



## รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

การวิเคราะห์ช่องว่างของผลผลิตของข้าว  
โดยใช้แบบจำลองการเจริญเติบโตของข้าว: กรณีศึกษาภาคกลาง  
Yield Gap Analysis of Rice Using the CERES-Rice Model:  
A Case Study on Central Plain

นางสาวนิตยา ผกามาศ

ได้รับทุนสนับสนุนจากเงินงบประมาณแผ่นดิน ประจำปีงบประมาณ 2553

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



## รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

การวิเคราะห์ช่องว่างของผลผลิตของข้าว

โดยใช้แบบจำลองการเจริญเติบโตของข้าว: กรณีศึกษาภาคกลาง

Yield Gap Analysis of Rice Using the CERES-Rice Model:

A Case Study on Central Plain

นางสาวนิตยา ผกามาศ

ได้รับทุนสนับสนุนจากเงินงบประมาณแผ่นดิน ประจำปีงบประมาณ 2553

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

12๗4864X

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงการ การวิเคราะห์ช่องว่างของผลผลิตของข้าวโดยใช้แบบจำลองการเจริญเติบโตของข้าว:  
กรณีศึกษาภาคกลาง

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจาก เงินงบประมาณแผ่นดิน  
ประจำปีงบประมาณ 2553 จำนวนเงิน 283,980 บาท  
ระยะเวลาทำการวิจัย 1 ปี ตั้งแต่ 1 ตุลาคม 2552 ถึง 30 กันยายน 2553  
หน่วยงานและผู้ดำเนินการวิจัยพร้อมหน่วยงานที่สังกัดและเลขหมายโทรศัพท์  
หน่วยงานที่ทำวิจัย สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช  
คณะเทคโนโลยีการเกษตร  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ผู้ดำเนินการวิจัย

- นางสาวนิตยา ผกามาศ  
สังกัดสาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช  
คณะเทคโนโลยีการเกษตร  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
โทรศัพท์ 02-329-8512 โทรสาร 02-329-8512

#### บทคัดย่อ

การวิเคราะห์ช่องว่างของผลผลิตพืชในอดีตยังมีข้อจำกัด เนื่องจากผู้วิจัยมีการนำเอาข้อมูลผลผลิตที่ผลิตได้ในสถานีทดลองมาเป็นข้อมูลผลผลิตสูงสุดตามศักยภาพของพืช (potential yield) และใช้ข้อมูลผลผลิตที่ได้จากรายงานสถิติ หรือที่ได้จากการสัมภาษณ์เกษตรกร มาเป็นข้อมูลผลผลิตที่ได้รับจริงของเกษตรกร (actual yield) จึงทำให้ผลการศึกษามักมีความคลาดเคลื่อนสูงและขาดความน่าเชื่อถือ ดังนั้นการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้จึงออกแบบงานทดลองเพื่อแก้ไขข้อบกพร่องดังกล่าว โดยการสุ่มเก็บตัวอย่างผลผลิตข้าวจริงในแปลงเกษตรกร วัตถุประสงค์ของการศึกษานี้ คือ เพื่อทดสอบวิธีการประมาณค่าช่องว่างของผลผลิตข้าว และเพื่อวิเคราะห์สาเหตุของการเกิดช่องว่างผลผลิตของข้าวโดยใช้แบบจำลองการเจริญเติบโตของข้าว (CERES-Rice) โดยวิธีการศึกษาแบ่งเป็น 3 ขั้นตอน คือ 1)สำรวจพื้นที่ในการศึกษา 2) วิเคราะห์ช่องว่างผลผลิต และ 3) วิเคราะห์สาเหตุของการเกิดช่องว่างผลผลิต ผลการศึกษา พบว่าในฤดูนาปี 2552 เกษตรกรในเขตพื้นที่ภาคกลาง เช่น ชัยนาท อุทัยธานี นครสวรรค์ และนครนายก ส่วนใหญ่นิยมปลูกข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 เริ่มปลูกตั้งแต่วันที่ 21 พฤศจิกายน ถึงวันที่ 18 ธันวาคม 2552 โดยวิธีการหว่านนาตามด้วยอัตราประชากรตั้งแต่ 16-45 กอ/ตร.ม. ผลการวิเคราะห์ดินพบว่า มีลักษณะเนื้อดินหลายแบบตั้งแต่ดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทรายถึงดินเหนียว ดินส่วนใหญ่ค่อนข้างเป็นกรด มีความอุดมสมบูรณ์ปานกลางถึงค่อนข้างสูง ข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 มีอายุวันออกดอกและอายุวันเก็บเกี่ยวเฉลี่ยเท่ากับ 66 และ 98 วันหลังปลูก ตามลำดับ ผลการวิเคราะห์ช่องว่างผลผลิตข้าวเปรียบเทียบระหว่างผลผลิตจริงที่สังเกตในแปลงเกษตรกร (actual yield) กับผลผลิตสูงสุดที่ควรจะเป็นไปได้ (attainable yield) ที่ประเมินได้จากแบบจำลองโดยใช้วันปลูกและความหนาแน่นประชากรที่เหมาะสม (Gap Ia) มีค่าช่องว่างผลผลิตตั้งแต่ 0.47-3.03 ตัน/เฮกตาร์ (13.5-80.6 %) ส่วนผลผลิตจริงที่ประเมินได้จากแบบจำลอง CERES-Rice (actual yield) กับผลผลิตสูงสุดที่ควรจะเป็นไปได้ (attainable yield) ที่ประเมินได้จากแบบจำลองโดยใช้วันปลูกและความหนาแน่นประชากรที่เหมาะสม (Gap Ib) มีค่าช่องว่างผลผลิตตั้งแต่ 0.04-1.86 ตัน/เฮกตาร์ (1.1-49.5 %) และผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของผลผลิตจริงระหว่างแปลงเกษตรกร (Gap II) พบว่ามีช่องว่างผลผลิตเกิดขึ้นตั้งแต่ 0.43-1.17 ตัน/เฮกตาร์ (12.5-61.6 %) จากผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่าแบบจำลองสามารถนำมาใช้ในการประเมินช่องว่างผลผลิตข้าวได้ โดยพบว่าผลผลิตที่ประเมินได้มีค่าสูงกว่าผลผลิตจริงในแปลงเกษตรกร ทั้งนี้อาจเป็นเพราะแบบจำลองยังไม่สามารถประเมินสภาวะการเกิดโรคและแมลงระบาด หรือความเสียหายจากวัชพืชได้ ดังนั้นผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่า หากเกษตรกรมีความสามารถในการป้องกันกำจัดโรคเกิดโรคและแมลง หรือมีการเตรียมดินและการจัดการแปลงอื่น ๆ ใช้วันปลูกและความหนาแน่นประชากรที่เหมาะสม ก็จะเป็นแนวทางปฏิบัติที่จะสามารถช่วยยกระดับผลผลิตของข้าวให้สูงขึ้นและช่วยลดช่องว่างผลผลิตได้

คำสำคัญ : ข้าว, ช่องว่างของผลผลิต, แบบจำลองการเจริญเติบโตของพืช

**Research Title:** Yield Gap Analysis of Rice Using the CERES-Rice Model: A Case Study on Central Plain

**Researcher:** Miss Nittaya Phakamas

**Faculty:** Agricultural Technology

**Department:** Plant Production Technology

### ABSTRACT

Analysis of yield gaps has been limited because crop yields at a research station have been used as potential yields and the recorded data or survey data from farmer's fields have been used as actual yields. Yield gaps estimated from this method are often inaccurate and unreliable. This study designed the experiment to correct such deficiencies by sampling rice yield in the farmer's fields. The objectives of this study were to test a method for estimating the yield gap of rice and to analyze the factors affecting yield gaps using the CERES-Rice model. The study was divided into three phases: 1) to explore the area of study, 2) to analyze yield gaps, and 3) to analyze the causes of yield gaps. In the dry season 2009, most farmers in Chai Nat, Uthai Thani, Nakhon Sawan and Nakhon Nayok provinces planted rice variety Chai Nat 1 from 21 November 2009 to 18 December 2009 using pre-germinated seed method with plant densities varied from 16 and 45 plants/m<sup>2</sup>. Soil textures varied from sand to clay. Most soils were acidic and soil fertilities were moderate to high. Days to flowering and days to harvest were 66 and 98 days after planting, respectively. The differences between the actual yields that obtained from the farmer's fields and attainable yields that simulated by the model using the optimal planting date and plant density (Gap Ia) varied from 0.47 to 3.03 t/ha (13.5-80.6 %), and the differences between the actual yields that were estimated by the CERES-Rice model and attainable yields (Gap Ib) varied from 0.04 to 1.86 t/ha (1.1-49.5 %). The differences of yields among the farmer's fields (Gap II) varied from 0.43-1.17 t/ha (12.5-61.6 %). These results indicated that the model can be used to evaluate rice yield gaps, and the simulated yields were higher than the actual yields obtained from the farmer's fields. The differences between simulated yields and actual yields would be due to the inability of the model to predict yield losses from diseases, insects and weeds. The results indicated that disease, insect pest, tillage practice, planting date and plant density are factors limiting rice productivity in farmer's fields and causing large yield gaps.

**Key words :** *Oryza sativa* L., Yield gap, Crop simulation model

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้ประสบความสำเร็จได้ โดยได้รับทุนอุดหนุนวิจัยจากเงินงบประมาณแผ่นดินปี 2553 ของคณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ผู้ทำการวิจัยจึงใคร่ขอขอบคุณมา ณ ที่นี้ ขอขอบคุณเกษตรกรผู้ปลูกข้าวทุกคน ในเขตพื้นที่จังหวัดชัยนาท นครสวรรค์ อุทัยธานี และนครนายก ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการเก็บตัวอย่างข้าวในแปลงนา ขอขอบคุณกรมอุตุนิยมวิทยาที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลอากาศของสถานอากาศที่อยู่ใกล้เคียงแปลงปลูกข้าว และสุดท้ายนี้ขอขอบคุณคณบดีนักศึกษาทั้งระดับปริญญาโทและระดับปริญญาตรีทุกคน ที่ได้มีส่วนช่วยเหลือในการเก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลต่างๆ จนทำให้งานวิจัยนี้ประสบความสำเร็จลงไปด้วยดี



นิตยา ผกามาศ  
ผู้ดำเนินงานวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	III
กิตติกรรมประกาศ.....	IV
สารบัญ.....	V
สารบัญตาราง.....	VI
สารบัญภาพ.....	VII
สารบัญตารางผนวก.....	VIII
สารบัญภาพผนวก.....	IX
<b>บทที่ 1 บทนำ.....</b>	<b>1</b>
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	3
1.3 ขอบเขตของการวิจัย.....	3
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	3
<b>บทที่ 2 การตรวจเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....</b>	<b>4</b>
2.1 ช่องว่างผลผลิตของข้าว.....	4
2.2 แบบจำลองการเจริญเติบโตของพืช.....	5
2.3 การประยุกต์ใช้แบบจำลองวิเคราะห์ช่องว่างผลผลิตของข้าว.....	6
<b>บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....</b>	<b>8</b>
3.1 การสำรวจพื้นที่ปลูกข้าวและสภาพการผลิตข้าวในเขตพื้นที่ภาคกลาง.....	8
3.2 การวิเคราะห์ช่องว่างของผลผลิตข้าว.....	9
3.3 การวิเคราะห์สาเหตุของการเกิดช่องว่างของผลผลิต.....	10
<b>บทที่ 4 ผลการวิจัย.....</b>	<b>12</b>
4.1 การสำรวจพื้นที่ปลูกข้าวและสภาพการผลิตข้าวในเขตพื้นที่ภาคกลาง.....	12
4.2 การวิเคราะห์ช่องว่างของผลผลิตข้าว.....	20
4.3 การวิเคราะห์สาเหตุของการเกิดช่องว่างของผลผลิต.....	27
<b>บทที่ 5 วิจัยและสรุปผลการทดลอง.....</b>	<b>30</b>
5.1 วิจัยผลการทดลอง.....	30
5.2 สรุปผลการทดลอง.....	34
<b>เอกสารอ้างอิง.....</b>	<b>35</b>
<b>ภาคผนวก .....</b>	<b>39</b>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
4.1 รายชื่อเกษตรกรที่ให้ความร่วมมือและอนุเคราะห์ให้เก็บบันทึกข้อมูลในแปลงปลูกข้าว.....	13
4.2 ข้อมูลพื้นที่ที่ใช้วิธีการปลูก และขนาดพื้นที่เพาะปลูกของเกษตรกรแต่ละราย.....	14
4.3 ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพของดินที่ระดับ 0-30 cm ในแต่ละแปลงปลูก.....	15
4.4 ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของดินที่ระดับ 0-30 cm ในแต่ละแปลงปลูก.....	17
4.5 ข้อมูลระยะพัฒนาการของข้าวในแต่ละแปลงเกษตรกรและอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุด (o C)..	18
4.6 ข้อมูลผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของข้าวในแต่ละแปลงเกษตรกร.....	19
4.7 เปรียบเทียบอายุวันออกดอกและอายุวันสุกแก่ทางสรีรวิทยาระหว่างค่าสังเกตและค่าจำลอง ในแต่ละแปลงเกษตรกร.....	21
4.8 เปรียบเทียบน้ำหนักแห้ง ผลผลิต และดัชนีเก็บเกี่ยว (HI) ระหว่างค่าสังเกตและค่าจำลองใน แต่ละแปลงเกษตรกร.....	22
4.9 ความแตกต่างระหว่างผลผลิตสูงสุดที่ควรจะเป็นไปได้ในแปลงเกษตรกร (attainable yield) กับผลผลิตจริงของเกษตรกร (actual yield) ที่ได้จากการสังเกตในแปลงเกษตรกร.....	24
4.10 ความแตกต่างระหว่างผลผลิตสูงสุดที่ควรจะเป็นไปได้ในแปลงเกษตรกร (attainable yield) กับผลผลิตจริงของเกษตรกร (actual yield) ที่ได้ประเมินได้จากแบบจำลอง.....	25
4.11 เปรียบเทียบระหว่างผลผลิตจริงของเกษตรกร (actual yield) ที่ได้จากการสังเกตจริงใน แปลงเกษตรกรและที่ประเมินได้จากแบบจำลอง.....	26
4.12 วันปลูก อัตราประชากร ผลผลิตจริง และผลผลิตที่ควรจะได้ในแต่ละแปลงเกษตรกร.....	27
4.13 ข้อมูลการดูแลปฏิบัติแปลงของเกษตรกรแต่ละราย.....	28

## สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
4.1 แสดงขอบเขตจังหวัดซึ่งเป็นที่ตั้งของแปลงปลูกข้าวจำนวน 16 แปลง.....	12
4.2 ผลผลิตของข้าวในแต่ละแปลงปลูกเมื่อเปลี่ยนไปใช้วันปลูกของแปลงอื่น ๆ.....	22
4.3 ผลผลิตของข้าวในแต่ละแปลงปลูกเมื่อเปลี่ยนไปใช้อัตราประชากรของแปลงอื่น ๆ.....	22



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญตารางผนวก

ตารางผนวกที่	หน้า
1 ตัวอย่างไฟล์ข้อมูลดิน.....	40
2 ตัวอย่างไฟล์ข้อมูลสภาพอากาศ.....	41
3 ตัวอย่างไฟล์ข้อมูลค่าสัมประสิทธิ์ทางพันธุกรรมของข้าว.....	42
4 ไฟล์ข้อมูลการจัดการ (File X).....	43
5 ไฟล์ข้อมูลงานทดลอง (File T).....	44
6 ไฟล์ข้อมูลงานทดลอง (File A).....	45



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญภาพผนวก

ภาพผนวกที่	หน้า
1 การสำรวจพื้นที่และการสัมภาษณ์เกษตรกร.....	46
2 การเก็บตัวอย่างดินจากแปลงเกษตรกร.....	47
3 วิธีการสุ่มตัวอย่างผลผลิตข้าวในแปลงเกษตรกร.....	48
4 การประเมินการเจริญเติบโตและผลผลิตข้าวโดยใช้แบบจำลอง.....	49



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ข้าวเป็นอาหารหลักประจำชาติ และเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญยิ่งของประเทศไทย โดยประเทศไทยมีพื้นที่ในการผลิตข้าวปีละประมาณ 56-58 ล้านไร่ ผลผลิตรวมทั้งประเทศประมาณ 28-30 ล้านตันข้าวเปลือกต่อปี ซึ่งไทยเป็นผู้ส่งออกข้าวรายใหญ่ของโลก จากสถิติการส่งออกปี พ.ศ. 2550 พบว่าไทยสามารถส่งข้าวไปหล่อเลี้ยงประชากรโลกได้มากถึง 9.2 ล้านตัน คิดเป็นมูลค่า 119.3 ล้านบาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2551) ซึ่งเพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2549 ถึง 1.7 ล้านตัน หรือคิดเป็นมูลค่าที่เพิ่มขึ้นถึง 21.2 ล้านบาท จากปริมาณการส่งออกที่เพิ่มขึ้นชี้ให้เห็นถึงความต้องการข้าวของไทยในตลาดโลกว่ามีแนวโน้มสูงขึ้น อีกทั้งราคาข้าวที่เพิ่มทะยานสูงขึ้นเป็นประวัติการณ์ในช่วงรอบปีที่ผ่านมา เป็นผลให้เกษตรกรเกิดแรงจูงใจในการที่จะขยายพื้นที่เพาะปลูกข้าวให้มากขึ้น แต่อย่างไรก็ตาม การขยายพื้นที่ในการผลิตข้าว ถือเป็นแนวทางการเพิ่มผลผลิตข้าวในแนวราบ ซึ่งหมายความว่า หากมีพื้นที่ในการผลิตมากขึ้นก็อาจจะทำให้ได้ผลผลิตเพิ่มมากขึ้นตามสัดส่วนของพื้นที่ แต่ต้องไม่ลืมว่า หากพื้นที่ในการผลิตมากขึ้นก็จะทำให้ต้นทุนในการผลิตเพิ่มขึ้นด้วยเช่นกัน ดังนั้นการหาแนวทางในการเพิ่มผลผลิตของข้าวต่อหน่วยพื้นที่เพาะปลูก หรือที่เรียกว่าแนวทางการเพิ่มผลผลิตข้าวในแนวตั้ง กล่าวคือทำอย่างไรจะสามารถเพิ่มผลผลิตข้าวให้สูงขึ้นได้ในพื้นที่เพาะปลูกเท่าเดิม จึงน่าจะเป็นวิธีการที่เหมาะสม โดยเฉพาะเกษตรกรส่วนใหญ่ที่มีพื้นที่ทำการเกษตรเป็นของตัวเอง ก็ไม่จำเป็นต้องเช่าพื้นที่เพื่อการเพาะปลูกเพิ่มเติม ทำให้สามารถช่วยลดต้นทุนการผลิตลงได้ทางหนึ่ง อีกทั้งยังช่วงสร้างความมั่นคงทางด้านอาหาร

โดยทั่วไปการเพาะปลูกข้าวของเกษตรกรที่ถือปฏิบัติกันมา ผลผลิตที่เกษตรกรได้รับจริง (actual yield) จากแปลงเพาะปลูก จะต่ำกว่าผลผลิตสูงสุดตามศักยภาพของพันธุ์พืชที่ใช้ (potential yield) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากสาเหตุหลายประการ และแตกต่างกันไปในแต่ละพื้นที่ ความแตกต่างของผลผลิตที่เกิดขึ้น เรียกว่า ช่องว่างของผลผลิต (yield gap) ซึ่งหมายถึงช่องว่างหรือความแตกต่างระหว่างผลผลิตสูงสุดตามศักยภาพ (potential yield) กับผลผลิตที่ได้จริงจากแปลงของเกษตรกร (actual yield) โดยผลผลิตสูงสุดตามศักยภาพ เป็นผลผลิตสูงสุดของพืชนั้นๆ ในสภาพแวดล้อมและเทคโนโลยีการผลิตที่เหมาะสม และไม่มีปัจจัยที่เป็นตัวจำกัดการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของพืช ส่วนผลผลิตที่ได้จริงจากแปลงของเกษตรกร เป็นผลผลิตของพืชที่ได้จากการปลูกพืชในสภาพแวดล้อม และการปฏิบัติดูแลรักษาของเกษตรกรเอง โดยวิธีที่เกษตรกรใช้อยู่ตามปกติ (สถาบันวิจัยพืชไร่, 2545) ดังนั้นหากสามารถวิเคราะห์ช่องว่างของผลผลิต (yield gap analysis) ได้ จะช่วยบ่งชี้ถึงโอกาสในการปรับปรุงเพื่อเพิ่มผลผลิตของข้าวในแต่ละพื้นที่ กล่าวคือ หากพื้นที่ใดมีช่องว่างของผลผลิตมีค่ามาก การยกระดับผลผลิตของเกษตรกรน่าจะมีโอกาสทำได้สูง แต่ถ้า

ช่องว่างของผลผลิตมีค่าน้อย แสดงว่าพื้นที่นั้นมีปัญหาน้อย หรือเกษตรกรทำดีอยู่แล้ว โอกาสในการยกระดับผลผลิตของเกษตรกรให้สูงขึ้นอีกก็น่าจะมีน้อย (อาร์นัต, 2535) นอกจากนี้ การวิเคราะห์ช่องว่างของผลผลิตจะทำให้ทราบถึงปัจจัยต่าง ๆ ที่เป็นข้อจำกัดของการให้ผลผลิตข้าว ซึ่งก็จะทำให้สามารถกำหนดแนวทางในการยกระดับผลผลิตของเกษตรกรในพื้นที่นั้นๆ ได้ด้วย ดังนั้นการวิเคราะห์ช่องว่างของผลผลิต (yield gap analysis) จึงเป็นสิ่งที่เป็ประโยชน์ ที่ควรจะมีการศึกษา

