

รายงานผลงานเรื่องเต็มการทดลองที่สิ้นสุดปี 2557

- | | |
|--------------------|---|
| 1. ชุดโครงการวิจัย | วิจัยและพัฒนาถั่วลิสง |
| 2. โครงการวิจัย | วิจัยและพัฒนาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตถั่วลิสง |
| กิจกรรม | การวิจัยและพัฒนาพันธุ์ถั่วลิสง |
| กิจกรรมย่อย | การศึกษาข้อมูลจำเพาะของพันธุ์ |
| 3. ชื่อการทดลอง | ศึกษาค่าสัมประสิทธิ์พันธุกรรมของถั่วลิสงสายพันธุ์ก้าวหน้าชุดที่ 2 |
| ชื่อการทดลอง | Study on Genetic Coefficient of Peanut Promising Lines: Group 2 |
| 4. คณะผู้ดำเนินงาน | |
| หัวหน้าการทดลอง | วรยุทธ ศิริชุมพันธ์ ผู้ร่วมงาน มณี หาขานนท์ |
| | ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน |

5. บทคัดย่อ

การศึกษาค่าสัมประสิทธิ์พันธุกรรมของถั่วลิสงสายพันธุ์ก้าวหน้าชุดที่ 2 มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาพัฒนาการ การเจริญเติบโต และค่าสัมประสิทธิ์ทางพันธุกรรมของถั่วลิสงพันธุ์ก้าวหน้าชุดที่ 2 ประกอบด้วย 6 สายพันธุ์ ได้แก่ KKFCRC49-02-2-1 KKFCRC49-02-8-3 KK43-46-1 KK4918-3 KK84-7 และ K84-8 ดำเนินการทดลองทั้งฤดูแล้ง และฤดูฝน ระหว่างปี 2555-2557 ที่ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น อ.เมือง จ.ขอนแก่น บันทึกข้อมูลพัฒนาการและการเจริญเติบโตของถั่วลิสง คุณสมบัติทางเคมีของดิน สภาพภูมิอากาศ และการจัดการจากแปลงฤดูแล้งปี 2556 และฤดูฝนปี 2556 2 ฤดู แล้วนำมาประมาณค่าสัมประสิทธิ์พันธุกรรมของถั่วลิสง และปรับค่าสัมประสิทธิ์พันธุกรรมแต่ละสายพันธุ์ (Model calibration) จนได้ค่าสัมประสิทธิ์พันธุกรรมที่สามารถให้ค่าทำนายลักษณะต่างๆใกล้เคียงกับค่าสังเกต จากนั้นทำการทดสอบค่าสัมประสิทธิ์พันธุกรรม (Model validation) โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์พันธุกรรมดังกล่าวทำนายลักษณะต่างๆของถั่วลิสงทั้ง 6 สายพันธุ์ ในวันปลูกอื่น คือ แปลงปลูกฤดูแล้งปี 2557 และฤดูฝนปี 2557 แล้วเปรียบเทียบค่าจำลองกับค่าสังเกตที่ได้จากแปลงทดลอง

ผลการทดลองพบว่า ลักษณะด้านพัฒนาการ และด้านการเจริญเติบโตของถั่วลิสง 6 สายพันธุ์ มีค่าแตกต่างกันระหว่างพันธุ์และฤดูปลูก โดยฤดูแล้งจะมีระยะการพัฒนาดังกล่าวมากกว่าในฤดูฝน แต่ฤดูฝนจะมีการเจริญเติบโตเร็วกว่าฤดูแล้ง ค่าสัมประสิทธิ์พันธุกรรมที่ได้ให้ค่าจำลองของลักษณะด้านพัฒนาการ และการเจริญเติบโตถั่วลิสงใกล้เคียงกับค่าสังเกตที่ได้จากแปลงทดลอง จะมีถั่วลิสงบางสายพันธุ์และบางลักษณะที่ค่าจำลองกับค่าสังเกตแตกต่างกันบ้าง

ส่วนผลการทดสอบค่าสัมประสิทธิ์ทางพันธุกรรม พบว่า การใช้ค่าสัมประสิทธิ์พันธุกรรมที่ปรับค่าจากแปลงทดลองฤดูแล้งปี 2556 และฤดูฝนปี 2556 2 ฤดู ยังสามารถทำนายลักษณะด้านพัฒนาการและการเจริญเติบโตของถั่วลิสงใกล้เคียงกับค่าสังเกตที่ได้จากแปลงทดสอบ จากการทดลองทำให้ได้ค่าสัมประสิทธิ์พันธุกรรมของพันธุ์ถั่วลิสง 6 สายพันธุ์ ใช้ในแบบจำลอง CSM-CROPGRO-Peanut

Abstract

The objective of this research was to investigate plant development and growth characteristics and genetic coefficients of peanut promising lines series 2. Treatments consisted six lines, KKFCRC49-02-2-1, KKFCRC49-02-8-3, KK43-46-1, KK4918-3, KK84-7 and KK84-8. This experiment was conducted at Khon Kaen Field Crops Research Center in dry and rainy seasons during 2012-2014. Collected plant development and growth characteristics, soil characteristics, weather and management from two seasons, dry season 2013 and rainy season 2013 to use for model calibration to determine genetic coefficients of each promising lines. Adjusted the genetic coefficients until good agreements were obtained between simulated and observed values. Thereafter, model validation was done by using genetic coefficients of six peanut lines in different environments, dry season 2014 and rainy season 2014 for comparing simulated values with observed values.

Results of model calibration showed that six peanut lines had different plant development and growth depend on variety and season. Plant development in dry season was more than in rainy season. But in rainy season, the growth of peanut was more rapidly than in dry season. Good agreements were obtained between simulated and observed values by using those genetic coefficients. But different results was obtained with some lines and some characteristics.

Results of model validation showed good agreements between simulated and observed values by using genetic coefficients from model calibration. This research obtained genetic coefficients of six peanut lines for applications of the CSM-CROPGRO-Peanut model.

6. คำนำ

ปัญหาสำคัญในการผลิตถั่วลิสงในประเทศไทย คือ ผลผลิตและคุณภาพต่ำ ตลอดจนถึงต้นทุนการผลิตสูง โดยเฉพาะพันธุ์เป็นปัจจัยหนึ่งที่สำคัญในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต ดังนั้นจึงจำเป็นต้องวิจัยหาพันธุ์ถั่วลิสงที่ให้ผลผลิตสูง และเหมาะสมกับพื้นที่ อย่างไรก็ตามเนื่องจากลักษณะที่แสดงออกของพันธุ์ถั่วลิสง โดยเฉพาะผลผลิตจะแตกต่างกันไปในแต่ละสภาพแวดล้อม การที่จะแนะนำพันธุ์ใหม่ว่าควรที่จะปลูกในพื้นที่หรือสภาพแวดล้อมใดนั้น จำเป็นต้องมีการวิจัยในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน ซึ่งไม่สามารถดำเนินการได้อย่างกว้างขวาง เนื่องจากต้องใช้งบประมาณและเวลาในการทำการวิจัยเป็นอันมาก

ปัจจุบันได้มีการพัฒนาแบบจำลองการเจริญเติบโตและการพัฒนาการของพืช(Crop Growth Model) ซึ่งเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่สามารถใช้ในการประเมินศักยภาพการให้ผลผลิตพืชแต่ละสภาพแวดล้อม เช่น ข้าว (Richie *et al.*, 1986) ถั่วเหลือง (Wilkerson *et al.*, 1983) มันสำปะหลัง (Matthew and Hunt, 1994) และ ถั่วลิสง (Boote *et al.*, 1998; Hoogenboom *et al.*, 1994) เป็นต้น โดยทั่วไปการประเมินศักยภาพในการ

ให้ผลผลิตพืชโดยใช้แบบจำลอง ต้องอาศัยข้อมูลค่าสัมประสิทธิ์ทางพันธุกรรม (genetic coefficient ; GC) ข้อมูลดิน (Soil data) ข้อมูลภูมิอากาศ (Weather data) และข้อมูลการจัดการพืช (Plant practice) เป็นข้อมูลนำเข้าที่ทำงานภายใต้โปรแกรม Decision Support System for Agrotechnology(DSSAT) โดยข้อมูลค่าสัมประสิทธิ์พันธุกรรมพืชเป็นค่าระหว่างพันธุกรรมพืชและสภาพแวดล้อมในแต่ละช่วงของการเจริญเติบโต ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ค่าสัมประสิทธิ์พัฒนาการ (Phenology coefficient) ซึ่งเป็นค่าอุณหภูมิในแต่ละช่วงพัฒนาการของพืชตั้งแต่ปลูกจนเก็บเกี่ยว และค่าสัมประสิทธิ์การเจริญเติบโตของพืช (Growth coefficient) ที่แสดงอัตราการเจริญเติบโตของพืช ซึ่งเป็นข้อมูลกำหนดความแตกต่างระหว่างพันธุกรรมที่สามารถนำไปใช้ในแบบจำลองการเจริญเติบโต และคาดคะเนผลผลิตถั่วลิสงในระบบจริงได้

แต่ในแบบจำลองถั่วลิสง ยังขาดข้อมูลค่าสัมประสิทธิ์ทางพันธุกรรมของพันธุ์/สายพันธุ์ KKFCRC49-02-2-1 KKFCRC49-02-8-3 KK43-46-1 KK4918-3 KK84-7 และ KK84-8 ดังนั้นจึงได้ศึกษาพัฒนาการ การเจริญเติบโต และค่าสัมประสิทธิ์ทางพันธุกรรมของทั้ง 6 พันธุ์/สายพันธุ์ เพื่อใช้ในแบบจำลอง CSM-CROPGRO-Peanut

7. วิธีดำเนินการ

อุปกรณ์

1. ถั่วลิสงสายพันธุ์ก้าวหน้า 6 พันธุ์/สายพันธุ์ คือ KKFCRC49-02-2-1 KKFCRC49-02-8-3 KK43-46-1 KK4918-3 KK84-7 และ KK84-8
2. ปุ๋ยเคมีสูตร 12-24-12 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่
3. ยิบซัม อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่
4. สารเคมีกำจัดวัชพืช
5. สารเคมีป้องกันกำจัดโรคถั่วลิสงตามคำแนะนำของกองโรคพืชและจุลชีววิทยา
6. สารฆ่าแมลงศัตรูถั่วลิสงตามคำแนะนำของกองกีฏและสัตววิทยา
7. ตู้อบ และเครื่องบดตัวอย่างพืช
8. เครื่องคอมพิวเตอร์

วิธีการทดลอง

การศึกษาค่าสัมประสิทธิ์พันธุกรรมของถั่วลิสงสายพันธุ์ก้าวหน้าชุดที่ 2 ประกอบด้วย

1) ศึกษาพัฒนาการ และการเจริญเติบโตของถั่วลิสง

วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block จำนวน 4 ซ้ำ ประกอบด้วยถั่วลิสง 6 พันธุ์/สายพันธุ์ คือ KKFCRC49-02-2-1 KKFCRC49-02-8-3 KK43-46-1 KK4918-3 KK84-7 และ KK84-8 โดยใช้ระยะปลูก 50x20 เซนติเมตร หลุมละ 2 ต้น ก่อนปลูกคลุกเมล็ดด้วยสารเคมีป้องกันเชื้อราคาร์บ็อกซิน หลังถั่วลิสงงอก 1 สัปดาห์ ทำการถอนแยกให้เหลือ 1 ต้น แล้วใช้สารเคมีฟิโพรนิลพ่นป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟพาหนะโรคยอดไหม้ และเมื่ออายุ 15-20 วัน ทำการกำจัดวัชพืชแล้วใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 12-24-12 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ โดยโรยข้างแถวแล้วพรวนดินกลบ กำจัดวัชพืชครั้งที่ 2 ที่อายุ 35-40 วัน แล้วโรยยิบซัมบนต้นถั่วลิสงในอัตรา 50

กิโกรัมต่อไร่ การปลูกในฤดูแล้งมีการให้น้ำชลประทานทุกสัปดาห์ ส่วนการปลูกในฤดูฝนให้น้ำชลประทานใน
ระยะที่มีฝนทิ้งช่วง

การบันทึกข้อมูล

1. ข้อมูลด้านสภาพแวดล้อม

1.1 คุณสมบัติของดิน เก็บตัวอย่างดินก่อนปลูก ที่ระดับความลึก 0-25 25-50 50-75 และ 75-100
เซนติเมตร เพื่อนำมาวิเคราะห์หาค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน ปริมาณไนโตรเจนในรูปแอมโมเนียมและไนเตร
รท ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ โพแทสเซียม และแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ นำข้อมูลที่ได้ไปใส่ใน
แฟ้มข้อมูลการจัดการในโปรแกรม DSSAT และข้อมูลอีกส่วนหนึ่งเป็นรายละเอียดเกี่ยวกับสมบัติทางฟิสิกส์ของดิน
แต่ละชุดดินของกรมพัฒนาที่ดิน และจากการวิเคราะห์ดิน โดยมีรหัสประจำของแต่ละชุดดินอยู่ในแฟ้มข้อมูล
SOIL.SOL

1.2 สภาพภูมิอากาศ ข้อมูลภูมิอากาศได้จากเครื่องบันทึกสภาพอากาศกึ่งอัตโนมัติของศูนย์วิจัยพืชไร่
ขอนแก่น บันทึกข้อมูลปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุด และปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ในรอบวัน และนำ
ข้อมูลที่ได้ตลอดช่วงการทดลองไปสร้างแฟ้มข้อมูลภูมิอากาศ (WTH)

1.3 ข้อมูลด้านการจัดการ เป็นแฟ้มข้อมูลที่ระบุถึงการจัดการด้านต่างๆในการทดลอง ได้แก่ ชื่อพันธุ์/สาย
พันธุ์ วันปลูก ระยะปลูก ความหนาแน่นของประชากรต่อตารางเมตร สูตร เวลา และอัตราการใส่ปุ๋ย ปริมาณ
การให้น้ำ วันเก็บเกี่ยว

2. ข้อมูลด้านพืช ทำการแบ่งพื้นที่แปลงย่อยออกเป็นส่วนๆ ดังนี้

2.1 บันทึกข้อมูลพัฒนาการของถั่วลิสง ได้แก่ วันปลูก วันงอก วันที่ปรากฏระยะพัฒนาการต่างๆ คือ VE
และ R1-R8 (สฤัญญา, 2547)

VE = วันที่ร้อยละ 50 ของพืชในแต่ละแปลงย่อยที่มีใบแรกโผล่พ้นดิน

R 1 = วันที่ร้อยละ 50 ของพืชในแต่ละแปลงย่อยที่มีอย่างน้อย 1 ดอกต่อต้น

R 2 = วันที่ร้อยละ 50 ของพืชในแต่ละแปลงย่อยที่มีอย่างน้อย 1 เข้มต่อต้น

R 3 = วันที่ร้อยละ 50 ของพืชในแต่ละแปลงย่อยที่มีฝักแรกมีขนาดเป็น 2 เท่าของเข้ม

R 4 = วันที่ร้อยละ 50 ของพืชในแต่ละแปลงย่อยที่มีฝักแรกเจริญเติบโตเต็มที่

R 5 = วันที่ร้อยละ 50 ของพืชในแต่ละแปลงย่อยที่มีฝักแรกเริ่มสร้างเมล็ด

R 6 = วันที่ร้อยละ 50 ของพืชในแต่ละแปลงย่อยที่มีฝักแรกมีเมล็ดเจริญเติบโตเต็มที่

R 7 = วันที่ร้อยละ 50 ของพืชในแต่ละแปลงย่อยที่มีฝักแรกสุกแก่เต็มที่

R 8 = วันที่ร้อยละ 50 ของพืชในแต่ละแปลงย่อยที่มีเมล็ดสุกแก่ 67-70 เปอร์เซ็นต์

การประเมินวันที่ถึงระยะพัฒนาการที่กำหนด สำหรับระยะ VE - R 1 ใช้วิธีนับหรือวิธีสังเกตต้นถั่วลิสง
ทั้งแปลง ส่วนระยะ R 2 - R 8 ใช้วิธีถอนต้นถั่วจากแถวริม 5 ต้นต่อแปลงย่อย ทุก 3 วัน

