

รายงานผลงานเรื่องเต็มการทดลองที่สิ้นสุดปี 2557

1. ชุดโครงการวิจัย วิจัยและพัฒนามันสำปะหลัง
2. โครงการวิจัย วิจัยและพัฒนาพันธุ์มันสำปะหลัง
กิจกรรม การวิจัยพื้นฐานและศึกษาข้อมูลจำเพาะของพันธุ์
3. ชื่อการทดลอง การศึกษาพัฒนาการ การเจริญเติบโต และค่าสัมประสิทธิ์ทางพันธุกรรมของ
มันสำปะหลังพันธุ์แก้วหน้าชุดที่ 2
ชื่อการทดลอง Study on Phenology Growth and Genetic Coefficient of Cassava
Promising Lines Group 2
4. คณะผู้ดำเนินงาน
หัวหน้าการทดลอง วรยุทธ ศิริชุมพันธ์
ผู้ร่วมงาน มณี หาชนนัท
ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน

5. บทคัดย่อ

การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาข้อมูลพัฒนาการ การเจริญเติบโต และค่าสัมประสิทธิ์ทางพันธุกรรมของมันสำปะหลังพันธุ์แก้วหน้าชุดที่ 2 ประกอบด้วย 3 สายพันธุ์ คือ R 86-13 CMR 49-54-67 และ OMR 45-27-76 ดำเนินการทดลองทั้งในฤดูฝนและปลายฤดูฝน ระหว่างปี 2556 ถึงปี 2557 ที่ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น บันทึกข้อมูลพัฒนาการ และการเจริญเติบโตของมันสำปะหลังคุณสมบัติทางเคมีของดิน สภาพภูมิอากาศ และการจัดการ จากแปลงฤดูฝนปี 2556 และปลายฤดูฝนปี 2556 2 ฤดู แล้วนำมาประมาณค่าสัมประสิทธิ์พันธุกรรมของมันสำปะหลัง และปรับค่าสัมประสิทธิ์พันธุกรรมแต่ละสายพันธุ์ (Model calibration) จนได้ค่าสัมประสิทธิ์พันธุกรรมที่สามารถให้ค่าทำนายลักษณะต่างๆทั้งการพัฒนาการ และการเจริญเติบโตของมันสำปะหลังใกล้เคียงกับค่าสังเกต

ผลการทดลอง พบว่า ลักษณะด้านพัฒนาการ และด้านการเจริญเติบโตของมันสำปะหลัง มีค่าแตกต่างกันระหว่างพันธุ์และฤดูปลูก โดยฤดูปลายฝนจะมีระดับการแตกกิ่งและระยะเวลาพัฒนาการมากกว่าในฤดูฝน แต่ฤดูฝนจะมีการเจริญเติบโตเร็วกว่าฤดูแล้ง ในฤดูฝน พันธุ์ R 86-13 ให้ค่าน้ำหนักหัวแห้งจากแบบจำลอง 1.91 ตันต่อไร่ ในขณะที่ให้ค่าสังเกตจากแปลงทดลองเป็น 1.93 ตันต่อไร่ โดยมีค่าความแตกต่างระหว่างค่าที่ได้จากแบบจำลองและค่าที่ได้จากแปลงทดลอง (Root Mean Square Error :RMSE) เท่ากับ 0.05 ตันต่อไร่ และมีค่า r^2 เท่ากับ 0.99** ส่วนสายพันธุ์ CMR 49-54-67 ให้ค่าน้ำหนักหัวแห้งจากแบบจำลอง 1.78 ตันต่อไร่ ให้ค่าสังเกตจากแปลงทดลองเป็น 1.60 ตันต่อไร่ มีค่า RMSE เท่ากับ 0.16 ตันต่อไร่ และค่า r^2 เท่ากับ 0.95** สำหรับสายพันธุ์ OMR 45-27-76 ให้ค่าน้ำหนักหัวแห้งจากแบบจำลอง 1.79 ตันต่อไร่ ค่าสังเกตจากแปลงทดลองเป็น 1.78 ตันต่อไร่ มีค่า RMSE เท่ากับ 0.24 ตันต่อไร่ และค่า r^2 เท่ากับ 0.91**