สำหรับการวิเคราะห์ช่องว่างของผลผลิตในอดีตที่ผ่านมา วิธีการที่ใช้ยังมีจุดอ่อนอยู่ เนื่องจาก มีการนำข้อมูลผลผลิตที่ผลิตได้ในสถานีทดลองมาเป็นข้อมูลผลผลิตที่ได้ตามศักยภาพ (potential yield) และใช้ข้อมูลผลผลิตที่ได้จากรายงานสถิติ หรือที่ได้จากการสัมภาษณ์เกษตรกร มาเป็นข้อมูลผลผลิตที่ได้รับจริงของเกษตรกร (actual yield) เพื่อทำการเปรียบเทียบ (Gomez, 1977; De Datta และคณะ, 1978) ซึ่งความจริงแล้ว ผลผลิตที่ได้จากสถานีทดลองอาจไม่ใช่ผลผลิตศักยภาพที่แท้จริง เนื่องจากบางครั้งผลผลิตที่ได้จากแปลงเกษตรกรบางแปลงสูงกว่าผลผลิตที่ได้จากสถานีทดลองเสียอีก ส่วนผลผลิตของเกษตรกรที่ได้จากรายงานสถิติหรือจากการสัมภาษณ์เกษตรกร มักมีความคลาดเคลื่อนสูง จึงทำให้ผลของการวิเคราะห์ช่องว่างของผลผลิตขาดความน่าเชื่อถือ ในปัจจุบันแบบจำลองการเจริญเติบโตของพืช ได้ถูกพัฒนาขึ้นแล้วหลายชนิด ที่สามารถนำมาใช้ประเมินผลผลิตของพืชเหล่านั้นในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันได้ (Jones และคณะ, 2003) โดยการใช้ผลผลิตที่ประเมินได้จากแบบจำลองเป็นผลผลิตที่ได้ตามศักยภาพของเกษตรกร จึงน่าจะเป็นค่าที่ใกล้เคียงค่าที่แท้จริงมากกว่า ซึ่งวิธีนี้ได้มีการนำไปใช้กันบ้างแล้ว (Lansigan และคณะ, 1996; Singh และคณะ, 2002) แต่ยังมีค่อนข้างน้อย และการสุ่มเก็บผลผลิตจากแปลงของเกษตรกรโดยตรงก็น่าจะให้ข้อมูลผลผลิตที่เกษตรกรได้รับจริง ถูกต้องมากกว่ารายงานสถิติหรือการสัมภาษณ์เกษตรกร และหากเก็บข้อมูลให้ละเอียดขึ้น ก็อาจบ่งชี้ถึงปัจจัยที่เป็นข้อจำกัด ซึ่งเป็นสาเหตุของช่องว่างของผลผลิตได้อีกด้วย จากการศึกษาของปริษา (2548) แสดงให้เห็นว่าแบบจำลองการเจริญเติบโตของถั่วลิสง สามารถนำมาใช้วิเคราะห์ช่องว่างของผลผลิตและสาเหตุของการเกิดช่องว่างผลผลิตในถั่วลิสงได้เป็นอย่างดี พร้อมทั้งชี้แนะว่า ควรมีการนำไปประยุกต์ใช้ในการศึกษาลำหรับพื้นที่ปลูกถั่วลิสงอื่น ๆ และพืชชนิดอื่น ๆ ด้วย และเนื่องจากในปัจจุบันแบบจำลองการเจริญเติบโตของข้าวมีศักยภาพค่อนข้างสูงอยู่แล้ว จึงน่าจะมีการศึกษาในลักษณะเดียวกัน

อย่างไรก็ตามในพื้นที่การเพาะปลูกข้าวหนึ่ง ๆ อาจมีความแปรปรวนทั้ง ชนิดของดิน ฤดูกาล สภาพอากาศ สภาพน้ำ รวมไปถึงการจัดการอื่น ๆ ดังนั้นการเกิดช่องว่างของผลผลิตข้าวในแต่ละพื้นที่จึงมีค่าเดียว และสาเหตุของการเกิดช่องว่างของผลผลิต ก็อาจแตกต่างกันไปในแต่ละสภาพการผลิต การศึกษาที่ผ่านมา ยังมีได้คำนึงถึงความแปรปรวนต่าง ๆ เหล่านี้ ซึ่งความแปรปรวนเหล่านี้สามารถศึกษาได้ยาก เพราะบางครั้งการทำงานทดลองจริงเพื่อให้ได้มาซึ่งผลผลิตตามศักยภาพ ไม่สามารถควบคุมปัจจัยทางสภาพแวดล้อมได้ทั้งหมด อีกทั้งยังเสียเวลา ค่าใช้จ่าย

และแรงงานในการดำเนินการค่อนข้างสูง แต่ปัจจุบันแบบจำลองการเจริญเติบโตของข้าว (CERES-Rice) เป็นหนึ่งในแบบจำลองของหลายพืชที่ถูกพัฒนาขึ้น และบรรจุไว้ในโปรแกรมสำเร็จรูป DSSAT ซึ่งเปิดโอกาสให้สามารถนำมาใช้ศึกษาวิจัย เกี่ยวกับการวิเคราะห์ช่องว่างของผลผลิตของข้าวได้สะดวกมากขึ้น

## 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อทดสอบวิธีการประมาณค่าช่องว่างของผลผลิตของข้าวในพื้นที่ศึกษาโดยใช้แบบจำลองการเจริญเติบโตของข้าว (CERES-Rice model)

1.2.2 เพื่อวิเคราะห์สาเหตุของช่องว่างผลผลิตของข้าว เพื่อหาแนวทางการยกระดับผลผลิตในพื้นที่ศึกษาให้สูงขึ้นกว่าเดิม

## 1.3 ขอบเขตของการวิจัย

การศึกษาเริ่มจากการสำรวจพื้นที่ปลูกข้าวที่มีค่าสัมประสิทธิ์ทางพันธุกรรมอยู่แล้ว ได้แก่ พันธุ์ขาวดอกมะลิ 105, สุพรรณบุรี 60, ชัยนาท 1 และ กวก. 1 ในเขตพื้นที่ภาคกลางของประเทศไทย เพื่อทำการสุ่มเก็บตัวอย่างผลผลิตข้าวในแปลงเกษตรกร และทำการประเมินการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตของข้าวในพื้นที่เหล่านั้น โดยใช้แบบจำลองการเจริญเติบโตของข้าว (CERES-Rice) เพื่อทำการเปรียบเทียบและวิเคราะห์ช่องว่างของผลผลิตของข้าว ตลอดจนปัจจัยต่าง ๆ ที่เป็นสาเหตุของการเกิดช่องว่างเหล่านั้น

## 1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ได้วิธีการประมาณค่าช่องว่างผลผลิตของข้าวที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพ ที่จะสามารถนำไปใช้ในการประมาณค่าช่องว่างของผลผลิตของข้าวในพื้นที่อื่น ๆ ได้

1.4.2 ทราบถึงสาเหตุสำคัญของการเกิดช่องว่างของผลผลิตของข้าว ซึ่งจะช่วยให้สามารถนำมาช่วยในการวางแผนการผลิต หรือหาแนวทางในการยกระดับผลผลิตของข้าวในพื้นที่ศึกษาให้สูงขึ้นกว่าเดิม

## บทที่ 2

### การตรวจเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### 2.1 ช่องว่างผลผลิตของข้าว (Yield gap)

ช่องว่างของผลผลิตของพืช แบ่งออกได้เป็น 2 ลักษณะ คือ 1) ช่องว่างระหว่างผลผลิตที่ได้จากสถานีทดลอง (experiment station yield) ที่มีการควบคุมสภาพแวดล้อมเป็นอย่างดี โดยใช้เทคโนโลยีและปัจจัยการผลิตอย่างเต็มที่ กับผลผลิตสูงสุดที่จะเป็นไปได้ของเกษตรกร (potential farm yield) ซึ่งเป็นผลผลิตที่ได้จากแปลงเกษตรกรที่มีการใช้เทคโนโลยีและปัจจัยการผลิตอย่างเต็มที่เหมือนกับในสถานีทดลอง ซึ่งช่องว่างของผลผลิตลักษณะนี้ เกิดจากความแตกต่างของสภาพแวดล้อมทางธรรมชาติระหว่างแปลงในสถานีทดลองกับแปลงเกษตรกร และ 2) ช่องว่างระหว่างผลผลิตสูงสุดที่จะเป็นไปได้ของเกษตรกร (potential farm yield) กับผลผลิตที่ได้รับจริงของเกษตรกร (actual yield) ซึ่งเป็นผลผลิตเฉลี่ยของแปลงเกษตรกร ที่ใช้เทคโนโลยีการผลิต และปัจจัยการผลิตตามวิธีการปฏิบัติของเกษตรกรเอง ดังนั้นสาเหตุของช่องว่างลักษณะนี้น่าจะเกิดจากข้อจำกัด 2 ด้าน คือ 1) ด้านกายภาพและชีวภาพ ได้แก่ สภาพภูมิประเทศ ความอุดมสมบูรณ์ของดิน น้ำ พันธุ์พืช วัชพืช และศัตรูพืช และ 2) ข้อจำกัดด้านสภาพเศรษฐกิจและสังคม ได้แก่ ค่าใช้จ่ายในการผลิต แรงงาน ทักษะ และความรู้ เป็นต้น ซึ่งเป็นสาเหตุให้เกษตรกรไม่สามารถใช้ปัจจัยการผลิตได้อย่างเต็มที่ (Gomez, 1977)

อย่างไรก็ตาม การศึกษาช่องว่างของผลผลิตพืชที่ผ่านมาในอดีต จะเป็นการอาศัยข้อมูลของการทดสอบปัจจัยการผลิตด้านต่าง ๆ เช่น การใส่ปุ๋ย การกำจัดวัชพืช และการกำจัดโรคและแมลง เพื่อวิเคราะห์ความแตกต่างของการให้ผลผลิตของพืช ยกตัวอย่าง เช่น การวิเคราะห์ความแตกต่างของผลผลิตของข้าว ในประเทศฟิลิปปินส์ อินโดนีเซีย ศรีลังกา และประเทศไทย (IRRI, 1979) การวิเคราะห์หาช่องว่างของผลผลิตถั่วเหลืองโดยการเปรียบเทียบข้อมูลผลผลิตถั่วเหลืองที่ดำเนินการทดลองในสถานีทดลอง กับการทดลองในไร่นาเกษตรกร และการเปรียบเทียบระหว่างไร่นาเกษตรกรที่ดำเนินการ โดยนักวิจัยและดำเนินการโดยเกษตรกร ซึ่งพบว่าช่องว่างผลผลิตระหว่างแปลงทดลองในสถานีทดลองและในไร่นาเกษตรกรนั้นเกิดจากสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน ในขณะเดียวกันช่องว่างผลผลิตในไร่นา ระหว่างแปลงที่นักวิจัยดำเนินการกับแปลงที่เกษตรกรดำเนินการ ชี้ให้เห็นว่านอกจากปัจจัยทางด้านสภาพแวดล้อมแล้ว ยังมีปัจจัยทางด้านอื่น ๆ เช่น ปัจจัยทางเศรษฐกิจและสังคม ที่ส่งผลกระทบต่อความแตกต่างของการให้ผลผลิตถั่วเหลืองในไร่นาของเกษตรกร (อภิพรธ, 2541) ซึ่งการวิเคราะห์ช่องว่างของผลผลิตในลักษณะดังกล่าว จะใช้ผลผลิตที่ได้จากการใช้ปัจจัยในระดับเทคโนโลยีใหม่ ๆ มากำหนดให้เป็นผลผลิตสูงสุดที่จะเป็นไปได้ของเกษตรกร (potential farm yield) และผลผลิตที่ได้รับจากเทคโนโลยีการผลิตในระดับของเกษตรกร มากำหนดให้เป็นผลผลิตที่เกษตรกรได้รับจริง (actual yield)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บันทึก (2531) ได้วิเคราะห์ช่องว่างของผลผลิตของถั่วเหลือง โดยทำการทดสอบปัจจัยการผลิต โดยวางแผนการทดลองแบบ Factorial design มีกรรมวิธีที่ทดสอบเท่ากับ  $2^k$  เมื่อ  $k$  เท่ากับ จำนวนปัจจัยที่ใช้ในการทดสอบ ซึ่งข้อจำกัดของการทดลองลักษณะนี้คือ ไม่สามารถดำเนินการทดสอบในแปลงทดลองได้ในกรณีที่มีปัจจัยทดสอบจำนวนมาก (Gomez และ Gomez, 1984) ซึ่งบันทึก (2531) ได้เสนอแนะว่าปัจจัยที่ใช้ทดสอบไม่ควรมีมากกว่า 4 ปัจจัย นอกจากนี้ การศึกษาดังกล่าวยังพบว่า ในบางปัจจัยที่ทดสอบ ผลผลิตที่ได้จากเทคโนโลยีของเกษตรกร กลับสูงกว่าผลผลิตที่ได้รับจากเทคโนโลยีใหม่ แสดงว่าการใช้ผลผลิตจากระดับเทคโนโลยีใหม่เป็น Potential farm yield ไม่น่าจะถูกต้อง ปรากฏ และคณะ (2533) วิเคราะห์ช่องว่างของผลผลิตของถั่วเหลืองใน 6 จังหวัดของประเทศไทย โดยใช้ผลผลิตที่ได้จากการทำแปลงทดลองในท้องถิ่นของนักวิจัย ที่ใช้เทคโนโลยีที่ผ่านการทดสอบแล้วว่าเหมาะสมกับท้องถิ่นนั้น เป็นผลผลิตตามศักยภาพ (potential yield) ส่วนผลผลิตเฉลี่ยของเกษตรกร (actual yield) ได้จากศูนย์สถิติการเกษตร และใช้ผลผลิตสูงสุดที่ได้จากการสำรวจผลผลิตของเกษตรกรของแต่ละจังหวัด เป็นผลผลิตสูงสุดของเกษตรกร (maximum farm yield) ผลการทดลองพบว่า บางจังหวัดผลผลิตสูงสุดของเกษตรกรสูงกว่าผลผลิตตามศักยภาพ แสดงว่าวิธีการกำหนดผลผลิตในระดับต่างๆ ยังไม่ถูกต้องเช่นกัน

## 2.2 แบบจำลองการเจริญเติบโตของพืช

ปัจจุบันได้มีการคิดค้นและพัฒนาเทคโนโลยีทางคอมพิวเตอร์ขึ้น และมีนักวิจัยจากทั่วโลก ได้นำไปใช้แล้วไม่น้อยกว่า 15 ปี (Jones และคณะ, 2003) ซึ่งเป็นโปรแกรมสำเร็จรูปที่เรียกว่า “ระบบสนับสนุนการตัดสินใจในการถ่ายทอดเทคโนโลยีทางการเกษตร (Decision Support System for Agrotechnology Transfer; DSSAT)” ที่มีการรวบรวมแบบจำลองของพืชชนิดต่างๆ ไว้มากถึง 16 ชนิด ซึ่งแบบจำลองเหล่านี้ สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับงานวิจัยทางการเกษตรได้อย่างสะดวกในหลายวัตถุประสงค์ โดยพื้นฐานแล้วแบบจำลองการเจริญเติบโตของพืชเหล่านี้ จำเป็นต้องอาศัยข้อมูลตัวป้อนที่สำคัญ 4 ประเภท คือ ข้อมูลค่าสัมประสิทธิ์พันธุกรรมของพืช ข้อมูลดิน ข้อมูลสภาพภูมิอากาศรายวัน และข้อมูลการจัดการ (Jones และคณะ, 1994) หากมีข้อมูลตัวป้อนที่ครบถ้วนและสมบูรณ์ แบบจำลองก็จะให้ค่าประมาณผลผลิตของพืชใกล้เคียงกับผลผลิตจริง (Lansigan, 1998; Heinemann และคณะ, 2002; Jagtap และ Jones, 2002) แบบจำลองการเจริญเติบโตของพืช สามารถนำมาช่วยสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุกรรม สรีรวิทยา และสภาพแวดล้อม (Boote และคณะ, 1996) ซึ่ง Matthew (2002) รวบรวมและรายงาน การศึกษาวิจัยที่มีการนำแบบจำลองการเจริญเติบโตของพืชไปใช้ประโยชน์ด้านการจัดการพืชหลายแนวทางด้วยกัน เช่น การจัดการหน้าดิน การตอบสนองของพืชต่อวันปลูก ต่อการจัดการน้ำ ต่อการจัดการธาตุอาหาร ต่อการจัดการโรคและแมลง ต่อการจัดการวัชพืช การเก็บเกี่ยว และการวิเคราะห์ช่องว่างของผลผลิต เป็นต้น และในปัจจุบันได้มีการนำแบบจำลองการเจริญเติบโตของพืชมาใช้วิเคราะห์ช่องว่างของผลผลิตของพืชหลายชนิด เช่น ถั่วเหลือง (Bhatia และคณะ, 2006; Bhatia และ

คณะ, 2008) ถั่วลันเตา (Naab และคณะ, 2004; Bhatia และคณะ, 2006) pigeonpea และ chickpea (Bhatia และคณะ, 2006) เป็นต้น

### 2.3 การประยุกต์ใช้แบบจำลองวิเคราะห์ช่องว่างผลผลิตของข้าว

แบบจำลองการเจริญเติบโตของพืชสามารถนำมาใช้ในการประเมินผลผลิต และสามารถควบคุมระดับปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อผลผลิตของพืชได้ (Kropff และ Van Larr, 1994) แบบจำลองจึงสามารถนำมาใช้ในการประมาณค่าของผลผลิตพืชในสภาพที่ควบคุมปัจจัยทุกอย่าง ทั้งสภาพแวดล้อมและการจัดการ ให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมที่สุดได้ ดังนั้นผลผลิตที่ได้จะเป็นผลผลิตตามศักยภาพของพืชนั้น (potential yield) แต่ผลผลิตระดับนี้จะเป็นไปได้ยากในสภาพไร่นาของเกษตรกร ทั้งนี้เนื่องจากสภาพแวดล้อมบางอย่าง เช่น แสง อุณหภูมิ และน้ำ (ในสภาพการปลูกโดยอาศัยน้ำฝน) ไม่สามารถควบคุมได้ในสภาพจริง ผลผลิตสูงสุดที่จะเป็นไปได้ในสภาพไร่นาเกษตรกร จึงเป็นผลผลิตในสภาพที่ปัจจัยทุกอย่างเหมาะสม ยกเว้นปัจจัยสภาพแวดล้อมที่ไม่สามารถจะควบคุมได้ดังกล่าวข้างต้น ผลผลิตระดับนี้เรียกว่า ผลผลิตสูงสุดที่จะเป็นไปได้ในสภาพไร่นาของเกษตรกร (attainable yield) ซึ่งสามารถจะประมาณได้โดยใช้แบบจำลองเช่นกัน (Batchelor และคณะ, 2002; Cheeroo-Nayamuth และคณะ, 2000) การวิเคราะห์ช่องว่างของผลผลิตพืชในปัจจุบัน จึงเปลี่ยนมาเป็นการวิเคราะห์ช่องว่างระหว่างผลผลิตสูงสุดที่ควรจะได้รับในสภาพไร่นาของเกษตรกร (attainable yield) กับผลผลิตจริงที่เกษตรกรได้รับ (actual yield)

ปัจจุบันได้มีการนำแบบจำลองการเจริญเติบโตของพืช มาวิเคราะห์หาช่องว่างของผลผลิตของพืชหลายชนิด เช่น Lansigan และคณะ (1996) นำมาใช้วิเคราะห์หาช่องว่างของผลผลิตของข้าว โดยทำการประเมินค่าผลผลิตสูงสุดที่จะเป็นไปได้ของข้าวตามสภาพแวดล้อมของพื้นที่ (attainable yield) เปรียบเทียบกับผลผลิตที่ได้จริงของเกษตรกร (actual yield) ที่ได้จากสถิติที่รายงานไว้ในประเทศฟิลิปปินส์ เพื่อนำไปคัดเลือกพื้นที่ปลูกข้าวที่เหมาะสมของประเทศฟิลิปปินส์ โดยอาศัยผลจากการประเมิน คือ หากพื้นที่ใดมีช่องว่างของผลผลิตน้อย แสดงว่ามีประสิทธิภาพในการผลิตสูงกว่าพื้นที่อื่น Becker และ Johnson (1999) วิเคราะห์หาช่องว่างของผลผลิตข้าวและประสิทธิภาพของการผลิตข้าวในเขตพื้นที่ชลประทานของแอฟริกาตะวันตก โดยอาศัยแบบจำลอง Oryza-S มาทำการประเมินหาผลผลิตสูงสุดที่จะเป็นไปได้ และทำงานทดลองในพื้นที่เพื่อเก็บผลผลิต และวิเคราะห์หาสาเหตุของการเกิดช่องว่างผลผลิต พบว่าการจัดการน้ำเป็นสาเหตุสำคัญของการเกิดช่องว่างของผลผลิต ซึ่งพบว่าผลผลิตมีความแปรปรวนตั้งแต่ 200-7,300 กก.ต่อเฮกตาร์ Singh และคณะ (2002) ใช้แบบจำลอง CROPGRO-Soybean มาใช้ในการศึกษาช่องว่างของผลผลิตถั่วเหลืองในประเทศอินเดีย โดยทำการประเมินผลผลิตสูงสุดที่จะเป็นไปได้ เปรียบเทียบกับข้อมูลที่มีการรายงานไว้เป็นผลผลิตที่ได้จริงของเกษตรกร พบว่า ความแตกต่างของลักษณะดินและสภาพอากาศของแต่ละพื้นที่ มีอิทธิพลทำให้เกิดช่องว่างของผลผลิตถั่วเหลืองมีค่าตั้งแต่ 200-3,300 กก.ต่อเฮกตาร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อย่างไรก็ตาม การศึกษาช่องว่างของผลผลิตที่กล่าวมาข้างต้น ยังมีข้อเสียในแง่ของข้อมูลที่นำมากำหนดให้เป็นผลผลิตจริงของเกษตรกร เนื่องจากการศึกษาที่กล่าวมาข้างต้นมักทำในพื้นที่ขนาดใหญ่ ดังนั้นส่วนใหญ่จะอาศัยข้อมูลผลผลิตจากรายงานสถิติที่มีการเก็บรวบรวมไว้แล้ว มาเป็นข้อมูลผลผลิตจริงของเกษตรกร ซึ่งตามปกติแล้วข้อมูลรายงานสถิติเหล่านั้นจะได้มาจากการสัมภาษณ์เกษตรกร ซึ่ง Herdt และ Wickham (1978) ได้ให้ความเห็นไว้ว่า ข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์เกษตรกรมักมีความคลาดเคลื่อนสูง และข้อมูลผลผลิตที่ได้มีแนวโน้มต่ำกว่าความเป็นจริง เนื่องจากเกษตรกรผู้ให้สัมภาษณ์มักให้ข้อมูลผลผลิตที่ได้มีการหักเอาส่วนค่าจ้างเก็บเกี่ยวหรือค่าเช่าที่ดินที่ต้องจ่ายเป็นผลผลิตออกไปก่อนหน้านี้แล้ว และความผิดพลาดมักเกิดจากการประมาณพื้นที่ที่มักจะประมาณให้เป็นจำนวนเต็มของหน่วยวัด ดังนั้นการใช้ข้อมูลผลผลิตจากรายงานสถิติและการสัมภาษณ์เป็นผลผลิตที่ได้รับจริงของเกษตรกร จึงน่าจะมีความคลาดเคลื่อนสูง และการสุ่มเก็บตัวอย่างผลผลิตจริงจากแปลงของเกษตรกร โดยตรง น่าจะให้ข้อมูลที่ถูกต้องมากกว่า