2.2 บันทึกข้อมูลการเจริญเติบโตของถั่วลิสง เก็บตัวอย่างถั่วลิสง 5 ต้นต่อแปลงย่อย ที่ระยะ V 4 (วันที่
ร้อยละ 50 ของพืชในแต่ละแปลงย่อยที่มีใบเจริญเติบโตเต็มที่ 4 ใบ) R 4 R 6 R 7 และ R 8 และนำตัวอย่างพืช
เฉพาะส่วนเหนือดินแต่ละต้นมาแยกเป็นส่วนลำต้น ใบ ฝักอ่อน ฝักเต็ม และ ฝักแก่ นำเข้าตู้อบที่อุณหภูมิ 80

องศาเซลเซียสจนแห้ง แล้วนำมาชั่งน้ำหนักแห้งของแต่ละส่วน แล้วนำฝักแห้งมากะเทาะเปลือก ชั่งน้ำหนักเมล็ด และนับจำนวนเมล็ด ทำการสุ่มใบนำไปหาพื้นที่ใบโดยวิธี coring method คือ ใช้ที่เจาะรูที่รู้ขนาด เส้นผ่าศูนย์กลาง เจาะใบถั่วลิสงสดจำนวน 40 รู จากนั้นนำใบทั้งหมดไปอบเช่นเดียวกับส่วนต่างๆ จนแห้ง แล้วนำมาชั่งน้ำหนักใบแห้ง และสามารถนำไปคำนวณหาพื้นที่ใบด้วย

2.3 เก็บเกี่ยวผลผลิตในระยะ R 8 ในพื้นที่ 2x4 ตารางเมตร แล้วบันทึกข้อมูล จำนวนต้น น้ำหนักฝัก เมล็ด และเปอร์เซ็นต์กะเทาะ

2) การประมาณค่าสัมประสิทธิ์ทางพันธุกรรมของพันธุ์ถั่วลิสง

ค่าสัมประสิทธิ์พันธุกรรมเป็นปัจจัยนำเข้าที่สำคัญในแบบจำลองการเจริญเติบโตของพืช ประกอบด้วยค่าต่างๆหลายค่าที่แสดงถึงรูปแบบและศักยภาพการเจริญเติบโต ซึ่งค่าเหล่านี้มีผลมาจากพัฒนาการและการเจริญเติบโต ที่มีความสัมพันธ์กับสภาพแวดล้อมของพืช ประกอบด้วยข้อมูลทั้งหมด 15 ค่า (ตารางที่ 1)

โดยนำข้อมูลพัฒนาการและการเจริญเติบโตของถั่วลิสงแต่ละพันธุ์จากแปลงทดลองในขั้นตอนที่ 1 มาทำการประมาณค่าสัมประสิทธิ์พันธุกรรมของพันธุ์ถั่วลิสง ซึ่งประกอบด้วย 2 ขั้นตอน คือ การปรับค่าสัมประสิทธิ์พันธุกรรมในแบบจำลอง (model calibration) และการทดสอบค่าสัมประสิทธิ์พันธุกรรม (model validation) ก่อนการประมาณค่าต้องจัดการข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบที่กำหนดในแบบจำลอง ดังนี้

1. สร้างแฟ้มข้อมูล FILE X (Experiment details file) ที่ระบุถึงการจัดการต่างๆ ในงานทดลองรวมถึงสถานที่ เวลา ข้อมูลอากาศ ชุดดิน และพันธุ์ที่ใช้ในการจำลอง ซึ่งเชื่อมโยงไปยังแฟ้มข้อมูลนำเข้าต่างๆ ได้แก่ แฟ้มข้อมูลอากาศช่วงทำการทดลอง(*WTH) และแฟ้มข้อมูลดิน (SOIL.SOL) ซึ่งมีชุดดินที่ใช้ในการทดลอง

2. สร้างแฟ้มข้อมูล FILE T (Average Time Course Data) เป็นแฟ้มข้อมูลที่ได้จากแปลงทดลองตามระยะพัฒนาการ และการเจริญเติบโตของถั่วลิสง

3. สร้างแฟ้มข้อมูล FILE A (Average Summary Data) เป็นแฟ้มข้อมูลที่ได้จากแปลงทดลอง เมื่อเก็บเกี่ยวครั้งสุดท้าย

4. นำข้อมูลค่าสัมประสิทธิ์ของการพัฒนาการ และการเจริญเติบโต ทั้ง 15 ค่าที่ได้จากแปลงทดลอง ยกเว้นค่า CSDL ที่กำหนดให้มีค่าเท่ากับ 11.84 ชั่วโมง และค่า PPSEN มีค่า 0.00 เนื่องจากพันธุ์ถั่วลิสงที่ศึกษาไม่มีการตอบสนองต่อช่วงแสง รวมทั้งค่า LFMAX และXFRT ใช้ค่าของพันธุ์ที่มีลักษณะใกล้เคียงกับทั้ง 6 สายพันธุ์ คือ พันธุ์ขอนแก่น 5 ใส่ลงในแฟ้มข้อมูลสัมประสิทธิ์พันธุกรรมของถั่วลิสง (PNGR0045.CUL) ในโปรแกรม DSSAT

นำข้อมูลทั้ง 4 ส่วน ป้อนให้แบบจำลองการเจริญเติบโตของถั่วลิสง CROPGRO-Peanut แล้วสั่งให้โปรแกรมจำลองค่าพัฒนาการ และการเจริญเติบโตของพันธุ์ถั่วลิสงออกมา ผลที่ได้จากแบบจำลองจะแสดงในรูปแบบของแฟ้มข้อมูล (file.out) เช่น ค่าพัฒนาการ และการเจริญเติบโตตามระยะที่กำหนด (growth.out) ผลสรุปของการจำลองทั้งระบบ (overview.out)

3) การปรับค่าสัมประสิทธิ์ทางพันธุกรรมในแบบจำลอง (model calibration)

ค่าประมาณสัมประสิทธิ์พันธุกรรมที่จะนำไปใช้ต่อไป ต้องเป็นค่าที่ผ่านการปรับค่าแล้ว การปรับค่ามีขั้นตอนดังนี้

1. นำข้อมูลจากการทดลองที่ได้เตรียมไว้ในแฟ้มข้อมูลที่กล่าวมาข้างต้น ใช้เป็นข้อมูลตัวป้อนเริ่มต้นของการจำลองในแบบจำลอง แล้วให้แบบจำลอง CROPGRO-Peanut ประมวลผล

2. นำค่าที่ได้จากการจำลองเปรียบเทียบกับค่าสังเกตที่ได้จากแปลงทดลองของแต่ละพันธุ์ จากนั้นทำการปรับค่าสัมประสิทธิ์พันธุกรรมแต่ละตัว แล้วสั่งให้แบบจำลองประมวลผลใหม่ และนำผลที่ได้มาเปรียบเทียบกับค่าสังเกต ทำซ้ำเช่นนี้จนกว่าค่าที่ได้จากการจำลองมีค่าใกล้เคียงกับค่าสังเกตที่ได้จากแปลงทดลองมากที่สุด ซึ่งการปรับค่าสัมประสิทธิ์ของลักษณะพัฒนาการ และการเจริญเติบโตแต่ละตัวมีขั้นตอนตาม Boote (1999) และ Bhalang (2006) ดังนี้

2.1 ปรับค่าอายุถึงวันออกดอก และอายุถึงวันสุกแก่ ให้ปรับจากค่า EMFL และ SDPM จนกว่าค่าจำลองใกล้เคียงกับค่าสังเกตมากที่สุด

2.2 ปรับค่าอัตราการสะสมน้ำหนักรากแห้ง จากค่า LFMAX ส่วนค่าพื้นที่ใบเฉพาะ และดัชนีพื้นที่ใบ ปรับจากค่า SLAVR และ FLLF ตามลำดับ จากนั้นทำการปรับค่า LFMAX อีกครั้ง จนกระทั่งค่าจากแบบจำลองใกล้เคียงกับค่าสังเกต

2.3 ปรับค่าขนาดเมล็ด จำนวนเมล็ดต่อฝัก และเปอร์เซ็นต์กะเทาะ จากค่า WTPSD SDPDV และ SFDUR จนกว่าค่าจากแบบจำลองใกล้เคียงกับค่าสังเกต

2.4 ปรับค่าระยะเวลาการสร้างฝักและเมล็ด โดยปรับจากค่า FLSH FLSD และ PODUR จนกว่าของค่าจากแบบจำลองใกล้เคียงกับค่าสังเกต หลังจากนั้นทำการปรับค่า SDPM ใหม่อีกครั้งเพื่อให้อายุการสุกแก่ใกล้เคียงกับค่าสังเกต เช่นเดียวกับการปรับค่า WTPSD และ SFDUR อีกครั้ง เนื่องจากค่าขนาดเมล็ด และเปอร์เซ็นต์กะเทาะอาจมีการเปลี่ยนแปลง

2.5 สุดท้ายทำการปรับค่าดัชนีเก็บเกี่ยวของน้ำหนักรากหรือเมล็ด จากค่า XFRT เพื่อให้ได้ค่าจากแบบจำลองใกล้เคียงกับค่าสังเกตมากที่สุด

การประเมินว่าค่าจำลองจะใกล้เคียงกับค่าสังเกตจริงมากน้อยเพียงใดของลักษณะด้านพัฒนาการและการเจริญเติบโต ใช้ค่า The root mean square error (RMSE) (Wallach and Goffinet, 1987) ค่า The index of agreement (d) (Wilmott, 1982) และค่า Coefficient of determination (R^2) ดังนี้

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum (S_i - O_i)^2}{n}}$$

เมื่อ S = ค่าจากแบบจำลอง

O = ค่าสังเกตจากแปลงทดลอง n = จำนวนข้อมูล

$$d = 1 - \left[\frac{\sum (P_i - O_i)^2}{\sum (|P_i'| + |O_i'|)^2} \right]; 0 < d < 1$$

เมื่อ P_i = ค่าทำนาย(ค่าจากแบบจำลอง) O_i = ค่าสังเกตจากแปลงทดลอง

$P_i' = P_i - \text{mean } O$ และ $O_i' = O_i - \text{mean } O$

4) การทดสอบค่าสัมประสิทธิ์ทางพันธุกรรม (model validation)

เมื่อได้ค่าสัมประสิทธิ์ทางพันธุกรรมของถั่วลิสงทั้ง 6 พันธุ์/สายพันธุ์ ในการประเมินว่าค่าสัมประสิทธิ์ทางพันธุกรรมของถั่วลิสงดังกล่าว จะสามารถทำนายลักษณะต่างๆของพันธุ์ถั่วลิสงได้ดีเพียงใด ต้องใช้ข้อมูลที่ได้จากวันปลูกอื่นๆ ที่ไม่ได้ใช้ในการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ทางพันธุกรรมเป็นข้อมูลอิสระสำหรับทดสอบ โดยดำเนินการปลูกถั่วลิสงวันปลูกอื่น มีวิธีดำเนินการการทดลอง และการบันทึกข้อมูลเช่นเดียวกับงานทดลองที่ใช้ประมาณค่าสัมประสิทธิ์ทางพันธุกรรม นำข้อมูลที่ได้ไปจำลองสถานการณ์ เปรียบเทียบค่าจำลองพัฒนาการและการเจริญเติบโตที่ได้กับค่าสังเกตจริงจากแปลงทดลอง โดยการประเมินความสอดคล้องระหว่างค่าที่ได้จากการจำลองและค่าที่วัดได้จริง โดยดูจากค่า RMSE ค่า d และ r^2 เช่นเดียวกับการปรับค่าสัมประสิทธิ์ทางพันธุกรรมที่กล่าวมาแล้วข้างต้น

เวลาและสถานที่

ฤดูแล้งปี 2556 ปลูกวันที่ 11 ธันวาคม 2555 เก็บเกี่ยววันที่ 2-4 เมษายน 2556
 ฤดูฝน ปี 2556 ปลูกวันที่ 28 พฤษภาคม 2556 เก็บเกี่ยววันที่ 28 สิงหาคม 2556
 ฤดูแล้งปี 2557 ปลูกวันที่ 17 ธันวาคม 2556 เก็บเกี่ยววันที่ 18 เมษายน 2557
 ฤดูฝน ปี 2557 ปลูกวันที่ 13 มิถุนายน 2557 เก็บเกี่ยววันที่ 25 กันยายน 2557
 ทำการทดลองที่ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น

8. ผลการทดลองและวิจารณ์

คุณสมบัติของดิน

ดินบริเวณแปลงทดลองในศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น เป็นดินชุดยโสธร คุณสมบัติทางเคมีของดินก่อนปลูกถั่วลิสงที่ระดับความลึก 4 ระดับ ทั้งฤดูแล้ง และฤดูฝนปี 2556 พบว่า ค่าความเป็นกรดต่างของดิน ไนโตรเจนในรูปของไนเตรท และแอมโมเนีย ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ โพแทสเซียม และแคลเซียมที่สกัดได้ โดยส่วนใหญ่ดินชั้นบนจะมีค่าสูงกว่าดินชั้นล่าง (ตารางที่ 1) แปลงทดลองฤดูฝนจะมีค่าปริมาณไนโตรเจนในรูปของไนเตรท แอมโมเนีย ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และแคลเซียมที่สกัดได้สูงกว่าแปลงฤดูแล้งเกือบทุกระดับความลึก

สำหรับในฤดูแล้ง และฤดูฝนปี 2557 แปลงทดลองฤดูแล้ง จะมีค่าปริมาณไนโตรเจนในรูปของไนเตรท แอมโมเนีย สูงกว่าแปลงฤดูฝน แต่มีค่าฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ โพแทสเซียม และแคลเซียมที่สกัดได้ต่ำกว่าแปลงฤดูฝน เกือบทุกระดับความลึก

สภาพภูมิอากาศ

สภาพฟ้าอากาศในช่วงปลูกฤดูแล้งปี 2556 ทุก 10 วัน (ภาพที่ 1) พบว่า มีปริมาณฝนตกตลอดช่วงปลูกถั่วลิสงรวม 53.2 มิลลิเมตร แต่มีการให้น้ำชลประทานทุกสัปดาห์รวม 225.8 มิลลิเมตร ซึ่งเพียงพอกับความต้องการของพืช ส่วนอุณหภูมิ เนื่องจากเป็นช่วงฤดูหนาว จึงมีอุณหภูมิต่ำกว่า 20 องศาเซลเซียสในช่วงเดือนกลางธันวาคมถึงมกราคม โดยมีค่าต่ำสุดกลางเดือนมกราคม 16.1 องศาเซลเซียส หลังจากนั้นอุณหภูมิจึงสูงขึ้นและเฉลี่ยสูงสุดอยู่ในช่วงปลายเดือนมีนาคม 40.1 องศาเซลเซียส สำหรับปริมาณรังสีดวงอาทิตย์มีความแปรปรวนระหว่าง 14-22 เมกกะจูลต่อตารางเมตรต่อวัน ส่วนในช่วงปลูกฤดูฝนปี 2556 (ภาพที่ 2) พบว่า ปริมาณน้ำฝน

รวมตลอดช่วงปลูกตั้งแต่เดือนพฤษภาคม ถึง สิงหาคม 2556 มีค่าเท่ากับ 312.2 มิลลิเมตร โดยมีปริมาณน้ำฝนตกสูงสุดในปลายเดือนกรกฎาคม ต่ำสุดในช่วงกลางเดือนสิงหาคม แต่มีการให้น้ำชลประทานเสริมในช่วงฝนทิ้งช่วงรวม 45.1 มิลลิเมตร อุณหภูมิอยู่ระหว่าง 24-35 องศาเซลเซียส และมีเฉลี่ยต่ำสุดในช่วงปลายเดือนสิงหาคม 24.1 องศาเซลเซียส เฉลี่ยสูงสุดในช่วงต้นเดือนมิถุนายน 34.9 องศาเซลเซียส ปริมาณรังสีดวงอาทิตย์มีความแปรปรวนสูงระหว่าง 12-16 เมกกะจูนต่อตารางเมตรต่อวัน เนื่องจากท้องฟ้ามีเมฆมาก เฉลี่ยสูงสุดในช่วงกลางเดือนสิงหาคม เฉลี่ยต่ำสุดในช่วงปลายเดือนกรกฎาคม

