครื่องคอมพิวเตอร์
2. โปรแกรม DSSAT version 4
3. โปรแกรม Arcview 3.1
4. โปรแกรม WeaData 1.0
5. ค่าสัมประสิทธิ์ทางพันธุกรรมของถั่วลิสง
   - 5.1 พันธุ์ มข.1
   - 5.2 พันธุ์ขอนแก่น 60-3
   - 5.3 พันธุ์ขอนแก่น 5
   - 5.4 พันธุ์ มข. 72-1

วิธีการ

1. การประมาณค่าสัมประสิทธิ์การแปลงค่ารังสีดวงอาทิตย์

สำหรับข้อมูลภูมิอากาศที่นำมาใช้ในการศึกษาครั้งนี้ ประกอบด้วยข้อมูลอากาศที่มีการตรวจวัดจากสถานีวิจัยเกษตรชลประทานเชียงใหม่ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ (18.78 $^{\circ}$N 98.92 $^{\circ}$E) ปี ค.ศ.1997-1999, ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น (16.78 $^{\circ}$N 120.95 $^{\circ}$E) ปี ค.ศ.2002-2004 และสถานีอุตุนิยมวิทยาอุบลราชธานี (15.25 $^{\circ}$N 140.87 $^{\circ}$E) ปี ค.ศ.2002-2004

โดยทำการแปลงค่ารังสีดวงอาทิตย์ จากอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุดรายวันตามวิธีการของ Goodin *et al.*, (1999) โดยอาศัยสมการของ Bristow และ Campbell ดังนี้ คือ

$$R_n = T_t * R_a \quad (1)$$

$$Tt = A\,(1 - \exp\,(B\,\Delta\,T^{c}) \quad (2)$$

เมื่อ R_n = ค่ารังสีดวงอาทิตย์ที่ได้รับจากพื้นผิวโลก

R_a = ค่ารังสีดวงอาทิตย์ที่ได้รับเหนือชั้นบรรยากาศของโลก

Tt = ค่าสัมประสิทธิ์ความโปร่งของบรรยากาศ

A, B และ C = ค่าสัมประสิทธิ์ที่เป็นค่าเฉพาะพื้นที่ ซึ่งคำนวณได้จากข้อมูลรังสีดวงอาทิตย์ ที่ได้รับบนพื้นผิวโลกที่ควรตรวจวัด และข้อมูลอุณหภูมิอากาศรายวัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ΔT = ค่าความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิสูงสุด (T_{max}) กับข้อมูลอุณหภูมิต่ำสุด (T_{min}) เฉลี่ยสองวัน คืออุณหภูมิต่ำสุดในวันที่ต้องการคำนวณค่ารังสีดวงอาทิตย์ ($T_{min(j)}$) กับอุณหภูมิต่ำสุดในวันถัดไป ($T_{min(j+1)}$)

$$\Delta T = T_{max} - \frac{T_{min(j)} + T_{min(j+1)}}{2} \quad (3)$$

ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์ A, B และ C ที่เป็นค่าเฉพาะพื้นที่นั้น เป็นค่าที่มีปัญหาสำหรับกลุ่มผู้ใช้แบบจำลองการเจริญเติบโตของพืชในประเทศไทย เนื่องจากจำนวนสถานีอุตุนิยมวิทยาในประเทศไทยมีอยู่เป็นจำนวนมาก ดังนั้นจึงต้องมีการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์ A, B และ C ที่มีค่าเฉพาะของแต่ละสถานี ซึ่งจะก่อให้เกิดความยุ่งยากและอาจก่อให้เกิดความสับสน อันจะเป็นผลให้เกิดความผิดพลาดในขั้นตอนการประเมินได้ ดังนั้นเพื่อให้สะดวกต่อการนำไปใช้งานจึงจำเป็นต้องมีการประเมินค่าสัมประสิทธิ์ A, B และ C ซึ่งเป็นค่าที่ดีที่สุดและเป็นค่าที่ยอมรับได้ ที่สามารถนำไปใช้เป็นตัวแทนของการคำนวณค่ารังสีดวงอาทิตย์ สำหรับสถานีอากาศทุกแห่งในประเทศไทย

โดยการประเมินค่าสัมประสิทธิ์ A, B และ C ตามสมการข้างต้น สามารถทำได้โดยการเขียนสมการดังกล่าวในโปรแกรม Excel จากนั้นจะมีการทดสอบโดยการเปลี่ยนแปลงค่าสัมประสิทธิ์ A, B และ C หลาย ๆ ชุด เพื่อหาชุดข้อมูลที่ดีที่สุดที่สามารถให้ค่ารังสีดวงอาทิตย์ใกล้เคียงกับการตรวจวัดจริงมากที่สุด โดยในขั้นตอนของการเปรียบเทียบจะทำการสร้างกราฟข้อมูลรังสีดวงอาทิตย์ที่คำนวณได้กับค่าจริงที่มีการตรวจวัด ร่วมกับการพิจารณาความสัมพันธ์ของค่าข้อมูลโดยอาศัยค่าสหสัมพันธ์ (correlation; r) ซึ่งหากค่า r มีมากกว่า 0.60 ถือว่าเป็นค่ายอมรับได้

ซึ่งจะทำการคำนวณข้อมูลรังสีดวงอาทิตย์ จากอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุด สำหรับสถานีอากาศดังนี้

1. สถานีวิจัยเกษตรชลประทานเชียงใหม่ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ปี 1997-1999
2. ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น ปี 2002-2004
3. สถานีอุตุนิยมวิทยาอุบลราชธานี ปี 2002-2004

ข้อมูลอากาศของทั้ง 3 สถานี จะประกอบไปด้วย

1. ข้อมูลค่ารังสีดวงอาทิตย์จริงที่แต่ละสถานีมีการตรวจวัดเอง
2. ข้อมูลค่ารังสีดวงอาทิตย์จริงที่ NASA มีการตรวจวัด
3. ข้อมูลค่ารังสีดวงอาทิตย์ที่คำนวณโดยใช้ข้อมูล 1 ปี
4. ข้อมูลค่ารังสีดวงอาทิตย์ที่คำนวณโดยใช้ข้อมูลหลายปีพร้อมกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
109085

การแปลงค่าข้อมูลรังสีดวงอาทิตย์

จากขั้นตอนที่ 1 เมื่อได้ค่าสัมประสิทธ์ A, B และ C ที่ดีที่สุดสำหรับนำมาใช้เป็นตัวแทนในการแปลงค่าข้อมูลอากาศทุกสถานีในประเทศไทยแล้ว จากนั้นก็จะเข้าสู่ขั้นตอนการแปลงข้อมูล โดยอาศัยโปรแกรม WeaData 1.0 ที่ถูกออกแบบมาสำหรับใช้ในการแปลงค่ารังสีดวงอาทิตย์ของประเทศไทย ซึ่งหลักการทำงานภายในแบบจำลองจะมีสมการสำหรับการแปลงค่ารังสีดวงอาทิตย์จากอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุดที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น เพียงแต่ต้องมีการแทนค่าสัมประสิทธิ์ A, B และ C ที่ดีที่สุดที่หาได้ เพื่อให้โปรแกรมใช้ในการคำนวณ โดยการคำนวณแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ คำนวณโดยใช้ข้อมูลแยกกันในแต่ละปี และคำนวณโดยการเชื่อมต่อข้อมูลหลาย ๆ ปีร่วมกัน ซึ่งหลังจากการคำนวณ ไฟล์ข้อมูลที่ได้ก็จะอยู่ในรูปแบบที่แบบจำลองต้องการ

การกำหนดพื้นที่ปลูก

ในการศึกษานี้จะเป็นการทดสอบค่าสัมประสิทธิ์การแปลงค่าข้อมูลรังสีดวงอาทิตย์สำหรับการประเมินผลผลิตถั่วลิสงในประเทศไทยว่ามีความแม่นยำมากน้อยเพียงใด และเนื่องจากข้อมูลอากาศที่ใช้ มีข้อมูลอากาศจริงที่มีการตรวจวัดจริงเพียง 3 สถานี ดังนั้นการกำหนดพื้นที่ปลูกก็จะเลือกพื้นที่ที่ใกล้เคียงกับที่ตั้งของสถานีอากาศมากที่สุด คือ

1. อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่
2. อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น
3. อำเภอเมือง จังหวัดอุบลราชธานี

การกำหนดชุดดิน

เนื่องจากศึกษานี้เป็นการประเมินผลผลิตของถั่วลิสง โดยใช้แบบจำลองการเจริญเติบโตของถั่วลิสง และข้อมูลดินเป็นข้อมูลตัวป้อนที่สำคัญตัวหนึ่งที่แบบจำลองต้องการ ซึ่งขั้นตอนของการเลือกชุดดินที่จะใช้เป็นตัวป้อนจะเริ่มจากการเปิดแผนที่ชุดดินในเขตพื้นที่ปลูกของทั้ง 3 จังหวัด จากนั้นพิจารณาชุดดินที่เหมาะสมสำหรับการปลูกถั่วลิสง เพื่อนำมาใช้เป็นตัวแทนของดินในเขตพื้นที่ปลูกแต่ละแห่ง เมื่อเราทราบว่าในแต่ละพื้นที่จะทำการจำลองการปลูกถั่วลิสงโดยใช้ดินชุดใด จากนั้นก็จะทำการเลือกใช้ฐานข้อมูลดินมือสองของกรมพัฒนาที่ดิน ที่มีการออกแบบฐานข้อมูลดินแต่ละชุดในรูปแบบที่แบบจำลอง DSSAT ต้องการนำไปใช้เป็นตัวป้อนให้กับแบบจำลองต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การประเมินผลผลิตถั่วลิสง

ในการประเมินผลผลิตถั่วลิสงในการศึกษานี้ จะทำการประเมินภายในเขตพื้นที่ปลูก 3 จังหวัด คือ

1. อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ ปี 1997 และ 1998
2. อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น ปี 2002 และ 2003
3. อำเภอเมือง จังหวัดอุบลราชธานี ปี 2002 และ 2003

โดยทำการประเมินผลผลิตในสภาพการให้น้ำชลประทาน โดยในแต่ละปีของแต่ละพื้นที่ปลูก จะมีการประเมินการให้ผลผลิตของถั่วลิสง โดยใช้ข้อมูลดิน ข้อมูลพันธุกรรมของพืช และข้อมูลการจัดการ ในชุดเดียวกัน แต่ใช้ข้อมูลอากาศที่มีค่ารังสีดวงอาทิตย์ที่แตกต่างกัน 4 ชุด คือ

1. ข้อมูลค่ารังสีดวงอาทิตย์ที่มีการตรวจวัดจริงแต่ละสถานี
2. ข้อมูลค่ารังสีดวงอาทิตย์ที่ NASA มีการตรวจวัด
3. ข้อมูลค่ารังสีดวงอาทิตย์ที่คำนวณโดยใช้ข้อมูลเพียง 1 ปี
4. ข้อมูลค่ารังสีดวงอาทิตย์ที่คำนวณโดยใช้ข้อมูลหลายปีร่วมกัน