จากการศึกษาที่กล่าวมาข้างต้น ซึ่งชี้ให้เห็นถึงข้อจำกัดของการศึกษาเกี่ยวกับการวิเคราะห์ช่องว่างของผลผลิตอยู่ 2 ประการคือ 1) การกำหนดข้อมูลผลผลิตจริงของเกษตรกร (actual yield) มักมีความคลาดเคลื่อนและไม่ถูกต้อง เนื่องจากส่วนใหญ่มักอาศัยข้อมูลจากรายงานสถิติและการสัมภาษณ์จากเกษตรกร ซึ่งข้อจำกัดดังกล่าวจะสามารถแก้ไขได้โดยการออกพื้นที่ เพื่อการสุ่มเก็บตัวอย่างจริงในแปลงเกษตรกร และ 2) การกำหนดค่าผลผลิตตามศักยภาพของพืช เป็นไปได้ยากในแปลงเกษตรกรเนื่องจากไม่สามารถควบคุมปัจจัยทางสภาพแวดล้อมบางอย่างได้ เช่น แสง อุณหภูมิ และฝน เป็นต้น ซึ่งข้อจำกัดที่กล่าวมาอาจจะใช้ผลผลิตสูงสุดที่จะเป็นไปได้ในแปลงเกษตรกรแทน และสามารถศึกษาได้อย่างสะดวกโดยการอาศัยแบบจำลองการเจริญเติบโตของพืช มาใช้ในการประเมินการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตของพืช ซึ่ง ปรีชา (2548) แสดงให้เห็นว่า แบบจำลอง CSM-CROPGRO-Peanut สามารถนำมาใช้ในการวิเคราะห์ช่องว่างของผลผลิต และสาเหตุของการเกิดช่องว่างของผลผลิตในถั่วลิสงได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยพบว่าในระบบการผลิตถั่วลิสงในพื้นที่ศึกษา การเกิดช่องว่างของผลผลิตถั่วลิสงเกิดได้ทั้งในฤดูฝนและฤดูแล้ง แต่ในแต่ละฤดูเกิดจากสาเหตุที่แตกต่างกัน โดยสาเหตุของช่องว่างผลผลิตถั่วลิสงในฤดูฝนเกิดจากการเกิดน้ำขัง เนื่องจากการเตรียมดินที่ไม่ดี ในขณะที่สาเหตุหลักของการเกิดในฤดูแล้งเกิดจากการขาดน้ำ นอกจากนี้การวิเคราะห์ความอ่อนไหว โดยใช้แบบจำลองชี้ให้เห็นว่า การใช้พันธุ์ วันปลูก และอัตราการปลูกที่ไม่เหมาะสม ก็เป็นสาเหตุทำให้เกิดช่องว่างของผลผลิตได้ในทั้ง 2 ฤดู เขาจึงชี้แนะว่าผลการศึกษาดังกล่าวสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับพื้นที่อื่น และพืชชนิดอื่น ๆ ได้ และเนื่องจากข้าวมียแบบจำลองการเจริญเติบโตที่มีศักยภาพค่อนข้างสูงอยู่แล้ว ที่สามารถนำมาใช้ศึกษาได้ ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาในลักษณะเดียวกัน

### บทที่ 3

#### วิธีดำเนินการวิจัย

การดำเนินการวิจัยครั้งนี้ แบ่งออกเป็น 3 ส่วน ส่วนที่ 1 เป็นการสำรวจพื้นที่ปลูกและศึกษาสภาพการผลิตข้าวพันธุ์ที่มีค่าสัมประสิทธิ์ทางพันธุกรรมอยู่แล้ว ประกอบด้วย พันธุ์ขาวดอกมะลิ 105, สุพรรณบุรี 60, ชัยนาท 1 และกวก. 1 ในเขตพื้นที่ภาคกลาง เพื่อนำไปใช้ในการวางแผนการเก็บตัวอย่างข้อมูลในการดำเนินงานในส่วนที่ 2 และส่วนที่ 3 สำหรับส่วนที่ 2 เป็นการวิเคราะห์ช่องว่างของผลผลิตของข้าวในแต่ละแหล่งปลูก และส่วนที่ 3 เป็นการวิเคราะห์สาเหตุของการเกิดช่องว่างของผลผลิตข้าว

#### 3.1 การสำรวจพื้นที่ปลูกข้าวและสภาพการผลิตข้าวในเขตพื้นที่ภาคกลาง

สำรวจพื้นที่การทานาปรังที่มีการเพาะปลูกข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105, สุพรรณบุรี 60, ชัยนาท 1 และกวก. 1 เนื่องจากเป็นพันธุ์ที่มีค่าสัมประสิทธิ์ทางพันธุกรรมอยู่แล้ว ในเขตพื้นที่ภาคกลาง โดยเริ่มการติดต่อขอความอนุเคราะห์ข้อมูลแหล่งปลูกข้าวจากกรมส่งเสริมการเกษตร และสำนักงานเกษตรจังหวัดแต่ละจังหวัด เพื่อนำมาประกอบการพิจารณาแหล่งปลูกข้าวที่สำคัญสำหรับกำหนดเป็นพื้นที่ศึกษาและการเก็บตัวอย่างผลผลิต จากนั้นดำเนินการ โดยการไปสำรวจพื้นที่ปลูกจริงตามข้อมูลที่ระบุไว้ว่าเป็นแหล่งปลูกข้าวพันธุ์ที่กล่าวมาข้างต้น

เนื่องจากการกำหนดพื้นที่ในการศึกษาวิจัยนั้นต้องดำเนินการเก็บบันทึกข้อมูลในแปลงปลูกข้าวของเกษตรกร ตลอดจนต้องมีการติดตามดูแลปฏิบัติแปลงของเกษตรกรตลอดทั้งช่วงฤดูปลูก ซึ่งในการคัดเลือกพื้นที่ศึกษาจึงขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการดังนี้ ประการที่ 1 คือ ต้องเป็นแปลงปลูกข้าวเฉพาะพันธุ์ที่ต้องการศึกษา ประการที่สอง คือ เกษตรกรต้องเต็มใจให้ความร่วมมือในการเก็บบันทึกข้อมูลและการติดตามการดูแลปฏิบัติของเกษตรกรตลอดช่วงฤดูเพาะปลูก และประการที่สาม คือ คัดเลือกพื้นที่เพาะปลูกที่มีขนาดแตกต่างกันไป ตั้งแต่พื้นที่ขนาดเล็ก ขนาดกลาง และขนาดใหญ่ ดังนั้นภายหลังจากการออกสำรวจพื้นที่ในเขตภาคกลาง มีเกษตรกรเต็มใจให้ความร่วมมือในการเก็บบันทึกข้อมูลและติดตามการดูแลปฏิบัติแปลงปลูกข้าว ข้อมูลสำคัญที่บันทึกได้แก่ พื้นที่ปลูก พันธุ์ที่ใช้ วันปลูกและวิธีการปลูก การจัดการแปลงปลูก (การกำจัดวัชพืช การใส่ปุ๋ย การกำจัดโรคและแมลง) การเก็บเกี่ยว และการจัดการหลังการเก็บเกี่ยว ผลผลิตที่เคยได้รับจากปีที่ผ่านมา

การประมาณค่าผลผลิตสูงสุดที่จะเป็นไปได้ (attainable yield) ในแต่ละแปลง โดยใช้แบบจำลองการเจริญเติบโตของพืช ยึดหลักที่ว่าในแต่ละแปลงจะมีค่าผลผลิตสูงสุดที่จะเป็นไปได้เพียงค่าเดียว และต่างแปลงกันก็จะมีค่าผลผลิตสูงสุดที่จะเป็นไปได้คนละค่ากัน

### 3.2 การวิเคราะห์ช่องว่างของผลผลิตข้าว

ช่องว่างของผลผลิตข้าว ที่สนใจศึกษาในการทดลองครั้งนี้คือ ความแตกต่างระหว่างผลผลิตสูงสุดที่จะเป็นไปได้ในแปลงเกษตรกร (attainable yield) กับผลผลิตที่ได้จริงของเกษตรกร (actual yield) (Gap I) และความแตกต่างของผลผลิตของข้าวที่ได้จริงระหว่างแปลงของเกษตรกร (Gap II)

#### 3.2.1 การประมาณค่าผลผลิตสูงสุดที่จะเป็นไปได้ (attainable yield)

การประมาณค่าผลผลิตสูงสุดที่จะเป็นไปได้ของแต่ละแปลง ทำโดยใช้แบบจำลอง CERES-Rice ในการประมาณค่าผลผลิตของข้าว ในสภาพของดินและภูมิอากาศของแต่ละแปลง โดยประมาณค่าผลผลิตของข้าวทุกพันธุ์ที่มีการปลูกอยู่ในพื้นที่นั้น เมื่อปลูกในวันปลูกต่าง ๆ กัน ภายในช่วงเวลาที่จะเป็นไปได้ในแต่ละฤดู และใช้อัตราปลูกต่าง ๆ กัน ผลผลิตสูงสุดที่ได้จากชุด (combinations) ต่าง ๆ ของพันธุ์ วันปลูก และอัตราปลูก เหล่านั้น ถือเป็นผลผลิตสูงสุดที่จะเป็นไปได้ของแต่ละแปลง ผลผลิตสูงสุดที่จะเป็นไปได้ในแปลงเกษตรกร (attainable yield) สำหรับแต่ละแปลงที่ จะเป็นการผลิตในสภาพที่ได้น้ำชลประทานอย่างเต็มที่

โดยพื้นฐานแล้วแบบจำลอง CERES-Rice ต้องการข้อมูลตัวป้อน 4 ชนิดได้แก่ ข้อมูลดิน ข้อมูลสภาพภูมิอากาศ ข้อมูลค่าสัมประสิทธิ์ทางพันธุกรรมของข้าว (genetic coefficients; GCs) และข้อมูลการจัดการ เพื่อนำมาใช้ในการจำลองการเจริญเติบโตและให้ผลผลิต (Jones และคณะ, 2003) สำหรับข้อมูลสัมประสิทธิ์พันธุกรรมของข้าวที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้จำนวน 4 พันธุ์ ประกอบด้วย ขาวดอกมะลิ 105 สุพรรณบุรี 60 ชัยนาท 1 และกวก. 1 นั้นได้ถูกบรรจุไว้ในโปรแกรมสำเร็จรูป DSSAT ซึ่งสามารถเรียกมาใช้งานได้อย่างสะดวก ส่วนการเก็บตัวอย่างข้อมูลดินในแต่ละแปลง เพื่อนำมาวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีที่ต้องการในการจำลองการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าว การเก็บตัวอย่างดินเพื่อหาคุณสมบัติทางกายภาพ แต่ละแปลงเก็บตัวอย่างดินที่ระดับความลึก 0-30 เซนติเมตร โดยเก็บแปลงละ 4 จุด และนำดินมารวมกันเพื่อนำไปวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของดิน ประกอบด้วย ค่าความหนาแน่นของดิน (bulk density) เเปอร์เซ็นต์อนุภาคทราย (sand) ทรายแป้ง (silt) และดินเหนียว (clay) และเนื้อดิน (texture) เเปอร์เซ็นต์อินทรียวัตถุ (organic matter) ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (pH) ค่าคุณสมบัติการแลกเปลี่ยนประจุ (CEC) ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (total N) และและปริมาณไนโตรเจนในรูปของ  $\text{NH}_4^+$  และ  $\text{NO}_3^-$  ปริมาณแคลเซียมที่เป็นประโยชน์ และปริมาณโปแตสเซียมที่เป็นประโยชน์ สำหรับข้อมูลสภาพอากาศที่จะนำมาใช้ในการจำลองการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของข้าว ประกอบด้วย อุณหภูมิต่ำสุดและสูงสุดรายวัน ( $^{\circ}\text{C}$ ), ปริมาณความเข้มแสง ( $\text{MJ}/\text{m}^2/\text{day}$ ) และปริมาณน้ำฝนรายวัน (mm) รวบรวมจากสถานีตรวจอากาศใกล้เคียงแหล่งปลูกมากที่สุด และหากสถานีที่อยู่ใกล้เคียงแหล่งปลูกไม่มีข้อมูลปริมาณความเข้มแสงรายวัน สามารถคำนวณได้จากอุณหภูมิสูงสุดและอุณหภูมิต่ำสุดจากสถานีตรวจอากาศ โดยอาศัยโปรแกรม WeaData 1.0 (ปรากฏ

และอรรถชัย, 2545) สำหรับข้อมูลการจัดการ ได้แก่ ช่วงวันปลูกและอัตราปลูก ใช้ข้อมูลจากการสำรวจและสัมภาษณ์เกษตรกร

### 3.2.2 การหาค่าผลผลิตจริงของเกษตรกร (actual yield)

ผลผลิตของเกษตรกรแต่ละเขตการผลิต จะดำเนินการ โดยการสุ่มเก็บผลผลิตจากแปลงปลูกข้าวของเกษตรกร แต่ละแปลงเก็บ 4 จุด แต่ละจุดเก็บเกี่ยว 1 ตารางเมตร ในการเก็บเกี่ยวทำการ นับจำนวนต้น จำนวนหน่อ จำนวนรวงต่อต้น น้ำหนักและจำนวนเมล็ดดีและเมล็ดเสียต่อรวง ซึ่งน้ำหนักสรวมของต้นและใบ และน้ำหนักรวงสด สุ่มตัวอย่างต้นและใบจำนวน 1 กิโลกรัม และรวง 1 กิโลกรัม แยกตัวอย่างของต้นและใบออกจากกัน นำไปอบที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง บันทึกน้ำหนักแห้งของต้นและของใบ แล้วนำมาคำนวณเป็นน้ำหนักแห้งของต้นและใบต่อไร่ สำหรับรวงสด 1 กิโลกรัม นำไปอบที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง แยกจำนวนเมล็ดดีและเมล็ดเสีย แล้วนำไปชั่งน้ำหนักแห้ง คำนวณผลผลิตเมล็ดต่อไร่ เป็นผลผลิตจริงของเกษตรกร (actual yield) ในแต่ละแปลงปลูก

### 3.3 การวิเคราะห์สาเหตุของการเกิดช่องว่างของผลผลิต

การวิเคราะห์สาเหตุของการเกิดช่องว่างของผลผลิต จะพิจารณาจากข้อมูล 3 ส่วนประกอบกัน คือ 1) จากการประมาณผลผลิตของแบบจำลอง CERES-Rice (Jones และคณะ, 2003) โดยการเปลี่ยนแปลงปัจจัยที่แบบจำลองสามารถตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงนั้นได้ 2) จากการเก็บตัวอย่างพัฒนาการและการเจริญเติบโตของข้าวในแปลงเกษตรกร และ 3) จากการสอบถามเกษตรกรและการสังเกตแปลงผลิตข้าวของเกษตรกร

#### 3.3.1 การประมาณผลผลิตของแบบจำลอง CERES-Rice

แบบจำลอง CERES-Rice (Jones และคณะ, 2003) สามารถประมาณผลผลิต ของข้าวพันธุ์ต่าง ๆ ที่ปลูกในวันปลูกและอัตราปลูกที่แตกต่างกันได้ ในการประมาณค่าผลผลิตสูงสุดที่จะเป็นไปได้ (attainable yield) ในแต่ละแปลง จะใช้แบบจำลอง CERES-Rice ประมาณค่าผลผลิตของข้าวทุกพันธุ์ ในช่วงเวลาการปลูกสำหรับฤดูนั้น ๆ ของเกษตรกร และใช้อัตราปลูกที่เพิ่มขึ้นเป็นลำดับ และเลือกผลผลิตสูงสุดที่ประมาณได้จากชุดต่างๆของปัจจัยทั้งสาม เป็นผลผลิตสูงสุดที่จะเป็นไปได้ (attainable yield) ฉะนั้น จะทราบว่า ผลผลิตสูงสุดที่จะเป็นไปได้ในแต่ละแปลง มาจากการใช้พันธุ์อะไร ปลูกวันที่เท่าไร และใช้อัตราปลูกเท่าไร

การวิเคราะห์ว่าช่องว่างของผลผลิตในแปลงหนึ่ง ๆ จะเนื่องมาจากการใช้พันธุ์ วันปลูก และ/หรืออัตราปลูกหรือไม่ และมากน้อยเท่าใด ทำได้โดยการเปรียบเทียบพันธุ์ วันปลูก และอัตราปลูก ที่เกษตรกรใช้จริงในเขตนั้น ๆ กับพันธุ์ วันปลูก และอัตราปลูก ที่ให้ผลผลิตสูงสุด (attainable yield) ของเขตนั้น ถ้าปัจจัยใดไม่ตรงกัน ก็แสดงว่าปัจจัยนั้นเป็นสาเหตุอย่างหนึ่งที่ทำให้เกิดช่องว่างของผลผลิต

หากพบว่าปัจจัยหนึ่งเป็นสาเหตุของการเกิดช่องว่างของผลผลิต การประเมินว่าปัจจัยนั้นจะทำให้เกิดช่องว่างมากน้อยเพียงใด คำนวณจากผลต่างระหว่างผลผลิตสูงสุดที่จะเป็นไปได้ในแปลงนั้น (attainable yield) กับผลผลิตที่ได้จากระดับของปัจจัยนั้นที่เกษตรกรใช้ โดยที่อีกสองปัจจัยเป็นระดับที่จะให้ผลผลิตสูงสุด ซึ่งได้จากการประมาณ โดยใช้แบบจำลอง ตัวอย่างเช่น ถ้าพบว่าพันธุ์เป็นสาเหตุของการเกิดช่องว่างของผลผลิต การลดลงของผลผลิตที่เนื่องมาจากพันธุ์ คำนวณได้จากผลต่างของผลผลิตสูงสุดที่จะเป็นไปได้ (attainable yield) ในเขตนั้น กับผลผลิตของพันธุ์ที่เกษตรกรใช้เมื่อปลูกในวันปลูกและอัตราปลูกที่ให้ผลผลิตสูงสุด ซึ่งได้จากการประมาณ โดยใช้แบบจำลอง กรณีของวันปลูก และอัตราปลูกก็คำนวณในลักษณะเดียวกัน

### 3.3.2 การเก็บตัวอย่างการพัฒนาการและการเจริญเติบโตของข้าว

การบันทึกข้อมูลการพัฒนาการของข้าวตามระยะการเจริญเติบโตตามแบบฟอร์มของ IBSNAT (1988) การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักต้น น้ำหนักใบ และน้ำหนักรวงของข้าวในระยะการเจริญเติบโตต่าง ๆ ได้แก่ ระยะข้าวแตกกอ ระยะกำเนิดช่อรวง ระยะออกดอกและระยะสุกแก่ การบันทึกลักษณะการเจริญเติบโตโดยการสุ่มเก็บตัวอย่างข้าวที่ระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยาในพื้นที่ 1 ตารางเมตร จำนวน 4 จุดต่อแปลง จากนั้นในแต่ละจุดสุ่มจำนวน 2 กอ เพื่อนำมานับจำนวนต้น จำนวนหน่อ จำนวนรวงต่อต้น น้ำหนักและเมล็ดดีเมล็ดลีบต่อรวง แยกส่วนต่าง ๆ ได้แก่ ต้น ใบ เมล็ดดีและเมล็ดลีบ ไปอบที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง แล้วชั่งน้ำหนักแห้งของส่วนต่างๆ เหล่านี้ นำข้อมูลที่ได้มาคำนวณหาปริมาณน้ำหนักรวมต่อไร่ ในการเก็บตัวอย่างแต่ละครั้ง ข้อมูลอื่นๆ ที่ต้องทำการบันทึก ได้แก่ วันปลูก อัตราการใส่ปุ๋ย การกำจัดวัชพืช โรค และแมลง ปริมาณและวิธีการให้น้ำ และวันเก็บเกี่ยว

นำข้อมูลพัฒนาการของพืช ลักษณะการเจริญเติบโต ผลผลิตและองค์ประกอบของผลผลิต มาวิเคราะห์หาปัจจัยที่น่าจะเป็นสาเหตุที่ทำให้ผลผลิตลดลง และเกิดช่องว่างของผลที่ได้จริง กับผลผลิตสูงสุดที่จะเป็นไปได้ในเขตนั้น ๆ

### 3.3.3 การสอบถามเกษตรกรและการสังเกตแปลงปลูกของเกษตรกร

ในแปลงข้าวของเกษตรกรที่จะทำการเก็บตัวอย่าง ทั้งที่เก็บตัวอย่างผลผลิต และเก็บตัวอย่างพัฒนาการและการเจริญเติบโต จำนวนรวม 16 แปลงนั้น ได้ดำเนินการติดตามและสังเกตวิธีการปฏิบัติของเกษตรกรแต่ละแปลงเป็นระยะ ๆ รวมทั้งการสอบถามเกษตรกรแต่ละราย ถึงแนวทางในการจัดการปัญหาที่พบในระบบการผลิตข้าว และปัจจัยที่คาดว่าจะน่าจะเป็นสาเหตุของการเกิดช่องว่างของผลผลิตของข้าว เพื่อนำมาข้อมูลมาประมวลร่วมกับผลการประเมินที่ได้จากแบบจำลองการเจริญเติบโตของข้าว และการประเมินจากข้อมูลพัฒนาการและการเจริญเติบโตของพืช เพื่อสรุปสาเหตุของการเกิดช่องว่างของผลผลิตของข้าวในแต่ละแปลง