สภาพฟ้าอากาศในช่วงปลูกฤดูแล้งปี 2557 ทุก 10 วัน (ภาพที่ 3) พบว่า ไม่มีฝนตกระหว่างปลายเดือนธันวาคม 2556 ถึงกลางเดือนมีนาคม 2557 แต่มีการให้น้ำชลประทานทุกสัปดาห์รวม 416.1 มิลลิเมตร ในช่วงเดือนธันวาคมถึงกลางเดือนกุมภาพันธ์ มีอุณหภูมิต่ำกว่า 20 องศาเซลเซียส โดยมีค่าต่ำสุดปลายเดือนธันวาคม 11.1 องศาเซลเซียส หลังจากนั้นอุณหภูมิจึงสูงขึ้นและเฉลี่ยสูงสุดอยู่ในช่วงต้นเดือนมีนาคม 38.3 องศาเซลเซียส ท้องฟ้าไม่มีเมฆ ปริมาณรังสีดวงอาทิตย์จึงมีความแปรปรวนต่ำอยู่ระหว่าง 16-25 เมกกะจูนต่อตารางเมตรต่อวัน ส่วนในช่วงปลูกฤดูฝนปี 2557 ทุก 10 วัน (ภาพที่ 4) พบว่า ปริมาณน้ำฝนรวมตลอดช่วงปลูกตั้งแต่เดือนมิถุนายน ถึง กันยายน 2555 มีค่าเท่ากับ 679.8 มิลลิเมตร โดยมีปริมาณน้ำฝนตกสูงสุดในช่วงปลายเดือนสิงหาคม 125.5 มิลลิเมตร ต่ำสุดในช่วงต้นเดือนสิงหาคม 13.1 มิลลิเมตร อุณหภูมิอยู่ในช่วง 23.8-34.6 องศาเซลเซียส และมีค่าเฉลี่ยต่ำสุดในช่วงปลายเดือนสิงหาคมถึงต้นกันยายน 23.8 องศาเซลเซียส เฉลี่ยสูงสุดในช่วงต้นเดือนกรกฎาคม 34.6 องศาเซลเซียส ปริมาณรังสีดวงอาทิตย์มีความแปรปรวนสูงระหว่าง 14-20 เมกกะจูนต่อตารางเมตรต่อวัน เฉลี่ยสูงสุดในช่วงต้นเดือนกรกฎาคมและกลางเดือนสิงหาคม เฉลี่ยต่ำสุดในช่วงกลางเดือนกรกฎาคม

ลักษณะด้านพัฒนาการของถั่วลิสง

ลักษณะด้านพัฒนาการของถั่วลิสง 6 พันธุ์/สายพันธุ์ ได้แก่ อายุถึงวันออกดอก อายุถึงวันสร้างฝักแรก อายุถึงวันสร้างเมล็ดแรก และอายุถึงวันสุกแก่ ของวันปลูกต่างๆ จะมีค่าแตกต่างกันระหว่างพันธุ์และฤดูปลูก (ตารางที่ 3) โดยในฤดูแล้งปี 2556 จะมีการพัฒนาถึงระยะต่างๆยาวกว่าในฤดูฝน เนื่องจากระยะพัฒนาการตรงกับช่วงฤดูหนาวที่มีอุณหภูมิต่ำ ทำให้ถั่วลิสงงอกและเจริญเติบโตช้ากว่าในฤดูฝน โดยฤดูแล้งปี 2556 ถั่วลิสงทั้ง 6 พันธุ์/สายพันธุ์ มีอายุถึงวันออกดอก 28-41 วัน อายุถึงวันสร้างฝักแรก 44-55 วัน อายุถึงวันสร้างเมล็ดแรก 55-65 วัน และอายุถึงวันสุกแก่ 105-111 วัน โดยพันธุ์ KKFCRC 49-02-2-1 มีอายุถึงวันต่างๆสั้นที่สุด และพันธุ์ KK43-46-1 มีอายุถึงวันต่างๆยาวที่สุด สำหรับในฤดูฝนปี 2556 มีความแตกต่างของลักษณะพัฒนาการดังกล่าวระหว่างพันธุ์น้อยกว่าในฤดูแล้ง กล่าวคือ มีอายุถึงวันออกดอก 23-29 วัน อายุถึงวันสร้างฝักแรก 35-41 วัน อายุถึงวันสร้างเมล็ดแรก 41-48 วัน และอายุถึงวันสุกแก่ 83-88 วัน โดยพันธุ์ KKFCRC 49-02-2-1 มีอายุถึงวันต่างๆสั้นที่สุด และพันธุ์ KK43-46-1 มีอายุถึงวันต่างๆยาวที่สุด ยกเว้นวันเก็บเกี่ยวที่พันธุ์ KK 84-7 มีอายุเก็บเกี่ยวยาวสุด

สำหรับในฤดูแล้งปี 2557 พบว่า มีการพัฒนาถึงระยะต่างๆยาวกว่าในฤดูฝน (ตารางที่ 3) โดยถั่วลิสงทั้ง 6 พันธุ์/สายพันธุ์มีอายุถึงวันออกดอก 39-51 วัน อายุถึงวันสร้างฝักแรก 56-66 วัน อายุถึงวันสร้างเมล็ดแรก 65-76 วัน และอายุถึงวันสุกแก่ 107-115 วัน ส่วนในฤดูฝนปี 2557 มีอายุถึงวันออกดอก 21-27 วัน อายุถึงวัน

สร้างฝักแรก 33-40 วัน อายุถึงวันสร้างเมล็ดแรก 42-46 วัน และอายุถึงวันสุกแก่ 84-97 วัน ในภาพรวมพบว่า พันธุ์ KKFCRC 49-02-2-1 มีอายุถึงระยะพัฒนาการต่างๆเร็วกว่าทุกพันธุ์

ลักษณะด้านการเจริญเติบโตของถั่วลิสง

ลักษณะด้านการเจริญเติบโตของถั่วลิสง ได้แก่ น้ำหนักแห้งของส่วนต่างๆ มีค่าแตกต่างกันในแต่ละพันธุ์ และฤดูปลูก ระยะการเจริญเติบโตในฤดูแล้งปี 2556 ประกอบด้วยระยะ V4 (22 วันหลังปลูก) R4 (52 วันหลังปลูก) R6 (78 วันหลังปลูก) R7 (99 วันหลังปลูก) และ R8 (107 วันหลังปลูก) ลักษณะน้ำหนักใบแห้ง มีค่าเพิ่มขึ้นสูงสุดที่อายุ 99 วัน หลังจากนั้นมีการลดลง ยกเว้นพันธุ์ KKFCRC 49-02-2-1 และ KKFCRC 49-02-8-3 ที่ให้ค่าสูงสุดที่อายุ 78 วัน โดยพันธุ์ KK 43-46-1 ให้น้ำหนักใบแห้งสูงกว่าอีก 5 พันธุ์ ทุกระยะการเจริญเติบโต (ภาพที่ 5A) ค่าดัชนีพื้นที่ใบของทุกพันธุ์มีค่าเพิ่มขึ้นสูงสุดที่อายุ 78 วัน ยกเว้นพันธุ์ KK 84-7 และ KK 84-8 ที่ให้ค่าสูงสุดที่อายุ 99 วัน (ภาพที่ 5B) ส่วนน้ำหนักต้นแห้ง น้ำหนักมวลรวมแห้ง และน้ำหนักฝักแห้งให้ค่าเพิ่มขึ้นตามอายุและสูงสุดที่อายุ 99 วัน โดยพันธุ์ KK 43-46-1 ให้น้ำหนักต้นแห้ง น้ำหนักมวลรวมแห้ง และน้ำหนักฝักแห้งสูงกว่าทุกพันธุ์เกือบทุกระยะการเจริญเติบโต (ภาพที่ 5C 5D และ 5E)

ส่วนในฤดูฝนปี 2556 น้ำหนักแห้งของส่วนต่างๆของต้นถั่วลิสงแต่ละระยะของการเจริญเติบโต คือระยะ V4 (20 วันหลังปลูก) R4 (41 วันหลังปลูก) R6 (62 วันหลังปลูก) R7 (80 วันหลังปลูก) และ R8(88 วันหลังปลูก) พบว่า น้ำหนักใบแห้ง และค่าดัชนีพื้นที่ใบของเกือบทุกพันธุ์มีค่าเพิ่มสูงขึ้นตามอายุ โดยเฉพาะพันธุ์ KK 84-7 (ภาพที่ 6A และ 6B) ส่วนน้ำหนักต้นแห้ง น้ำหนักมวลรวมแห้ง และน้ำหนักฝักแห้ง ของเกือบทุกพันธุ์มีค่าเพิ่มขึ้นตามอายุเช่นเดียวกัน โดยพันธุ์ KK 84-7 ให้ค่าทั้ง 3 ลักษณะดังกล่าวสูงกว่าทุกพันธุ์ที่อายุ 88 วันหลังปลูก (ภาพที่ 6C 6D และ 6E)

ฤดูแล้งปี 2557 น้ำหนักแห้งของส่วนต่างๆของต้นถั่วลิสงแต่ละระยะของการเจริญเติบโตประกอบด้วยระยะ V4 (30 วันหลังปลูก) R4 (70 วันหลังปลูก) R6 (85 วันหลังปลูก) R7 (104 วันหลังปลูก) และ R8 (112 วันหลังปลูก) ลักษณะน้ำหนักใบแห้ง และค่าดัชนีพื้นที่ใบมีค่าเพิ่มขึ้นตามอายุ ส่วนใหญ่มีค่าสูงสุดที่อายุ 112 วัน (ภาพที่ 7A และ 7B) สำหรับน้ำหนักต้นแห้ง น้ำหนักมวลรวมแห้ง และน้ำหนักฝักแห้งให้ค่าเพิ่มขึ้นตามอายุทุกพันธุ์ และให้ค่าสูงสุดที่อายุ 112 วัน (ภาพที่ 7C 7D และ 7E) ยกเว้นพันธุ์ KKFCRC 49-02-8-3 ที่ให้น้ำหนักต้นแห้ง และน้ำหนักมวลรวมแห้งค่าสูงสุดที่อายุ 104 วัน โดยพันธุ์ KK 84-7 ให้ค่าทั้ง 3 ลักษณะดังกล่าวสูงกว่าทุกพันธุ์ในทุกอายุ

ส่วนฤดูฝนปี 2557 น้ำหนักแห้งของส่วนต่างๆของต้นถั่วลิสงแต่ละระยะของการเจริญเติบโต คือระยะ V4 (19 วันหลังปลูก) R4 (45 วันหลังปลูก) R6 (61 วันหลังปลูก) R7 (80 วันหลังปลูก) และ R8(91 วันหลังปลูก) พบว่า น้ำหนักใบแห้งของ 4 พันธุ์ มีค่าเพิ่มขึ้นตามอายุและให้ค่าสูงสุดที่อายุ 80 วัน ยกเว้นพันธุ์ KK 43-46-1 ที่ให้ค่าสูงสุดที่อายุ 61 วัน และพันธุ์ KK 84-7 ให้ค่าสูงสุดที่อายุ 91 วัน (ภาพที่ 8A) ค่าดัชนีพื้นที่ใบของทุกพันธุ์มีค่าเพิ่มขึ้นตามอายุและสูงสุดที่อายุ 80 วัน (ภาพที่ 8B) ส่วนน้ำหนักต้นแห้ง น้ำหนักมวลรวมแห้ง และน้ำหนักฝักแห้ง ให้ค่าเพิ่มขึ้นตามอายุ โดยพันธุ์ KK 84-7 ให้น้ำหนักฝักแห้งสูงสุดที่อายุ 91 วัน (ภาพที่ 8C 8D และ 8E)

จากผลการทดลอง พบว่า ฤดูฝนจะมีการเจริญเติบโตเร็วกว่าฤดูแล้ง เพราะได้รับปริมาณน้ำฝนอย่างเพียงพอ ประกอบกับมีอุณหภูมิที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโต (ภาพที่ 2 และ 4) ส่วนฤดูแล้ง การเจริญเติบโตในช่วงแรกเป็นไปอย่างช้าๆ ทั้งนี้เนื่องจากในช่วงออกมีอุณหภูมิต่ำ ประกอบกับอยู่ในช่วงฤดูแล้ง จึงต้องมีการให้น้ำชลประทานตลอดฤดูปลูก แต่อย่างไรก็ตามฤดูแล้งกลับให้น้ำหนักฝักแห้งสูงกว่าฤดูฝน เนื่องจากมีปริมาณรังสีดวงอาทิตย์สม่ำเสมอตลอดฤดูปลูก และมีระยะเวลาสร้างและพัฒนาการของฝักและเมล็ดยาวนานกว่าฤดูฝน

การประมาณและปรับค่าสัมประสิทธิ์พันธุกรรมในแบบจำลอง (model calibration)

ทำการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ทางพันธุกรรมของถั่วลิสงแต่ละพันธุ์ โดยใช้ข้อมูลที่ได้จากแปลงทดลองที่ดำเนินการต่างฤดูปลูกกัน คือ ฤดูแล้งปี 2556 และฤดูฝนปี 2556 จากนั้นทำการปรับค่าสัมประสิทธิ์ทางพันธุกรรมของถั่วลิสงแต่ละพันธุ์จนได้ผลการจำลองลักษณะทางด้านพัฒนาการ และการเจริญเติบโตใกล้เคียงกับค่าสังเกตจากทั้ง 2 แปลงทดลองมากที่สุด

การเปรียบเทียบค่าจำลองกับค่าสังเกตของลักษณะด้านพัฒนาการ ได้แก่ อายุถึงวันออกดอก อายุถึงวันสร้างฝักแรก อายุถึงวันสร้างเมล็ดแรก และอายุถึงเก็บเกี่ยวของ 6 พันธุ์/สายพันธุ์ พบว่า ค่าจำลองและค่าสังเกตจะให้ค่าแตกต่างกันไป โดยค่าจำลองอายุถึงวันออกดอกของทั้ง 2 ฤดูให้ค่าใกล้เคียงกับค่าสังเกต สำหรับความแตกต่างระหว่างค่าจำลองและค่าสังเกต แสดงโดยค่า Root Mean Square Error (RMSE) กล่าวคือ ถ้า RMSE มีค่าต่ำ แสดงว่า ค่าจำลองและค่าสังเกตมีค่าใกล้เคียงกัน อายุถึงวันออกดอกมีค่าเท่ากับ 2 วัน และมีค่า Coefficient of determination (r^2) เท่ากับ 0.93 (ภาพที่ 9A) อายุถึงวันสร้างฝักแรก และอายุถึงวันสร้างเมล็ดแรกก็ให้ค่าใกล้เคียงกับค่าสังเกต โดยให้ค่า RMSE เท่ากับ 2 และ 3 วัน และค่า r^2 เท่ากับ 0.96 และ 0.94 ตามลำดับ (ภาพที่ 9B และ 9C) สำหรับอายุถึงเก็บเกี่ยวของค่าจำลองและค่าสังเกต ให้ค่า RMSE เท่ากับ 4 วัน และ r^2 เท่ากับ 0.99 (ภาพที่ 9D) จากผลการทดลองพบว่า ฤดูแล้งจะมีอายุถึงวันออกดอก อายุถึงวันสร้างฝักแรก อายุถึงวันสร้างเมล็ดแรก และอายุถึงเก็บเกี่ยวยาวกว่าฤดูฝน ทั้งนี้เนื่องจากในช่วงปลูกมีอุณหภูมิต่ำ การเจริญเติบโตในช่วงแรกเป็นไปอย่างช้าๆ ทำให้ต้องใช้เวลาในการพัฒนาการจนถึงระยะต่างๆเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ยังพบความแตกต่างของค่าจำลองกับค่าสังเกตของลักษณะของอายุถึงวันสร้างเมล็ดแรก อายุถึงเก็บเกี่ยวสูงกว่าอายุถึงวันออกดอก ทั้งนี้เนื่องจากการประเมินลักษณะดังกล่าว ต้องถอนต้นถั่วขึ้นมาดู และไม่ได้ถอนทุกวัน ประกอบกับมีความแปรปรวนระหว่างต้น เป็นผลทำให้ค่าสังเกตมีความแปรปรวนสูงมากกว่า