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผลผลิตที่ได้จากการประเมินจะมีการจดบันทึก เพื่อนำมาวิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างผลผลิตที่ประเมินได้ โดยใช้ข้อมูลตัวป้อนรังสีดวงอาทิตย์ที่แตกต่างกัน โดยกำหนดให้ข้อมูลผลผลิตที่ประเมินได้จากข้อมูลค่ารังสีดวงอาทิตย์ที่มีการตรวจวัดจริงแต่ละสถานีเป็นหลัก จากนั้นนำข้อมูลผลผลิตที่ประเมินได้จากข้อมูลค่ารังสีดวงอาทิตย์แหล่งอื่น ๆ มาทำการเปรียบเทียบโดยคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ความใกล้เคียงของข้อมูล ร่วมกับการวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์ (correlation; r) เป็นเกณฑ์ในการบ่งชี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง

การแปลงข้อมูลรังสีดวงอาทิตย์

สำหรับการแปลงค่าข้อมูลรังสีดวงอาทิตย์ (เมกาจูน/ตารางเมตร/วัน) จากข้อมูลอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุด (องศาเซลเซียส) ในการศึกษาครั้งนี้ภายหลังจากการคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์สำหรับการแปลงค่าข้อมูลรังสีดวงอาทิตย์ในทุกสถานีของประเทศไทย พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์ A, B และ C ที่ดีที่สุดมีค่าเท่ากับ 0.63, 1.94 และ 1.53 ตามลำดับ ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์ชุดดังกล่าวนี้ เมื่อนำไปใช้ในการแปลงค่ารังสีดวงอาทิตย์ สำหรับสถานีอากาศในจังหวัดเชียงใหม่, ขอนแก่น และอุบลราชธานี พบว่าสามารถใช้เป็นตัวแทนที่ดีได้ เพราะภายหลังจากการแปลงข้อมูลและนำค่าที่คำนวณได้ไปเปรียบเทียบกับค่าแสงจริงที่มีการตรวจวัดมีความใกล้เคียงกัน อยู่ในระดับที่สามารถยอมรับได้ ดังแสดงในตารางที่ 1

การแปลงค่ารังสีดวงอาทิตย์ของสถานีวิจัยเกษตรชลประทานเชียงใหม่ ปี 1997-1999 พบว่าข้อมูลแสงจริงที่องค์การ NASA ทำการตรวจวัดโดยใช้ดาวเทียมมีความใกล้เคียงกับข้อมูลแสงจริงที่สถานีวิจัยทำการตรวจวัดเองประมาณ 72 % และพบว่ามีค่า RMSE เท่ากับ 3.47 และเมื่อนำค่าข้อมูลแสงที่ได้จากการคำนวณโดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์ชุดนี้ ทั้งค่าที่คำนวณโดยใช้ข้อมูล 1 ปี หรือคำนวณหลายปีพร้อมกัน มีความใกล้เคียงกับข้อมูลจริงประมาณ 66 และ 61 % ตามลำดับ และมีค่า RMSE เท่ากับ 3.58 และ 4.02 ตามลำดับ

สำหรับการแปลงค่ารังสีดวงอาทิตย์ของสถานีอากาศศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่นและสถานีอุตุนิยมวิทยาอุบลราชธานี ปี 2002 และ 2003 พบว่าเป็นไปในทำนองเดียวกันกับสถานีวิจัยเกษตรชลประทานเชียงใหม่ คือ ค่าข้อมูลแสงจริงที่มีการตรวจวัดมีความใกล้เคียงกับค่าข้อมูลแสงจริงจากองค์การ NASA มากกว่า 75 % และมีค่าความคลาดเคลื่อนของข้อมูลค่อนข้างน้อย (RMSE = 3.08 และ 2.69 ตามลำดับ) เมื่อเปรียบเทียบกับข้อมูลแสงที่คำนวณโดยใช้ข้อมูล 1 ปี และหลายปี พบว่า ทั้งสองสถานีให้ค่าจากการคำนวณใกล้เคียงกับข้อมูลแสงจริงที่มีการตรวจวัดเองในสถานีมากกว่า 70 % เช่นกัน และมีค่าความคลาดเคลื่อนของข้อมูลค่อนข้างน้อย (RMSE = 2.66 และ 2.88 ตามลำดับ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบค่า regression coefficient (R^2) และค่า root mean square error (RMSE) สำหรับการปรับค่าข้อมูลรังสีดวงอาทิตย์ของจังหวัดเชียงใหม่ ขอนแก่น และอุบลราชธานี โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์ A = 0.63, B = 1.94 และ C = 1.53 สำหรับการแปลงค่าข้อมูลรังสีดวงอาทิตย์ของประเทศไทย

		R^2			RMSE		
จังหวัด	**ปี**	A&B	A&C	A&D	A&B	A&C	A&D
เชียงใหม่	1997	0.70	0.69		3.58	3.66	
	1998	0.75	0.64	0.61	3.12	3.39	4.02
	1999	0.70	0.72		3.71	3.70	
	เฉลี่ย	**0.72**	**0.66**		**3.47**	**3.58**	
ขอนแก่น	2002	0.76	0.74		3.03	2.95	
	2003	0.79	0.75	0.72	3.12	3.15	2.66
	2004	0.83	0.75		3.11	3.78	
	เฉลี่ย	**0.79**	**0.74**		**3.08**	**3.29**	
อุบลราชธานี	2002	0.71	0.68		2.85	2.85	
	2003	0.74	0.69	0.72	3.10	3.28	2.88
	2004	0.84	0.74		2.13	2.51	
	เฉลี่ย	**0.76**	**0.70**		**2.69**	**2.88**	

หมายเหตุ A คือ ข้อมูลแสงจริงจากกรมอุตุนิยมวิทยา

B คือ ข้อมูลแสงจริงจาก NASA

C คือ ข้อมูลแสงคำนวณโดยใช้ข้อมูล 1 ปี

D คือ ข้อมูลแสงคำนวณโดยใช้ข้อมูลหลายปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลผลิต มวลชีวภาพ และดัชนีเก็บเกี่ยวถั่วลิสง

1. จังหวัดเชียงใหม่

ภายหลังจากการประเมินผลผลิต มวลชีวภาพ และดัชนีเก็บเกี่ยวของถั่วลิสงในเขตอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ในปี 1997 และ 1998 พบว่าผลผลิตของถั่วลิสงที่ประเมินได้โดยใช้ชุดข้อมูลแสงที่แตกต่างกัน ให้ผลผลิตไม่แตกต่างกันมากนัก คือ ประมาณ 3,213-3,319 กก./เฮกตาร์ ในทุกสายพันธุ์สำหรับปี 1997 และประมาณ 3,056-3,452 กก./เฮกตาร์ ในปี 1998 โดยพบว่าถั่วลิสงพันธุ์ มข.72-1 เป็นพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงที่สุด และพันธุ์ มข.1 ให้ผลผลิตต่ำที่สุดในทุกชุดข้อมูลแสงที่นำมาใช้ในการประเมินทั้ง 2 ปี (ตารางที่ 2)

สำหรับมวลชีวภาพ พบว่าค่าที่ประเมินได้โดยใช้ชุดข้อมูลแสงจริงจาก NASA และชุดข้อมูลแสงที่มีการคำนวณให้ค่าสูงกว่าค่าที่ได้จากการประเมินโดยใช้ข้อมูลแสงจริงของสถานีแต่เพียงเล็กน้อยเท่านั้น ซึ่งพันธุ์ขอนแก่น 60-3 และพันธุ์ขอนแก่น 5 เป็นพันธุ์ที่ให้มวลชีวภาพสูงและต่ำที่สุด ตามลำดับ (ตารางที่ 2)

สำหรับค่าดัชนีเก็บเกี่ยวถั่วลิสง พบว่าไม่มีความแตกต่างกันสำหรับข้อมูลที่ได้จากการประเมินโดยใช้ค่าข้อมูลแสงทั้ง 4 ชุด โดยพบว่าค่าดัชนีเก็บเกี่ยวสำหรับถั่วลิสงในปี 1997 อยู่ระหว่าง 0.21-0.22 และในปี 1998 อยู่ระหว่าง 0.24-0.26 ซึ่งแตกต่างกันน้อยมาก เมื่อเปรียบเทียบระหว่างสายพันธุ์เช่นเดียวกัน พบว่าแตกต่างกันน้อยมาก (ตารางที่ 2)

2. จังหวัดขอนแก่น

ตารางที่ 3 แสดงผลผลิตของถั่วลิสงที่ประเมินได้ในจังหวัดขอนแก่น โดยใช้ชุดข้อมูลแสงที่มีความแตกต่างกัน 4 ชุด พบว่าผลผลิตที่ประเมินได้จากข้อมูลแสงที่มีการตรวจวัดจริงของกรมอุตุนิยมวิทยามีค่าน้อยกว่าผลผลิตที่ประเมินได้จากข้อมูลแสงชุดอื่น โดยในปี 2002 ให้ค่าผลผลิตเฉลี่ยทุกสายพันธุ์เท่ากับ 2,437 กก./เฮกตาร์ และปี 2003 เท่ากับ 2,573 กก./เฮกตาร์ ในขณะที่ผลผลิตที่ประเมินได้จากข้อมูลแสงจริงจาก NASA และข้อมูลแสงที่มีการคำนวณ มีค่าประมาณ 2,500 และ 2,600 กก./เฮกตาร์ ในปี 2002 และ 2003 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างสายพันธุ์ พบว่าพันธุ์ มข.72-1 และขอนแก่น 5 เป็นพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงและต่ำที่สุด ตามลำดับ

มวลชีวภาพที่ประเมินได้ในจังหวัดขอนแก่น โดยใช้ข้อมูลแสงที่มีความแตกต่างกัน พบว่า ให้ค่าค่อนข้างใกล้เคียงกัน โดยพบว่ามวลชีวภาพที่ประเมินได้จากแสงที่ได้จากการคำนวณและแสงที่มีการตรวจวัดจริงให้ค่าอยู่ระหว่าง 12,800-13,000 กก./เฮกตาร์ และพบว่าพันธุ์ขอนแก่น 60-3 เป็นพันธุ์ที่มีมวลชีวภาพสูงที่สุดสำหรับทุกชุดข้อมูลที่มีการประเมินทั้งในปี 2002 และ 2003 รองลงมาคือ พันธุ์มข.72-1 พันธุ์ขอนแก่น 5 และพันธุ์มข.1 ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบผลผลิต มวลชีวภาพ และดัชนีเก็บเกี่ยวของถั่วลิสง ที่ประเมินได้จากการใช้ชุดข้อมูลรังสีดวงอาทิตย์ที่แตกต่างกันในจังหวัดเชียงใหม่ ปี 1997 และ 1998

ผลผลิต (กก./เฮกตาร์)

พันธุ์	ปี 1997				ปี 1998			
	A	B	C	D	A	B	C	D
มข.1	2956	3030	2960	2960	2770	3151	3168	3168
ขอนแก่น 60-3	3233	3320	3243	3243	3143	3559	3485	3485
ขอนแก่น 5	2987	3137	2966	2966	2795	3150	3176	3176
มข. 72-1	3676	3787	3700	3700	3517	3882	3977	3977
เฉลี่ย	3213	3319	3217	3217	3056	3436	3452	3452