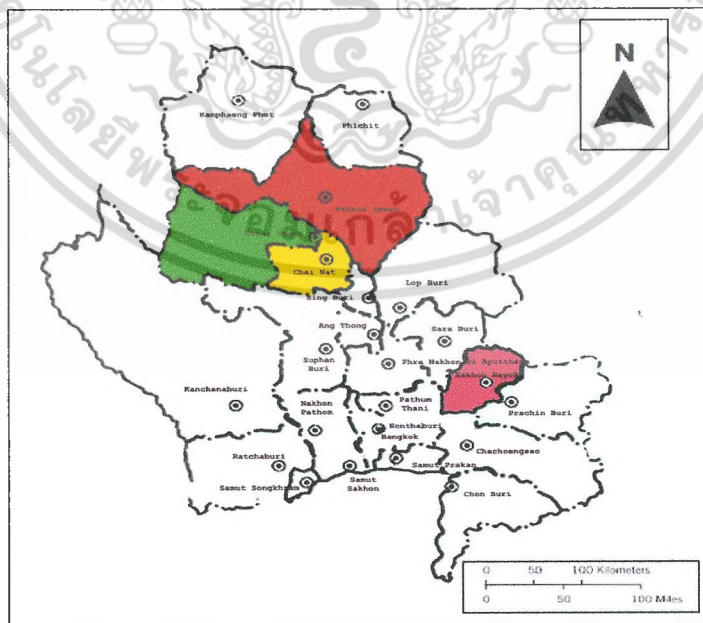
## บทที่ 4

### ผลการวิจัย

#### 4.1 การสำรวจพื้นที่ปลูกข้าวและสภาพการผลิตข้าวในเขตพื้นที่ภาคกลาง

##### 4.1.1 พื้นที่ปลูกข้าว

จากการติดต่อขอความอนุเคราะห์ข้อมูลแหล่งปลูกข้าวจากกรมส่งเสริมการเกษตร และสำนักงานเกษตรจังหวัดแต่ละจังหวัด เพื่อนำมาประกอบการพิจารณาแหล่งปลูกข้าวที่สำคัญ สำหรับกำหนดเป็นพื้นที่ศึกษาและการเก็บตัวอย่างผลผลิต จากนั้นดำเนินการ โดยการไปสำรวจ พื้นที่ปลูกจริงตามข้อมูลที่ระบุไว้ว่าเป็นแหล่งปลูกข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105, สุพรรณบุรี 60, ชัยนาท 1 และกวก. 1 ในเขตพื้นที่ภาคกลางของประเทศไทย ซึ่งขั้นตอนการดำเนินงานขั้นตอนนี้ พบว่ามีปัญหาอยู่บ้าง คือในช่วงฤดูนาปี 2552 มีเพียงข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 เท่านั้นที่เกษตรกรยัง นิยมปลูกอยู่เป็นจำนวนมาก โดยข้าวพันธุ์อื่นๆ ที่กล่าวมาข้างต้นนั้นพบว่าไม่มีพื้นที่ปลูกสำหรับฤดู ดังกล่าว นอกจากพันธุ์สุพรรณบุรี 60 ที่พบว่ามีเกษตรกรบางรายปลูกไว้เพื่อการบริโภคเท่านั้น สำหรับพื้นที่ปลูกข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 ส่วนใหญ่จะอยู่ในแถบภาคกลางตอนบนและภาคเหนือ ตอนล่าง และมีปลูกบ้างแถบภาคกลางตอนล่าง โดยพื้นที่ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ จะครอบคลุมแหล่ง ปลูกข้าวนาปีที่สำคัญในเขตพื้นที่ภาคกลาง ได้แก่พื้นที่เขตจังหวัดชัยนาท อุทัยธานี นครสวรรค์ และนครนายก ดังแสดงในภาพที่ 4.1



ภาพที่ 4.1 แสดงขอบเขตจังหวัดซึ่งเป็นที่ตั้งของแปลงปลูกข้าวจำนวน 16 แปลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 รายชื่อเกษตรกรที่ให้ความร่วมมือและอนุเคราะห์ให้เก็บบันทึกข้อมูลในแปลงปลูกข้าว

แปลงที่	รายชื่อเกษตรกร	รหัสแปลง	อำเภอ	จังหวัด
1	นายวีระ โพธิ์บุญ	CN 1	มโนรมย์	ชัยนาท
2	นายบุญสืบ คู่ยจาก	CN 2	เมือง	ชัยนาท
3	นายสนอง นักร้อง	CN 3	เมือง	ชัยนาท
4	นายสมพงษ์ ดีอาษา	NN 1	ปากพลี	นครนายก
5	นายวีรชัย วินิกรณ์	NS 1	ชุมแสง	นครสวรรค์
6	นายพิศาล คู่มสะอาด	NS 2	พยุหคีรี	นครสวรรค์
7	นายเจน สวณนพคุณ	NS 3	พยุหคีรี	นครสวรรค์
8	นายฉลวย อยู่ปิ่น	NS 4	ชุมแสง	นครสวรรค์
9	นางวัน แก้วแดง	NS 5	โกรกพระ	นครสวรรค์
10	นางจันแรม เพชรสังฆาต	NS 6	โกรกพระ	นครสวรรค์
11	นางสุชาดา คงเพชรลัก	UT 1	หนองขาหย่าง	อุทัยธานี
12	นางช่อนกลิ่น คงเขียว	UT 2	เมือง	อุทัยธานี
13	นางสาวรัชชา สุขสะอาด	UT 3	เมือง	อุทัยธานี
14	นายดิเรก ขาวใส	UT 4	เมือง	อุทัยธานี
15	นายเจือ อินทสิทธิ์	UT 5	หนองขาหย่าง	อุทัยธานี
16	นายสวัสดิ์ พหลทัย	UT 6	ทับทัน	อุทัยธานี

ตารางที่ 4.1 แสดงรายชื่อของเกษตรกรจำนวน 16 รายที่เต็มใจให้ความร่วมมือเพื่อติดตามสอบถามและบันทึกข้อมูลด้านพัฒนาการและการเจริญเติบโตของข้าวตลอดฤดูปลูก และให้ความอนุเคราะห์ในการสุ่มเก็บตัวอย่างข้าวในระยะสุกแก่ทางศรีวิทยา ซึ่งประกอบด้วยเกษตรกรจากอำเภอเมืองและมโนรมย์ จังหวัดชัยนาท จำนวน 2 และ 1 ราย ตามลำดับ จากอำเภอปากพลี จังหวัดนครนายก จำนวน 1 ราย จากอำเภอชุมแสง พยุหคีรี และโกรกพระ จังหวัดนครสวรรค์ อำเภอละ 2 ราย และเกษตรกรจากจังหวัดอุทัยธานี ได้แก่ อำเภอเมือง จำนวน 3 ราย อำเภอหนองขาหย่าง จำนวน 1 ราย และอำเภอทับทัน จำนวน 1 ราย

#### 4.1.2 สภาพการผลิตข้าวในเขตพื้นที่ศึกษา

สภาพการผลิตข้าวในเขตพื้นที่ศึกษาพบว่าเกษตรกรส่วนใหญ่นิยมปลูกข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 เนื่องจากขายได้ราคาสูงกว่าข้าวพันธุ์อื่น ๆ โดยในช่วงฤดูนาปรังที่ทำการศึกษาวิจัยพบว่าเกษตรกรเริ่มปลูกข้าวตั้งแต่วันที่ 21 พฤศจิกายน ไปจนถึงวันที่ 18 ธันวาคม พ.ศ. 2552 และเกษตรกรส่วนใหญ่นิยมปลูกข้าวแบบนาหว่านน้ำตม (จำนวน 13 ราย) มีเพียง 2 รายที่ปลูกโดยใช้วิธีการปักดำ อย่างไรก็ตามพบว่ามีเกษตรกรบางรายปลูกข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 60 ไว้เพื่อใช้บริโภคในครัวเรือน ซึ่งเกษตรกรปลูกข้าวพันธุ์นี้เร็วกว่าพันธุ์ชัยนาท 1 เล็กน้อย คือปลูกในวันที่ 19 พฤศจิกายน พ.ศ. 2552 อัตราประชากรประมาณ 16-45 กอ/ตร.ม สำหรับขนาดของพื้นที่ในแต่ละแปลงพบว่า มีขนาดพื้นที่ตั้งแต่ 5 ถึง 100 ไร่ ซึ่งโดยเฉลี่ยแล้วก็ประมาณ 30-35 ไร่เกษตรกร 1 ราย และเกษตรกรส่วนใหญ่มีที่นาเป็นของตัวเอง มีเช่าเพียงไม่กี่รายเท่านั้น (ตารางที่ 4.2)

ตารางที่ 4.2 ข้อมูลพันธุ์ที่ใช้ วิธีการปลูก และขนาดพื้นที่เพาะปลูกของเกษตรกรแต่ละราย

แปลงที่	รหัสแปลง	วันที่ปลูก	พันธุ์ข้าวที่ใช้	จำนวนประชากร (กอ/ตร.ม)	วิธีการปลูก	พื้นที่ปลูก (ไร่)
1	CN 1	5 ธ.ค. 52	ชัยนาท 1	21	นาหว่านน้ำตม	50
2	CN 2	9 ธ.ค. 52	ชัยนาท 1	30	นาหว่านน้ำตม	100
3	CN 3	18 ธ.ค. 52	ชัยนาท 1	22	นาหว่านน้ำตม	22
4	NN 1	18 ธ.ค. 52	ชัยนาท 1	40	ปักดำ	5
5	NS 1	3 ธ.ค. 52	ชัยนาท 1	24	นาหว่านน้ำตม	50
6	NS 2	6 ธ.ค. 52	ชัยนาท 1	20	ปักดำ	80
7	NS 3	2 ธ.ค. 52	ชัยนาท 1	23	นาหว่านน้ำตม	9
8	NS 4	27 พ.ย. 52	ชัยนาท 1	16	นาหว่านน้ำตม	23
9	NS 5	6 ธ.ค. 52	ชัยนาท 1	25	นาหว่านน้ำตม	15
10	NS 6	10 ธ.ค. 52	ชัยนาท 1	23	นาหว่านน้ำตม	13
11	UT 1	21 พ.ย. 52	ชัยนาท 1	18	นาหว่านน้ำตม	19
12	UT 2	1 ธ.ค. 52	ชัยนาท 1	45	นาหว่านน้ำตม	57
13	UT 3	30 พ.ย. 52	ชัยนาท 1	42	นาหว่านน้ำตม	60
14	UT 4	6 ธ.ค. 52	ชัยนาท 1	20	นาหว่านน้ำตม	8
15	UT 5	30 พ.ย. 52	ชัยนาท 1	29	นาหว่านน้ำตม	18
16	UT 6	19 พ.ย. 52	สุพรรณบุรี 60	18	นาหว่านน้ำตม	9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4.1.3 ผลการวิเคราะห์ดินจากแปลงเกษตรกร

ตารางที่ 4.3 แสดงผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพของดินก่อนปลูก พบว่าดินในแปลงนาของเกษตรกรมีลักษณะของดินที่แตกต่างกันออกไป โดยพบลักษณะเนื้อดินหลายแบบ ดังนี้ ดินทราย (sand) จำนวน 1 แปลง ดินทรายปนร่วน (loamy sand) จำนวน 1 แปลง ดินร่วนปนทราย (sandy loam) จำนวน 1 แปลง ดินร่วน (loam) จำนวน 2 แปลง ดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง (silty clay loam) จำนวน 3 แปลง ดินร่วนปนเหนียว (clay loam) จำนวน 1 แปลง ดินเหนียวปนทรายแป้ง (silty clay) จำนวน 3 แปลง และดินเหนียว (clay) จำนวน 3 แปลง ผลการวิเคราะห์ค่าความหนาแน่นของดินพบว่าแปลงที่มีค่าความหนาแน่นของดินน้อยที่สุดคือ แปลงเกษตรกร UT 6 ในเขตอำเภอบ้านจั่น จังหวัดอุทัยธานี เท่ากับ 1.22 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร และแปลงที่มีค่ามากที่สุด คือแปลงเกษตรกร UT 1 ในเขตอำเภอหนองขาหย่าง จังหวัดอุทัยธานี มีค่าเท่ากับ 1.83 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร (ตารางที่ 4.3)

ตารางที่ 4.3 ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพของดินที่ระดับ 0-30 cm ในแต่ละแปลงปลูก

แปลงที่	รหัสแปลง	Sand (%)	Silt (%)	Clay (%)	Soil texture	Bulk density (g/cm <sup>3</sup> )
1	CN 1	38.34	27.69	33.96	Loam	1.46
2	CN 2	31.98	44.45	23.57	Loam	1.55
3	CN 3	11.30	49.54	39.16	Silty Clay Loam	1.43
4	NN 1	10.86	42.13	47.01	Silty Clay	1.41
5	NS 1	12.71	55.83	31.46	Silty Clay Loam	1.39
6	NS 2	11.19	44.88	43.93	Silty Clay	1.40
7	NS 3	30.14	32.96	36.89	Clay loam	1.43
8	NS 4	6.02	31.02	62.96	Clay	1.60
9	NS 5	40.52	16.32	43.16	Clay	1.49
10	NS 6	28.11	15.28	56.61	Clay	1.42
11	UT 1	90.78	7.49	1.73	Sand	1.83
12	UT 2	16.73	54.38	28.88	Silty Clay Loam	1.45
13*	UT 3	-	-	-	-	-
14	UT 4	7.20	41.16	51.64	Silty Clay	1.41
15	UT 5	81.64	13.93	4.43	Loamy Sand	1.78
16	UT 6	57.59	34.92	7.49	Sandy Loam	1.22

\* ใช้ข้อมูลดินของแปลง UT 2 เนื่องจากแปลงปลูกอยู่ติดกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของดินก่อนปลูก แสดงดังตารางที่ 4.4 พบว่าในแปลงนาเกษตรกรที่ได้ทำการศึกษามีค่า pH อยู่ระหว่าง 4.15 -6.54 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์เป็นกรดรุนแรงมากถึงกรดเล็กน้อย โดยแปลงที่มีดินเป็นกรดรุนแรงมาก (4.15) คือแปลงเกษตรกร NN 1 ในเขตอำเภอปากพลี จังหวัดนครนายก และแปลงที่มีดินเป็นกรดเล็กน้อย คือแปลงเกษตรกร UT 1 ในเขตอำเภอหนองขาหย่าง จังหวัดอุทัยธานี สำหรับการวิเคราะห์ความอุดมสมบูรณ์ของดินพบว่าส่วนใหญ่มีความอุดมสมบูรณ์อยู่ในระดับปานกลางถึงค่อนข้างสูง โดยมีเพียง 2 แปลงเท่านั้น ที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำมากมีค่า OM เท่ากับ 0.43 % ได้แก่แปลงของเกษตรกร UT 1 และ UT 5 ในเขตอำเภอหนองขาหย่าง จังหวัดอุทัยธานี ซึ่งทั้ง 2 แปลงมีลักษณะเนื้อดินเป็นแบบดินทราย การทดสอบความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (CEC) พบว่าแปลงของเกษตรกรส่วนใหญ่จะมีค่าความจุอยู่ระหว่าง 1.88-25.09 me/100g ซึ่งอยู่ในระดับต่ำมากถึงระดับสูง โดยแปลงที่มีค่า CEC ต่ำที่สุดได้แก่แปลงเกษตรกร UT 1 ในเขตอำเภอหนองขาหย่าง จังหวัดอุทัยธานี และแปลงที่มีค่า CEC สูงที่สุดได้แก่แปลงเกษตรกร NN 1 ในเขตอำเภอปากพลี จังหวัดนครนายก ผลการวิเคราะห์แอมโมเนียม ( $\text{NH}_4^+$ ) มีค่าอยู่ระหว่าง 7.11-63.95 mg/kg โดยแปลงที่มีค่าต่ำที่สุดและสูงที่สุด ได้แก่แปลงเกษตรกร UT 1 ในเขตอำเภอหนองขาหย่าง จังหวัดอุทัยธานี และแปลงเกษตรกร NN 1 ในเขตอำเภอปากพลี จังหวัดนครนายก ตามลำดับ สำหรับการวิเคราะห์ไนเตรต ( $\text{NO}_3^-$ ) มีเพียงแปลงเกษตรกร NS 1 เท่านั้นที่สามารถวิเคราะห์ได้ โดยมีค่าเท่ากับ 14.21 mg/kg ส่วนแปลงเกษตรกรรายอื่น ๆ ไม่สามารถวิเคราะห์ได้ สรุปการวิเคราะห์ผลรวมของไนโตรเจนพบว่ามีค่าอยู่ระหว่าง 0.08-0.35 % (ตารางที่ 4.4)

ตารางที่ 4.4 แสดงผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของดินที่ระดับ 0-30 cm ในแต่ละแปลงปลูก

แปลง ที่	รหัส แปลง	pH (1:1)	OM (%)	CEC (me/100g)	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg/kg)	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/kg)	Total N (%)
1	CN 1	5.61	2.51	15.37	46.18	ND	0.22
2	CN 2	5.68	2.58	14.43	21.32	ND	0.19
3	CN 3	5.47	3.5	20.39	42.63	ND	0.22
4	NN 1	4.15	3.99	25.09	63.95	ND	0.19
5	NS 1	5.65	4.46	19.13	49.74	14.21	0.35
6	NS 2	5.11	3.99	24.15	31.97	ND	0.28
7	NS 3	5.52	2.89	23.21	39.08	ND	0.18
8	NS 4	5.38	2.25	23.52	42.63	ND	0.16
9	NS 5	5.50	2.56	13.80	56.84	ND	0.20
10	NS 6	5.21	3.23	15.68	60.40	ND	0.21
11	UT 1	6.54	0.43	1.88	7.11	ND	0.08
12	UT 2	5.48	2.26	13.80	35.53	ND	0.18
13*	UT 3	-	-	-	-	-	-
14	UT 4	5.37	3.09	20.07	31.98	ND	0.21
15	UT 5	5.72	0.43	2.19	14.21	ND	0.08
16	UT 6	5.37	2.15	4.70	28.42	ND	0.17

ND = Non Detection

\* ใช้ข้อมูลดินของแปลง UT 2 เนื่องจากแปลงปลูกอยู่ติดกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4.1.4 ข้อมูลพัฒนาการและข้อมูลผลผลิตในแปลงเกษตรกร

ตารางที่ 4.5 แสดงข้อมูลระยะพัฒนาการของข้าวในแต่ละแปลงปลูกและอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุด ( $^{\circ}\text{C}$ ) ในช่วงของการเพาะปลูกข้าว พบว่าระยะแตกกอของข้าวที่มีการจับบันทึกได้จากแปลงเกษตรกร (เกษตรกร เป็นผู้บันทึก) มีอายุเฉลี่ยประมาณ 50 วัน ระยะกำเนิดช่อรวงมีอายุเฉลี่ย 59 วัน วันออกดอกเฉลี่ย 66 วัน และอายุเก็บเกี่ยวเฉลี่ยเท่ากับ 98 วัน และพบว่าตลอดระยะเวลาที่ทำการศึกษาสภาพภูมิอากาศมีอุณหภูมิสูงสุดและอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยเท่ากับ 33.6 และ 23.5 ( $^{\circ}\text{C}$ ) ตามลำดับ

ตารางที่ 4.5 ข้อมูลระยะพัฒนาการของข้าวในแต่ละแปลงเกษตรกรและอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุด ( $^{\circ}\text{C}$ )

แปลง ที่	รหัส แปลง	ระยะพัฒนาการ (วัน)				อุณหภูมิ ( $^{\circ}\text{C}$ )	
		แตกกอ	กำเนิด ช่อรวง	ออกดอก	เก็บเกี่ยว	สูงสุด	ต่ำสุด
1	CN 1	53	60	65	100	33.5	22.8
2	CN 2	52	60	68	98	33.2	23.0
3	CN 3	46	59	61	98	34.3	23.2
4	NN 1	49	54	59	100	34.7	24.1
5	NS 1	49	60	64	96	33.9	22.5
6	NS 2	50	58	67	86	33.6	22.4
7	NS 3	51	57	69	97	33.9	22.5
8	NS 4	50	60	75	95	33.4	22.1
9	NS 5	49	58	62	96	34.1	22.7
10	NS 6	50	56	61	95	37.5	22.6
11	UT 1	51	65	70	105	32.7	22.4
12	UT 2	55	58	70	103	34.0	22.9
13	UT 3	55	60	73	104	34.2	24.0
14	UT 4	49	57	61	99	34.5	23.6
15	UT 5	50	70	75	102	34.3	23.5
16	UT 6	44	48	57	96	26.3	32.3
	<i>Mean</i>	<i>50</i>	<i>59</i>	<i>66</i>	<i>98</i>	<i>33.6</i>	<i>23.5</i>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6 แสดงข้อมูลผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของข้าวในแปลงเกษตรกรพบว่า มีผลผลิตเฉลี่ยเท่ากับ 268 กิโลกรัม และผลผลิตในแปลงเกษตรกรมีค่าอยู่ระหว่าง 92.9 – 483.8 กก./ไร่ สำหรับแปลงที่มีผลผลิตสูงที่สุดและต่ำที่สุดได้แก่ แปลงเกษตรกร (UT 2) ในเขตอำเภอเมือง จังหวัดอุทัยธานี และแปลงเกษตรกร (NS 4) ในเขตอำเภอชุมแสง จังหวัดนครสวรรค์ ตามลำดับ น้ำหนักแห้งส่วนเหนือดิน 726.9 กก./ไร่ จำนวนหน่อต่อกอเฉลี่ยมีค่าตั้งแต่ 4.2-14.3 หน่อต่อกอ เปอร์เซ็นต์เมล็ดลีบเฉลี่ยเท่ากับ 7.2 % และ น้ำหนัก 1000 เมล็ดมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 21.8 กรัม

ตารางที่ 4.6 ข้อมูลผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของข้าวในแต่ละแปลงเกษตรกร

แปลง ที่	รหัส แปลง	ผลผลิต (กก./ไร่)	นน.แห้งส่วน เหนือดิน (กก./ไร่)	นน.แห้งราก (กก./ไร่)	จำนวน หน่อ/กอ	% เมล็ดลีบ	นน. 1000 เมล็ด (กรัม)
1	CN 1	166.4	532.3	96.4	6.9	10.3	19.3
2	CN 2	298.5	690.8	126.5	4.7	4.2	21.7
3	CN 3	275.3	728.1	186.6	9.5	5.4	23.1
4	NN 1	414.1	1,218.3	568.8	9.2	12	23.0
5	NS 1	223.8	576.4	96.3	4.2	4.0	19.5
6	NS 2	353.0	939.7	352.2	14.3	12.7	23.5
7	NS 3	206.7	566.1	110.2	6.2	7.0	20.4
8	NS 4	92.9	329.2	42.0	5.3	6.3	19.7
9	NS 5	253.0	974.3	165.1	4.6	5.6	20.5
10	NS 6	217.1	653.4	439.0	7.8	9.9	22.4
11	UT 1	183.8	506.5	466.8	4.2	9.8	20.9
12	UT 2	483.8	1,080.5	163.7	10.7	2.5	24.0
13	UT 3	422.8	963.3	314.4	5.2	3.0	23.0
14	UT 4	155.0	501.2	77.2	4.7	5.7	20.0
15	UT 5	294.0	736.6	449.7	6.2	5.6	23.1
16	UT 6	241.0	633.8	125.5	13.1	10.5	24.1
	<i>Mean</i>	<i>268.0</i>	<i>726.9</i>	<i>236.3</i>	<i>7.3</i>	<i>7.2</i>	<i>21.8</i>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4.2 การวิเคราะห์ช่องว่างของผลผลิตข้าว