สำหรับการเปรียบเทียบข้อมูลลักษณะด้านการเจริญเติบโต ได้แก่ ดัชนีพื้นที่ใบ น้ำหนักใบ น้ำหนักต้นแห้ง น้ำหนักรวมเหนือดิน น้ำหนักฝักแห้ง และน้ำหนักเมล็ด แสดงความแตกต่างโดยค่า Index of agreement (d) ระหว่างค่าจำลองและค่าสังเกตของพันธุ์ (ตารางที่ 4 และ 5) กล่าวคือ ค่า d จะมีค่าระหว่าง 0-1 ถ้าค่า d มีค่าใกล้กับ 1 แสดงว่า ค่าจำลองและค่าสังเกตมีค่าใกล้เคียงกัน จากการทดลองพบว่า ฤดูแล้งปี 2556 ลักษณะดัชนีพื้นที่ใบ น้ำหนักใบแห้ง ให้ค่า d ระหว่างค่าจำลองและค่าสังเกตของพันธุ์ ระหว่าง 0.53-0.79 และ 0.51-0.77 เฉลี่ยเท่ากับ 0.65 และ 0.61 ตามลำดับ ส่วนน้ำหนักต้นแห้ง น้ำหนักรวมเหนือดิน ให้ค่า d ระหว่างค่าจำลองและค่าสังเกตของพันธุ์ ระหว่าง 0.70-0.88 และ 0.50-0.72 เฉลี่ยเท่ากับ 0.78 และ 0.60 ตามลำดับ สำหรับน้ำหนักฝักแห้ง น้ำหนักเมล็ด ให้ค่า d ระหว่างค่าจำลองและค่าสังเกตของพันธุ์ ระหว่าง 0.79-0.95 และ 0.88-0.99 เฉลี่ยเท่ากับ 0.90 และ 0.95 ตามลำดับ แสดงว่า ค่าสัมประสิทธิ์ทางพันธุกรรมที่ปรับค่าแล้ว ให้ค่า

จำลองน้ำหนักผักแห้ง น้ำหนักเมล็ดใกล้เคียงกับค่าสังเกตจากแปลงทดลองสูง ทำให้สามารถใช้ทำนายลักษณะทั้งสองได้ดี ในขณะที่ค่าจำลองของน้ำหนักรวมเหนือดิน น้ำหนักใบแห้ง และดัชนีพื้นที่ใบมีค่าใกล้เคียงกับค่าสังเกตปานกลาง แสดงว่าสามารถใช้ทำนายลักษณะดังกล่าวได้พอใช้ ทั้งนี้เนื่องจากการระบาดของโรคยอดไหม้ เป็นผลทำให้ใบของต้นถั่วถูกทำลายบางส่วน

ส่วนในฤดูฝนปี 2556 ให้ค่า d ระหว่างค่าจำลองและค่าสังเกตของลักษณะดัชนีพื้นที่ใบ น้ำหนักใบแห้ง น้ำหนักต้นแห้ง น้ำหนักรวมเหนือดิน น้ำหนักผักแห้ง และน้ำหนักเมล็ดเฉลี่ยเป็น 0.96 0.97 0.96 0.93 0.77 และ 0.76 ตามลำดับ แสดงว่า ค่าสัมประสิทธิ์ทางพันธุกรรมที่ปรับค่าแล้ว ให้ค่าจำลองของลักษณะต่างๆใกล้เคียงกับค่าสังเกตจากแปลงทดลองสูงกว่าฤดูแล้ง

สำหรับพันธุ์แต่ละพันธุ์ พบว่า มีบางพันธุ์ในบางฤดูปลูกที่ค่าสัมประสิทธิ์ทางพันธุกรรมทำนายบางลักษณะได้ไม่ค่อยสูงนัก ได้แก่ ในฤดูแล้งปี 2556 สายพันธุ์ KKFCRC49-02-2-1 ให้ค่า d ระหว่างค่าจำลองและค่าสังเกตของลักษณะดัชนีพื้นที่ใบ น้ำหนักใบแห้ง น้ำหนักรวมเหนือดินเพียง 0.53 0.51 และ 0.53 ตามลำดับ รวมทั้งพันธุ์ KK84-8 และ KKFCRC49-02-8-3 ก็ให้ค่าต่ำด้วย ส่วนในฤดูฝนปี 2556 พันธุ์ KK84-8 ให้ค่า d ระหว่างค่าจำลองและค่าสังเกตของลักษณะน้ำหนักผักแห้ง และน้ำหนักเมล็ดเป็น 0.65 และ 0.67 ตามลำดับ เมื่อดูค่า r^2 ระหว่างค่าจำลองและค่าสังเกตของลักษณะน้ำหนักผักแห้ง และน้ำหนักเมล็ด จะพบมีค่า r^2 เท่ากับ 0.52 และ 0.61 ตามลำดับ (ภาพที่ 9E และ 9F) และจากการจำลองสถานการณ์ ของลักษณะน้ำหนักรวมเหนือดิน น้ำหนักใบ น้ำหนักต้น และน้ำหนักผักแห้ง ทำให้ได้กราฟแสดงค่าจำลองเปรียบเทียบกับค่าสังเกตจากแปลงทดลองดังภาพที่ 10 สำหรับฤดูแล้งปี 2556 และภาพที่ 11 สำหรับฤดูฝน ปี 2556

จากการปรับค่าสัมประสิทธิ์ทางพันธุกรรมของพันธุ์ต่างๆ โดยใช้ข้อมูล 2 ฤดูที่แตกต่างกัน ทำให้ได้ค่าสัมประสิทธิ์พันธุกรรมที่สามารถใช้กับแบบจำลองในการทำนายลักษณะต่างๆ ทั้งด้านพัฒนาการและการเจริญเติบโตของถั่วลิสงทั้ง 6 พันธุ์/สายพันธุ์ได้ใกล้เคียงกับค่าสังเกตจากแปลงทดลอง

ผลการทดสอบค่าสัมประสิทธิ์ทางพันธุกรรม (model validation)

เมื่อได้ค่าสัมประสิทธิ์ทางพันธุกรรมของถั่วลิสงทั้ง 6 พันธุ์/สายพันธุ์ ที่ผ่านการปรับค่าตามขั้นตอนที่กล่าวข้างต้น ในการประเมินว่าค่าสัมประสิทธิ์ทางพันธุกรรมของถั่วลิสงดังกล่าว จะสามารถทำนายลักษณะต่างๆของพันธุ์ถั่วลิสงได้ดีเพียงใด จะต้องมีการทดสอบค่าสัมประสิทธิ์ทางพันธุกรรมโดยใช้ข้อมูลที่ได้จากวันปลูกอื่นๆ ที่ไม่ได้ใช้ในการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ทางพันธุกรรมซึ่งเป็นข้อมูลอิสระ ในที่นี้ใช้ข้อมูลฤดูแล้งปี 2557 และฤดูฝน 2557 เป็นข้อมูลอิสระสำหรับทดสอบ โดยนำข้อมูลที่ไปจำลองสถานการณ์ แล้วเปรียบเทียบค่าจำลองที่ได้กับค่าสังเกตจริงจากแปลงทดลองดังกล่าว ผลการประเมินลักษณะด้านพัฒนาการ พบว่า อายุถึงวันออกดอก อายุถึงวันสร้างผักแรก อายุถึงวันสร้างเมล็ดแรก และอายุถึงเก็บเกี่ยว มีความสอดคล้องระหว่างค่าที่ได้จากการจำลองและค่าสังเกตสูง กล่าวคือ ค่าจำลองอายุถึงวันออกดอกให้ค่าใกล้เคียงกับค่าสังเกต โดยให้ค่า RMSE เท่ากับ 2 วัน และ r^2 เท่ากับ 0.98 (ภาพที่ 12A) ค่าจำลองอายุถึงวันสร้างผักแรก และอายุถึงวันสร้างเมล็ดแรกก็ให้ค่าใกล้เคียงกับค่าสังเกต โดยให้ค่า RMSE เท่ากับ 2 และ 2 วัน และค่า r^2 เท่ากับ 0.99 และ 0.99 ตามลำดับ (ภาพที่ 12B และ 12C) สำหรับอายุถึงเก็บเกี่ยวของค่าจำลองและค่าสังเกต มีค่า RMSE เท่ากับ 4 วัน และ r^2 เท่ากับ 0.92 (ภาพที่ 12D)

สำหรับการเปรียบเทียบข้อมูลลักษณะด้านการเจริญเติบโต ได้แก่ ดัชนีพื้นที่ใบ น้ำหนักใบ น้ำหนักต้นแห้ง น้ำหนักรวมเหนือดิน น้ำหนักฝักแห้ง และน้ำหนักเมล็ด ระหว่างค่าจำลองและค่าสังเกตจากแปลงทดลองของทั้ง 6 สายพันธุ์ พบว่า ฤดูแล้งปี 2557 ค่าจำลองและค่าสังเกตของลักษณะดัชนีพื้นที่ใบ น้ำหนักใบแห้ง มีค่า d ระหว่าง 0.86-0.98 และ 0.93-1.00 เฉลี่ยเท่ากับ 0.96 และ 0.97 ตามลำดับ (ตารางที่ 6 และ 7) น้ำหนักต้นแห้ง น้ำหนักรวมเหนือดิน น้ำหนักฝักแห้ง และน้ำหนักเมล็ด ให้ค่า d ระหว่าง 0.85-1.00 0.80-1.00 0.67-0.77 และ 0.70-0.88 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.95 0.92 0.74 และ 0.81 ตามลำดับ ส่วนฤดูฝนปี 2557 ให้ค่า d ระหว่างค่าจำลองและค่าสังเกตของลักษณะดัชนีพื้นที่ใบ น้ำหนักใบแห้ง น้ำหนักต้นแห้ง น้ำหนักรวมเหนือดิน น้ำหนักฝักแห้ง และน้ำหนักเมล็ดเฉลี่ยเป็น 0.88 0.88 0.93 0.91 0.96 และ 0.96 ตามลำดับ (ตารางที่ 6 และ 7)

สำหรับสายพันธุ์แต่ละพันธุ์ พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์ทางพันธุกรรมของทั้ง 6 พันธุ์/สายพันธุ์ สามารถให้ค่าจำลองและค่าสังเกตของเกือบทุกลักษณะใกล้เคียงกัน คือ ให้ค่า d สูงใกล้เคียง 1 ทั้งแปลงทดสอบในฤดูแล้งปี 2557 และฤดูฝนปี 2557 แต่อาจจะมีลักษณะน้ำหนักฝักแห้ง และน้ำหนักเมล็ดของฤดูแล้งปี 2557 ให้ค่า d ระหว่างค่าจำลองและค่าสังเกต 0.74 และ 0.81 ตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องจากการระบาดของโรคยอดไหม้ แต่สามารถควบคุมได้ ทำให้มีผลกระทบต่อผลผลิตของถั่วลิสงเล็กน้อย เมื่อดูค่า r^2 ระหว่างค่าจำลองและค่าสังเกตของลักษณะน้ำหนักฝักแห้ง และน้ำหนักเมล็ด จะพบมีค่า r^2 เท่ากับ 0.52 และ 0.48 ตามลำดับ (ภาพที่ 12E และ 12F) และจากการจำลองสถานการณ์ ของลักษณะน้ำหนักรวมเหนือดิน น้ำหนักใบ น้ำหนักต้น และน้ำหนักฝักแห้ง ทำให้ได้กราฟแสดงค่าจำลองเปรียบเทียบกับค่าสังเกตจากแปลงทดลองดังภาพที่ 13 สำหรับฤดูแล้งปี 2557 และภาพที่ 14 สำหรับฤดูฝน ปี 2557

ค่าสัมประสิทธิ์ทางพันธุกรรมที่ได้จากการประมาณและปรับค่าในแบบจำลองของทั้ง 2 แปลง ในฤดูแล้งปี 2556 และฤดูฝนปี 2556 ให้ค่าจำลองของทุกลักษณะใกล้เคียงกับค่าสังเกตจากแปลงทดลอง เมื่อทดสอบกับแปลงทดลองในฤดูแล้งปี 2557 และฤดูฝนปี 2557 ก็ยังให้ผลสอดคล้องเช่นเดียวกัน

จากผลการทดลองแสดงว่า ค่าสัมประสิทธิ์ทางพันธุกรรมของถั่วลิสงทั้ง 6 พันธุ์/สายพันธุ์ ที่ผ่านการปรับค่าตามขั้นตอนที่กล่าวข้างต้น สามารถใช้ทำนายลักษณะต่างๆของพันธุ์ถั่วลิสงได้ดี แต่อย่างไรก็ตามควรมีการทดสอบการใช้ค่าสัมประสิทธิ์ทางพันธุกรรมในแบบจำลองในสภาพแวดล้อมที่กว้างขวาง เพื่อพัฒนาให้สามารถใช้ประเมินผลผลิตของแต่ละพันธุ์ได้ใกล้เคียงกับข้อมูลจริงยิ่งขึ้น

9. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาค่าสัมประสิทธิ์พันธุกรรมของถั่วลิสงสายพันธุ์ก้าวหน้าชุดที่ 2 พบว่า ลักษณะด้านพัฒนาการ ได้แก่ อายุถึงวันออกดอก อายุถึงวันสร้างฝักแรก อายุถึงวันสร้างเมล็ดแรก และอายุถึงวันเก็บเกี่ยว และด้านการเจริญเติบโตของถั่วลิสง ได้แก่ น้ำหนักแห้งของส่วนต่างๆของถั่วลิสง 6 พันธุ์/สายพันธุ์ ของฤดูปลูกต่างๆ มีค่าแตกต่างกันระหว่างพันธุ์และฤดูปลูก โดยในฤดูแล้ง มีระยะการพัฒนาดังกล่าวมากกว่าในฤดูฝน แต่ฤดูฝนจะมีการเจริญเติบโตเร็วกว่าฤดูแล้ง ผลการประมาณและปรับค่าสัมประสิทธิ์พันธุกรรมในแบบจำลอง (Model calibration) จากข้อมูล 2 ฤดู คือ ฤดูแล้งปี 2556 และฤดูฝนปี 2556 พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์พันธุกรรมที่ปรับค่าแล้วให้ค่าจำลองลักษณะด้านพัฒนาการ และการเจริญเติบโตของถั่วลิสง ใกล้เคียงกับค่าสังเกตที่ได้จากแปลง

ทดลอง จะมีลักษณะทางพัฒนาการและการเจริญเติบโตของถั่วลิสงบางสายพันธุ์ที่ค่าจำลองกับค่าสังเกตแตกต่างกันบ้าง โดยเฉพาะฤดูแล้ง เนื่องจากมีโรคยอดไหม้ระบาด ส่วนผลการทดสอบค่าสัมประสิทธิ์ทางพันธุกรรม (Model validation) โดยใช้ข้อมูลแปลงทดลองในฤดูแล้งปี 2557 และฤดูฝนปี 2557 เป็นข้อมูลอิสระสำหรับทดสอบ พบว่า การใช้ค่าสัมประสิทธิ์พันธุกรรมที่ได้จากปรับค่าแล้วจาก 2 ฤดู ยังสามารถทำนายลักษณะด้านพัฒนาการ และการเจริญเติบโตของถั่วลิสงใกล้เคียงกับค่าสังเกตที่ได้จากแปลงทดลอง อย่างไรก็ตามค่าสัมประสิทธิ์พันธุกรรมของถั่วลิสงทั้ง 6 พันธุ์/สายพันธุ์ จะมีความถูกต้องยิ่งขึ้น ถ้ามีการทดสอบในหลายแปลงหรือหลายสภาพแวดล้อมเพิ่มขึ้น แล้วทำการปรับค่าสัมประสิทธิ์พันธุกรรมให้ดียิ่งขึ้น

10. การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

ใช้ค่าสัมประสิทธิ์ทางพันธุกรรมของพันธุ์ KKFCRC49-02-2-1 KKFCRC49-02-8-3 KK43-46-1 KK4918-3 KK84-7 และ KK84-8 ในแบบจำลองถั่วลิสง CSM-CROPGRO-Peanut เพื่อประเมินศักยภาพการให้ผลผลิตของพันธุ์ถั่วลิสงดังกล่าวในสภาพแวดล้อมต่างๆ

11. คำขอบคุณ

-

12. เอกสารอ้างอิง

สุกัญญา สุจริยา. 2547. วันปลูกที่เหมาะสมในการทดลองเพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์พันธุกรรมของสายพันธุ์ถั่วลิสง สำหรับการใช้แบบจำลอง CROPGRO-Peanut ในงานปรับปรุงพันธุ์. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาพืชไร่ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 80 หน้า.

Bhalang Suriharn. 2006. Application of the CSM-CROPGRO-Peanut Model in Assisting Multi-Location Evaluation of Peanut Breeding Lines and Designing Peanut Ideotype for a Target Environment. Doctor of Philosophy Thesis in Agronomy, Graduate School, Khon Kaen University.