มวลชีวภาพ (กก./เฮกตาร์)

พันธุ์	ปี 1997				ปี 1998			
	A	B	C	D.	A	B	C	D
มข.1	13824	14996	14467	14467	11722	12879	12801	12801
ขอนแก่น 60-3	15755	16584	16199	16199	13471	14292	14488	14488
ขอนแก่น 5	13715	14858	14271	14271	11740	12700	12741	12741
มข. 72-1	15320	16133	15824	15824	13121	13944	14056	14056
เฉลี่ย	14654	15643	15190	15190	12514	13454	13522	13522

ดัชนีเก็บเกี่ยว

พันธุ์	ปี 1997				ปี 1998			
	A	B	C	D	A	B	C	D
มข.1	0.21	0.20	0.21	0.21	0.24	0.25	0.25	0.25
ขอนแก่น 60-3	0.21	0.20	0.20	0.20	0.23	0.25	0.24	0.24
ขอนแก่น 5	0.22	0.21	0.21	0.21	0.24	0.25	0.25	0.25
มข. 72-1	0.24	0.24	0.23	0.23	0.27	0.28	0.28	0.28
เฉลี่ย	0.22	0.21	0.21	0.21	0.24	0.26	0.26	0.26

หมายเหตุ A คือ ข้อมูลแสงจริงจากกรมอุตุนิยมวิทยา

B คือ ข้อมูลแสงจริงจาก NASA

C คือ ข้อมูลแสงคำนวณโดยใช้ข้อมูล 1 ปี

D คือ ข้อมูลแสงคำนวณโดยใช้ข้อมูลหลายปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบผลผลิต มวลชีวภาพ และดัชนีเก็บเกี่ยวของถั่วลิสง ที่ประเมินได้จากการใช้ชุดข้อมูลรังสีดวงอาทิตย์ที่แตกต่างกันในจังหวัดขอนแก่น ปี 2002 และ 2003

ผลผลิต (กก./เฮกตาร์)

พันธุ์	ปี 2002				ปี 2003			
	A	B	C	D	A	B	C	D
มข.1	2326	2386	2430	2420	2402	2449	2465	2461
ขอนแก่น 60-3	2464	2621	2571	2568	2574	2628	2596	2592
ขอนแก่น 5	2233	2252	2333	2325	2326	2411	2407	2403
มข. 72-1	2724	2840	2850	2847	2988	3065	3015	3009
เฉลี่ย	2437	2525	2546	2540	2573	2638	2621	2616

มวลชีวภาพ (กก./เฮกตาร์)

พันธุ์	ปี 2002				ปี 2003			
	A	B	C	D	A	B	C	D
มข.1	11989	11888	12027	12015	12196	12071	11839	11825
ขอนแก่น 60-3	13964	13795	13902	13879	14116	13894	13565	13542
ขอนแก่น 5	12026	11966	12037	12026	12268	12078	11862	11848
มข. 72-1	13726	13557	13640	13616	13852	13576	13275	13261
เฉลี่ย	12926	12802	12902	12884	13108	12905	12635	12619

ดัชนีเก็บเกี่ยว

พันธุ์	ปี 2002				ปี 2003			
	A	B	C	D	A	B	C	D
มข.1	0.19	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.21	0.21
ขอนแก่น 60-3	0.18	0.19	0.19	0.19	0.18	0.19	0.19	0.19
ขอนแก่น 5	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.20	0.20	0.20
มข. 72-1	0.19	0.21	0.21	0.21	0.22	0.23	0.23	0.23
เฉลี่ย	0.19	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.21	0.21

หมายเหตุ A คือ ข้อมูลแสงจริงจากกรมอุตุนิยมวิทยา

B คือ ข้อมูลแสงจริงจาก NASA

C คือ ข้อมูลแสงคำนวณโดยใช้ข้อมูล 1 ปี

D คือ ข้อมูลแสงคำนวณโดยใช้ข้อมูลหลายปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดัชนีเก็บเกี่ยวถั่วลิสงที่ประเมินได้จากชุดข้อมูลแสงที่แตกต่างกัน พบว่ามีความแตกต่างกันน้อยมาก โดยพบว่าดัชนีเก็บเกี่ยวใน ปี 2002 อยู่ระหว่าง 0.19-0.20 และในปี 2003 อยู่ระหว่าง 0.20-0.21 เท่านั้น

3. จังหวัดอุบลราชธานี

ในตารางที่ 4 แสดงการเปรียบเทียบผลผลิต มวลชีวภาพ และดัชนีเก็บเกี่ยวของถั่วลิสง ที่ประเมินได้จากการใช้ชุดข้อมูลรังสีดวงอาทิตย์ที่แตกต่างกันในจังหวัดอุบลราชธานีในปี 2002 และ 2003 พบว่าการให้ผลผลิตของถั่วลิสงที่ประเมินจากชุดข้อมูลแสงที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันเล็กน้อย โดยค่าข้อมูลแสงจริงที่ได้จากองค์การ NASA ให้ค่าของผลผลิตสูงกว่าผลผลิตที่ประเมินได้จากข้อมูลแสงที่มีการคำนวณ 1 ปี แต่มีค่าต่ำกว่าผลผลิตที่ประเมินได้จากข้อมูลแสงที่มีการคำนวณหลายปีร่วมกัน สำหรับทั้งสองปีที่มีการศึกษา

สำหรับมวลชีวภาพที่ประเมินได้ในจังหวัดอุบลราชธานี โดยใช้ชุดข้อมูลแสงที่มีความแตกต่างกัน พบว่าแตกต่างกันไม่มาก โดยในปี 2002 พบว่ามวลชีวภาพอยู่ระหว่าง 12,342-12,445 กก./เฮกตาร์ และปี 2003 ให้มวลชีวภาพอยู่ระหว่าง 11,148-12,063 กก./เฮกตาร์ สำหรับการเปรียบเทียบระหว่างสายพันธุ์ถั่วลิสง พบว่าพันธุ์ขอนแก่น 60-3 เป็นพันธุ์ที่มีมวลชีวภาพสูงที่สุดในทุกชุดข้อมูลที่มีการประเมินทั้งในปี 2002 และ 2003

ดัชนีการเก็บเกี่ยว พบว่าไม่มีความแตกต่างกัน โดยทุกชุดข้อมูลที่ประเมินได้ ให้ค่าดัชนีเก็บเกี่ยวอยู่ระหว่าง 0.19-0.20 ในปี 2002 และ 0.20-0.21 สำหรับปี 2003

ความใกล้เคียงของผลผลิตมวลชีวภาพ และดัชนีเก็บเกี่ยว

ตารางที่ 5 แสดงเปอร์เซ็นต์ความใกล้เคียงระหว่างผลผลิต มวลชีวภาพ และดัชนีเก็บเกี่ยวของถั่วลิสงที่ประเมินได้จากการใช้ชุดข้อมูลแสงที่ได้จากการคำนวณ และข้อมูลแสงจริงในจังหวัดเชียงใหม่ พบว่าผลผลิตของถั่วลิสงที่ประเมินได้จากชุดข้อมูลแสงที่ได้จากการคำนวณ ไม่มีความแตกต่างจากข้อมูลผลผลิตที่ได้จากการประเมินโดยใช้ข้อมูลแสงจริง สำหรับปี 1997 แต่ในปี 1998 พบว่าผลผลิตที่ประเมินได้จากข้อมูลแสงที่ได้จากการคำนวณ จะมีค่าสูงกว่าผลผลิตที่ประเมินได้จากข้อมูลแสงจริงประมาณ 13 %

สำหรับมวลชีวภาพ พบว่าผลผลิตที่ได้จากการประเมินโดยใช้ข้อมูลแสงจากการคำนวณให้ค่าสูงกว่ามวลชีวภาพที่ประเมินได้โดยใช้ข้อมูลแสงจริงประมาณ 4-8 % ทั้งในปี 1997 และ 1998 ส่วนข้อมูลดัชนีเก็บเกี่ยว พบว่าในปี 1997 ค่าที่ประเมินได้จากชุดข้อมูลแสงที่ได้จากการคำนวณให้ค่าต่ำกว่าชุดข้อมูลแสงจริงประมาณ 3 % แต่ในทางกลับกัน พบว่าในปี 1998 ดัชนีเก็บเกี่ยวที่ประเมินได้จากชุดข้อมูลแสงที่คำนวณให้ค่าสูงกว่าประมาณ 5 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6 แสดงให้เห็นว่าผลผลิตของถั่วลิสงที่ประเมินได้จากชุดข้อมูลแสงที่ได้จากการคำนวณ ให้ค่าสูงกว่าผลผลิตที่ประเมินได้จากชุดข้อมูลแสงจริงเพียงเล็กน้อยเท่านั้น คือ เท่ากับ 2-4 % สำหรับทั้งในปี 2002 และ 2003 ของจังหวัดขอนแก่น สำหรับข้อมูลมวลชีวภาพพบว่าในปี 2002 นั้น การประเมินค่ามวลชีวภาพจากข้อมูลแสงที่ได้จากการคำนวณ มีค่าใกล้เคียงกับมวลชีวภาพที่ได้จากข้อมูลแสงจริงมาก แต่พบว่าในปี 2003 ให้ค่าต่ำกว่าประมาณ 4 % ในส่วนของดัชนีเก็บเกี่ยว พบว่าค่าข้อมูลที่ได้จากแสงที่คำนวณสูงกว่าค่าข้อมูลที่ได้จากแสงจริงประมาณ 4-6 % ของทั้ง 2 ปี ที่มีการศึกษา

ตารางที่ 7 เนื่องจากไม่มีข้อมูลแสงจริงของจังหวัดอุบลราชธานี สำหรับ ปี 2002 ดังนั้นจึงไม่สามารถคำนวณค่าข้อมูลได้ แต่สำหรับปี 2003 พบว่า ผลผลิตที่ได้จากการประเมินโดยใช้แสงคำนวณมีค่าใกล้เคียงกับข้อมูลแสงจริง ส่วนมวลชีวภาพจะให้ค่าสูงกว่าข้อมูลแสงจริงประมาณ 7-8 % และดัชนีเก็บเกี่ยวให้ค่าต่ำกว่าข้อมูลแสงจริง ประมาณ 6-7 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4 เปรียบเทียบผลผลิต มวลชีวภาพ และดัชนีเก็บเกี่ยวของถั่วลิสง ที่ประเมินได้จากการใช้ชุดข้อมูลรังสีดวงอาทิตย์ที่แตกต่างกันในจังหวัดอุบลราชธานี ปี 2002 และ 2003

ผลผลิต (กก./เฮกตาร์)

พันธุ์	ปี 2002				ปี 2003			
	A†	B	C	D	A	B	C	D
มข.1	-	2199	1874	2290	2311	2135	2266	2304
ขอนแก่น 60-3	-	2449	2594	2599	2489	2504	2516	2521
ขอนแก่น 5	-	2182	2121	2138	2226	2092	2207	2200
มข. 72-1	-	2806	2991	2996	2750	2755	2789	2784
เฉลี่ย	-	**2409**	**2395**	**2506**	2444	**2372**	2445	2452

มวลชีวภาพ (กก./เฮกตาร์)