สำหรับการประเมินช่องว่างผลผลิตของข้าว ทำการวิเคราะห์ข้อมูลเฉพาะแปลงเกษตรกรที่มีการปลูกข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 แบบนาหว่านน้ำตมเท่านั้น สำหรับแปลงที่ไม่ได้นำมาวิเคราะห์ ได้แก่ แปลง NN 1 (แปลงที่ 4) และ NS 2 (แปลงที่ 6) เนื่องจากเกษตรกรปลูกข้าวโดยวิธีการปักดำ และแปลง UT 6 (แปลงที่ 16) เกษตรกรปลูกข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 60

##### 4.2.1 การประเมินค่าผลผลิตจริงของเกษตรกร (actual yield)

ผลการประเมินอายุวันออกดอกของข้าวในแต่ละแปลงเกษตรกรโดยใช้แบบจำลอง CSM-CERES-Rice พบว่า แบบจำลองประเมินอายุวันออกดอกของข้าวสูงกว่าค่าเฉลี่ยของค่าสังเกต 4 วัน โดยแบบจำลองประเมินอายุวันออกดอกในทุกแปลงปลูกสูงกว่าค่าสังเกตจริงค่อนข้างมาก ยกเว้นแปลงที่ 8 ที่พบว่ามีค่าแตกต่างกันแค่ 1 วัน โดยผลการประเมินโดยรวมพบว่าแบบจำลองสามารถประเมินอายุวันออกดอกได้สอดคล้องกับค่าสังเกตจริงในแปลงเกษตรกร โดยมีค่า RMSE เท่ากับ 6.07 วัน  $RMSE_n = 9.03\%$  และ ค่า d-stat เท่ากับ 0.57 โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 67 และ 71 วัน สำหรับอายุวันออกดอกของค่าสังเกตจริงและค่าจำลอง ตามลำดับ (ตารางที่ 4.7)

ในทางตรงกันข้ามพบว่าแบบจำลองประเมินอายุวันสุกแก่ทางสรีรวิทยาได้ต่ำกว่าค่าสังเกตจริง โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 99 และ 94 วัน สำหรับอายุวันสุกแก่ทางสรีรวิทยาของค่าสังเกตและค่าจำลอง ตามลำดับ และพบว่าแบบจำลอง CSM-CERES-Rice สามารถประเมินความสอดคล้องระหว่างค่าทั้งสองได้ดีเช่นกัน โดยมีค่า RMSE,  $RMSE_n$  และ d-stat เท่ากับ 6.13 วัน 6.19% และ 0.50 ตามลำดับ (ตารางที่ 4.7)

สำหรับผลการประเมินน้ำหนักแห้งรวมของข้าว พบว่ามีความสอดคล้องกันระหว่างค่าสังเกตและค่าจำลอง โดยมีค่า RMSE,  $RMSE_n$  และ d-stat เท่ากับ 0.82 ตัน/เฮกตาร์, 19.11% และ 0.85 ตามลำดับ ซึ่งให้เห็นว่าแบบจำลองสามารถนำมาใช้ประเมินน้ำหนักแห้งของข้าวได้ผลแม่นยำอยู่ในระดับที่ยอมรับได้ (ตารางที่ 4.8)

ผลการประเมินความสอดคล้องของผลผลิตของข้าว พบว่ามีค่า RMSE เท่ากับ 0.82 ตัน/เฮกตาร์  $RMSE_n$  เท่ากับ 51.72% และ d-stat กับ 0.90 ซึ่งให้เห็นว่าแบบจำลองประเมินค่าผลผลิตของข้าวได้ไม่ดี โดยมีค่าเฉลี่ยของค่าสังเกตและค่าจำลองเท่ากับ 1.58 และ 2.37 ตัน/เฮกตาร์ ตามลำดับ (ตารางที่ 4.8)

ในทำนองเดียวกันพบว่าแบบจำลองประเมินค่าดัชนีเก็บเกี่ยวของข้าวในแปลงเกษตรกรได้ไม่ดี โดยมีค่าเฉลี่ยของค่าสังเกตและค่าจำลองเท่ากับ 0.36 และ 0.53 ตามลำดับ มีค่า RMSE,  $RMSE_n$  และ d-stat เท่ากับ 0.19, 51.20% และ 0.35 ตามลำดับ (ตารางที่ 4.8)

ตารางที่ 4.7 เปรียบเทียบอายุวันออกดอกและอายุวันสุกแก่ทางสรีรวิทยาระหว่างค่าสังเกตและค่าจำลองในแต่ละแปลงเกษตรกร

แปลง เกษตรกร	อายุวันออกดอก (วัน)		อายุวันสุกแก่ทางสรีรวิทยา (วัน)	
	ค่าสังเกต	ค่าจำลอง	ค่าสังเกต	ค่าจำลอง
CN 1	65	70	97	93
CN 2	68	69	97	92
CN 3	61	69	99	92
NS 1	64	71	96	93
NS 3	69	72	96	95
NS 4	75	74	95	96
NS 5	62	72	100	94
NS 6	61	71	92	93
UT 1	70	74	106	97
UT 2	70	72	103	95
UT 3	73	72	104	95
UT 4	61	71	99	94
UT 5	75	72	105	95
เฉลี่ย	67	71	99	94
RMSE		6.07		6.13
RMSEn (%)		9.03		6.19
d-stat		0.57		0.50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.8 เปรียบเทียบน้ำหนักแห้ง ผลผลิต และดัชนีเก็บเกี่ยว (HI) ระหว่างค่าสังเกตและค่าจำลองในแต่ละแปลงเกษตรกร

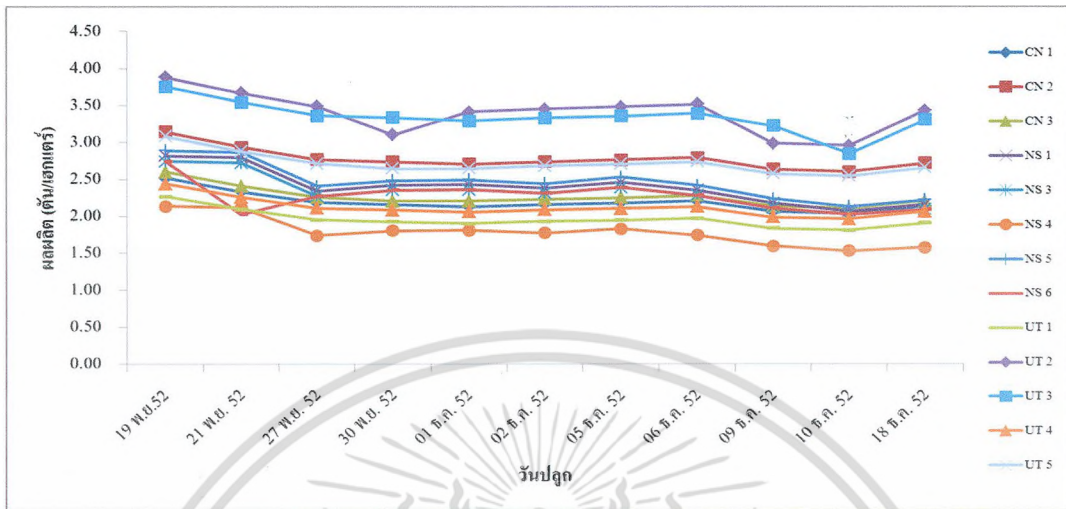
แปลง เกษตรกร	น้ำหนักแห้ง (ตัน/เฮกตาร์)		ผลผลิต (ตัน/เฮกตาร์)		ดัชนีเก็บเกี่ยว (HI)	
	ค่าสังเกต	ค่าจำลอง	ค่าสังเกต	ค่าจำลอง	ค่าสังเกต	ค่าจำลอง
CN 1	3.33	4.08	1.04	2.18	0.31	0.54
CN 2	4.92	4.32	1.87	2.63	0.43	0.54
CN 3	4.55	4.23	1.72	2.21	0.37	0.52
NS 1	3.60	4.32	1.40	2.38	0.39	0.55
NS 3	3.54	3.95	1.29	2.14	0.37	0.54
NS 4	2.20	3.40	0.73	1.90	0.33	0.56
NS 5	6.09	3.91	1.58	2.21	0.26	0.57
NS 6	4.08	3.72	1.36	2.04	0.33	0.55
UT 1	3.17	3.63	1.15	1.95	0.36	0.54
UT 2	6.75	6.26	3.02	3.45	0.45	0.55
UT 3	6.02	6.04	2.64	3.30	0.44	0.55
UT 4	3.13	3.54	0.97	1.84	0.31	0.52
UT 5	4.60	4.97	1.84	2.65	0.40	0.53
เฉลี่ย	4.31	4.33	1.59	2.37	0.36	0.53
RMSE		0.82		0.82		0.19
RMSEn (%)		19.11		51.72		51.20
d-stat		0.85		0.90		0.38

#### 4.2.2 การประมาณค่าผลผลิตสูงสุดที่จะเป็นไปได้ (attainable yield)

การประมาณค่าผลผลิตสูงสุดที่ควรจะเป็นไปได้ในแต่ละแปลงที่มีสภาพดินและภูมิอากาศแตกต่างกัน เริ่มจำลองสถานการณ์การปลูกข้าวโดยเปลี่ยนไปใช้วันปลูกและอัตราประชากรจากแปลงปลูกอื่น ๆ เพื่อประเมินคุณผลกระทบต่อการให้ผลผลิต จากนั้นพิจารณาวันปลูกและอัตราปลูกที่เหมาะสมที่สุดเพื่อนำไปใช้ประเมินผลผลิตสูงสุดที่ควรจะเป็นไปได้ในทุกแปลงปลูก

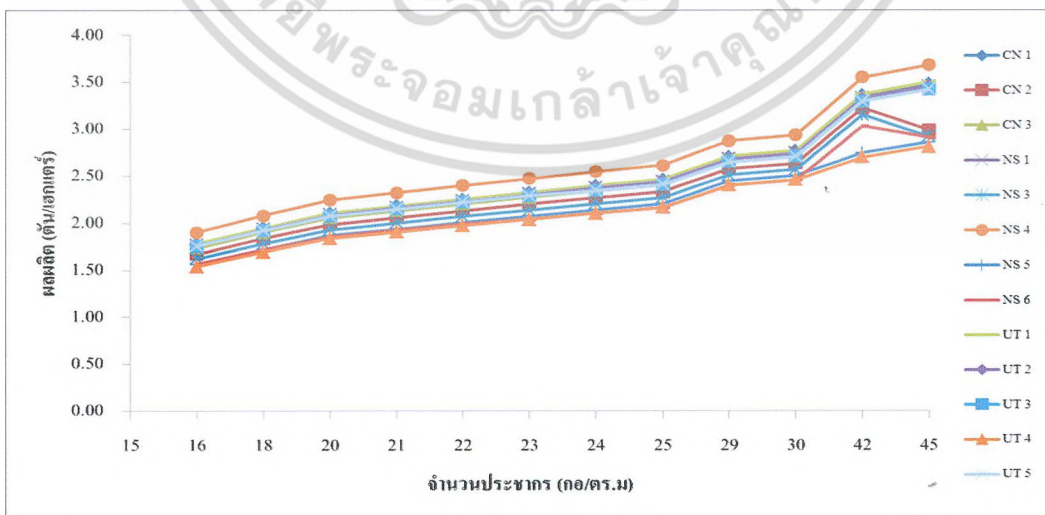
ผลการประเมินค่าผลผลิตของข้าวในแต่ละแปลงเกษตรกร เมื่อเปลี่ยนไปใช้วันปลูกของแปลงอื่น ๆ พบว่าในทุกแปลงปลูกจะให้ผลผลิตสูงสุดหากปลูกในวันที่ 19 พฤศจิกายน 2552 โดยพบว่ามีผลผลิตที่จำลองได้มีค่าอยู่ระหว่าง 2.13-3.88 ตัน/เฮกตาร์ และพบว่าแปลงที่ให้ผลผลิตจากการจำลองสูงสุดคือ แปลง UT 2 และ UT 3 โดยมีค่าผลผลิตที่จำลองได้เท่ากับ 3.88 และ 3.75

ตัน/เฮกตาร์ ตามลำดับ ส่วนแปลงที่มีผลผลิตต่ำที่สุด คือ แปลง NS 4 ผลผลิตที่จำลองได้มีค่าเท่ากับ 2.13 ตัน/เฮกตาร์ (ภาพที่ 4.2)



ภาพที่ 4.2 ผลผลิตของข้าวในแต่ละแปลงปลูกเมื่อเปลี่ยนไปใช้วันปลูกของแปลงอื่น ๆ

ผลการประเมินค่าจำลองผลผลิตของข้าวในแต่ละแปลงเกษตรกรเมื่อเปลี่ยนไปใช้อัตราประชากรของแปลงปลูกอื่น ๆ พบว่า การเพิ่มจำนวนประชากรต่อตารางเมตร จะมีแนวโน้มทำให้ข้าวมีผลผลิตสูงขึ้น และจากผลการประเมินพบว่า การปลูกข้าว โดยใช้อัตราประชากร 45 กอ/ตร.ม. จะทำให้ข้าวมีผลผลิตสูงที่สุดในทุกแปลงปลูก โดยมีผลผลิตที่จำลองได้อยู่ระหว่าง 2.81-3.68 ตัน/เฮกตาร์ โดยแปลงที่ให้ผลผลิตสูงที่สุด คือ แปลง NS 4 ส่วนแปลงที่ให้ผลผลิตต่ำที่สุด คือ แปลง UT 4 (ภาพที่ 4.3)



ภาพที่ 4.3 ผลผลิตของข้าวในแต่ละแปลงปลูกเมื่อเปลี่ยนไปใช้อัตราประชากรของแปลงอื่น ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 4.2.3 ช่องว่างผลผลิต (yield gap)

การวิเคราะห์ความแตกต่างของผลผลิตสูงสุดที่ควรจะเป็นไปได้ (attainable yield) กับผลผลิตจริงของเกษตรกร (actual yield) ที่ได้จากการสังเกตในแปลงเกษตรกร (Gap Ia) แสดงในตารางที่ 4.9 ซึ่งประเมินผลผลิตของข้าวที่ควรจะเป็นไปได้ (attainable yield) โดยกำหนดให้ทุกแปลงปลูกในวันที่ 19 พฤศจิกายน 2552 และกำหนดให้มีจำนวนประชากรเท่ากับ 45 กอ/ตร.ม ผลการประเมินพบว่า ข้าวให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นมากกว่า 1 เท่าตัวในทุกแปลงปลูกที่ได้ทำการประเมิน โดยพบว่าผลผลิตจริงมีค่าตั้งแต่ 0.73-3.02 ตัน/เฮกตาร์ ส่วนผลผลิตที่ควรจะเป็นไปได้อีกมีค่าอยู่ระหว่าง 3.49-3.99 ตัน/เฮกตาร์ ผลการทดลองชี้ให้เห็นว่ามีช่องว่างของผลผลิตเกิดขึ้นตั้งแต่ 0.47-3.03 ตัน/เฮกตาร์ หรือคิดเป็น 13.5-80.6 % แสดงให้เห็นว่าวันปลูกและจำนวนประชากรต่อตารางเมตรมีอิทธิพลต่อการให้ผลผลิตของข้าว โดยมีความแตกต่างระหว่างผลผลิตจริงและผลผลิตที่ควรจะเป็นไปได้เฉลี่ยประมาณ 57.0 %

ตารางที่ 4.9 ความแตกต่างระหว่างผลผลิตสูงสุดที่ควรจะเป็นไปได้ในแปลงเกษตรกร (attainable yield) กับผลผลิตจริงของเกษตรกร (actual yield) ที่ได้จากการสังเกตในแปลงเกษตรกร

แปลง เกษตรกร	ผลผลิตจริงของเกษตรกร* <sub>a</sub> (ตัน/เฮกตาร์)	ผลผลิตที่ควรจะเป็นไปได้ (ตัน/เฮกตาร์)	ช่องว่างผลผลิต (Gap Ia)	
			ตัน/เฮกตาร์	%
CN 1	1.04	3.88	2.84	73.2
CN 2	1.87	3.88	2.01	51.8
CN 3	1.72	3.88	2.16	55.7
NS 1	1.40	3.99	2.59	64.9
NS 3	1.29	3.76	2.47	65.7
NS 4	0.73	3.76	3.03	80.6
NS 5	1.58	3.76	2.18	58.0
NS 6	1.36	3.76	2.40	63.8
UT 1	1.15	3.49	2.34	67.0
UT 2	3.02	3.49	0.47	13.5
UT 3	2.64	3.49	0.85	24.4
UT 4	0.97	3.49	2.52	72.2
UT 5	1.84	3.49	1.65	47.3
เฉลี่ย	1.59	3.70	2.11	57.0

\*<sub>a</sub> ผลผลิตจริงที่ได้จากการสังเกตในแปลงเกษตรกร

ตารางที่ 4.10 แสดงผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของผลผลิตสูงสุดที่ควรจะเป็นไปได้ (attainable yield) กับผลผลิตจริงของเกษตรกร (actual yield) ที่ประเมินได้จากแบบจำลอง (Gap Ib) โดยกำหนดให้ทุกแปลงปลูกในวันที่ 19 พฤศจิกายน 2552 และกำหนดให้มีจำนวนประชากรเท่ากับ 45 กอ/ตร.ม ผลการประเมินพบว่า ข้าวให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นในทุกแปลงปลูกที่ได้ทำการประเมิน โดยพบว่าผลผลิตจริงที่แบบจำลองประเมินได้มีค่าตั้งแต่ 1.84-3.45 ตัน/เฮกตาร์ ส่วนผลผลิตที่ควรจะเป็นไปได้อีกอยู่ระหว่าง 3.49-3.99 ตัน/เฮกตาร์ ผลการทดลองชี้ให้เห็นว่ามีช่องว่างของผลผลิตเกิดขึ้นตั้งแต่ 0.04-1.86 ตัน/เฮกตาร์ หรือคิดเป็น 1.1-49.5 % แสดงให้เห็นว่าวันปลูกและจำนวนประชากรต่อตารางเมตรมีอิทธิพลต่อการให้ผลผลิตของข้าว โดยมีความแตกต่างระหว่างผลผลิตจริงและผลผลิตที่ควรจะเป็นไปได้เฉลี่ยประมาณ 35.7 %

ตารางที่ 4.10 ความแตกต่างระหว่างผลผลิตสูงสุดที่ควรจะเป็นไปได้ในแปลงเกษตรกร (attainable yield) กับผลผลิตจริงของเกษตรกร (actual yield) ที่ได้ประเมินได้จากแบบจำลอง

แปลง เกษตรกร	ผลผลิตจริงของเกษตรกร* <sup>b</sup> - ผลผลิตที่ควรจะเป็นไปได้		ช่องว่างผลผลิต (Gap Ib)	
	(ตัน/เฮกตาร์)	(ตัน/เฮกตาร์)	ตัน/เฮกตาร์	%
CN 1	2.18	3.88	1.70	43.8
CN 2	2.63	3.88	1.25	32.2
CN 3	2.21	3.88	1.67	43.0
NS 1	2.38	3.99	1.61	40.4
NS 3	2.14	3.76	1.62	43.1
NS 4	1.90	3.76	1.86	49.5
NS 5	2.21	3.76	1.55	41.2
NS 6	2.04	3.76	1.72	45.7
UT 1	1.95	3.49	1.54	44.1
UT 2	3.45	3.49	0.04	1.1
UT 3	3.30	3.49	0.19	5.4
UT 4	1.84	3.49	1.65	47.3
UT 5	2.65	3.49	0.84	24.1
เฉลี่ย	2.38	3.70	1.32	35.7

\*<sup>b</sup> ผลผลิตจริงที่ประเมินได้จากแบบจำลอง

การวิเคราะห์ความแตกต่างของผลผลิตที่ได้จริง (actual yield) ระหว่างแปลงเกษตรกร (Gap II) แสดงในตารางที่ 4.11 ซึ่งเปรียบเทียบผลผลิตข้าวจริงที่เก็บบันทึกในแปลงเกษตรกรและผลผลิตข้าวที่ประเมินโดยใช้แบบจำลองตามวิธีการปฏิบัติจริงของเกษตรกร พบว่าแบบจำลองประเมินผลผลิตข้าวจริงได้ค่าสูงกว่าค่าสังเกตในทุกแปลงปลูก โดยมีความแตกต่างระหว่างผลผลิตอยู่ระหว่าง 0.43-1.17 ตัน/เฮกตาร์ คิดเป็น 12.5-61.6 % จากผลการทดลองชี้ให้เห็นว่าแบบจำลองประเมินผลผลิตได้สูงกว่าค่าสังเกตจริงในแปลงทดลอง อาจเป็นเพราะแบบจำลองยังไม่สามารถประเมินสภาวะการเกิดโรคระบาด การเข้าทำลายของแมลง หรือแม้กระทั่งวัชพืช ที่อาจเกิดขึ้นจริงในฤดูกาลผลิตนาปี 2552 โดยเฉพาะการระบาดของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล

ตารางที่ 4.11 เปรียบเทียบระหว่างผลผลิตจริงของเกษตรกร (actual yield) ที่ได้จากการสังเกตจริงในแปลงเกษตรกรและที่ประเมินได้จากแบบจำลอง