Boote ,K.J .1999. Concepts for Calibrating Crop Growth Models. Pages180-199. In: G.Hoogenboom , P.W. Wilkens, and G.Y. Tsuji (eds) DSSAT v3. Vol.4-6. University of Hawaii, Honolulu, Hawaii.

Hoogenboom, G., Jones, J.W., Wilkens, P.W., Batchelor, W.D., Bowen, W.T., Hunt, L.A., Peckering, N.B., Singh, U., Godwin, D.C., Baer, B., Boote, K.J., Ritchie, J.T., White, J.W., 1994. Crop models. In : Tsuji, G.Y., Uehara, G., Balas. S., (Ed) DSSAT Version 3, Volume 2. University of Hawaii, Honolulu, Hawaii, pp. 95-244.

Ritchie, J.T., E.C. Alocilja, and G. Uehara. 1986. IBSNAT/CERES Rice Model. Agrotechnology Transfer. 3:1-5.

- Wallach, D., and B. Goffinet. 1987. Mean squared error of prediction in models for studying ecological and agronomic systems. *Biometrics* 43:561-573.
- Wilkerson, G.G., J.W. Jones, K.J. Boots, K.T. Ingram, and J.W. Mishoe. 1983. Modeling Soybean Growth for Management. *Trans. ASAE* 26:63-73.
- Willmott, C.J., 1982. Some comments on the evaluation of model performance. *Bull. Amer. Meteor. Soc.* 63: 1309-1313.

ตารางที่ 1 ค่าสัมประสิทธิ์ทางพันธุกรรมของถั่วลิสง และลักษณะที่ใช้ปรับค่า

สัญลักษณ์	ค่าสัมประสิทธิ์ทางพันธุกรรมของถั่วลิสง	ลักษณะที่ใช้ปรับค่า
CSDL	ค่าวันวิกฤตวันสั้น	ค่าคงที่
PPSEN	ลักษณะความชันของพัฒนาการที่ตอบสนองต่อช่วงวันสั้น	ค่าคงที่
EMFL	ระยะเวลาจากออกถึงออกดอกแรก	วันออกดอกแรก
FLSH	ระยะเวลาออกดอกแรกถึงเกิดฝักแรก	วันสร้างฝักแรก
FLSD	ระยะเวลาออกดอกแรกถึงเริ่มสร้างเมล็ด	วันสร้างเมล็ดแรก
SDPM	ระยะเวลาจากเริ่มสร้างเมล็ดถึงระยะสุกแก่ทางสีเขียว	ค่า SLA และ LAI
FLLF	ระยะเวลาออกดอกแรกถึงระยะที่ใบขยายเต็มที่	วันเก็บเกี่ยว
LFMAX	อัตราสังเคราะห์แสงสูงสุดของใบ	มวลชีวภาพ
SLAVR	พื้นที่ใบเฉพาะ (Specific leaf area: SLA)	ค่า SLA และ LAI
SIZLF	ขนาดของใบสูงสุด	ค่า LAI และ SLA
XFRT	สัดส่วนของอาหารสูงสุดที่ส่งไปยังฝักและเมล็ด	ผลผลิตฝักและเมล็ด
WTPSD	น้ำหนักสูงสุดต่อเมล็ด	น้ำหนักเมล็ดสูงสุด และผลผลิตเมล็ด
SDPDV	จำนวนเมล็ดต่อฝัก	จำนวนเมล็ดต่อฝักและผลผลิตเมล็ด
SFDUR	ระยะเวลาในการสร้างเมล็ด	%กะเทาะ และระยะเวลาการสร้างเมล็ด
PODUR	ระยะเวลาในการสร้างฝัก	ระยะเวลาการสร้างเมล็ด

ที่มา : ดัดแปลงจากสุกัญญา (2547)

ตารางที่ 2 คุณสมบัติทางเคมีของดิน ก่อนปลูกถั่วลิสงที่ระดับความลึก 4 ระดับ แปลงทดลอง
ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น ปี 2556 และปี 2557

ระดับ (ซม.)	pH	NO ₃ -N (ppm)	NH ₄ -N (ppm)	Avail.P (ppm)	Exch.K (ppm)	Exch.Ca (ppm)
ฤดูแล้ง 56						
0-25	5.1	10.4	19.2	23.9	71.0	142.0
25-50	5.1	4.5	12.0	17.2	56.0	149.5
50-75	4.7	4.5	13.2	8.7	70.0	146.5
75-100	4.9	4.6	13.8	4.8	52.5	163.5
ฤดูฝน 56						
0-25	4.9	19.5	19.7	33.0	58.5	199.5
25-50	4.8	14.2	15.2	29.6	49.5	170.5
50-75	4.8	14.3	25.8	26.8	55.0	216.5
75-100	4.8	18.1	32.3	25.0	57.0	155.5
ฤดูแล้ง 57						
0-25	5.0	29.5	48.5	21.0	51.0	151.0
25-50	4.8	10.2	34.7	13.3	52.0	164.5
50-75	4.7	12.0	29.9	4.0	49.0	160.5
75-100	4.7	9.7	31.3	2.7	49.5	172.0
ฤดูฝน 57						
0-25	5.1	11.9	17.6	35.3	81.0	182.0
25-50	4.8	10.8	17.2	14.6	48.0	169.0
50-75	4.4	10.7	24.2	26.3	75.5	138.5
75-100	4.5	10.2	30.4	6.6	59.0	136.5

ตารางที่ 3 ลักษณะด้านพัฒนาการของพันธุ์ถั่วลิสง 6 พันธุ์ /สายพันธุ์ แปลงทดลองศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น
ปี 2556 และปี 2557

ลักษณะ	พันธุ์ถั่วลิสง					
	KKFCRC	KKFCRC	KK	KK4918-3	KK84-7	KK84-8
	49-02-2-1	49-02-8-3	43-46-1			
ฤดูแล้ง 56						
อายุถึงวันออกดอกแรก(วัน)	28	30	41	35	33	31
อายุถึงวันสร้างฝักแรก(วัน)	44	44	55	46	52	45
อายุถึงวันสร้างเมล็ดแรก(วัน)	55	55	65	55	57	55
อายุถึงวันสุกแก่(วัน)	105	107	111	106	106	106
ฤดูฝน 56						
อายุถึงวันออกดอกแรก(วัน)	23	23	29	24	27	26
อายุถึงวันสร้างฝักแรก(วัน)	35	35	41	37	38	37
อายุถึงวันสร้างเมล็ดแรก(วัน)	41	41	48	43	43	43
อายุถึงวันสุกแก่(วัน)	83	85	86	84	88	83
ฤดูแล้ง 57						
อายุถึงวันออกดอกแรก(วัน)	39	42	51	44	48	42
อายุถึงวันสร้างฝักแรก(วัน)	57	56	66	58	63	59
อายุถึงวันสร้างเมล็ดแรก(วัน)	65	65	76	66	70	67
อายุถึงวันสุกแก่(วัน)	107	109	112	112	115	109
ฤดูฝน 57						
อายุถึงวันออกดอกแรก(วัน)	21	22	27	23	24	23
อายุถึงวันสร้างฝักแรก(วัน)	34	33	40	36	37	36
อายุถึงวันสร้างเมล็ดแรก(วัน)	42	42	46	43	43	42
อายุถึงวันสุกแก่(วัน)	87	91	93	85	97	84

ตารางที่ 4 ค่า Index of agreement (d) ระหว่างค่าจำลองและค่าสังเกต ของลักษณะถั่วลิสง 6 พันธุ์/ สายพันธุ์ เมื่อใช้ค่าสัมประสิทธิ์ทางพันธุกรรมที่ปรับแล้ว แปลงทดลองศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น ฤดูแล้งปี 2556 และ ฤดูฝนปี 2556

ลักษณะ	ฤดูแล้ง 56		ฤดูฝน 56	
	ระหว่าง	ค่าเฉลี่ย	ระหว่าง	ค่าเฉลี่ย
ดัชนีพื้นที่ใบ	0.53-0.79	0.65	0.87-0.99	0.96
น้ำหนักใบแห้ง	0.51-0.77	0.61	0.94-0.99	0.97
น้ำหนักต้นแห้ง	0.70-0.88	0.78	0.94-0.99	0.96
น้ำหนักรวมเหนือดิน	0.50-0.72	0.60	0.90-0.98	0.93
น้ำหนักฝักแห้ง	0.79-0.95	0.90	0.65-0.85	0.77
น้ำหนักเมล็ด	0.88-0.99	0.95	0.67-0.87	0.76

ตารางที่ 5 ค่า Index of agreement (d) ระหว่างค่าจำลองและค่าสังเกต ของลักษณะถั่วลิสง 6 พันธุ์/ สายพันธุ์ เมื่อใช้ค่าสัมประสิทธิ์ทางพันธุกรรมที่ปรับแล้ว แปลงทดลอง ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น ฤดูแล้งปี 2556 และ ฤดูฝนปี 2556

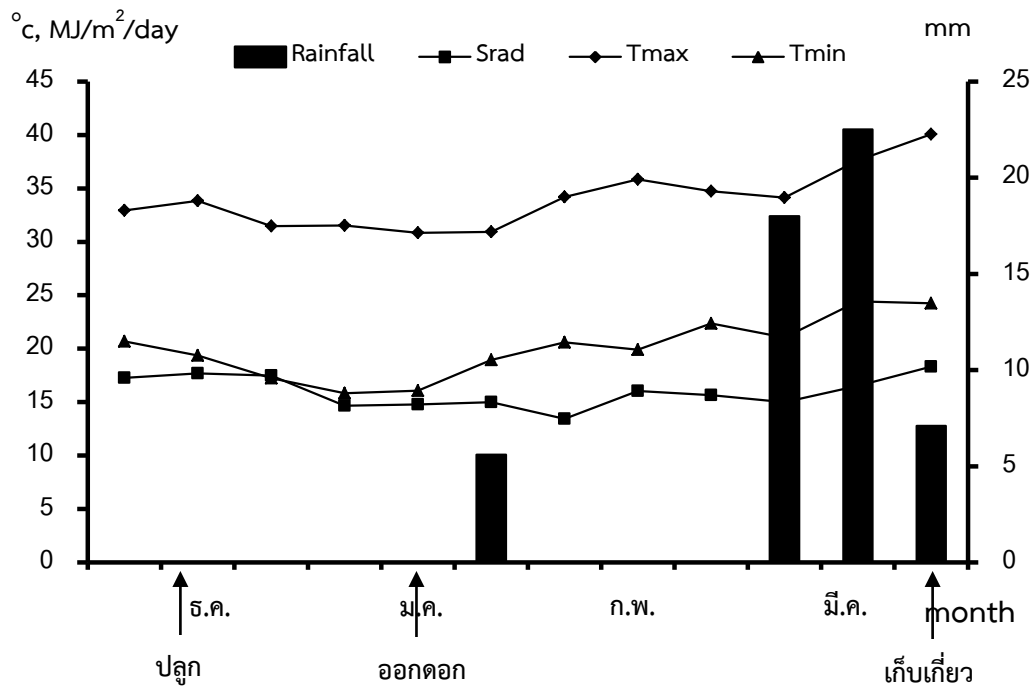
ลักษณะ	พันธุ์ถั่วลิสง											
	KKFCRC49-02-2-1		KKFCRC49-02-8-3		KK43-46-1		KK4918-3		KK84-7		KK84-8	
	แล้ง 56	ฝน 56	แล้ง 56	ฝน 56	แล้ง 56	ฝน 56	แล้ง 56	ฝน 56	แล้ง 56	ฝน 56	แล้ง 56	ฝน 56
ดัชนีพื้นที่ใบ	0.53	0.98	0.60	0.98	0.76	0.99	0.63	0.98	0.79	0.87	0.57	0.94
น้ำหนักใบแห้ง	0.51	0.99	0.52	0.98	0.77	0.97	0.64	0.99	0.69	0.94	0.54	0.95
น้ำหนักต้นแห้ง	0.75	0.96	0.70	0.96	0.88	0.99	0.75	0.95	0.84	0.97	0.77	0.94
น้ำหนักรวมเหนือดิน	0.53	0.90	0.50	0.90	0.72	0.95	0.60	0.92	0.63	0.98	0.58	0.91
น้ำหนักฝักแห้ง	0.95	0.75	0.87	0.80	0.90	0.81	0.92	0.76	0.94	0.85	0.79	0.65
น้ำหนักเมล็ด	0.98	0.75	0.88	0.77	0.97	0.78	0.99	0.75	0.96	0.87	0.94	0.67

ตารางที่ 6 ค่า Index of agreement (d) ระหว่างค่าจำลองและค่าสังเกต ของลักษณะถั่วลိสง 6 พันธุ์/ สายพันธุ์ เมื่อใช้ค่าสัมประสิทธิ์ทางพันธุกรรมที่ปรับแล้ว แปลงทดลองศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น ฤดูแล้งปี 2557 และ ฤดูฝนปี 2557

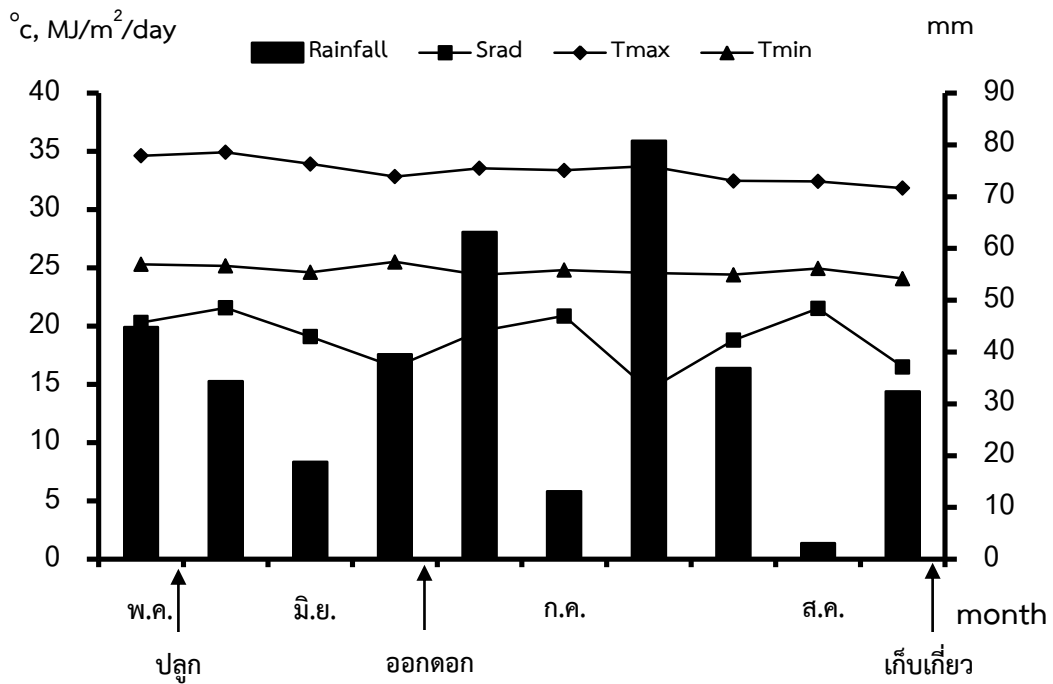
	ฤดูแล้ง 57		ฤดูฝน 57	
	ระหว่าง	ค่าเฉลี่ย	ระหว่าง	ค่าเฉลี่ย
ดัชนีพื้นที่ใบ	0.86-0.98	0.96	0.78-0.95	0.88
น้ำหนักใบแห้ง	0.93-1.00	0.97	0.83-0.92	0.88
น้ำหนักต้นแห้ง	0.85-1.00	0.95	0.88-0.98	0.93
น้ำหนักรวมเหนือดิน	0.80-1.00	0.92	0.85-0.96	0.91
น้ำหนักฝักแห้ง	0.67-0.77	0.74	0.94-0.97	0.96
น้ำหนักเมล็ด	0.70-0.88	0.81	0.91-1.00	0.96

ตารางที่ 7 ค่า Index of agreement (d) ระหว่างค่าจำลองและค่าสังเกต ของลักษณะถั่วลိสง 6 พันธุ์/ สายพันธุ์ เมื่อใช้ค่าสัมประสิทธิ์ทางพันธุกรรมที่ปรับแล้ว แปลงทดลอง ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น ฤดูแล้งปี 2557 และ ฤดูฝนปี 2557