พันธุ์	ปี 2002				ปี 2003			
	A†	B	C	D	A	B	C	D
มข.1	-	11384	11155	11662	10476	10561	11254	11431
ขอนแก่น 60-3	-	13501	13470	13439	11972	12457	12882	12881
ขอนแก่น 5	-	11354	11641	11617	10430	10606	11179	11189
มข. 72-1	-	13128	13071	13062	11859	12336	12746	12749
เฉลี่ย	-	12342	12334	12445	11184	11490	12015	12063

ดัชนีเก็บเกี่ยว

พันธุ์	ปี 2002				ปี 2003			
	A†	B	C	D	A	B	C	D
มข.1	-	0.19	0.17	0.20	0.22	0.20	0.20	0.20
ขอนแก่น 60-3	-	0.18	0.19	0.19	0.21	0.20	0.20	0.20
ขอนแก่น 5	-	0.19	0.18	0.18	0.21	0.20	0.20	0.20
มข. 72-1	-	0.22	0.23	0.23	0.23	0.22	0.22	0.22
เฉลี่ย	-	**0.20**	**0.19**	**0.20**	**0.22**	**0.21**	**0.20**	**0.20**

หมายเหตุ † คือ ไม่มีข้อมูล

A คือ ข้อมูลแสงจริงจากกรมอุตุนิยมวิทยา

B คือ ข้อมูลแสงจริงจาก NASA

C คือ ข้อมูลแสงคำนวณโดยใช้ข้อมูล 1 ปี

D คือ ข้อมูลแสงคำนวณโดยใช้ข้อมูลหลายปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5 แสดงเปอร์เซ็นต์ความใกล้เคียงระหว่างผลผลิต มวลชีวภาพ และดัชนีเก็บเกี่ยวของถั่วลิสง ที่ประเมินได้จากการใช้ชุดข้อมูลรังสีดวงอาทิตย์ที่ได้จากการคำนวณ และข้อมูลจริงในจังหวัดเชียงใหม่ ปี 1997 และ 1998

เปอร์เซ็นต์ความใกล้เคียงผลผลิต

พันธุ์	ปี 1997				ปี 1998			
	A	B	C	D	A	B	C	D
มข.1	100	103	100	100	100	114	114	114
ขอนแก่น 60-3	100	103	100	100	100	113	111	111
ขอนแก่น 5	100	105	99	99	100	113	114	114
มข. 72-1	100	103	101	101	100	110	113	113
เฉลี่ย	100	103	100	100	100	113	113	113

เปอร์เซ็นต์ความใกล้เคียงมวลชีวภาพ

พันธุ์	ปี 1997				ปี 1998			
	A	B	C	D	A	B	C	D
มข.1	100	108	105	105	100	110	109	109
ขอนแก่น 60-3	100	105	103	103	100	106	108	108
ขอนแก่น 5	100	108	104	104	100	108	109	109
มข. 72-1	100	105	103	103	100	106	107	107
เฉลี่ย	100	107	104	104	100	108	108	108

เปอร์เซ็นต์ความใกล้เคียงดัชนีเก็บเกี่ยว

พันธุ์	ปี 1997				ปี 1998			
	A	B	C	D	A	B	C	D
มข.1	100	94	96	96	100	104	105	105
ขอนแก่น 60-3	100	98	98	98	100	107	103	103
ขอนแก่น 5	100	97	95	95	100	104	105	105
มข. 72-1	100	98	98	98	100	104	106	106
เฉลี่ย	100	97	97	97	100	105	105	105

หมายเหตุ A คือ ข้อมูลแสงจริงจากกรมอุตุนิยมวิทยา

B คือ ข้อมูลแสงจริงจาก NASA

C คือ ข้อมูลแสงคำนวณโดยใช้ข้อมูล 1 ปี

D คือ ข้อมูลแสงคำนวณโดยใช้ข้อมูลหลายปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6 แสดงเปอร์เซ็นต์ความใกล้เคียงระหว่างผลผลิต มวลชีวภาพ และดัชนีเก็บเกี่ยวของถั่วลิสง ที่ประเมินได้จากการใช้ชุดข้อมูลรังสีดวงอาทิตย์ที่ได้จากการคำนวณและข้อมูลจริงในจังหวัดขอนแก่น ปี 2002 และ 2003

เปอร์เซ็นต์ความใกล้เคียงผลผลิต

พันธุ์	ปี 2002				ปี 2003			
	A	B	C	D	A	B	C	D
มข.1	100	103	104	104	100	102	103	102
ขอนแก่น 60-3	100	106	104	104	100	102	101	101
ขอนแก่น 5	100	101	104	104	100	104	103	103
มข. 72-1	100	104	105	105	100	103	101	101
เฉลี่ย	**100**	**104**	**104**	**104**	**100**	**103**	**102**	**102**

เปอร์เซ็นต์ความใกล้เคียงมวลชีวภาพ

พันธุ์	ปี 2002				ปี 2003			
	A	B	C	D	A	B	C	D
มข.1	100	99	100	100	100	99	97	97
ขอนแก่น 60-3	100	99	100	99	100	98	96	96
ขอนแก่น 5	100	100	100	100	100	98	97	97
มข. 72-1	100	99	99	99	100	98	96	96
เฉลี่ย	**100**	**99**	**100**	**100**	**100**	**98**	**96**	**96**

เปอร์เซ็นต์ความใกล้เคียงดัชนีเก็บเกี่ยว

พันธุ์	ปี 2002				ปี 2003			
	A	B	C	D	A	B	C	D
มข.1	100	104	104	104	100	103	106	106
ขอนแก่น 60-3	100	108	105	105	100	104	105	105
ขอนแก่น 5	100	101	104	104	100	105	107	107
มข. 72-1	100	108	108	108	100	105	105	105
เฉลี่ย	**100**	**105**	**105**	**105**	**100**	**104**	**106**	**106**

หมายเหตุ A คือ ข้อมูลแสงจริงจากกรมอุตุนิยมวิทยา

B คือ ข้อมูลแสงจริงจาก NASA

C คือ ข้อมูลแสงคำนวณโดยใช้ข้อมูล 1 ปี

D คือ ข้อมูลแสงคำนวณโดยใช้ข้อมูลหลายปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7 แสดงเปอร์เซ็นต์ความใกล้เคียงระหว่างผลผลิต มวลชีวภาพ และดัชนีเก็บเกี่ยวของถั่วลิสง ที่ประเมินได้จากการใช้ชุดข้อมูลรังสีดวงอาทิตย์ที่ได้จากการคำนวณและข้อมูลจริงในจังหวัดอุบลราชธานี ปี 2002 และ 2003

เปอร์เซ็นต์ความใกล้เคียงผลผลิต

พันธุ์	ปี 2002				ปี 2003			
	A	B	C	D	A	B	C	D
มข.1	-	-	-	-	100	92	98	100
ขอนแก่น 60-3	-	-	-	-	100	101	101	101
ขอนแก่น 5	-	-	-	-	100	94	99	99
มข. 72-1	-	-	-	-	100	100	101	101
เฉลี่ย	-	-	-	-	100	97	100	100

เปอร์เซ็นต์ความใกล้เคียงมวลชีวภาพ

พันธุ์	ปี 2002				ปี 2003			
	A	B	C	D	A	B	C	D
มข.1	-	-	-	-	100	101	107	109
ขอนแก่น 60-3	-	-	-	-	100	104	108	108
ขอนแก่น 5	-	-	-	-	100	102	107	107
มข. 72-1	-	-	-	-	100	104	107	108
เฉลี่ย	-	-	-	-	100	103	107	108

เปอร์เซ็นต์ความใกล้เคียงดัชนีเก็บเกี่ยว

พันธุ์	ปี 2002				ปี 2003			
	A	B	C	D	A	B	C	D
มข.1	-	-	-	-	100	91	91	91
ขอนแก่น 60-3	-	-	-	-	100	97	94	94
ขอนแก่น 5	-	-	-	-	100	92	92	92
มข. 72-1	-	-	-	-	100	96	94	94
เฉลี่ย	-	-	-	-	100	94	93	93

หมายเหตุ A คือ ข้อมูลแสงจริงจากกรมอุตุนิยมวิทยา

B คือ ข้อมูลแสงจริงจาก NASA

C คือ ข้อมูลแสงคำนวณโดยใช้ข้อมูล 1 ปี

D คือ ข้อมูลแสงคำนวณโดยใช้ข้อมูลหลายปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตที่ประเมินได้จากข้อมูลแสงจริงและข้อมูลแสงคำนวณ

ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่าการประเมินผลผลิตโดยใช้ข้อมูลแสงจริงจากสถานีวิจัยเกษตรชลประทานเชียงใหม่กับผลผลิตที่ประเมินได้จากข้อมูลแสง NASA มีความสัมพันธ์กันสูงมากทั้งในปี 1997 และ 1998 ($r = 0.99$) และเมื่อทำการเปรียบเทียบระหว่างข้อมูลผลผลิตที่ประเมินได้จากข้อมูลแสงจริงและข้อมูลแสงคำนวณก็เช่นกัน พบว่าผลผลิตมีความสัมพันธ์กันสูงมากโดยมีค่าสหสัมพันธ์เท่ากับ 0.99 และ 0.98 สำหรับปี 1997 และ 1998 ตามลำดับ และเมื่อทำการเปรียบเทียบระหว่างข้อมูลผลผลิตที่ประเมินได้จากข้อมูลคำนวณ 1 ปี และหลายปีร่วมกัน พบว่ามีค่าสหสัมพันธ์เท่ากับ 1 ถือว่าผลผลิตที่ประเมินได้จากทั้งสองแหล่งมีความสัมพันธ์กันสูงมากในทั้งสองมีที่มีการศึกษา (ภาพที่ 1 และ 2)