แปลง เกษตรกร	ผลผลิตจริงจากการสังเกต (ตัน/เฮกตาร์)	ผลผลิตจริงจากการจำลอง (ตัน/เฮกตาร์)	ช่องว่างผลผลิต (Gap II)	
			ตัน/เฮกตาร์	%
CN 1	1.04	2.18	1.14	52.3
CN 2	1.87	2.63	0.76	28.9
CN 3	1.72	2.21	0.49	22.2
NS 1	1.40	2.38	0.98	41.2
NS 3	1.29	2.14	0.85	39.7
NS 4	0.73	1.90	1.17	61.6
NS 5	1.58	2.21	0.63	28.5
NS 6	1.36	2.04	0.68	33.3
UT 1	1.15	1.95	0.80	41.0
UT 2	3.02	3.45	0.43	12.5
UT 3	2.64	3.30	0.66	20.0
UT 4	0.97	1.84	0.87	47.3
UT 5	1.84	2.65	0.81	30.6
เฉลี่ย	1.59	2.38	0.79	33.2

### 4.3 การวิเคราะห์สาเหตุของการเกิดช่องว่างของผลผลิต

#### 4.3.1 การประมาณผลผลิตของแบบจำลอง CERES-Rice

การวิเคราะห์สาเหตุของการเกิดช่องว่างของผลผลิตข้าวในแต่ละแปลงเกษตรกร พบว่าเนื่องจากเกษตรกรปลูกข้าวในวันปลูกที่แตกต่างกัน และใช้อัตราประชากรไม่เท่ากัน เมื่อนำผลผลิตจริงที่เก็บบันทึกได้ในแปลงมาเปรียบเทียบกับผลผลิตที่ควรจะได้โดยใช้วันปลูก (19 พ.ย. 52) และอัตราประชากรที่เหมาะสมที่สุด (45 กอ/ตร.ม) ซึ่งให้เห็นว่าหากเกษตรกรใช้วันปลูกและอัตราประชากรที่ไม่เหมาะสม ก็เป็นสาเหตุทำให้เกิดช่องว่างของผลผลิตได้ อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบระหว่างผลผลิตจริงที่เก็บบันทึกในแปลงเกษตรกร และผลผลิตจริงที่ได้จากการจำลอง เหมือนกับสภาพการปลูกจริงทุกประการ ผลการเปรียบเทียบชี้ให้เห็นว่าแบบจำลองสามารถทำนายผลผลิตได้สูงกว่าค่าสังเกตจริงประมาณ 1 เท่าตัว ทั้งนี้อาจเป็นเพราะแบบจำลองยังไม่สามารถประเมินในสภาวะที่มีการเกิดโรคและแมลงรบกวนได้ ในขณะที่ในสภาพความเป็นจริงข้าวในแปลงเกษตรกรเสียหายเนื่องจากการระบาดของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล ทำให้ได้ผลผลิตต่ำ (ตารางที่ 4.12)

ตารางที่ 4.12 วันปลูก อัตราประชากร ผลผลิตจริง และผลผลิตที่ควรจะได้ในแต่ละแปลงเกษตรกร

แปลง เกษตรกร	วันปลูก	อัตราประชากร (กอ/ตร.ม)	ผลผลิตจริง (ตัน/เฮกตาร์)		ผลผลิตที่ควรจะเป็นไปได้ (ตัน/เฮกตาร์)*
			ค่าสังเกต	ค่าจำลอง	
CN 1	5 ธ.ค. 52	21	1.04	2.18	3.88
CN 2	9 ธ.ค. 52	30	1.87	2.63	3.88
CN 3	18 ธ.ค. 52	22	1.72	2.21	3.88
NS 1	3 ธ.ค. 52	24	1.40	2.38	3.99
NS 3	2 ธ.ค. 52	23	1.29	2.14	3.76
NS 4	27 พ.ย. 52	16	0.73	1.90	3.76
NS 5	6 ธ.ค. 52	25	1.58	2.21	3.76
NS 6	10 ธ.ค. 52	23	1.36	2.04	3.76
UT 1	21 พ.ย. 52	18	1.15	1.95	3.49
UT 2	1 ธ.ค. 52	45	3.02	3.45	3.49
UT 3	30 พ.ย. 52	42	2.64	3.30	3.49
UT 4	6 ธ.ค. 52	20	0.97	1.84	3.49
UT 5	30 พ.ย. 52	29	1.84	2.65	3.49
เฉลี่ย		26	1.59	2.38	3.70

\* กำหนดให้ทุกแปลงปลูกในวันที่ 19 พ.ย 2552 และมีอัตราประชากรเท่ากับ 45 กอ/ตร.ม

### 4.3.2 การดูแลปฏิบัติแปลงของเกษตรกร

การจัดการแปลงปลูกของเกษตรกรแต่ละราย อาจเป็นสาเหตุทำให้เกิดช่องว่างของผลผลิตได้ โดยผลการติดตามการดูแลและปฏิบัติแปลงของเกษตรกรตลอดช่วงฤดูปลูก ได้ทำการเก็บตัวอย่างวัชพืชในพื้นที่ขนาด 1 ตารางเมตร จำนวน 4 จุด พบว่าแปลงเกษตรกร NS 5 และ UT 4 ในเขตอำเภอโกรกพระ จังหวัดนครสวรรค์ และอำเภอเมือง จังหวัดอุทัยธานี มีการระบาดของวัชพืชค่อนข้างมาก โดยค่าน้ำหนักแห้งของวัชพืชที่ตรวจวัดได้อยู่ระหว่าง 0.00-0.81 ตัน/เฮกตาร์ เกษตรกรส่วนใหญ่ใส่ปุ๋ยให้กับข้าวจำนวน 2-3 ครั้ง สำหรับการใส่สารเคมีป้องกันกำจัดโรคและแมลงเกษตรกรจะใช้อุ้ประมาณ 3-6 ครั้งต่อฤดูปลูก และพบว่ามีบางแปลงเกษตรกรมีการใช้สารอินทรีย์ชนิดอื่น ๆ ร่วมด้วย เช่น ปุ๋ยชีวภาพและน้ำส้มควันไม้ เป็นต้น แต่อย่างไรก็ตามพบว่าแม้เกษตรกรจะมีการป้องกันและกำจัดศัตรูพืชอย่างดี แต่พบว่าทุกแปลงยังมีการระบาดของแมลงศัตรู เช่น เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล แต่สำหรับการระบาดของโรคนั้นพบเพียงบางแปลงเท่านั้น (ตารางที่ 4.13) ดังนั้นความแตกต่างในแง่ของการจัดการแปลงปลูกของเกษตรกรนี้ ก็อาจเป็นสาเหตุทำให้เกิดช่องว่างของผลผลิตได้ เนื่องจากแบบจำลองยังไม่สามารถประเมินในสภาพการณ์เช่นนี้ได้ จึงทำให้ผลผลิตที่ประเมินได้จากแบบจำลองส่วนใหญ่มีค่าสูงกว่าผลผลิตจริงที่เก็บบันทึก

ตารางที่ 4.13 ข้อมูลการดูแลปฏิบัติแปลงของเกษตรกรแต่ละราย

รหัสแปลง	วัชพืช (ตัน/เฮกตาร์)	การใส่ปุ๋ย (ครั้ง)	การใช้สารเคมี (ครั้ง)	โรคระบาด	แมลงระบาด	การใช้สารอินทรีย์
CN 1	0.16	2	4	√	√	×
CN 2	0.53	3	3	×	√	×
CN 3	0.28	3	3	×	√	×
NS 1	0.16	2	4	√	√	√
NS 3	0.24	3	4	×	√	√
NS 4	0.33	3	4	√	√	×
NS 5	0.81	3	6	√	√	×
NS 6	0.42	3	5	×	√	×
UT 1	0.13	2	4	×	√	√
UT 2	0.06	3	5	×	√	×
UT 3	0.00	2	4	×	√	×
UT 4	0.80	2	4	√	√	√
UT 5	0.60	3	4	×	√	×
หมายเหตุ	√ = มี	×	×	×	×	×

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 4.3.3 การสอบถามเกษตรกรและสังเกตแปลงปลูกของเกษตรกร

จากการสอบถามข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับการทำนาของกลุ่มเกษตรกรที่ร่วมในการศึกษาวิจัย พบว่ามีปัจจัยหลายประการอย่างที่มีผลต่อการตัดสินใจของกลุ่มเกษตรกร ดังนี้

การพิจารณาเลือกพันธุ์ข้าวที่จะใช้ปลูก ส่วนใหญ่พบว่าเกษตรกรในเขตพื้นที่ภาคกลางตอนบน จะพิจารณาเลือกใช้พันธุ์ข้าวที่ขายผลผลิตได้ราคาดี ซึ่งในฤดูนาปี 2552 เกษตรกรในเขตพื้นที่ภาคกลางตอนบนนิยมปลูกข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 มากกว่าพันธุ์ ๆ เนื่องจากขายได้ราคาดีกว่าข้าวพันธุ์อื่น ๆ การเตรียมแปลงปลูก วิธีการปลูก และการดูแลปฏิบัติ นับว่ามีความสำคัญต่อการให้ผลผลิต จากการติดตามการปฏิบัติงานของเกษตรกรในแต่ละแปลงปลูก พบว่าเกษตรกรบางรายดูแลแปลงปลูกข้าวของตนเองอย่างเข้มข้นจะทำให้ได้ผลผลิตสูง เช่น แปลงเกษตรกร UT 2 และ UT 3 ในเขตพื้นที่อำเภอเมือง จังหวัดอุทัยธานี ซึ่งพบว่าผลผลิตจริงที่บันทึกในแปลงเกษตรกรทั้ง 2 ราย มีความแตกต่างจากผลผลิตสูงสุดที่ควรจะเป็นไปได้ (attainable yield) ที่ประเมินจากแบบจำลอง เพียง 13.5 และ 24.4 % เท่านั้น และพบว่าทั้ง 2 แปลงปลูกดังกล่าวมีปริมาณวัชพืชในแปลงน้อยมากทั้งที่ปลูกโดยวิธีหว่านนาตาม โดยเฉพาะแปลง UT 3 พบว่าไม่มีการระบาดของวัชพืชในแปลงนาเลย เนื่องจากเกษตรกรให้ความสำคัญในขั้นตอนการเตรียมดิน ที่ต้องมีการกำจัดเศษซากวัชพืชที่คั่งค้างในแปลงจากฤดูกาลก่อนหน้าให้ได้มากที่สุด ยังพบว่าเกษตรกรมีการควบคุมการระบาดของโรคในแปลงปลูกได้ดีมาก แม้จะมีการระบาดของแมลงบ้างแต่ก็เพียงเล็กน้อยเท่านั้น ไม่สร้างความเสียหายมาก นอกจากนี้ยังพบว่าทั้ง 2 แปลง ยังมีความร่วมมือกับหน่วยงานภาครัฐในการเป็นเครือข่ายเกษตรกรผู้ร่วมผลิตเมล็ดพันธุ์หลักส่งให้กับหน่วยงานภาครัฐ โดยจะมีเจ้าหน้าที่ลงไปแนะนำขั้นตอนการผลิตรวมทั้งตรวจสอบแปลงปลูก เพื่อติดตามขั้นตอนการผลิตของเกษตรกรอย่างใกล้ชิดอีกด้วย เมื่อเปรียบเทียบอัตราการใช้เมล็ดพันธุ์ ก็จะพบว่าจากการสุ่มตรวจนับจำนวนประชากรต่อตารางเมตรก็พบว่ามีความหนาแน่นของประชากรต่อพื้นที่สูงกว่าแปลงปลูกอื่น ๆ

## บทที่ 5

### วิจารณ์และสรุปผลการทดลอง

#### 5.1 วิจารณ์ผลการทดลอง

ในการศึกษานี้มีวัตถุประสงค์อยู่ 2 ประการ คือ 1) เพื่อทดสอบวิธีการประมาณค่าช่องว่างของผลผลิตของข้าวโดยใช้แบบจำลองการเจริญเติบโตของข้าว (CERES-Rice model) โดยคาดหวังว่าจะได้วิธีการประมาณค่าช่องว่างผลผลิตของข้าวที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพ ที่จะสามารถนำไปใช้ในการประมาณค่าช่องว่างของผลผลิตของข้าวในพื้นที่อื่น ๆ ได้ และ 2) เพื่อวิเคราะห์สาเหตุของช่องว่างผลผลิตของข้าว เพื่อหาแนวทางการยกระดับผลผลิตในพื้นที่ศึกษาให้สูงขึ้นกว่าเดิม โดยคาดหวังว่าจะทำให้ทราบถึงสาเหตุสำคัญของการเกิดช่องว่างของผลผลิตของข้าว ซึ่งจะทำให้สามารถนำมาช่วยในการวางแผนการผลิต หรือหาแนวทางในการยกระดับผลผลิตของข้าวในพื้นที่ศึกษาให้สูงขึ้นกว่าเดิม

สำหรับการประมาณค่าช่องว่างของผลผลิตพืช ที่ผ่านมาในอดีตวิธีการที่ใช้ในการวิเคราะห์ช่องว่างของผลผลิตยังมีจุดอ่อนอยู่ เนื่องจากได้มีการนำเอาข้อมูลผลผลิตที่ผลิตได้ในสถานีทดลองมาเป็นข้อมูลผลผลิตที่ได้ตามศักยภาพ (potential yield) และใช้ข้อมูลผลผลิตที่ได้จากรายงานสถิติ หรือที่ได้จากการสัมภาษณ์เกษตรกร มาเป็นข้อมูลผลผลิตที่ได้รับจริงของเกษตรกร (actual yield) เพื่อทำการเปรียบเทียบ (Gomez, 1977; De Datta และคณะ, 1978) ซึ่งพบว่าผลการศึกษามีความคลาดเคลื่อนสูง โดยเฉพาะข้อมูลจากรายงานสถิติหรือจากการสัมภาษณ์เกษตรกร มักมีความคลาดเคลื่อน จึงทำให้การวิเคราะห์ช่องว่างของผลผลิตขาดความน่าเชื่อถือ ดังนั้นการศึกษานี้พยายามออกแบบการศึกษาเพื่อแก้ไขข้อบกพร่องดังกล่าว โดยการออกพื้นที่เพื่อสุ่มเก็บตัวอย่างข้าวจริงในแปลงเกษตรกรเขตพื้นที่ภาคกลาง ซึ่งเป็นแหล่งปลูกข้าวนาปรังที่สำคัญของประเทศไทย อย่างไรก็ตามการวิเคราะห์ช่องว่างของผลผลิตพืช ยังมีข้อจำกัดเนื่องจากการวัดผลผลิตตามศักยภาพของพืช (potential yield) ในแปลงเกษตรกรจริง ๆ นั้นทำได้ยาก เพราะนักวิจัยไม่สามารถควบคุมปัจจัยทางสภาพแวดล้อมได้ทั้งหมด (ปรีชา, 2548) ดังนั้นปัจจุบันจึงนิยมประเมินผลผลิตสูงสุดที่ควรจะเป็นไปได้ในไร่นาเกษตรกร (attainable yield) แทนการวัดผลผลิตตามศักยภาพของพืช โดยเป็นการประเมินภายใต้สภาพที่ปัจจัยการผลิตทุกอย่างเหมาะสม ยกเว้นปัจจัยทางสภาพแวดล้อมที่ไม่สามารถควบคุมได้ เช่น แสง อุณหภูมิ และน้ำ (ในกรณีการปลูกโดยอาศัยน้ำฝน)

จากการวิเคราะห์ช่องว่างของผลผลิตข้าวในการศึกษานี้ โดยแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ 1) การวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างผลผลิตสูงสุดที่จะเป็นไปได้ในแปลงเกษตรกร (attainable yield) และผลผลิตจริงของเกษตรกร (actual yield) (Gap I) และ 2) การวิเคราะห์ความแตกต่างของผลผลิตข้าวที่ได้จริงระหว่างแปลงเกษตรกร (Gap II) ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างผลผลิตสูงสุดที่

จะเป็นไปได้ในแปลงเกษตรกร และผลผลิตจริงของเกษตรกร (Gap I) ซึ่งให้เห็นว่าแบบจำลอง CERES-Rice สามารถนำมาใช้ในการประเมินช่องว่างของผลผลิตข้าวได้ดี โดยผลการประเมินผลผลิตสูงสุดที่ควรจะเป็นไปได้ในแปลงเกษตรกรเมื่อใช้วันปลูกที่เหมาะสม (19 พฤศจิกายน 2552) และความหนาแน่นของประชากรที่ดีที่สุด (45 กอ/ตร.ม) นำมาเปรียบเทียบกับผลผลิตข้าวจริงที่ได้จากการสังเกตในแปลงเกษตรกร (Gap Ia) พบว่ามีช่องว่างของผลผลิตเกิดขึ้นตั้งแต่ 0.47-3.03 ตัน/เฮกตาร์ คิดเป็น 13.5-80.6 % แต่เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับผลผลิตข้าวจริงที่ประเมินได้จากแบบจำลอง (Gap Ib) มีช่องว่างของผลผลิตลดลงเหลือประมาณ 0.04-1.86 ตัน/เฮกตาร์ คิดเป็น 1.1-49.5 % เท่านั้น และเมื่อทำการวิเคราะห์ความแตกต่างของผลผลิตข้าวที่ได้จริงระหว่างแปลงเกษตรกร (Gap II) โดยการเปรียบเทียบระหว่างผลผลิตข้างจริงที่สังเกตในแปลงเกษตรกร และผลผลิตจริงที่ประเมินได้โดยใช้แบบจำลอง CERES-Rice พบว่ามีช่องว่างเกิดขึ้นประมาณ 0.43-1.17 ตัน/เฮกตาร์ คิดเป็น 12.5-61.6 % ซึ่งผลผลิตจริงที่ประเมินได้จากแบบจำลองมีค่าสูงกว่าผลผลิตจริงที่สังเกตในแปลงเกษตรกร ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่าแบบจำลอง CERES-Rice ยังไม่สามารถประเมินในสภาพที่มีการเกิดโรคระบาด แมลงเข้าทำลาย และความเสียหายอันเนื่องมาจากการระบาดของวัชพืชในแปลงปลูก ในขณะที่ในสภาพความเป็นจริง จากการลงพื้นที่เพื่อติดตามการปฏิบัติของเกษตรกร พบว่ามีการเกิดสภาวะดังกล่าวขึ้นในแปลงปลูกข้าว จึงเป็นสาเหตุทำให้ได้ผลผลิตต่ำ โดยเฉพาะการระบาดของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล (*Nilaparvata lugens* Stål)

สำหรับจากการวิเคราะห์สาเหตุของการเกิดช่องว่างเพื่อหาแนวทางในการยกระดับผลผลิต Gomez (1977) ระบุว่าสาเหตุของช่องว่างผลผลิตพืชเกิดจากข้อจำกัด 2 ด้าน คือ 1) ด้านสภาพและชีวภาพ ได้แก่ สภาพภูมิประเทศ ความอุดมสมบูรณ์ของดิน น้ำ พันธุ์พืช วัชพืช และศัตรูพืช และ 2) ข้อจำกัดด้านสภาพเศรษฐกิจและสังคม ได้แก่ ค่าใช้จ่ายในการผลิต แรงงาน ทัศนคติ และความรู้ เป็นต้น ในการศึกษาครั้งนี้พบว่ามีความสอดคล้องกับรายงานดังกล่าว เพราะพบว่าสาเหตุหลักของการเกิดช่องว่างผลผลิต เกิดจากปัจจัยทางด้านชีวภาพ ทั้งการระบาดของโรคและแมลง ความเสียหายอันเนื่องมาจากการระบาดของวัชพืชในแปลงปลูก การใช้วันปลูกและอัตราปลูกที่ไม่เหมาะสม ล้วนเป็นสาเหตุที่มีผลต่อการให้ผลผลิตของพืช

ส่วนปัจจัยทางด้านเศรษฐกิจและสังคมนั้น พบว่ากลุ่มเกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการวิจัยในครั้งนี้ เริ่มต้นจากการลงสำรวจพื้นที่ของผู้วิจัย โดยไม่ได้ผ่านการประสานงานจากหน่วยงานราชการใด ๆ ในพื้นที่ ทั้งนี้เพื่อวัตถุประสงค์เพื่อให้ได้ตัวแทนเกษตรกรที่มีการทำนาโดยไม่ผ่านการออกแบบจากหน่วยงานราชการ และเพื่อให้ได้ข้อมูลผลผลิตจริงที่ถูกต้องมากที่สุด จากการลงพื้นที่พบว่ามีเกษตรกรจำนวน 2 ราย เป็นเครือข่ายเกษตรกรผู้ร่วมผลิตเมล็ดพันธุ์หลักส่งให้กับหน่วยงานภาครัฐ โดยจะมีเจ้าหน้าที่ลงไปแนะนำขั้นตอนการผลิตรวมทั้งตรวจสอบแปลงปลูก เพื่อติดตามขั้นตอนการผลิตของเกษตรกรอย่างใกล้ชิด และพบว่าในทั้งสองแปลงปลูกนี้ข้าวให้ผลผลิตสูงกว่าแปลงปลูกอื่น ๆ เมื่อวิเคราะห์เปรียบเทียบถึงวิธีการดูแลปฏิบัติแล้ว พบว่าเกษตรกรทั้งสองรายมีการ

จัดการแปลงคูตีตั้งแต่ขั้นตอนของการเตรียมดิน แม้พบว่าเกษตรกรจะไม่ได้ปลูกข้าวในวันปลูกเหมาะสม และปลูกด้วยประชากรที่มีความหนาแน่นสูง ทั้งนี้สันนิษฐานว่า เมื่อมีการเตรียมดินดี ใช้เมล็ดพันธุ์ในอัตราที่สูง ข้าวมีเปอร์เซ็นต์ความงอกดี และงอกสม่ำเสมอก็น่าจะทำให้ข้าวมีความสามารถในการแข่งขันกับวัชพืชได้ดี จึงทำให้ได้ผลผลิตสูง

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ เนื่องจากลักษณะของงานในส่วนแรกเป็นงานภาคสนาม/สำรวจพื้นที่/สัมภาษณ์เกษตรกร ดังนั้นในขั้นตอนการดำเนินงานจึงพบอุปสรรคหลายประการ โดยเฉพาะการทำความรู้และความเข้าใจกับเกษตรกรว่าลักษณะของข้อมูลที่ต้องการจัดบันทึกมีอะไรบ้าง เนื่องจากข้อมูลบางส่วนเราอาจต้องขอความร่วมมือให้เกษตรกรทำการจัดบันทึกให้ โดยเฉพาะระยะพัฒนาการ เช่น วันที่ข้าวถึงระยะแตกกอ วันกำเนิดช่อดอก วันออกดอก และวันเก็บเกี่ยว ซึ่งเกษตรกรบางรายลืมจัดบันทึกและแจ้งข้อมูลในระหว่างดำเนินการ ทำให้ข้อมูลบางส่วนขาดหายไป ทั้งนี้เนื่องจากข้อจำกัดในเรื่องของงบประมาณที่ทำให้ไม่สามารถไปติดตามดูแลแปลงปลูกของเกษตรกรได้ตลอดเวลา อีกประการหนึ่งตำแหน่งของแปลงปลูกข้าวแต่ละแปลงอยู่กระจายและไกลกัน อีกทั้งเกษตรกรแต่ละรายปลูกข้าวไม่พร้อมกัน