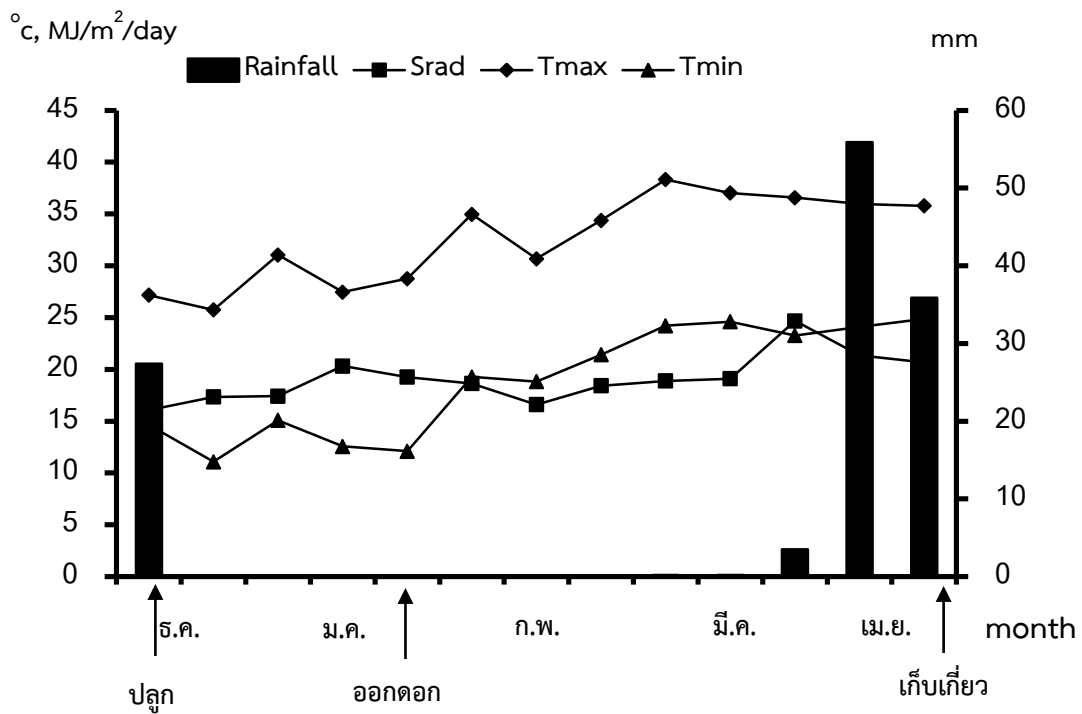
ลักษณะ	พันธุ์ถั่วลိสง											
	KKFCRC49-02-2-1		KKFCRC49-02-8-3		KK43-46-1		KK4918-3		KK84-7		KK84-8	
	แล้ง 57	ฝน 57	แล้ง 57	ฝน 57	แล้ง 57	ฝน 57	แล้ง 57	ฝน 57	แล้ง 57	ฝน 57	แล้ง 57	ฝน 57
ดัชนีพื้นที่ใบ	0.98	0.87	0.98	0.88	0.98	0.95	0.96	0.86	0.86	0.78	0.97	0.94
น้ำหนักใบแห้ง	0.98	0.89	0.97	0.89	0.99	0.87	0.95	0.88	0.93	0.83	1.00	0.92
น้ำหนักต้นแห้ง	0.93	0.89	0.98	0.93	0.98	0.96	0.85	0.98	0.98	0.88	1.00	0.93
น้ำหนักรวมเหนือดิน	0.89	0.94	0.92	0.89	0.97	0.92	0.80	0.92	1.00	0.96	0.97	0.85
น้ำหนักฝักแห้ง	0.75	0.94	0.77	0.97	0.77	0.95	0.76	0.97	0.74	0.96	0.67	0.97
น้ำหนักเมล็ด	0.76	0.98	0.88	0.95	0.87	0.99	0.80	0.95	0.86	1.00	0.70	0.91



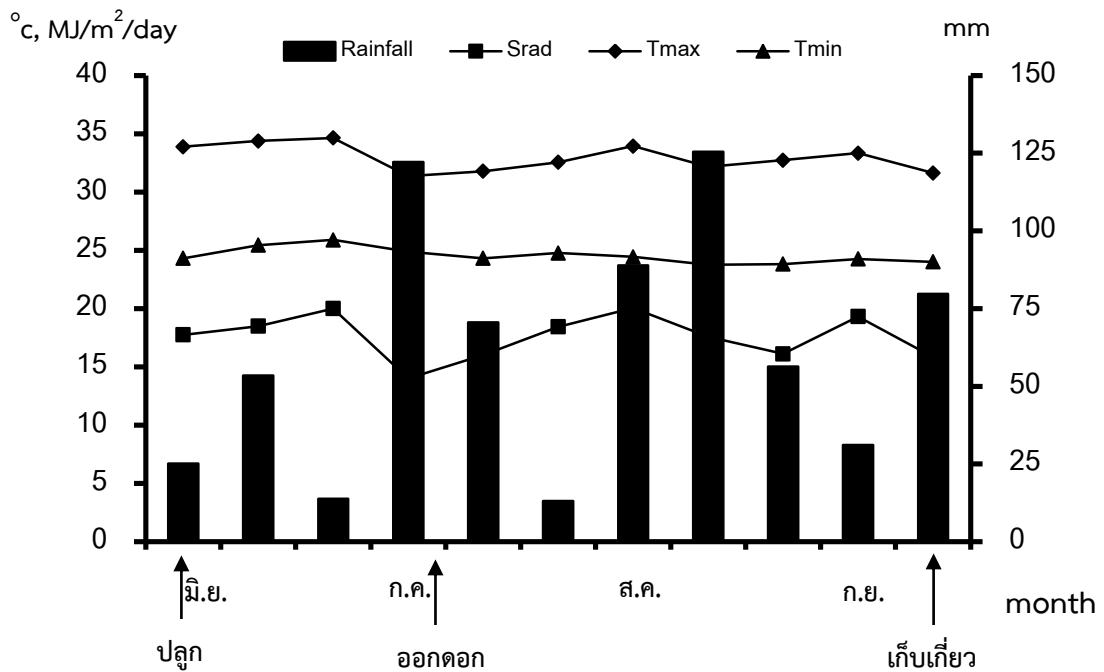
ภาพที่ 1 สภาพภูมิอากาศราย 10 วัน ตลอดช่วงการทดลองในฤดูแล้งปี 2556 ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น



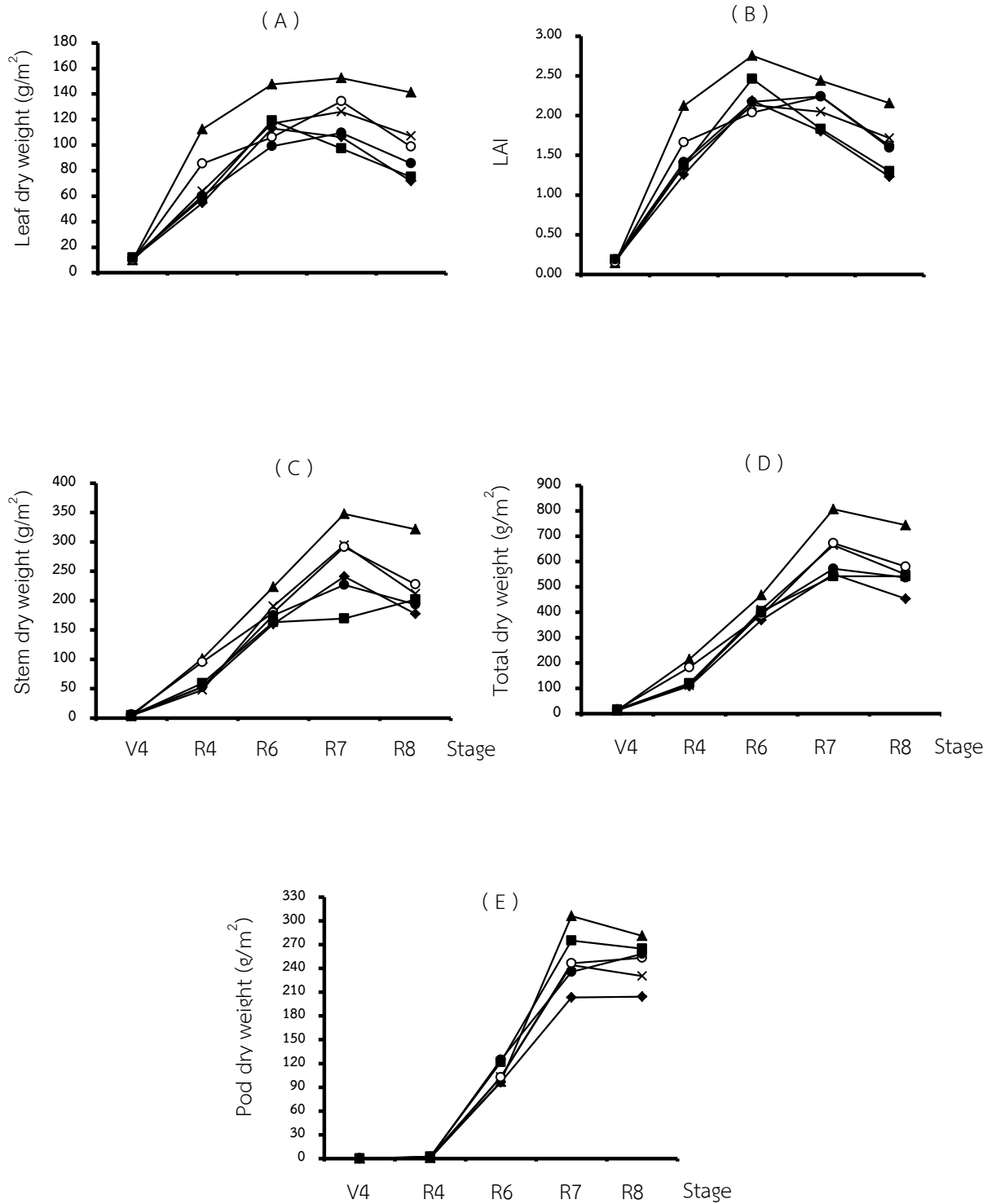
ภาพที่ 2 สภาพภูมิอากาศราย 10 วัน ตลอดช่วงการทดลองในฤดูฝนปี 2556 ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น



ภาพที่ 3 สภาพภูมิอากาศราย 10 วัน ตลอดช่วงการทดลองในฤดูแล้งปี 2557 ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น

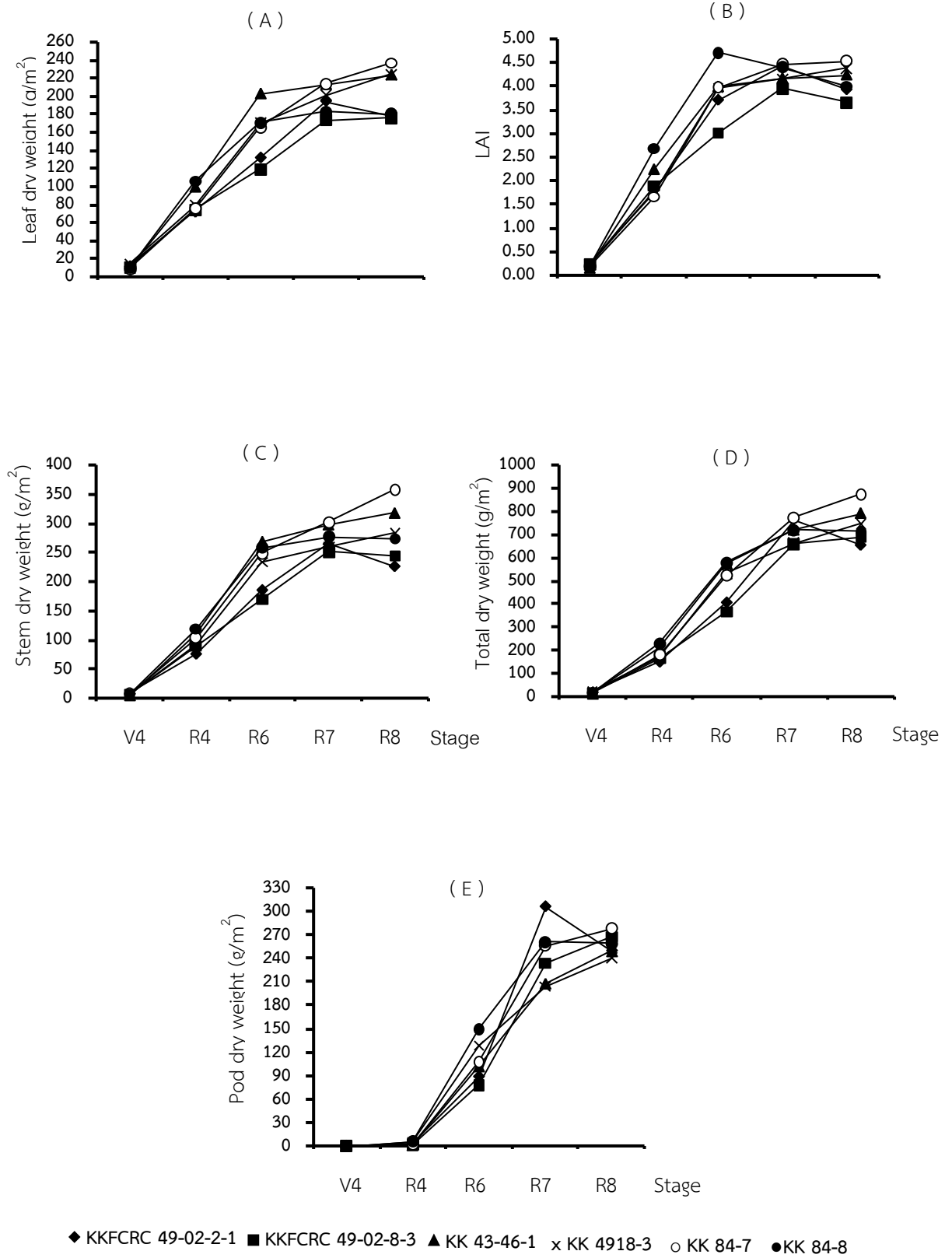


ภาพที่ 4 สภาพภูมิอากาศราย 10 วัน ตลอดช่วงการทดลองในฤดูฝนปี 2557 ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น