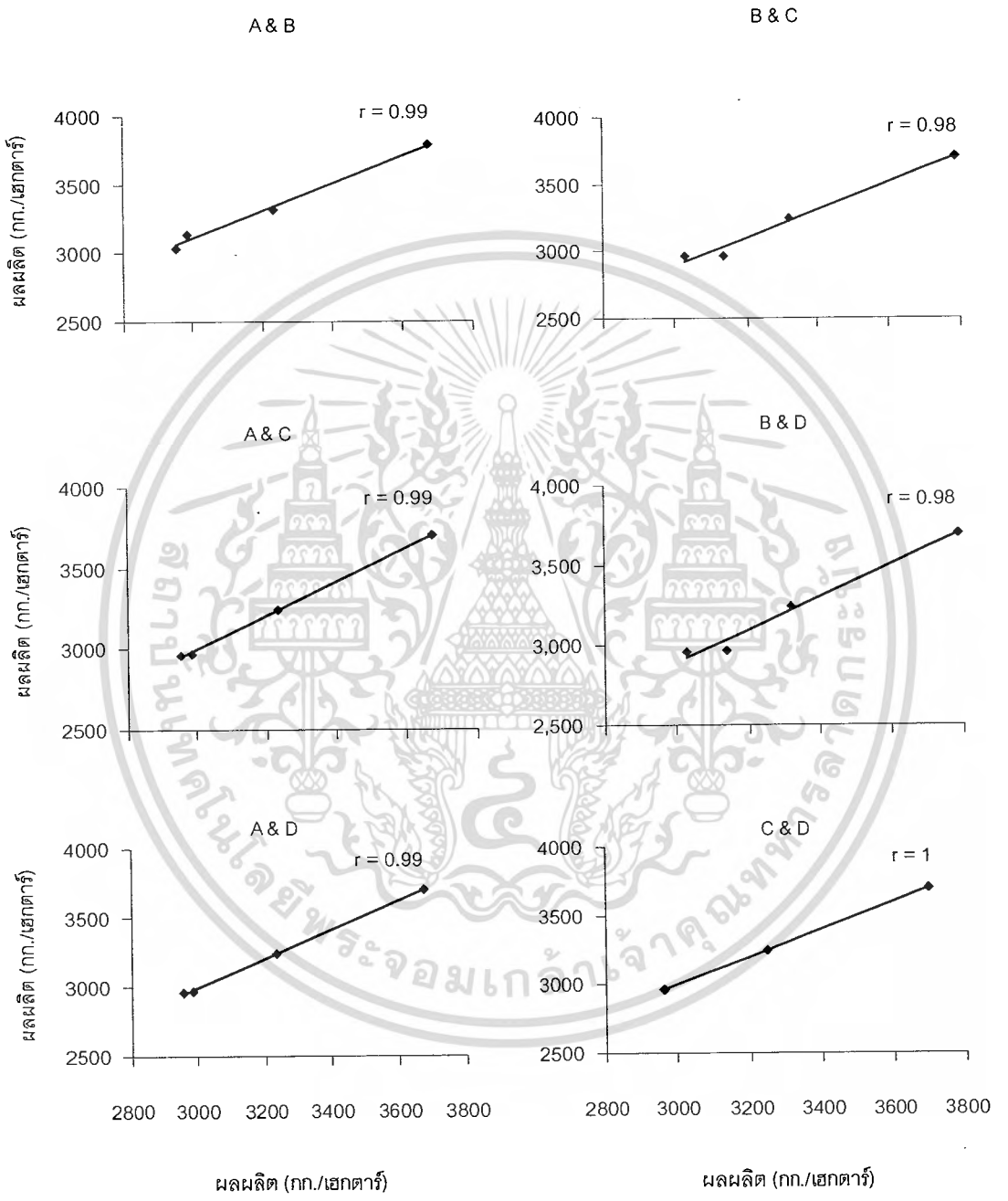
ในทำนองเดียวกันพบว่าการประเมินผลผลิตโดยใช้ข้อมูลแสงจริงจากศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่นกับผลผลิตที่ประเมินได้จากข้อมูลแสงจริงจาก NASA มีความสัมพันธ์กันสูงมากทั้งในปี 2002 ($r = 0.98$) และ 2003 ($r = 0.99$) และ เมื่อทำการเปรียบเทียบระหว่างผลผลิตที่ประเมินได้จากข้อมูลแสงจริงกับข้อมูลแสงคำนวณก็เช่นกัน พบว่าผลผลิตมีความสัมพันธ์กันสูงมากทั้งสองปีที่มีการศึกษา ($r = 0.99$) สำหรับข้อมูลแสงคำนวณ 1 ปี กับข้อมูลแสงคำนวณหลายปี พบว่าผลผลิตที่ประเมินได้ก็มีความสอดคล้องกันสูงมาก โดยในปี 2002 ให้ค่าสหสัมพันธ์เท่ากับ 0.99 และปี 2003 ให้ค่าสหสัมพันธ์เท่ากับ 1 (ภาพที่ 3 และ 4)

สำหรับการประเมินผลผลิตในปี 2002 ของเขตอำเภอเมือง จังหวัดอุบลราชธานี โดยใช้ข้อมูลแสงจริงทำได้แค่การประเมินแสงจริงจาก NASA เท่านั้น เนื่องจากข้อมูลแสงจริงที่ตรวจวัดโดยสถานีมีปัญหาคือข้อมูลขาดหายไปบางช่วงจึงทำให้ไม่สามารถประเมินผลผลิตได้ อย่างไรก็ตามพบว่าหากเปรียบเทียบผลผลิตที่ได้จากการประเมินโดยใช้ข้อมูลแสงจริงจาก NASA กับผลผลิตที่ได้จากข้อมูลแสงคำนวณ พบว่ามีความสัมพันธ์กันค่อนข้างสูงกับข้อมูลแสงคำนวณ 1 ปี มีค่า $r = 0.95$ ในขณะที่ข้อมูลแสงคำนวณหลายปีมีค่า $r = 0.98$ และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างข้อมูลผลผลิตที่ประเมินได้จากข้อมูลแสงคำนวณทั้งสองชุด พบว่ามีความสัมพันธ์กันสูง ($r = 0.92$) (ภาพที่ 5)

สำหรับปี 2003 ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลแสงจริงจากกรมอุตุนิยมวิทยากับข้อมูลแสงจริงจาก NASA มีความสัมพันธ์กันสูงมาก ($r = 0.97$) และผลผลิตที่ประเมินได้จากข้อมูลแสงจริงจากกรมอุตุนิยมวิทยามีความสัมพันธ์กันสูงมากกับผลผลิตที่ประเมินได้จากข้อมูลแสงคำนวณ 1 ปี ($r = 0.99$) แต่มีความสัมพันธ์กันน้อยกับข้อมูลแสงคำนวณหลายปีร่วมกัน ($r = 0.30$) และเมื่อทำการเปรียบเทียบผลผลิตที่ประเมินได้จากข้อมูลแสงจริงจาก NASA มีความสัมพันธ์กับข้อมูลแสงคำนวณ 1 ปี ค่อนข้างสูง ($r = 0.98$) แต่มีความสัมพันธ์กับข้อมูลแสงคำนวณหลายปีร่วมกันต่ำ

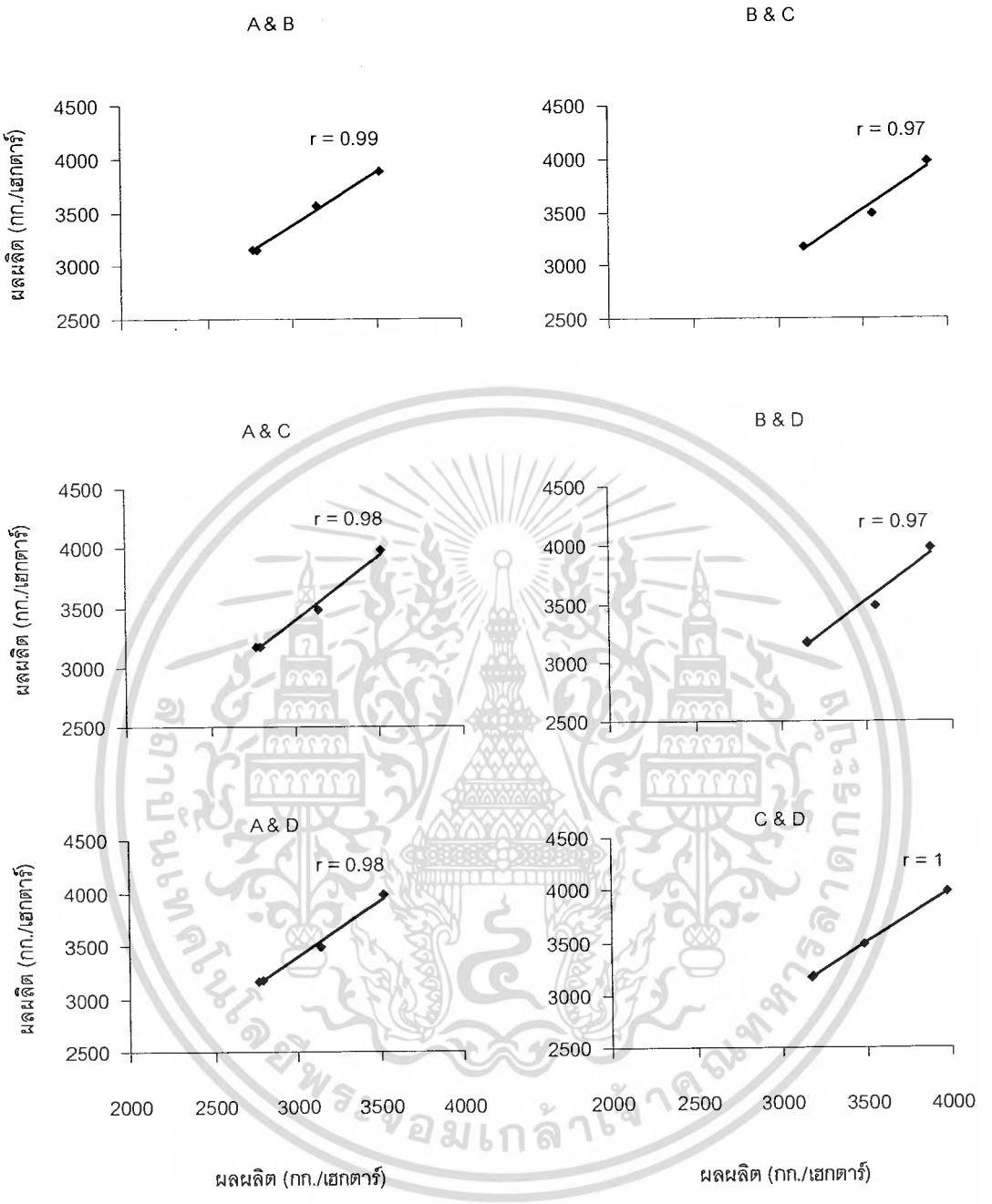
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(r = 0.43) และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างผลผลิตที่ประเมินได้จากการใช้ข้อมูลแสงคำนวณทั้งสองชุดมีความสัมพันธ์กันต่ำมาก โดยมีค่าสหสัมพันธ์เพียง 0.34 เท่านั้น (ภาพที่ 6)