หลังจากการสุ่มเก็บตัวอย่างข้าวจากแปลงเกษตรกรเสร็จสิ้น จึงได้เริ่มมีการเก็บรวบรวมข้อมูลพื้นฐานที่จำเป็นต้องใช้เป็นข้อมูลตัวป้อนให้แบบจำลองการเจริญเติบโตของข้าว อุปสรรคที่พบ คือ ข้อมูลสภาพอากาศที่ไม่ได้มีการตรวจวัดจริงในแปลงเกษตรกรได้ อันเนื่องมาจากข้อจำกัดหลายประการ โดยเฉพาะเรื่องของงบประมาณ ดังนั้นการแก้ไขจึงได้ติดต่อขอความอนุเคราะห์ข้อมูลสภาพอากาศจากสถานีอากาศที่อยู่ใกล้เคียงแหล่งปลูกมากที่สุด จากกรมอุตุนิยมวิทยา แต่ก็ยังคงพบว่ามีปัญหา เนื่องจากแบบจำลองการเจริญเติบโตของข้าวต้องการข้อมูลสภาพอากาศรายวัน ประกอบด้วย พลังงานรังสีดวงอาทิตย์ (เมกาจูล/ตารางเมตร/วัน) อุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุด (องศาเซลเซียส) และปริมาณน้ำฝน (มิลลิเมตร) ซึ่งมีเพียงสถานีอากาศหลักของจังหวัดเท่านั้นที่มีการบันทึกข้อมูลที่ค่อนข้างครบถ้วน แต่ส่วนใหญ่สถานีเหล่านั้นอยู่ค่อนข้างไกลจากแปลงปลูกข้าว ปัญหาอีกประการหนึ่งก็คือ ข้อมูลพลังงานรังสีดวงอาทิตย์นั้น เนื่องจากสถานีอากาศส่วนใหญ่ไม่มีการตรวจวัด ดังนั้นจึงจำเป็นต้องทำการประเมินค่าพลังงานรังสีดวงอาทิตย์ โดยอาศัยข้อมูลอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุด โดยใช้โปรแกรม WeaData 1.0 ส่งผลให้เมื่อต้องประเมินผลผลิตข้าวโดยใช้แบบจำลองในแต่ละแปลงปลูกจึงต้องจัดกลุ่มแปลงปลูกเพื่อพิจารณาเลือกใช้ข้อมูลอากาศจากสถานีที่ใกล้เคียงแหล่งปลูกมากที่สุด ดังนั้นต่อไปจึงควรมีการสำรวจข้อมูลสถานีอากาศควบคู่ไปกับการสำรวจและคัดเลือกแปลงปลูกที่ใช้ในการศึกษา และถ้าเป็นไปได้ หากสามารถจัดหาอุปกรณ์ในการตรวจวัดข้อมูลสภาพอากาศไปติดตั้งในแปลงปลูกจริง ก็น่าจะทำให้ช่วยลดความคลาดเคลื่อนของงานทดลองลงได้ และปริษา (2548) แนะนำว่าการประเมินช่องว่างของผลผลิตพืช ควรจะทำมากกว่า 1 ปี ทั้งนี้เนื่องจากอากาศในแต่ละปีมีความแปรปรวน

ข้อมูลดินนับว่าจำเป็นสำหรับแบบจำลอง เนื่องจากแบบจำลองต้องนำไปใช้เป็นข้อมูลตัวป้อนในการประเมินผลผลิตข้าว ดังนั้นควรมีการเก็บข้อมูลดินในแต่ละแปลงปลูกเพื่อนำไปวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีดินของดินก่อนปลูก แต่ในทางปฏิบัติพบว่ามีปัญหา คือในการลงพื้นที่เพื่อสำรวจแปลงปลูกและขอความร่วมมือกับเกษตรกร เมื่อเกษตรกรท่านใดตกลงให้ความร่วมมือ ก็จะดำเนินการเก็บข้อมูลดินในแปลงปลูกเพื่อนำมาวิเคราะห์ และพบว่าลักษณะแปลงปลูกของเกษตรกรแต่ละรายอยู่ในสภาพที่แตกต่างกัน เช่น บางแปลงอยู่ในช่วงพักยังคงมีตอซังจากการเก็บเกี่ยวในฤดูที่ผ่านมา บางแปลงมีการไถเตรียมดินและคราดเสร็จเรียบร้อยแล้ว บางแปลงไถเตรียมดินและขังน้ำเพื่อเตรียมการหว่านข้าว ดังนั้นสำหรับในกรณีแปลงใดที่เกษตรกรมีการไถดินเตรียมแปลงปลูก ผู้วิจัยจึงต้องแก้ไขปัญหาลักษณะเฉพาะหน้า โดยการเก็บตัวอย่างดินบริเวณขอบแปลง

จากที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นว่าแบบจำลอง CERES-Rice จะสามารถนำมาใช้ประเมินวิธีการวิเคราะห์ช่องว่างผลผลิตและสาเหตุของการเกิดช่องว่างของผลผลิตได้ และชี้ให้เห็นว่าเกิดช่องว่างผลผลิตก่อนข้างสูงระหว่างผลผลิตจริงที่จดบันทึกได้ในแปลงเกษตรกรกับผลผลิตสูงสุดที่ควรจะเป็นไปได้ (Gap Ia) และสาเหตุส่วนใหญ่เกิดจากปัจจัยทางด้านชีวภาพ เช่น การระบาดของโรคและแมลง การระบาดของวัชพืช เป็นต้น ดังนั้นหากเกษตรกรนำความรู้นี้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ เช่น หาแนวทางในการป้องกันกำจัดโรคและแมลงที่จะระบาดในแปลงปลูก หรือที่ระบาดอยู่เป็นประจำ เช่น อาจเลือกใช้พันธุ์ข้าวต้านทานต่อโรคและแมลงเหล่านั้น ก็น่าจะสามารถยกระดับของผลผลิตข้าวได้ ส่วนปัญหาวัชพืชจากการศึกษานี้ชัดเจนมากกว่าหากเกษตรกรมีการเตรียมดินดี จะช่วยลดปัญหาการระบาดของวัชพืชได้มาก และจะทำให้ได้ผลผลิตข้าวจริงใกล้เคียงกับผลผลิตสูงสุดที่ควรจะเป็นไปได้

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้แม้จะพยายามแก้จุดอ่อนในเรื่องของการไม่ใช้ข้อมูลผลผลิตจริงจากรายงานสถิติและการสอบถามเกษตรกร แต่ได้มีการวางแผนในการลงไปสุ่มเก็บตัวอย่างข้าวจริง ๆ ในแปลงเกษตรกรในระยะเก็บเกี่ยว แต่ก็ยังพบว่ามีปัญหาในการดำเนินงานอยู่บ้างเนื่องจากข้อจำกัดในเรื่องของงบประมาณที่ไม่สามารถเดินทางไปติดตามการดูแลปฏิบัติของเกษตรกรแต่ละรายในทุกขั้นตอนได้ ดังนั้นแนวทางการแก้ไข คือ อาจต้องมีการวางแผนการเดินทางไปติดตามวิธีการดูแลของเกษตรกรเฉพาะในช่วงที่สำคัญ ๆ ส่วนช่วงการดูแลอื่น ๆ ก็พยายามสร้างความเข้าใจกับเกษตรกร และชี้ให้เห็นความสำคัญของการจดบันทึกข้อมูล เพื่อขอความอนุเคราะห์ให้เกษตรกรช่วยบันทึกข้อมูลให้ แต่อย่างไรก็ตามลักษณะของข้อมูลที่จะให้เกษตรกรจดบันทึก ต้องมั่นใจว่าเกษตรกรมีความเข้าใจอย่างแท้จริง และที่สำคัญควรต้องมีการติดต่อพูดคุยกับเกษตรกรอย่างสม่ำเสมอ เพราะหากมีปัญหาเกิดขึ้นจะทำให้สามารถวางแผนแก้ไขได้ทัน และได้ข้อมูลที่ถูกต้องและมีความน่าเชื่อถือ

## 5.2 สรุปผลการทดลอง

ผลการศึกษาสรุปได้ว่า แบบจำลอง CERES-Rice สามารถนำมาใช้ประมาณค่าช่องว่างของผลผลิตข้าวในเขตพื้นที่ภาคกลางของประเทศไทยได้ การวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างผลผลิตสูงสุดที่ควรจะเป็นไปได้ (attainable yield) กับผลผลิตข้าวจริงที่ได้จากการสังเกตในแปลงเกษตรกร (actual yield) (Gap Ia) มีช่องว่างผลผลิตเกิดขึ้นตั้งแต่ 0.47-3.03 ตัน/เฮกตาร์ คิดเป็น 13.5-80.6 % เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับผลผลิตข้าวจริงที่ประเมินได้จากแบบจำลอง (Gap Ib) มีช่องว่างของผลผลิตลดลงเหลือประมาณเท่ากับ 0.04-1.86 ตัน/เฮกตาร์ คิดเป็น 1.1-49.5 % ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของผลผลิตข้าวที่ได้จริงระหว่างแปลงเกษตรกร (Gap II) โดยการเปรียบเทียบระหว่างผลผลิตข้างจริงที่สังเกตในแปลงเกษตรกร และผลผลิตจริงที่ประเมินได้โดยใช้แบบจำลอง CERES-Rice พบว่ามีช่องว่างเกิดขึ้นประมาณ 0.43-1.17 ตัน/เฮกตาร์ คิดเป็น 12.5-61.6 % ซึ่งผลผลิตจริงที่ประเมินได้จากแบบจำลองมีค่าสูงกว่าผลผลิตจริงที่สังเกตในแปลงเกษตรกร เนื่องจากแบบจำลองยังไม่สามารถประเมินในสภาพที่มีการระบาดของโรค แมลง และวัชพืชได้ ซึ่งชี้ให้เห็นว่าปัจจัยสภาพแวดล้อมทางด้านชีวภาพเป็นสาเหตุสำคัญของการเกิดช่องว่างผลผลิตของข้าว นอกจากนี้ยังพบว่า การเตรียมพื้นที่และเตรียมดินดี เลือกใช้พันธุ์ปลูกที่เหมาะสม ปลูกด้วยความหนาแน่นของประชากรค่อนข้างสูง จะช่วยส่งเสริมให้ข้าวมีความสามารถในการแข่งขันกับวัชพืชได้ดี ส่งผลให้ได้ผลผลิตสูง ดังนั้นการหาแนวทางในการยกระดับของผลผลิตข้าวสามารถทำได้ โดยเริ่มตั้งแต่การเตรียมแปลงปลูกต้องดี เลือกใช้พันธุ์ปลูกและความหนาแน่นประชากรที่เหมาะสม เลือกใช้พันธุ์ข้าวที่ต้านทานต่อโรคและแมลงที่ระบาดอยู่เป็นประจำ และจากการศึกษาครั้งนี้ชี้ให้เห็นว่า สาเหตุของการเกิดช่องว่างของผลผลิต ก็อาจแตกต่างกันไปในแต่ละสภาพการผลิต เนื่องจากความแปรปรวนต่าง ๆ เช่น แสง อุณหภูมิ และน้ำ เป็นต้น ซึ่งสามารถศึกษาได้ยาก เพราะบางครั้งการทำงานทดลองจริงไม่สามารถควบคุมปัจจัยทางสภาพแวดล้อมได้ทั้งหมด อีกทั้งยังเสียเวลา ค่าใช้จ่าย และแรงงานในการดำเนินการค่อนข้างสูง แต่ปัจจุบันแบบจำลองการเจริญเติบโตของข้าว (CERES-Rice) เปิดโอกาสให้สามารถนำมาใช้ศึกษาวิจัยได้สะดวกมากขึ้น

## เอกสารอ้างอิง

- บันทึก วิจัยศรี. 2531. ความเหลื่อมล้ำของผลผลิตถั่วเหลืองในแปลงทดลองและแปลงเกษตรกร. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาเกษตรศาสตร์เชิงระบบ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 88 หน้า.
- ปรากฏ วีระกุล, อัฐชาติ วิสสุตวนิช, ทศนัย ทองอุทัยศรี, นันทวรรณ สโรบล, วิจิตร เบญจศีล, นาคโพธิ์แท่น, วิจิตร ขจรมาลี, และธนิต โสภโณคร. 2533. การวิเคราะห์ความแตกต่างของผลผลิตถั่วเหลือง. วารสารเศรษฐกิจการเกษตรวิจัย ปีที่ 12 ฉบับที่ 35 มกราคม – มีนาคม 2533. เฉชา สุภวันต์ บรรณาธิการ. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กรุงเทพฯ.
- ปรากฏ ศรีงาม, และอรรถชัย จินตะเวช. 2545. คู่มือการใช้งานโปรแกรมจัดการข้อมูลภูมิอากาศ WeaData 1.0. หน้า 353-384. ใน รายงานฉบับสมบูรณ์โครงการวิจัยการประมาณผลผลิตอ้อยด้วยแบบจำลองคอมพิวเตอร์. ศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ปรีชา กาเพ็ชร. 2548. การวิเคราะห์ช่องว่างของผลผลิตของถั่วลิสงโดยใช้แบบจำลองการเจริญเติบโตของถั่วลิสง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาวิชาพืชไร่ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 76 หน้า.
- สถาบันวิจัยพืชไร่. 2545. คำศัพท์ด้านการผลิตและสรุปรายวิชาการผลิตพืชไร่. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 134 หน้า.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2551. ศูนย์สารสนเทศการเกษตร สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- อภิพรธ พุกภักดี. 2541. การวิเคราะห์ช่องว่างของผลผลิตถั่วเหลือง. รายงานประชุมวิชาการถั่วเหลืองแห่งชาติ ครั้งที่ 7. 25-27 สิงหาคม 2541. ณ กรุงเทพฯ. หน้า 161-171.
- อาร์นต์ พัฒโนทัย. 2535. คู่มือการวิเคราะห์พื้นที่เพื่อวางแผนพัฒนาการเกษตร. โครงการส่งเสริมการมีส่วนร่วมของเกษตรกรในการพัฒนากรมส่งเสริมการเกษตร และโครงการวิจัยระบบทรัพยากรชนบท มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 92 หน้า.
- Batchelor, W.D., B. Basso, and J.O. Paz. 2002. Examples of strategies to analyze spatial and temporal yield variability using crop models. *European Journal of Agronomy*. 18: 141-158.

- Becker, M., and D.E. Johnson. 1999. Rice yield and productivity gap in irrigated system of the forest zone of Cote d'Ivoire. *Field Crops Research*. 60: 201-208.
- Bhatia V.S., Piara Singh, S.P. Wani, A.V.R. Kesava Rao and K. Srinivas. 2006. Yield Gap Analysis of Soybean, Groundnut, Pigeonpea and Chickpea in India Using Simulation Modeling. *Global Theme on Agroecosystems Report no. 31*. Patancheru 502 324, Andhra Pradesh, India: International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics (ICRISAT). 156 pp.
- Bhatia, V.S., Piara Singh, S.P. Wani., G.S. Chauhan., A.V.R. Kesava Rao., A.K. Mishra and K. Srinivas. 2008. Analysis of potential yields and yield gaps of rainfed soybean in India using CROPGRO-Soybean model. *Agricultural and Forest Meteorology*. 148: 1252-1265.
- Boote, K.J., J.W. Jones, and N.B. Pickering. 1996. Potential uses and limitations of crop models. *Agronomy Journal*. 88: 704-716.
- Cheeroo-Nayamuth, F.C., M.J. Robetson, M.K. Wegener, and A.R.H. Nayamuth. 2000. Using a simulation model to assess potential and attainable sugar cane yield in Mauritius. *Field Crops Research*. 66: 225-243.
- De Datta, S.K., K.A. Gomez, R.W. Herdt, and R. Barker. 1978. A handbook on the methodology for an integrated experiment-survey on rice yield constraints. The International Rice Research Institute, Los Banos, Laguna, Philippines. 59 pp.
- Gomez, K.A. 1977. On-farm assessment of yield constraints: methodological problem, pp. 1-16. *In* The International Rice Research Institute, Constraints to High Yield on Asian rice farm : An Interim Report. Los Banos, Philippines.
- Gomez, K.A., and A.A. Gomez. 1984. *Statistical Procedures for Agricultural Research*. Second edition. John Wiley & Sons, Inc. Canada. 679 pp.
- Heinemann, A.B., G. Hoogenboom, and B. Chojnicki. 2002. The impact of potential errors in rainfall observation on the simulation of crop growth, development and yield. *Ecological Modeling*. 157: 1-21.
- Herdt, R.W., and T.H. Wickham. 1978. Exploring the gap between potential and actual rice yield: the Philipines case, pp. 3-24. *In* Economic Consequences of the New Rice Technology. International Rice Research Institute. Los Banos, Philipines.

- IBSNAT (International Benchmark Sites Network for Agrotechnology Transfer Project). 1988. Technical Report 1. Experimental design and data collection procedure for IBSNAT. The minimum data sets for system analysis and crop simulation, 3<sup>rd</sup> Edition. University of Hawaii, Honolulu, Hawaii.
- International Rice Research Institute. 1979. Farm-level constraints to high rice yields in Asia:1974 -1977. Los Banos, Philippines. 441 pp.
- Jagtap, S.S., and J.W. Jones. 2002. Adaptation and evaluation of the CROPGRO-soybean model to predict regional yield and production. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 93: 73-85.
- Jones, J.W., G. Hoogenboom, C.H. Porter, K.J. Boote, W.D. Batchelor, L.A. Hunt, P.W. Wilkens, U. Singh, A.J.Gijsman and J.T. Ritchie. 2003. The DSSAT cropping system model. *European Journal of Agronomy*. 18: 235-265.
- Jones, J.W., L.A. Hunt, G. Hoogenboom, D.C. Godwin, U. Singh, G.Y. Tsuji, N.B. Pickering, P.K. Thornton, W.T. Bowen, K.J. Boote, and J.T. Ritchie. 1994. Input and output files, pp. 1-93. *In* Tsuji, G.Y., G. Uehava, and S. Balas. (eds.), DSSAT v3. Vol. 2-1. University of Hawaii Honolulu, Hawaii.
- Kropff, M.J., and H.H. van Laar. 1994. ORYZA1-An ecophysiological model for irrigated rice production, pp. 1-3. *In* M.J. Kropff, H.H. van Laar, and R.B. Matthews (eds.), SARP Research Proceedings, AB-DLO, TPE-WAU, Wageningen and IRRI, Los Banos.
- Lansigan, F.P. 1998. Minimum data and information requirements for estimating yield gap in crop production systems. *The Asian Federation for Information Technology in Agriculture*. 151-160.
- Lansigan, F.P., B.A.M. Bouman and P.K. Aggarwal. 1996. Yield gaps in selected rice-producing areas in the Philippines, pp. 11-18. *In* P.K. Aggarwal, F.P. Lansigan, T.M. Thiyagarajan, and E.G. Rubia (eds.), *Towards Integration of Simulation Models in Rice Research*. SARP Research Proceedings. AB-DLO, TPE-WAU, Wageningen and IRRI: Los Banos.
- Matthews, R. 2002. Crop management, pp. 29-53. *In* Matthews, R., and W. Stephens (eds.), *Crop-Soil Simulation Models Applications in Developing Countries*. CABI Publishing, CABI Publishing, New York.
- Naab, J.B., Piara Singh, K.J. Boote, J.W. Jones and K.O. Marfo. 2004. Using the CROPGRO-Peanut model to quantify yield gaps of peanut in the Guinean Savana Zone of Ghana. *Agronomy Journal*. 96:1231-1242.