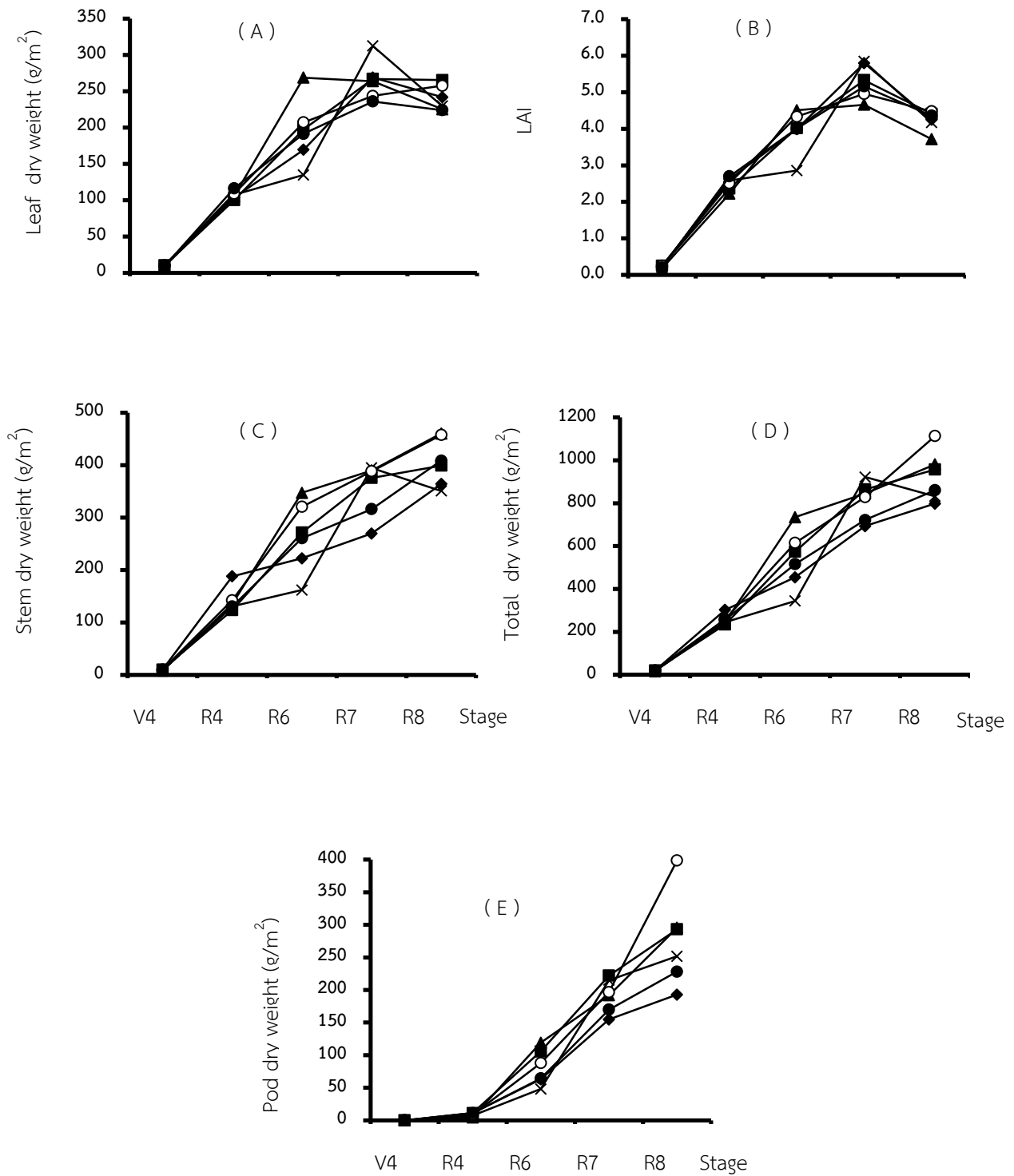


◆ KKFCRC 49-02-2-1 ■ KKFCRC 49-02-8-3 ▲ KK 43-46-1 × KK 4918-3 ○ KK 84-7 ● KK 84-8

ภาพที่ 5 น้ำหนักใบแห้ง ดัชนีพื้นที่ใบ(LAI) น้ำหนักต้นแห้ง น้ำหนักมวลรวมแห้ง และน้ำหนักฝักแห้ง ของถั่วลิสง 6 พันธุ์/สายพันธุ์ ที่ปลูกในฤดูแล้งปี 2556 ที่ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น

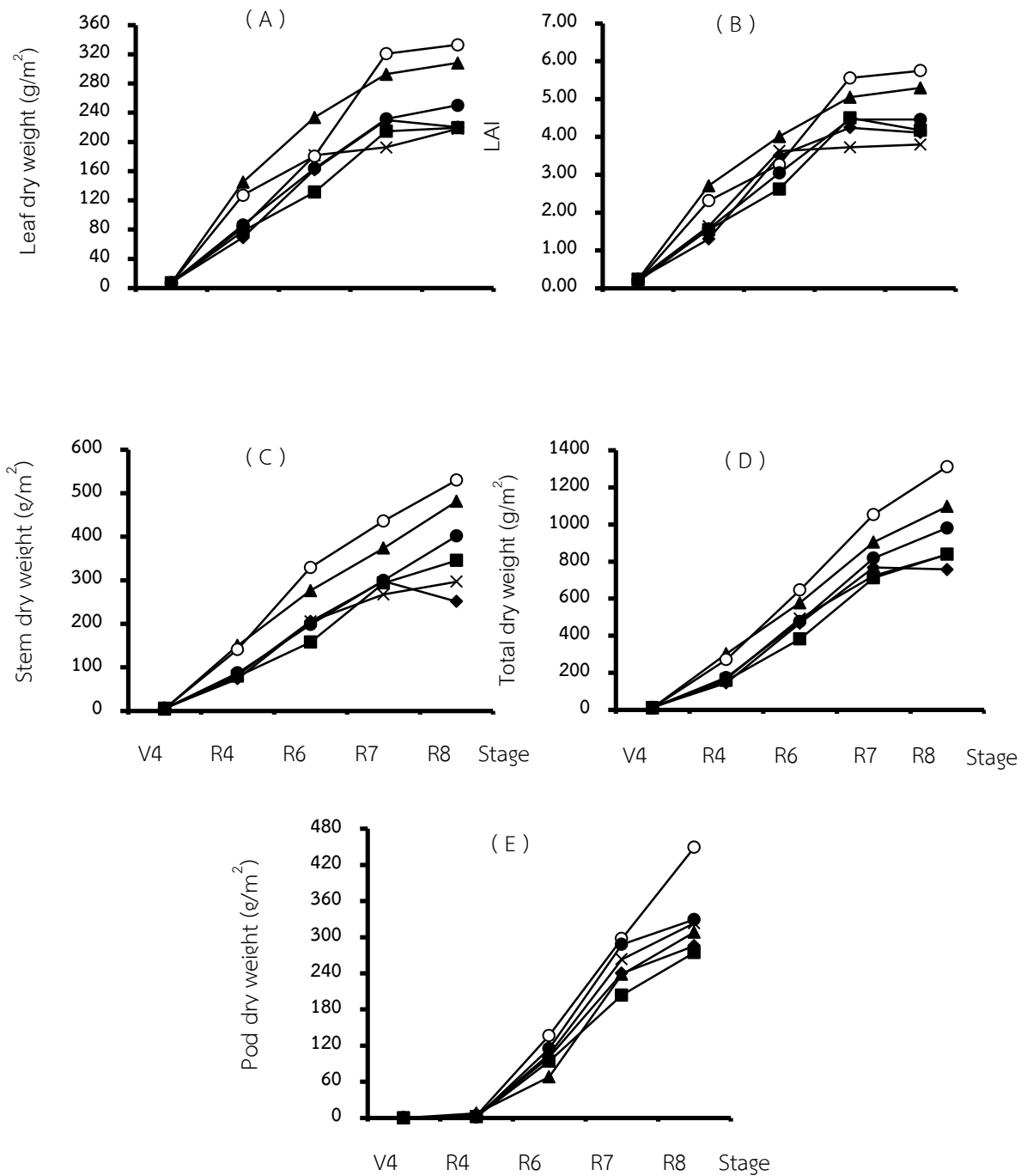


ภาพที่ 6 น้ำหนักใบแห้ง ดัชนีพื้นที่ใบ(LAI) น้ำหนักต้นแห้ง น้ำหนักมวลรวมแห้ง และน้ำหนักฝักแห้ง ของถั่วลิสง 6 พันธุ์/สายพันธุ์ ที่ปลูกในฤดูฝนปี 2556 ที่ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น



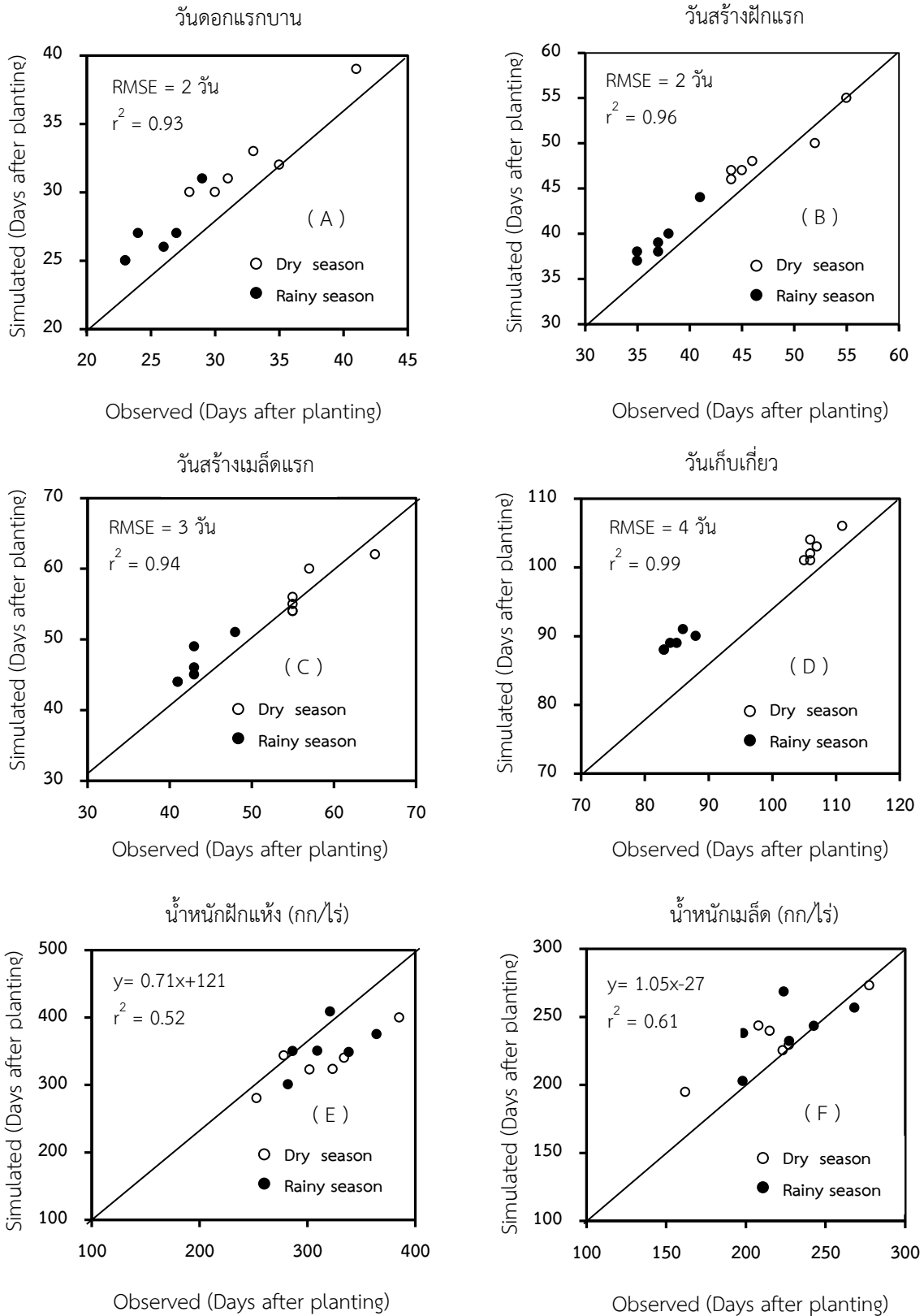
◆ KKFCRC 49-02-2-1 ■ KKFCRC 49-02-8-3 ▲ KK 43-46-1 × KK 4918-3 ○ KK 84-7 ● KK 84-8

ภาพที่ 7 น้ำหนักใบแห้ง ดัชนีพื้นที่ใบ(LAI) น้ำหนักต้นแห้ง น้ำหนักมวลรวมแห้ง และน้ำหนักฝักแห้ง ของถั่วลิสง 6 พันธุ์/สายพันธุ์ ที่ปลูกในฤดูแล้งปี 2557 ที่ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น