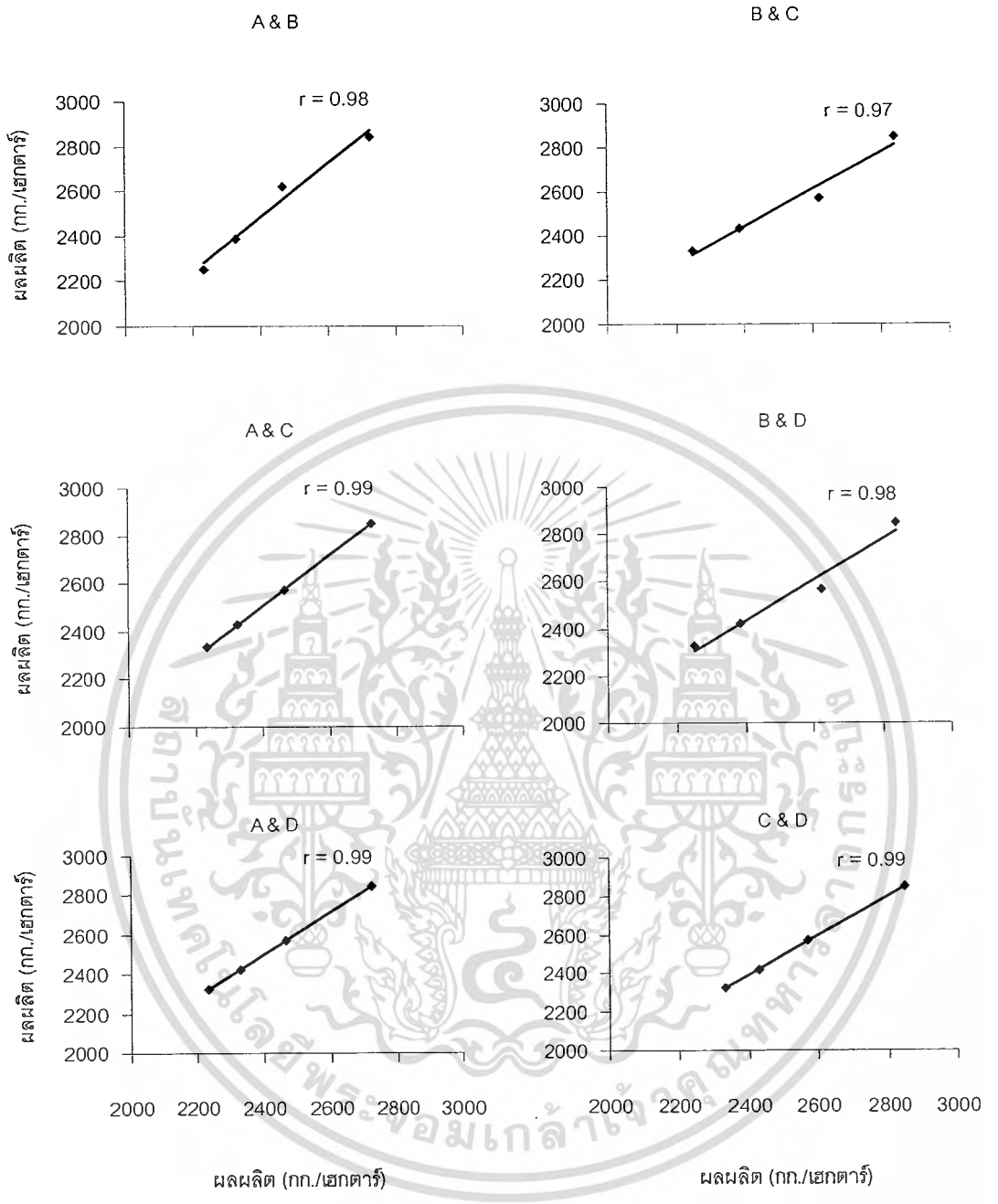
ภาพที่ 1 แสดงค่าสหสัมพันธ์ (r) ของผลผลิตถั่วลิสงที่ประเมินจากชุดข้อมูลแสงที่แตกต่างกัน (A = ข้อมูลแสงจริงจากกรมอุตุนิยมวิทยา, B = ข้อมูลแสงจริงจาก NASA, C = ข้อมูลแสงคำนวณโดยใช้ข้อมูล 1 ปี และ D = ข้อมูลแสงคำนวณโดยใช้ข้อมูลหลายปี) ในจังหวัดเชียงใหม่ ปี 1997

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



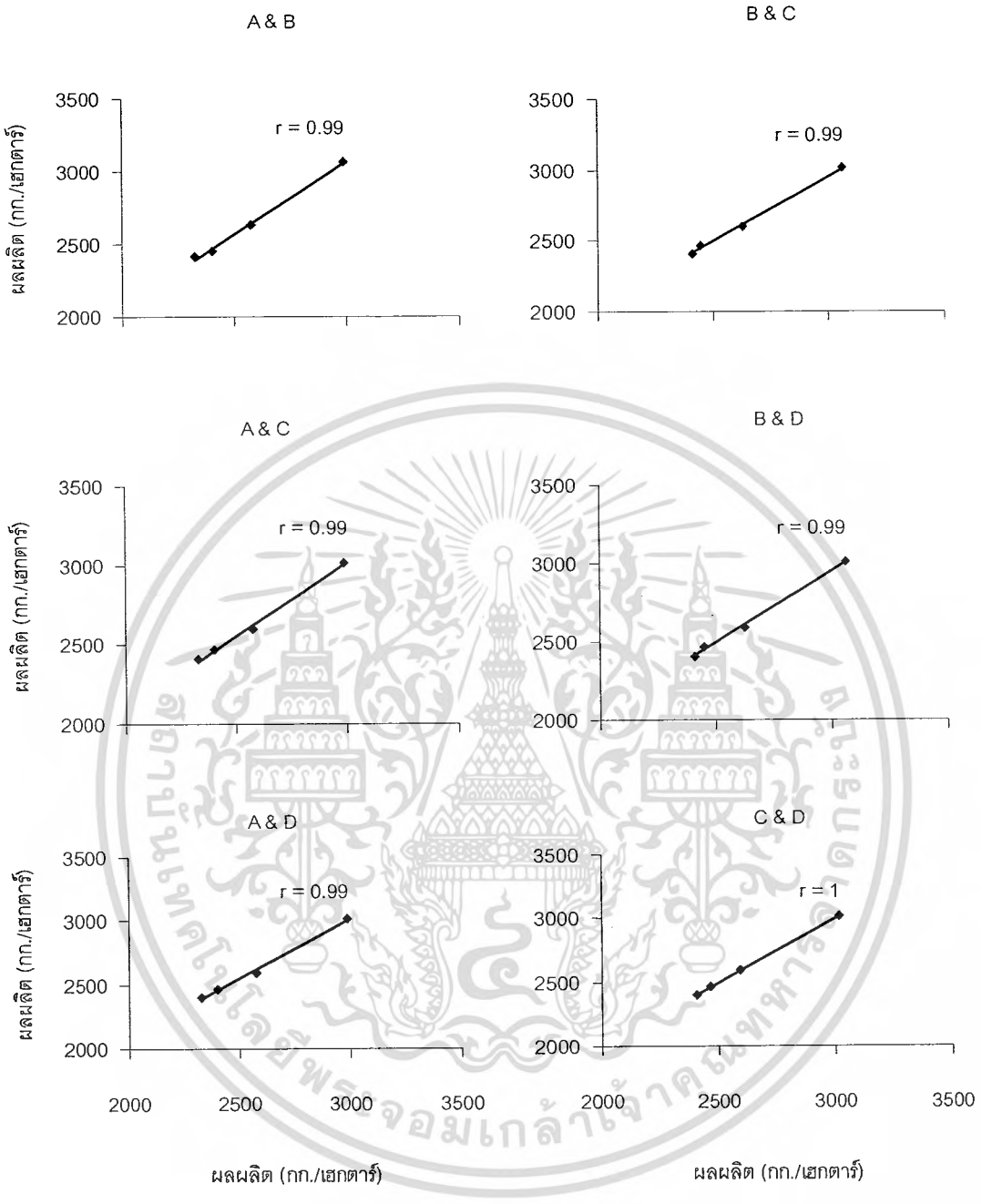
ภาพที่ 2 แสดงค่าสหสัมพันธ์ (r) ของผลผลิตถั่วลิสงที่ประเมินจากชุดข้อมูลแสงที่แตกต่างกัน (A = ข้อมูลแสงจริงจากกรมอุตุนิยมวิทยา, B = ข้อมูลแสงจริงจาก NASA, C = ข้อมูลแสงคำนวณโดยใช้ข้อมูล 1 ปี และ D = ข้อมูลแสงคำนวณโดยใช้ข้อมูลหลายปี) ในจังหวัดเชียงใหม่ ปี 1998

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



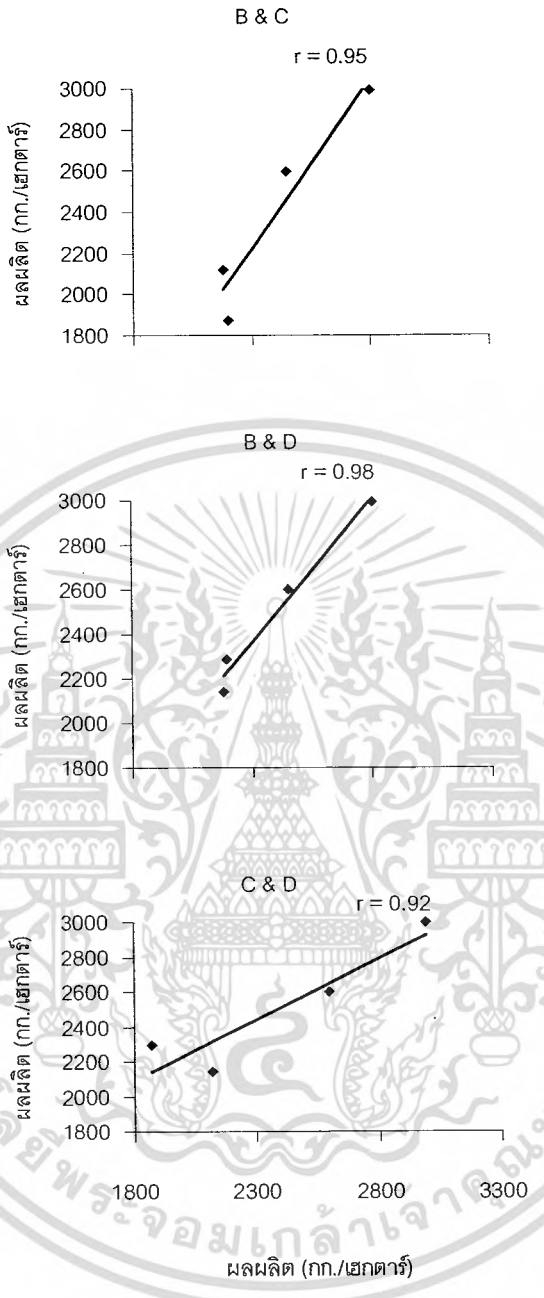
ภาพที่ 3 แสดงค่าสหสัมพันธ์ (r) ของผลผลิตถั่วลิสงที่ประเมินจากชุดข้อมูลแสงที่แตกต่างกัน (A = ข้อมูลแสงจริงจากกรมอุตุนิยมวิทยา, B = ข้อมูลแสงจริงจาก NASA, C = ข้อมูลแสงคำนวณโดยใช้ข้อมูล 1 ปี และ D = ข้อมูลแสงคำนวณโดยใช้ข้อมูลหลายปี) ในจังหวัดขอนแก่น ปี 2002