Singh, P., D. Vijaya, K. Srinivas, and S.P. Wani. 2002. Potential productivity, yield gap, and water balance of soybean-chickpea sequential system at selected benchmark sites in India. Global Theme 3: Water, soil, and agrobiodiversity management for ecosystem health. Report No.1. Patancheru 502 324, Andhra Pradesh, India : International Crop Research Institute for the Semi-Arid Tropic. 52 pp.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ตารางผนวกที่ 1 ตัวอย่างไฟล์ข้อมูลดิน

\*SOILS: General DSSAT Soil Input File

```

=====
*THTT100001 CHAINAT CL 75 THTT100001
@SITE COUNTRY LAT LONG SCS FAMILY
-99 THAILAND -99 -99
@ SCOM SALB SLU1 SLDR SLRO SLNF SLPF SMHB SMPX SMKE
BL 0.09 7.5 0.05 60.0 1.00 1.00 IB001 IB001 IB001
@ SLB SLMH SLLL SDUL SSAT SRGF SSKS SBDM SLOC SLCL SLSI SLCF SLNI SLHW SLHB SCEC SADC
15 -99 0.163 0.267 0.398 1.000 0.23 1.46 2.51 34.0 27.7 38.3 0.220 5.6 -99 15.4 -99
30 -99 0.163 0.267 0.402 1.000 0.23 1.46 2.51 34.0 27.7 38.3 0.220 5.6 -99 15.4 -99

*THTT100016 UTHAI SL 75 SANDY LOAM THTT100016
@SITE COUNTRY LAT LONG SCS FAMILY
-99 THAILAND -99 -99
@ SCOM SALB SLU1 SLDR SLRO SLNF SLPF SMHB SMPX SMKE
BN 0.13 7.5 0.40 60.0 1.00 1.00 IB001 IB001 IB001
@ SLB SLMH SLLL SDUL SSAT SRGF SSKS SBDM SLOC SLCL SLSI SLCF SLNI SLHW SLHB SCEC SADC
15 -99 0.163 0.267 0.398 1.000 0.23 1.22 2.15 7.5 34.9 57.6 0.170 5.4 -99 4.7 -99
30 -99 0.163 0.267 0.402 1.000 0.23 1.22 2.15 7.5 34.9 57.6 0.170 5.4 -99 4.7 -99

```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ตารางผนวกที่ 2 ตัวอย่างไฟล์ข้อมูลสภาพอากาศ

```

WEATHER DATA :Chinat Province 2009
@ INSI      LAT      LONG  ELEV  TAV  AMP  REFHT  WNDHT
-99.0      15.090  100.110  15.0 -99.0 -99.0 -99.0 -99.0
@DATE  SRAD  TMAX  TMIN  RAIN
09001  10.56  28.0  21.0  0.1
09002  12.97  28.2  21.8  0.3
09003  16.40  30.1  17.8  0.0
09004  17.33  30.6  18.5  0.0
09005  17.41  31.5  19.2  0.0
09006  17.47  31.6  18.5  0.0
09007  17.44  31.3  19.0  0.0
09008  17.25  30.9  19.1  0.0
09009  15.08  28.0  20.0  0.0
09010  14.62  26.0  16.0  0.0

```

```

09364  15.63  33.0  24.0  0.0
09365  15.48  33.2  24.3  0.0

```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### ตารางผนวกที่ 3 ตัวอย่างไฟล์ข้อมูลค่าสัมประสิทธิ์ทางพันธุกรรมของข้าว

\*RICE GENOTYPE COEFFICIENTS: RICER040 MODEL

@VAR#	VAR-NAME.....	ECO#	P1	P2R	P5	P20	G1	G2	G3	G4
!	!	!	1	2	3	4	5	6	7	8
TR0001	KDML105	IB0001	502.3	233.0	386.5	12.7	45.7	.0270	1.00	0.95
TR0002	NIEW SANPATONG	IB0001	495.8	283.4	364.2	12.7	40.7	.0277	0.70	0.85
TR0003	SUPANBURI 60	IB0001	540.0	154.7	497.0	11.9	77.7	.0280	1.00	1.03
TR0004	CHAINAT 1	IB0001	570.0	122.8	334.8	11.9	63.1	.0278	1.00	1.00
TR0005	DOA 1	IB0001	388.5	20.0	381.8	12.0	73.8	.0275	1.10	1.15



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 4 ไฟล์ข้อมูลการจัดการ (File X)

\*EXP.DETAILS: THRI0902RI YIELD GAP ANALYSIS

\*GENERAL

@PEOPLE

Miss Patcharin Kesaruk

@ADDRESS

Lardkrabang

@SITE

Bkk ,Thailand

@ PAREA PRNO PLEN PLDR PLSP PLAY HAREA HRNO HLEN HARM.....  
 -99 -99 -99 -99 1 -99 -99 -99 -99 dcast

\*TREATMENTS

-----FACTOR LEVELS-----

@N R O C TNAME..... CU FL SA IC MP MI MF MR MC MT ME MH SM  
 1 1 1 0 Sim1 1 1 1 1 1 1 1 0 0 0 0 1 1

\*CULTIVARS

@C CR INGENO CNAME

1 RI TR0004 CHAINAT 1

\*FIELDS

@L ID FIELD WSTA... FLGA FLOB FLDT FLDD FLDS FLST SLTX SLDP ID\_SOIL  
 1 THRI1001 CNMU0901 -99 -99 DR002 -99 -99 -99 CL -99 THRI100001

\*SOIL ANALYSIS

@A SADAT SMHB SMPX SMKE SANAME  
 1 09339 SA011 SA009 SA015 Mr.Wera Phobun  
 @A SABL SADM SAOC SANI SAPHW SAPHB SAPX SAKE  
 1 15 1.5 2.51 .22 5.6 -99 -99 100.3  
 1 30 1.5 2.51 .22 5.6 -99 -99 100.3

\*INITIAL CONDITIONS

@C PCR ICDAT ICRT ICND ICRN ICRE ICWD ICRES ICREN ICREP IC RIP ICRTD ICNAME  
 1 RI 09339 602.2 -99 1 1 -99 -99 .22 -99 -99 -99 Mr.Wera Phobun  
 @C ICBL SH20 SNH4 SNO3  
 1 15 -99 .2 -99  
 1 30 -99 .2 -99

PLANTING DETAILS

@P PDATE EDATE PPOP PPOE PLME PLDS PLRS PLRD PLDP PLWT PAGE PENV PLPH SPRL  
 1 09339 09341 21 21 P U 1 -99 1 -99 -99 -99 -99 -99

\*IRRIGATION AND WATER MANAGEMENT

@I EFIR IDEP ITHR IEPT IOFF IAME IAMT IRNAME  
 1 1 30 50 100 GS000 IR001 10 Mr.Wera Phobun  
 @I IDATE IROP IRVAL  
 1 09346 IR006 50  
 1 10012 IR006 40

\*FERTILIZERS (INORGANIC)

@F FDATE FMCD FACD FDEP FAMN FAMP FAMK FAMC FAMO FOCD FERNAME  
 1 10003 FE005 AP002 1 6 -99 -99 -99 -99 Mr.Wera Phobun  
 1 10003 FE012 AP002 1 20 20 -99 -99 -99 -99 Mr.Wera Phobun  
 1 10038 FE005 AP002 1 14 -99 -99 -99 -99 Mr.Wera Phobun

\*SIMULATION CONTROLS

@N GENERAL NYERS NREPS START SDATE RSEED SNAME.....  
 1 GE 1 1 S 09338 2150 Mr.Wera Phobun  
 @N OPTIONS WATER NITRO SYMBI PHOSP POTAS DISES CHEM TILL  
 1 OP N N N N N N N N N  
 @N METHODS WITHER INCON LIGHT EVAPO INFIL PHOTO HYDRO NSWIT MESOM  
 1 ME M M E R S C R 1 G  
 @N MANAGEMENT PLANT IRRIG FERTI RESID HARVS  
 1 MA R R R N M  
 @N OUTPUTS FNAME OVVEW SUMRY FROPT GROUT CAOUT WAOUT NIOUT MIOUT DIOUT LONG CHOUT OPOUT  
 1 OU N Y Y 1 Y N Y Y N N Y N N

@ AUTOMATIC MANAGEMENT

@N PLANTING PFRST PLAST PH2OL PH2OU PH2OD PSTMX PSTMN  
 1 PL 09001 09001 40 100 30 40 10  
 @N IRRIGATION IMDEP ITHRL ITHRU IROFF IMETH IRAMT IREFF  
 1 IR 30 50 100 GS000 IR003 10 1  
 @N NITROGEN NMDEP NMTHR NAMNT NCODE NAOFF  
 1 NI 30 50 25 FE001 GS000  
 @N RESIDUES RIPCN RTIME RIDEP  
 1 RE 100 1 20  
 @N HARVEST HFRST HLAST HPCNP HPCNR  
 1 HA 0 01001 100 0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ตารางผนวกที่ 5 ไฟล์ข้อมูลงานทดลอง (File T)

\*EXP.DATA (T) : Yield gap analysis of rice

@TRNO	DATE	T#AD	L AID	RWAD	SWAD	GWAD	LWAD	CWAD
1	10071	178	1.08	602	2176	1040	565	3327
2	10075	191	5.08	790	2376	1866	638	4317
3	10086	207	1.03	1166	2735	1720	813	4550
4	10087	186	5.57	3555	4670	2588	1281	7614
5	10068	173	1.23	602	2148	1398	802	3603
6	10061	210	1.29	2201	3371	2206	715	5873
7	10068	173	1.72	688	2146	1291	698	3538
8	10061	174	0.05	262	1439	725	440	2201
9	10075	201	2.50	1032	4415	1581	854	6089
10	10071	202	1.84	2744	2577	1356	1077	4084
11	10066	120	2.15	2917	1893	1149	571	3166
12	10073	218	1.18	1023	3650	3024	1546	6753
13	10073	205	1.15	1965	3292	2642	1139	6021
14	10074	163	3.50	482	2103	966	893	3132
15	10074	179	9.45	2811	2656	1836	1118	4604
16	10054	190	1.11	784	2280	1506	502	3961



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ตารางผนวกที่ 6 ไฟล์ข้อมูลงานทดลอง (File A)

EXP.DATA (A): Yield gap analysis of rice

@TRNO	HWAM	HWUM	H#AM	H#UM	LAIx	CWAM	HIAM	BWAH	ADAT	MDAT	GN#M	CNAM	SNAM	GNAM	LN#D	SN#D
1	1040	0.028	178	195	1.08	3327	0.313	-99	039	071	1.17	-99	-99	-99	0.79	0.64
2	1866	0.035	191	204	5.08	4317	0.432	-99	046	075	1.35	-99	-99	-99	0.79	0.73
3	1720	0.030	207	339	1.03	4550	0.378	-99	048	086	1.26	-99	-99	-99	1.02	0.73
4	2588	0.026	186	565	5.57	7614	0.340	-99	049	087	1.17	-99	-99	-99	0.79	0.76
5	1398	0.027	173	168	1.23	3603	0.388	-99	036	068	0.97	-99	-99	-99	0.64	0.76
6	2206	0.027	210	619	1.29	5873	0.376	-99	042	061	1.05	-99	-99	-99	0.61	0.67
7	1291	0.027	173	217	1.72	3538	0.365	-99	041	068	1.05	-99	-99	-99	0.91	0.56
8	725	0.025	174	93	0.05	2201	0.329	-99	041	061	1.29	-99	-99	-99	0.76	0.79
9	1581	0.024	201	185	2.50	6089	0.260	-99	037	075	1.29	-99	-99	-99	0.76	0.64
10	1356	0.028	202	234	1.84	4084	0.332	-99	040	071	1.23	-99	-99	-99	1.08	0.76
11	1149	0.028	120	193	2.15	3166	0.363	-99	030	066	1.70	-99	-99	-99	0.64	0.53
12	3024	0.027	218	601	1.18	6753	0.448	-99	040	073	1.05	-99	-99	-99	0.73	0.64
13	2642	0.028	205	288	1.15	6021	0.439	-99	042	073	1.05	-99	-99	-99	0.59	0.35
14	966	0.026	163	130	3.50	3132	0.309	-99	036	074	1.08	-99	-99	-99	0.61	0.50
15	1836	0.027	179	278	9.45	4604	0.399	-99	044	074	1.38	-99	-99	-99	0.53	0.61
16	1506	0.029	190	391	1.11	3961	0.380	-99	015	054	1.29	-99	-99	-99	0.82	0.59



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



### ภาคผนวกที่ 1 การสำรวจพื้นที่และการสัมภาษณ์เกษตรกร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



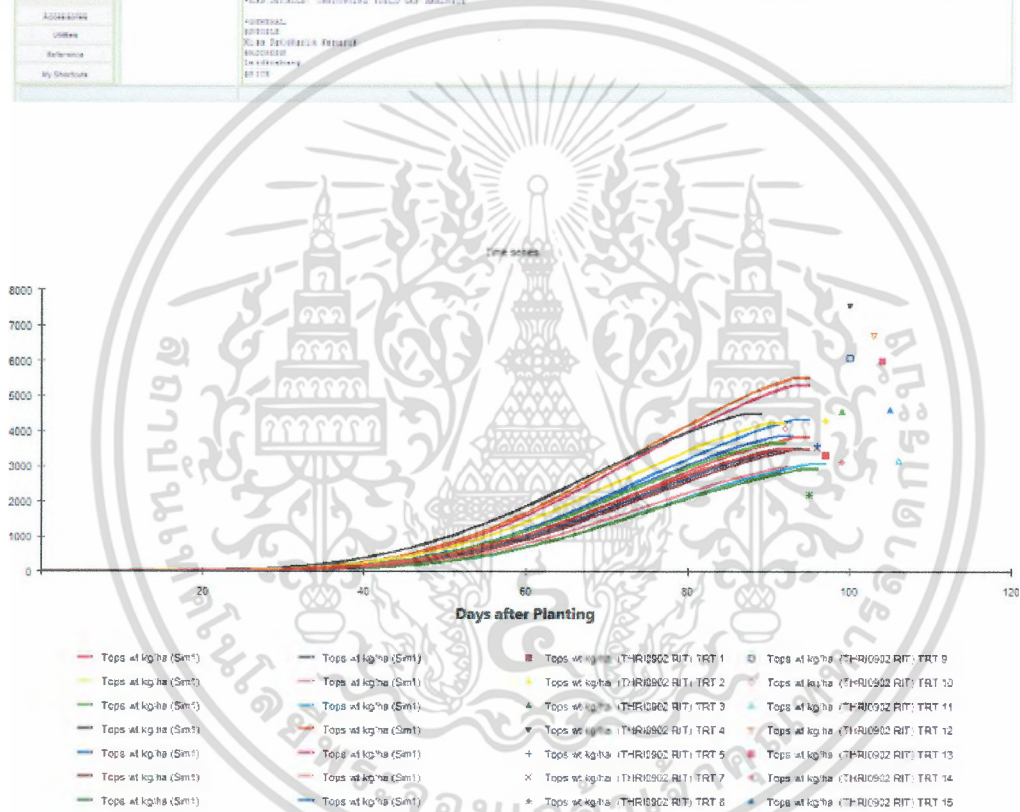
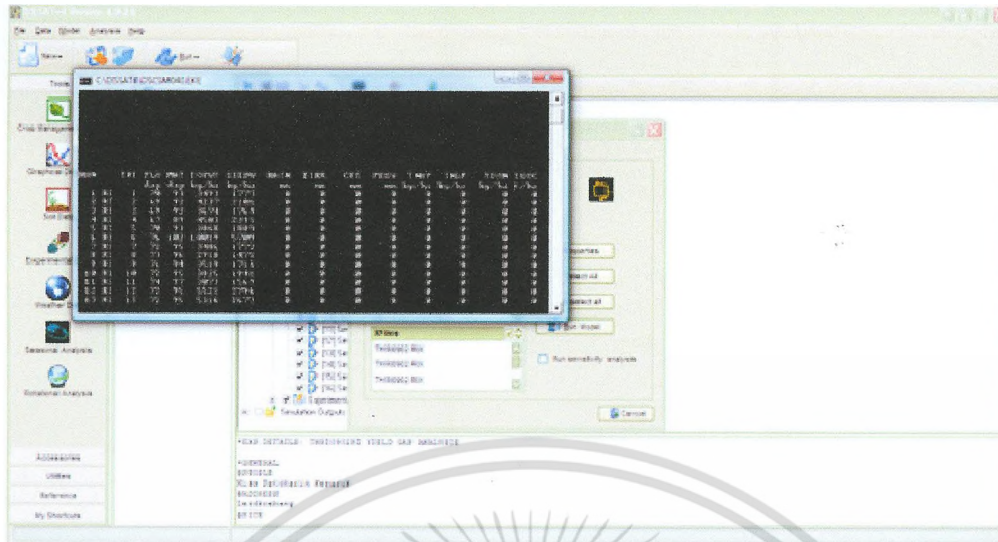
ภาพผนวกที่ 2 การเก็บตัวอย่างดินจากแปลงเกษตรกร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



**ภาพผนวกที่ 3 วิธีการสุ่มตัวอย่างผลผลิตข้าวในแปลงเกษตรกร**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพผนวกที่ 4 การประเมินการเจริญเติบโตและผลผลิตข้าวโดยใช้แบบจำลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ประวัตินักวิจัย

## 1. หัวหน้าโครงการวิจัย

ชื่อ นางสาวนิตยา ผกามาศ  
MISS NITTAYA PHAKAMAS

ตำแหน่ง อาจารย์ ระดับ 5

หน่วยงาน สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520  
โทรศัพท์ 02-329-8512, โทรสาร 02-329-8512  
E-mail : [kpnittay@kmitl.ac.th](mailto:kpnittay@kmitl.ac.th)

## ประวัติการศึกษา

ปีที่จบการศึกษา	ระดับปริญญา	อักษรย่อปริญญาและชื่อเต็ม	สาขาวิชาเอก	ชื่อสถาบันการศึกษา
2543	ตรี	วท.บ. (วิทยาศาสตร์บัณฑิต)	พืชไร่	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
2550	เอก	ปร.ค. (ปรัชญาคุษฎีบัณฑิต)	พืชไร่	มหาวิทยาลัยขอนแก่น

## ทุนการศึกษาและทุนวิจัยที่เคยได้รับ

ปี พ.ศ.	ทุนการศึกษาและทุนวิจัย	สถาบันที่ให้
2551	โครงการวิจัย : การประเมินการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวภายใต้สภาพการจัดการที่แตกต่างกัน โดยใช้แบบจำลองการเจริญเติบโตของข้าว	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
2553	โครงการวิจัย : การเปรียบเทียบการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวพันธุ์รับรองเพื่อการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ทางพันธุกรรมสำหรับแบบจำลองการเจริญเติบโตของพืช	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
2554	โครงการวิจัย : ผลของน้ำส้มควันไม้ต่างชนิดต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าว	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### ผลงานวิจัยที่ตีพิมพ์เผยแพร่ระดับชาติ

1. นิตยา ผกามาศ. 2552. การพัฒนาแบบจำลองการเจริญเติบโตของพืชเพื่องานวิจัยทางการเกษตร. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า. 27(3): 89-97.
2. นิตยา ผกามาศ. 2553. การประยุกต์ใช้แบบจำลอง CSM-CROPCGRO-Peanut สำหรับการปรับปรุงพันธุ์ถั่วลิสงในประเทศไทย. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า. 28(3): 107-113.
3. พรเพ็ญ สมจิตร และนิตยา ผกามาศ. 2554. ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเจริญเติบโตที่ระยะต่าง ๆ และผลผลิตในข้าวพันธุ์ไม่ไวต่อช่วงแสง. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า. 29 (3-1): 51-57.
4. พรเพ็ญ สมจิตร และนิตยา ผกามาศ. 2555. ผลของวันปลูกต่ออัตราการเจริญเติบโตในระยะสืบพันธุ์และผลผลิตของข้าวพันธุ์ไม่ไวแสง. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า. 30 (1): 62-70.
5. พรเพ็ญ สมจิตร และนิตยา ผกามาศ. 2556. การประยุกต์ใช้แบบจำลอง CSM-CERES-Rice เพื่อประเมินลักษณะทางสรีรวิทยาที่สัมพันธ์กับผลผลิตข้าว. เกษตร. 41(3): 257-268.
6. นิตยา ผกามาศ และลือพงษ์ ลือนาม. 2556. ผลของชนิดน้ำส้มควันไม้ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวพันธุ์ไม่ไวต่อช่วงแสง. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า. 31(3): 16-24.

### ผลงานวิจัยที่ตีพิมพ์เผยแพร่ระดับนานาชาติ

1. Phakamas, N., A. Patanothai, K. Pannangpetch, S. Jogloy, and G. Hoogenboom. 2008. Dynamic pattern of components of genotype x environment interaction for pod yield of peanut over multiple years: A simulation approach. Field Crops Research. 106: 9-21.
2. Phakamas, N., A. Patanothai, K. Pannangpetch, S. Jogloy, and G. Hoogenboom. 2008. Seasonal responses and genotype-by-environment interactions for the growth dynamic and development traits of peanut. Journal of Agricultural Science. 146: 311-323.
3. Phakamas, N., A. Patanothai, S. Jogloy, K. Pannangpetch, and G. Hoogenboom. 2008. Physiological determinants for pod yield of peanut lines. Crop Science. 48: 2351-2360.
4. Phakamas, N., A. Patanothai, K. Pannangpetch, S. Jogloy, and G. Hoogenboom. 2010. Determination of adaptive responses of peanut genotypes and patterns of genotype x location interaction using the CSM-CROPGRO-Peanut model. International Journal of Plant Production. 4(3): 223-234.
5. Nittaya Phakamas, Attachai Jintrawet, Aran Patanothai, Prakan Sringam and Gerrit Hoogenboom. 2013. Estimation of solar radiation based on air temperature and application with the DSSAT v4.5 peanut and rice simulation models in Thailand. Agricultural and Forest Meteorology. 180: 182-193

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### การนำเสนอผลงานทางวิชาการระดับชาติ

1. พรเพ็ญ สมจิตร และนิตยา ผกามาศ. 2555. การประยุกต์ใช้แบบจำลอง CERES-Rice สำหรับการประเมินอัตราการเจริญเติบโตของข้าว หน้า 248-254. ใน เรื่องเต็มการประชุมทางวิชาการครั้งที่ 50 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เล่มที่ 2 สาขาส่งเสริมการเกษตรและคหกรรมศาสตร์, สาขาพืช. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
2. นิตยา ผกามาศ, อารันต์ พัฒโนทัย, เกริก ปั่นแห่งพืช, สนั่นจอกลอย. 2550. การเปลี่ยนแปลงปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุกรรมและสภาพแวดล้อมของถั่วลิสงที่ได้จากการวิเคราะห์โดยใช้แบบจำลองการเจริญเติบโตของพืช. การสัมมนาวิชาการ งานเกษตรแห่งชาติ, วันที่ 7-8 มีนาคม 2550, ณ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.
3. Phakamas, N., A. Patanothai, K. Pannangpetch, S. Jogloy, and G. Hoogenboom. Genotype by environment interactions for development and growth traits of peanut. 2005. The 2005 Technical Meeting of the Senior Research Scholars' Projects in Field Crops, 26-27 October 2005, Hinsuay Namsai Hotel, Klang, Rayong, Thailand.
4. Phakamas, N., A. Patanothai, K. Pannangpetch, S. Jogloy, and G. Hoogenboom. The use of CSM-CROPGRO-Peanut model in investigating the dynamic and patterns of G x E interaction in peanut. 2006. The 2006 Technical Meeting of the Senior Research Scholars' Projects in Field Crops, 3-4 December 2006, Chiang Mai University, Chiang Mai, Thailand.

### การนำเสนอผลงานทางวิชาการระดับนานาชาติ

1. Phakamas, N., A. Patanothai, S. Jogloy, K. Pannangpetch, and G. Hoogenboom. 2004. Genotype x Environment Interactions for Development and Growth Traits of Peanut. APRES annual Meeting, 13-17 July 2004, San Antonio, Texas, USA.
2. Phakamas, N., A. Patanothai, S. Jogloy, K. Pannangpetch, and G. Hoogenboom. 2007. The Use of CSM-CROPGRO-Peanut Model in Investigating the Dynamic of G x E Interactions in Peanut the Peanut. 2<sup>nd</sup> International Conference on Asian Simulation and Modeling 2007, 9-11 January 2007, Sheraton Hotel, Chiang Mai, Thailand.
3. KESARUK, P. and N. PHAKAMAS. 2010. Determination of Growth and Yield of Rice (*Oryza sativa* L.) Based on Farmers' Practice in Thailand, pp. 417-420. In The Proceeding of 16<sup>th</sup> Asian Agricultural Symposium and 1<sup>st</sup> International Symposium on Agricultural Technology "Sufficiency Agriculture", 25-27 August 2010, Bangkok, Thailand.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้