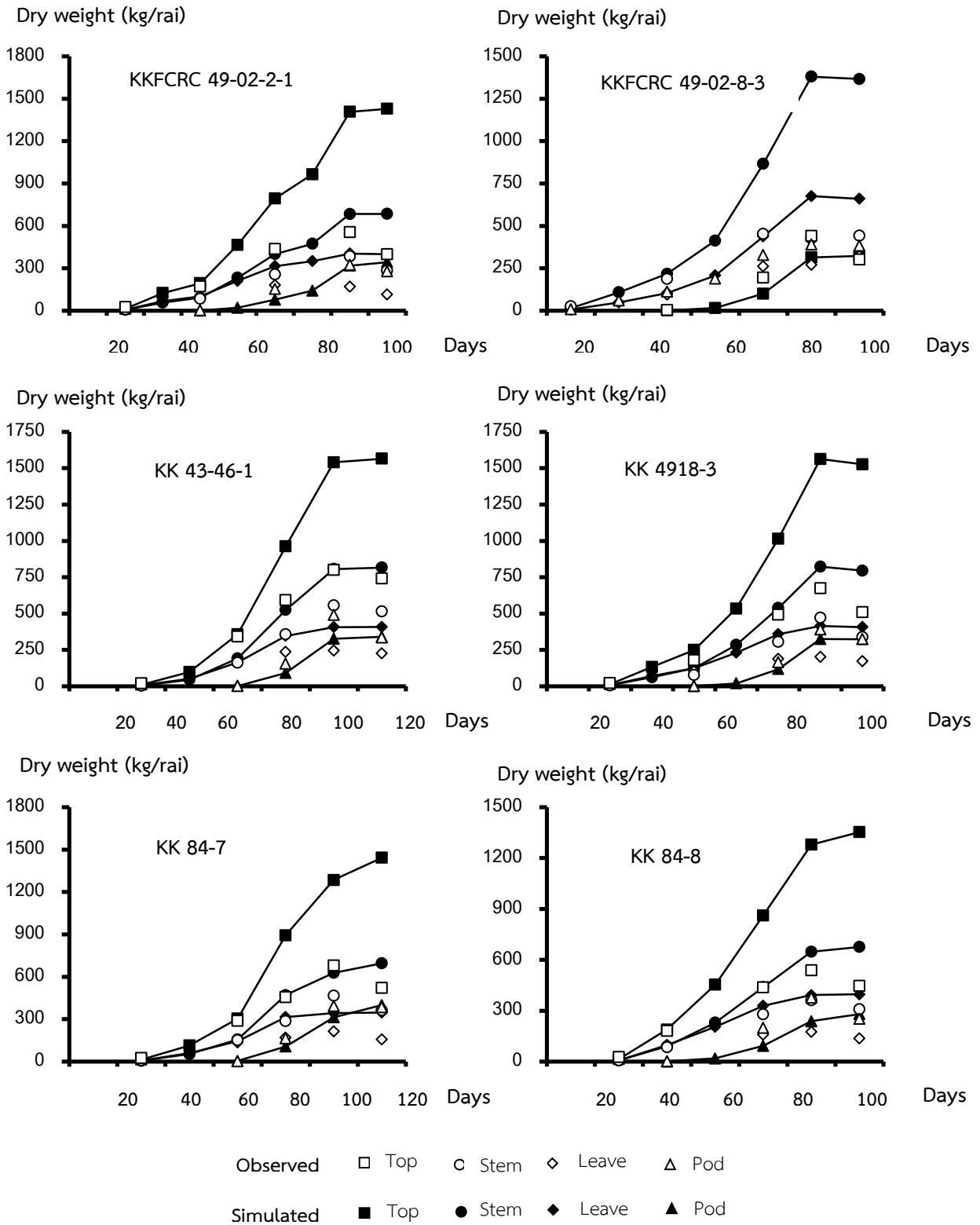


◆ KKFCRC 49-02-2-1 ■ KKFCRC 49-02-8-3 ▲ KK 43-46-1 × KK 4918-3 ○ KK 84-7 ● KK 84-8

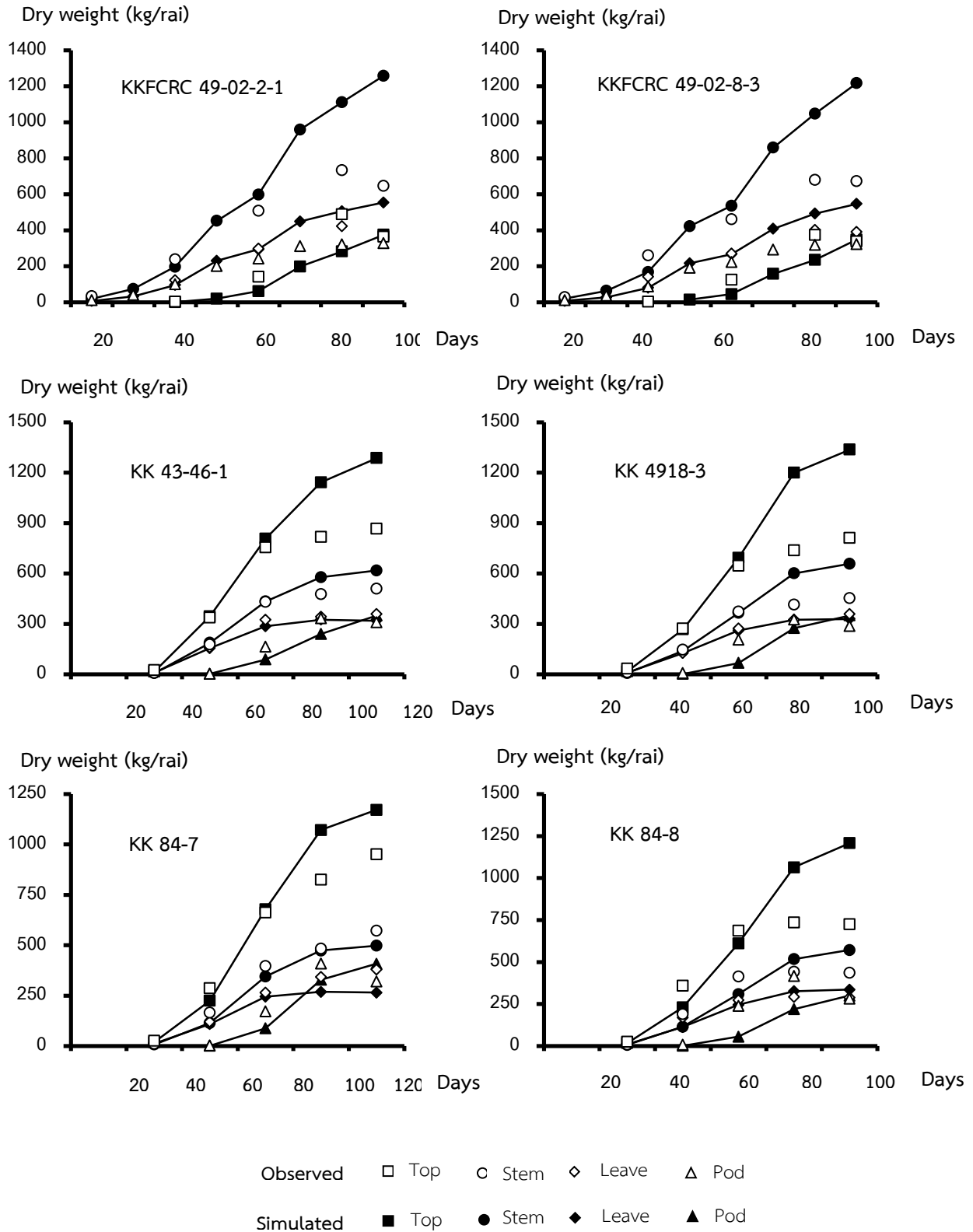
ภาพที่ 8 น้ำหนักใบแห้ง ดัชนีพื้นที่ใบ(LAI) น้ำหนักต้นแห้ง น้ำหนักมวลรวมแห้ง และน้ำหนักฝักแห้ง ของถั่วลิสง 6 พันธุ์/สายพันธุ์ ที่ปลูกในฤดูฝนปี 2557 ที่ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น



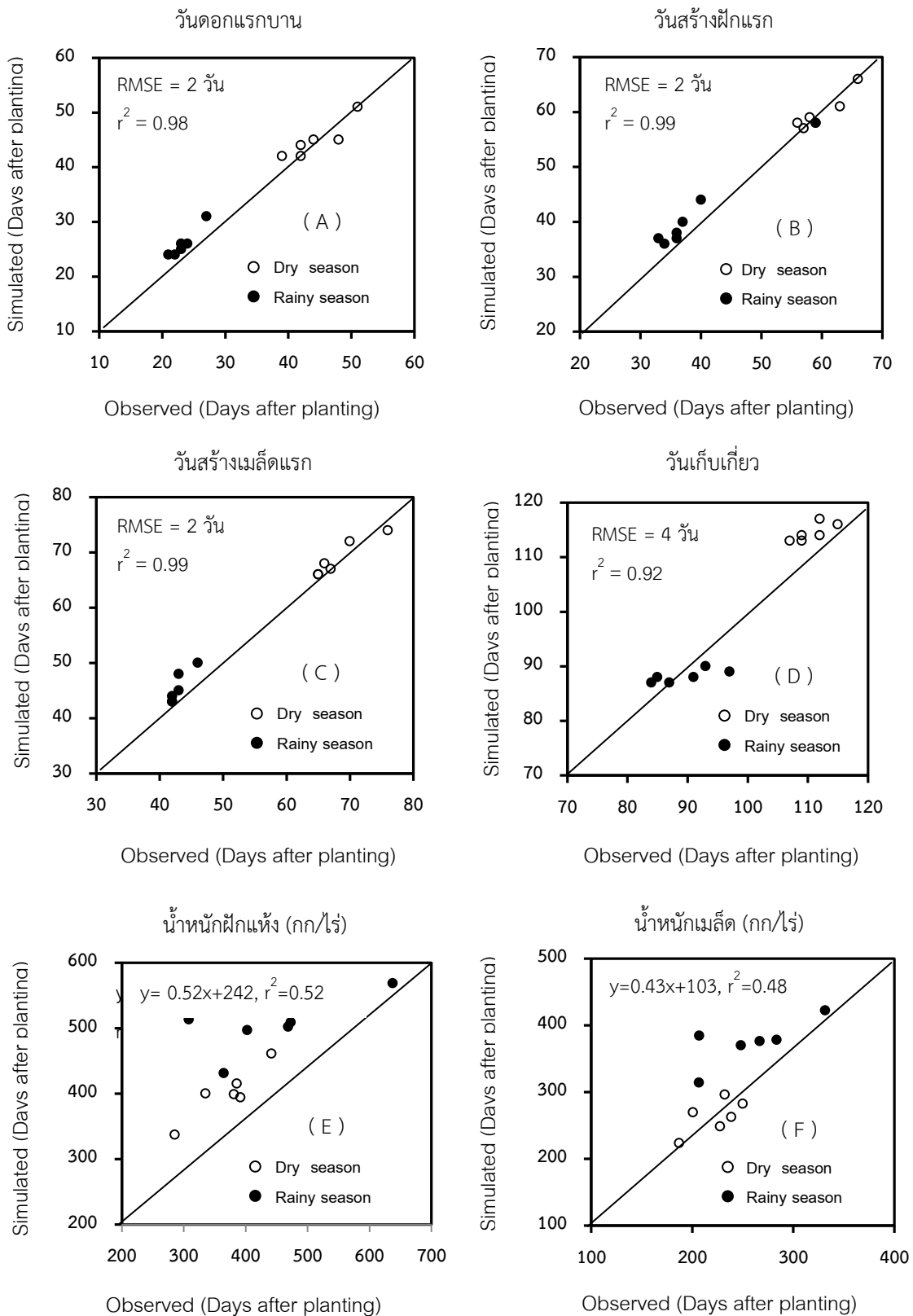
ภาพที่ 9 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าจำลองกับค่าสังเกตของลักษณะวันดอกแรกบาน วันสร้างฝักแรก วันสร้างเมล็ดแรก วันเก็บเกี่ยวของถั่วลิสง น้ำหนักฝักแห้ง (กก/ไร่) และน้ำหนักเมล็ด (กก/ไร่) 6 พันธุ์/สายพันธุ์ ปลูกในฤดูแล้งปี 2556 และฤดูฝนปี 2556



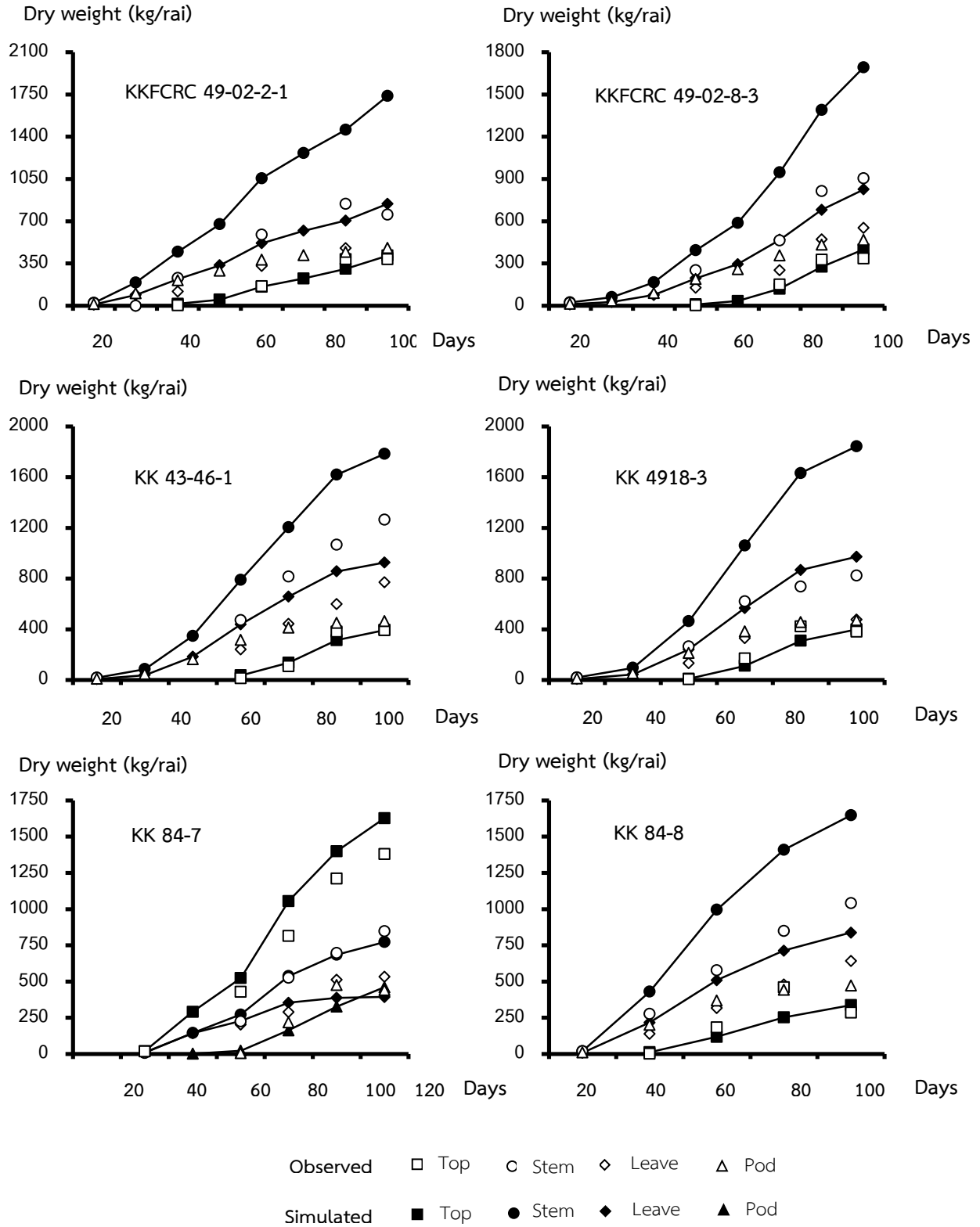
ภาพที่ 10 ค่าจำลอง(เส้น) และค่าสังเกต(สัญลักษณ์)ของลักษณะน้ำหนักมวลเหนือดิน น้ำหนักต้น น้ำหนักใบ และน้ำหนักฝักของข้าวลิสง 6 พันธุ์/สายพันธุ์ ปลูกในฤดูแล้งปี 2556



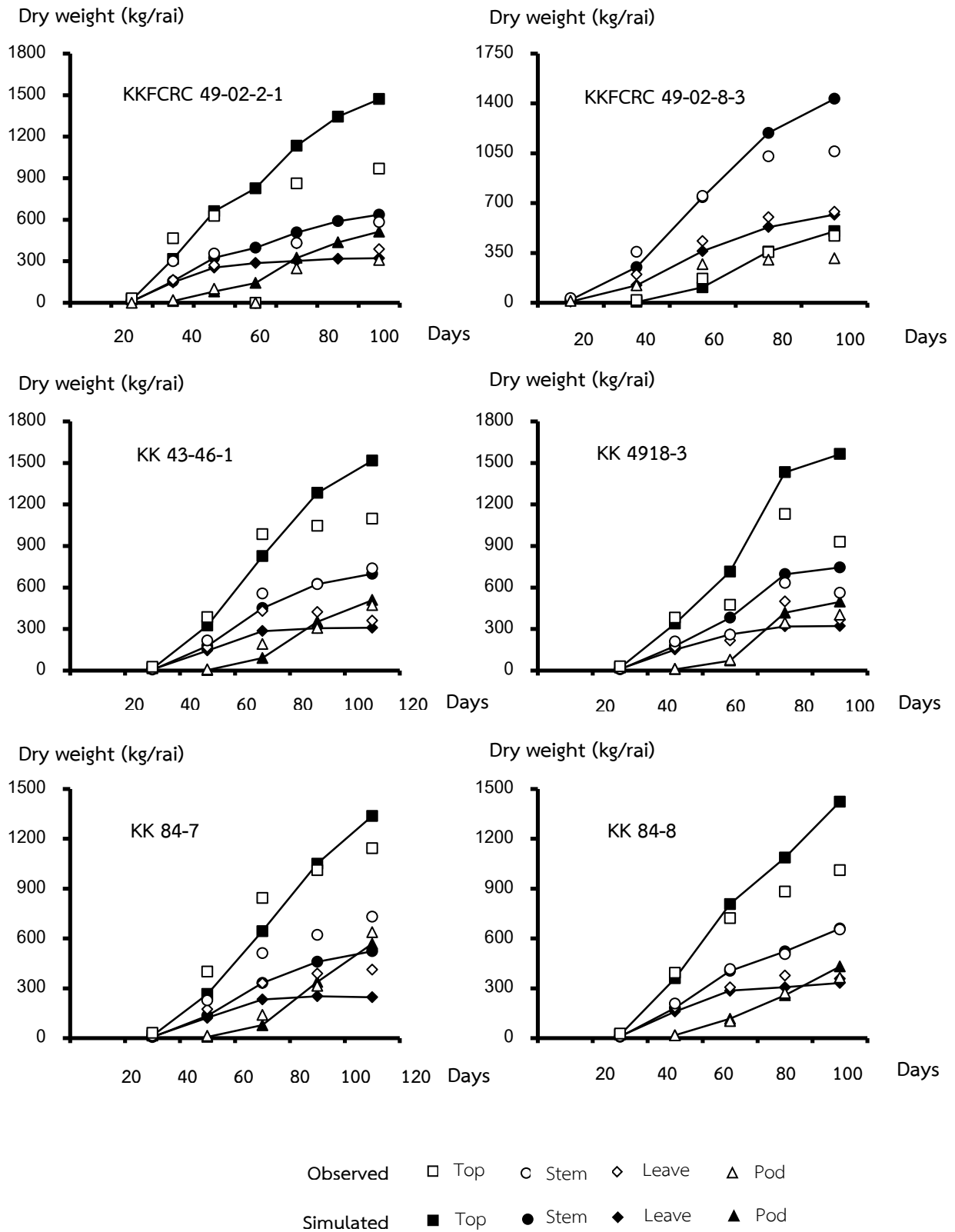
ภาพที่ 11 ค่าจำลอง(เส้น) และค่าสังเกต(สัญลักษณ์)ของลักษณะน้ำหนักมวลเหนือดิน น้ำหนักต้น น้ำหนักใบ และน้ำหนักฝักของถั่วลิสง 6 พันธุ์/สายพันธุ์ ปลูกในฤดูฝนปี 2556



ภาพที่ 12 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าจำลองกับค่าสังเกตของลักษณะวันดอกแรกบาน วันสร้างฝักแรก วันสร้างเมล็ดแรก วันเก็บเกี่ยวของถั่วลิสง น้ำหนักฝักแห้ง (กก/ไร่) และน้ำหนักเมล็ด (กก/ไร่) 6 พันธุ์/สายพันธุ์ ปลูกในฤดูแล้งปี 2557 และฤดูฝนปี 2557



ภาพที่ 13 ค่าจำลอง(เส้น) และค่าสังเกต(สัญลักษณ์)ของลักษณะน้ำหนักมวลเหนือดิน น้ำหนักต้น น้ำหนักใบ และน้ำหนักฝักของถั่วลิสง 6 พันธุ์/สายพันธุ์ ปลูกในฤดูแล้งปี 2557



ภาพที่ 14 ค่าจำลอง(เส้น) และค่าสังเกต(สัญลักษณ์)ของลักษณะน้ำหนักมวลเหนือดิน น้ำหนักต้น น้ำหนักใบ และน้ำหนักฝักของถั่วลิสง 6 พันธุ์/สายพันธุ์ ปลูกในฤดูฝนปี 2557