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



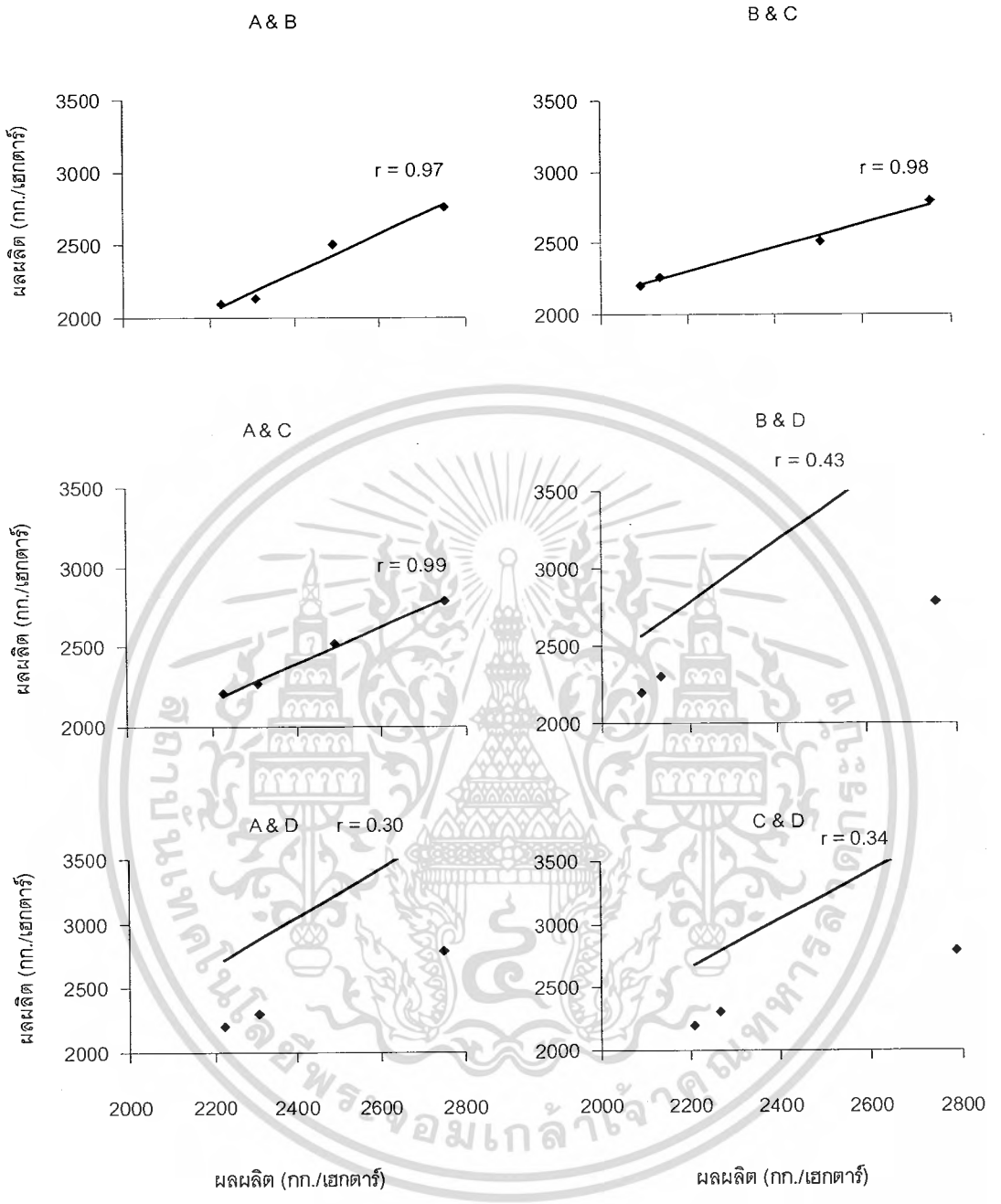
ภาพที่ 4 แสดงค่าสหสัมพันธ์ (r) ของผลผลิตถั่วลิสงที่ประเมินจากชุดข้อมูลแสงที่แตกต่างกัน (A = ข้อมูลแสงจริงจากกรมอุตุนิยมวิทยา, B = ข้อมูลแสงจริงจาก NASA, C = ข้อมูลแสงคำนวณโดยใช้ข้อมูล 1 ปี และ D = ข้อมูลแสงคำนวณโดยใช้ข้อมูลหลายปี) ในจังหวัดขอนแก่น ปี 2003

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 5 แสดงค่าสหสัมพันธ์ (r) ของผลผลิตถั่วลิสงที่ประเมินจากชุดข้อมูลแสงที่แตกต่างกัน (A = ข้อมูลแสงจริงจากกรมอุตุนิยมวิทยา, B = ข้อมูลแสงจริงจาก NASA, C = ข้อมูลแสงคำนวณโดยใช้ข้อมูล 1 ปี และ D = ข้อมูลแสงคำนวณโดยใช้ข้อมูลหลายปี) ในจังหวัดอุบลราชธานี ปี 2002

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 6 แสดงค่าสหสัมพันธ์ (r) ของผลผลิตถั่วลิสงที่ประเมินจากชุดข้อมูลแสงที่แตกต่างกัน (A = ข้อมูลแสงจริงจากกรมอุตุนิยมวิทยา, B = ข้อมูลแสงจริงจาก NASA, C = ข้อมูลแสงคำนวณโดยใช้ข้อมูล 1 ปี และ D = ข้อมูลแสงคำนวณโดยใช้ข้อมูลหลายปี) ในจังหวัดอุบลราชธานี ปี 2003

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิจารณ์

ส่วนที่หนึ่งของการศึกษาครั้งนี้ คือการทดสอบความแม่นยำของค่าสัมประสิทธิ์ที่ใช้ในการแปลงข้อมูลรังสีดวงอาทิตย์ ประกอบด้วย ค่าสัมประสิทธิ์ A = 0.63, B = 1.94 และ C = 1.53 โดยค่าดังกล่าวได้มาจากการคำนวณ จนกว่าจะให้ผลการคำนวณใกล้เคียงกับชุดข้อมูลแสงจริงมากที่สุด โดยใช้ชุดข้อมูลอากาศจาก 3 สถานี ประกอบด้วย สถานีวิจัยเกษตรชลประทานเชียงใหม่, ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น และสถานีอุตุนิยมวิทยาอุบลราชธานี เนื่องจากเป็นสถานีอากาศที่มีการตรวจวัดข้อมูลรังสีดวงอาทิตย์ (เมกาจูน/ตารางเมตร/วัน) จริงภายในสถานี และเป็นข้อมูลที่ค่อนข้างสมบูรณ์ อย่างไรก็ตามพบว่าในขั้นตอนของการประเมินค่าสัมประสิทธิ์ จะต้องอาศัยค่า regression coefficient (R^2) และค่า root mean square error (RMSE) เป็นตัวชี้วัด ซึ่งชุดข้อมูลที่ดีนั้นควรจะมีค่า R^2 สูง และ RMSE ต่ำ แต่ในทางปฏิบัติเป็นไปได้ยากที่จะทำให้ได้ค่า R^2 สูงที่สุด และ RMSE ต่ำที่สุด ในทุกสถานีที่มีการประเมิน ทั้งนี้เนื่องจากมีปัจจัยอื่นที่เกี่ยวข้องในการคำนวณหลายอย่าง ซึ่งแม้ว่าความสอดคล้องของข้อมูลจะอยู่ประมาณ 60-72 % แต่ก็ถือว่าโดยภาพรวมแล้ว ค่าสัมประสิทธิ์ที่นำมาใช้เป็นตัวแทนสามารถให้ผลการแปลงค่าค่อนข้างแม่นยำในระดับหนึ่ง ดังนั้นการพิจารณาจึงควรตัดสินใจว่า R^2 และ RMSE อยู่ในระดับที่สามารถยอมรับได้ก็น่าจะเพียงพอ

ในส่วนของการเปรียบเทียบข้อมูลที่ประเมินได้ระหว่างข้อมูลแสงจริงกับข้อมูลแสงคำนวณ แสดงให้เห็นว่าชุดข้อมูลแสงที่ผ่านการคำนวณโดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์ดังกล่าวทั้งการคำนวณ 1 ปี และหลายปี ปรากฏว่าโดยส่วนใหญ่ข้อมูลผลผลิต ข้อมูลมวลชีวภาพ และดัชนีเก็บเกี่ยว มีความใกล้เคียงกันมาก โดยเฉลี่ยแล้วข้อมูลที่ประเมินได้จากชุดข้อมูลแสงคำนวณมีความใกล้เคียงกับชุดข้อมูลแสงจริงสูง แต่อย่างไรก็ตามผลผลิตที่ประเมินได้จากชุดข้อมูลแสงคำนวณให้ค่าสูงกว่าชุดข้อมูลแสงจริงอยู่ประมาณ 2–13% แต่ในส่วนของมวลชีวภาพกลับพบว่าข้อมูลที่ประเมินได้จากชุดข้อมูลแสงคำนวณมีทั้งค่าสูงกว่าและต่ำกว่าชุดข้อมูลแสงจริง อาทิเช่น มวลชีวภาพประเมินได้จากชุดข้อมูลแสงคำนวณทั้ง 1 ปี และหลายปีในเขตอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ (ปี 1997 และ 1998) และอำเภอเมือง จังหวัดอุบลราชธานี (ปี 2003) ให้ค่าข้อมูลสูงกว่าที่ประเมินได้จากชุดข้อมูลแสงจริงประมาณ 4–8% ในขณะที่ผลการประเมินในจังหวัดขอนแก่นชี้ให้เห็นว่ามวลชีวภาพที่ประเมินได้จากชุดข้อมูลแสงคำนวณให้ค่าต่ำกว่าชุดข้อมูลแสงจริงประมาณ 4% ในปี 2003 แต่สำหรับปี 2002 นั้นมีความใกล้เคียงกันมาก

เมื่อพิจารณาค่าสหสัมพันธ์ (r) สำหรับข้อมูลทุกชุดในทุกสถานี ชี้ให้เห็นว่าผลผลิตที่ประเมินได้จากชุดข้อมูลแสงคำนวณทั้ง 1 ปีและหลายปี มีความสัมพันธ์กับข้อมูลแสงจริงสูงมาก โดยเฉลี่ย $r > 0.90$ ยกเว้นเพียงข้อมูลของจังหวัดอุบลราชธานี ปี 2003 ที่พบว่าชุดข้อมูลแสง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนวณหลายปีพร้อมกัน มีความสัมพันธ์กับชุดข้อมูลแสงจริงค่อนข้างต่ำ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะในบางปีสภาพอากาศอาจมีความแปรปรวนสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุป

การทดสอบความแม่นยำของค่าสัมประสิทธิ์ตามสมการของ Bristow และ Campbell ที่ประเมินได้มีค่าดังนี้ A = 0.63, B = 1.94 และ C = 1.53 เมื่อนำไปใช้ในการแปลงค่าข้อมูลรังสีดวงอาทิตย์ สำหรับตัวแทนสถานีอากาศจังหวัดเชียงใหม่, ขอนแก่น และอุบลราชธานี ผลปรากฏว่าภายหลังจากการแปลงค่าข้อมูลค่ารังสีดวงอาทิตย์จากอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุด มีความใกล้เคียงกับค่าข้อมูลแสงจริงประมาณ 60-72% สำหรับทุกชุดข้อมูล และมีความคลาดเคลื่อนของข้อมูลค่อนข้างน้อย คืออยู่ระหว่าง 2.60-4.00 เท่านั้น จึงชี้ให้เห็นว่าค่าสัมประสิทธิ์ A, B และ C ชุดนี้สามารถใช้เป็นตัวแทนสำหรับการแปลงค่าข้อมูลรังสีดวงอาทิตย์สำหรับทุกสถานีอากาศในประเทศไทยได้ค่อนข้างแม่นยำ ในส่วนของการเปรียบเทียบการประเมินผลผลิตของถั่วลิสง โดยใช้ข้อมูลแสงจริงกับข้อมูลแสงที่ได้จากการคำนวณ ปรากฏว่าข้อมูลมีความสอดคล้องกันสูงในเกือบทุกชุดข้อมูล โดยเฉลี่ยแล้วให้ค่าสหสัมพันธ์สูงกว่า 0.90 ยกเว้นข้อมูลปี 2003 ของจังหวัดอุบลราชธานี ที่แสดงให้เห็นว่าข้อมูลผลผลิตของถั่วลิสง จากชุดข้อมูลแสงคำนวณมีความสัมพันธ์กับข้อมูลแสงจริงค่อนข้างต่ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2551ก. ถั่วลิสง. [http://www.doae.go.th/plant/peanut.htm]. 17 พฤศจิกายน พ.ศ.2551.

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2551ข. การปลูกถั่วลิสง. [http://www.roiet.doae.go.th/pathumrat/v1.doc]. 17 พฤศจิกายน พ.ศ.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.

Banterng, P., A Patanothai, K. Pannangpetch, S. Jogloy, and G. Hoogenboom. 2003. Applicability of the CROPGRO-Peanut model in assisting multi-location evaluation of peanut breeding lines. Thai J. Agric. Sci. 37(7): 407-418.

Boote, K.J., J.W. Jones, and G. Hoogenboom. 1998. Simulation of crop growth: CROPGRO Model. pp. 651-692 in: Peart, R.M. and R.B. Curry (Eds.). Agricultural Systems Modeling and Simulation. Marcel Dekker, Inc., New York.

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.

Forsythe, W. C., E. J. Rykiel, JR., R. S. Stahl, H. WU, and R. M. Schoolfield. 1995. A model comparison for daylength as a function of latitude and day of year. Ecological Modeling 80: 87-95.

Goodin, D. G., J. M. S. Hutchinson, R. L. Vanderlip, and M. C. Knapp. 1999. Estimating Solar Irradiance for Crop Modeling Using Daily Air Temperature Data. Agroclimatology 91: 845-851.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Hoogenboom, G., J.W. Jones, and K.J. Boote. 1992. Modeling growth, development, and yield of grain legumes using SOYGGRO, PNUTGRO and BEANGRO: a review. Transaction of the ASAE 35: 2043-2056.

Hoogenboom, G., J.W. Wilkens, and G.Y. Tsji (Eds.). 1999. DSSAT Version 3, Volume 4. University of Hawaii, Honolulu, Hawaii.

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.

Hussain, M., L. Rahman, and M. M. Rahman. 1999. Technical note; Techniques to obtain improved predictions of global radiation from sunshine duration. Renewable Energy 18: 263-275.

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.

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

Singh, P., K.J. Boote, A.Y. Rao, M.R. Iruthayaraj, A.M. Sheikh, S.S. Handal, R.S. Narang, and P. Singh. 1994a. Evaluation of the groundnut model PNUTGRO for crop response to water availability, sowing dates, and seasons. Field Crop Res. 39: 147-162.

Singh, P., K.J. Boote, and S.M. Virmani. 1994b. Evaluation of the groundnut model PNUTGRO for crop response to the plant population and row spacing. Field Crop Res. 39: 163-170.

Singh, O. P., S. K. Srivastava, and A. Gaur. 1996. Empirical relationship to estimate global radiation from hours of sunshine. Energy Conversion and Management 37: 501-504.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Tadros, M. T. Y. 2000. Uses of sunshine duration to estimate the global solar radiation over eight meteorological stations in Egypt. Renewable Energy 21: 231-246.

Thornton, P.E. and S. W. Running. 1999. An improved algorithm for estimating incident daily solar radiation from measurements of temperature, humidity, and precipitation. Agricultural and Forest Meteorology 93: 211-228.

Tsuji, G. Y., G. Uehara, and S. Balas (Eds). 1994. DSSAT Version 3, Volumes 1, 2 and 3. University of Hawaii, Honolulu, Hawaii.

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 อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 1 ตัวอย่างไฟล์ข้อมูลสัมประสิทธิ์ทางพันธุกรรมของถั่วลิสง

@ VAR# VRNAME.....ECO# CSDL PPSEN EM-FL FL-SH FL-SD SD-PM FL-LF LFMAX SLAVR SIZLF XFRT WTPSD SFDUR SDPDV PODUR

KK0001 L1 PN0007 11.84 0.00 20.0 7.5 19.0 48.50 70.00 1.40 264. 38.0 0.78 0.580 28.0 1.82 19.0

KK0002 L2 PN0007 11.84 0.00 21.6 7.9 17.5 50.16 75.00 1.28 270. 39.0 0.89 0.680 29.0 1.83 21.0

KK0013 L13 PN0004 11.84 0.00 21.5 7.1 18.5 61.70 75.00 1.42 270. 27.0 0.91 0.770 34.0 1.80 24.0

KK0016 L16 PN0004 11.84 0.00 21.8 7.0 17.5 62.00 80.00 1.43 260. 25.0 0.94 0.820 37.0 1.75 30.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 2 ตัวอย่างไฟล์ข้อมูลดินชุดหางดง

*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 Ap0.276 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 อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 3 ตัวอย่างไฟล์ข้อมูลอากาศชุดข้อมูลแสงจริงจากกรมอุตุนิยมวิทยา

WEATHER: CMU MCC Farm-real CMU

@ INSI LAT LONG ELEV TAV AMP REFHT WNDHT

CMMC 18.750 98.920 330 25.0 3.0 2.0 2.0

@ DATE SRAD TMAX TMIN RAIN

97001 13.9 28.7 12.4 0.0

97002 15.2 29.4 12.2 0.0

97003 14.8 29.2 13.1 0.0

97004 15.5 29.5 12.5 0.0

97005 13.1 29.1 13.1 0.0

97006 12.9 29.4 13.4 0.0

↓ ↓ ↓ ↓ ↓

97365 16.1 31.6 15.4 0.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 4 ตัวอย่างไฟล์ข้อมูลอากาศชุดข้อมูลแสงจริงจาก NASA

WEATHER: CMU MCC Farm-real NASA

@ INSI LAT LONG ELEV TAV AMP REFHT WNDHT

CMMC 18.750 98.920 330 25.0 3.0 2.0 2.0

@ DATE SRAD TMAX TMIN RAIN

97001 16.6 28.7 12.4 0.0

97002 15.5 29.4 12.2 0.0

97003 16.3 29.2 13.1 0.0

97004 17.1 29.5 12.5 0.0

97005 16.7 29.1 13.1 0.0

97006 14.9 29.4 13.4 0.0

↓ ↓ ↓ ↓ ↓

97365 18 31.6 15.4 0.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 5 ตัวอย่างไฟล์ข้อมูลอากาศชุดข้อมูลแสงคำนวณ 1 ปี

*WEATHER: CMU MCC Farm-by temp (single year)

@ INSI LAT LONG ELEV TAV AMP REFHT WNDHT

CMMC 18.750 98.920 330 25.0 3.0 2.0 2.0

@ DATE SRAD TMAX TMIN RAIN

97001 16.7 28.7 12.4 0.0

97002 16.7 29.4 12.2 0.0

97003 16.7 29.2 13.1 0.0

97004 16.7 29.5 12.5 0.0

97005 16.8 29.1 13.1 0.0

97006 16.8 29.4 13.4 0.0

↓ ↓ ↓ ↓ ↓

97365 16.6 31.6 15.4 0.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 6 ตัวอย่างไฟล์ข้อมูลอากาศชุดข้อมูลแสงคำนวณ หลายปี

*WEATHER: CMU MCC Farm-by temp (combined)

@ INSI LAT LONG ELEV TAV AMP REFHT WNDHT

CMMC 18.750 98.920 330 25.0 3.0 2.0 2.0

@ DATE SRAD TMAX TMIN RAIN

97001 16.7 28.7 12.4 0.0

97002 16.7 29.4 12.2 0.0

97003 16.7 29.2 13.1 0.0

97004 16.7 29.5 12.5 0.0

97005 16.8 29.1 13.1 0.0

97006 16.8 29.4 13.4 0.0

↓ ↓ ↓ ↓ ↓

97365 16.6 31.6 15.4 0.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล : นายอานนท์ ศรีไชย

วันเดือนปีเกิด : วันอาทิตย์ ที่ 5 ตุลาคม พ.ศ.2529

ที่อยู่ตามทะเบียนบ้าน : บ้านเลขที่ 28 หมู่ 7 ต.เกาะสะบ้า อ.เทพา จ.สงขลา 90150

โทรศัพท์ : 074-374293

ที่อยู่ปัจจุบัน : หมู่บ้านมณสิณี บ้านเลขที่ 179/129 หมู่ 3 ถ.อ่อนนุช-ลาดกระบัง เขตลาดกระบัง แขวงลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520

โทรศัพท์ : 085-6849904

การศึกษา : พ.ศ.2536-2541 ระดับประถมศึกษาชั้นปีที่ 6 โรงเรียนวัดนิคมประสาทมิตรภาพที่ 149 ต.เกาะสะบ้า อ.เทพา จ.สงขลา 90150

พ.ศ.2542-2544 ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนวัดนิคมประสาทมิตรภาพที่ 149 ต.เกาะสะบ้า อ.เทพา จ.สงขลา 90150

พ.ศ.2545-2547 ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีสงขลา ต.ท่าชะมวง อ.รัตภูมิ จ.สงขลา 90180

พ.ศ.2548-2549 ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีมหาสารคาม ต.เขวา อ.เมือง จ.มหาสารคาม 44000

พ.ศ.2550-2551 ระดับปริญญาตรี วิทยาศาสตรบัณฑิต (เทคโนโลยีการผลิตพืช) คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เขตลาดกระบัง แขวงลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อ-นามสกุล : นายวิโรจน์ วงศ์กาฬสินธุ์

วันเดือนปีเกิด : วันพุธ ที่ 7 พฤศจิกายน พ.ศ.2527

ที่อยู่ตามทะเบียนบ้าน : บ้านเลขที่ 78 หมู่ 1 ต.ค้อเขียว อ.วาริชภูมิ จ.สกลนคร 47150

โทรศัพท์ : 042-705467

ที่อยู่ปัจจุบัน : ชุมนุมเทคโนโลยีการเกษตรประยุกต์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ถ.ฉลองกรุง เขตลาดกระบัง แขวงลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520

โทรศัพท์ : 089-4176057

การศึกษา : พ.ศ.2535-2540 ระดับประถมศึกษาชั้นปีที่ 6 โรงเรียนบ้านค้อเขียวพิทยาภูมิ ต.ค้อเขียว อ.วาริชภูมิ จ.สกลนคร 47150

พ.ศ.2541-2543 ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนบ้านค้อเขียวพิทยาภูมิ ต.ค้อเขียว อ.วาริชภูมิ จ.สกลนคร 47150

พ.ศ.2545-2547 ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีนครพนม ต.ขามเฒ่า อ.เมือง จ.นครพนม 48000

พ.ศ.2548-2549 ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีมหาสารคาม ต.เขวา อ.เมือง จ.มหาสารคาม 44000

พ.ศ.2550-2551 ระดับปริญญาตรี วิทยาศาสตรบัณฑิต (เทคโนโลยีการผลิตพืช) คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เขตลาดกระบัง แขวงลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้