แปลงปลายฤดูฝน พบว่า พันธุ์ R 86-13 ให้ค่าน้ำหนักหัวแห้งจากแบบจำลอง 2.02 ตันต่อไร่ ค่าสังเกตจากแปลงทดลอง 1.78 ตันต่อไร่ มีค่า RMSE เท่ากับ 0.15 ตันต่อไร่ และค่า r^2 เท่ากับ 0.96** ส่วนสายพันธุ์ CMR 49-54-67 ให้ค่าน้ำหนักหัวแห้งจากแบบจำลอง 2.08 ตันต่อไร่ ค่าสังเกตจากแปลงทดลอง 2.51 ตันต่อไร่ มีค่า RMSE เท่ากับ 0.42 ตันต่อไร่ และค่า r^2 เท่ากับ 0.89** สำหรับสายพันธุ์ OMR 45-27-76 ให้ค่าน้ำหนักหัวแห้งจากแบบจำลอง 1.93 ตันต่อไร่ ค่าสังเกตจากแปลงทดลอง 1.49 ตันต่อไร่ มีค่า RMSE เท่ากับ 0.29 ตันต่อไร่ และค่า r^2 เท่ากับ 0.86**

จากการทดลองทำให้ได้ข้อมูลพัฒนาการ การเจริญเติบโต และค่าสัมประสิทธิ์พันธุกรรมของพันธุ์มันสำปะหลัง 3 พันธุ์ จะได้ดำเนินการศึกษาเปรียบเทียบผลการคาดคะเนของแบบจำลองกับแปลงทดลองอื่น เพื่อจะได้นำค่าสัมประสิทธิ์ทางพันธุกรรมดังกล่าวให้สามารถคาดคะเนผลผลิตมันสำปะหลังในสภาพแวดล้อมต่างๆได้แม่นยำยิ่งขึ้น

Abstract

The objective of this research was to investigate plant development and growth characteristics and genetic coefficients of cassava promising lines series 2. Treatments consisted three lines, R 86-13, CMR 49-54-67 and OMR 45-27-76. This experiment was conducted at Khon Kaen Field Crops Research Center in dry and rainy seasons during 2013-2014. Collected plant development and growth characteristics, soil characteristics, weather and management from two seasons, rainy season 2013 and late 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.

Results of model calibration showed that three cassava lines had difference plant development and growth depend on variety and season. In late rainy season there were more branching levels and developing duration than in rainy season. But in rainy season, the growth of cassavas were more rapidly than in late rainy season. R 86-13 obtained dry root yield simulated value 1.91 tons/rai in rainy season, compared with observed value 1.93 tons/rai. Root Mean Square Error (RMSE) between simulated value and observed value was 0.05 ton/rai and $r^2 = 0.99^{**}$. For CMR 49-54-67 obtained simulated value 1.78 tons/rai compared with observed value 1.60 ton/rai, RMSE 0.16 ton/rai and $r^2 = 0.95^{**}$. OMR 45-27-76 obtained simulated value 1.79 tons/rai compared with observed value 1.78 tons/rai, RMSE 0.24 ton/rai and $r^2 = 0.91^{**}$.

In late rainy season, R 86-13 obtained dry root yield simulated value 2.02 tons/rai compared with observed value 1.78 tons/rai, RMSE 0.15 ton/rai and $r^2 = 0.96^{**}$. CMR 49-54-67 obtained simulated value 2.08 tons/rai compared with observed value 2.51 ton/rai, RMSE 0.42

ton/rai and $r^2 = 0.89^{**}$. OMR 45-27-76 obtained simulated value 1.93 tons/rai compared with observed value 1.49 ton/rai, RMSE 0.29 ton/rai and $r^2 = 0.86^{**}$.

This research obtained genetic coefficients of three cassava lines for applications of cassava model. Further, cassava model validation by using these genetic coefficients will be done for development genetic coefficients to application of cassava simulation model in assisting predict precise root yield in different environments.

6. คำนำ

ปัญหาสำคัญในการผลิตมันสำปะหลังในประเทศไทย คือ ผลผลิตและคุณภาพต่ำ ตลอดจนต้นทุนการผลิตสูง การใช้ปัจจัยการผลิตไม่ถูกต้องและเหมาะสม โดยเฉพาะพันธุ์เป็นปัจจัยหนึ่งที่สำคัญในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต ดังนั้นจึงจำเป็นต้องวิจัยหาพันธุ์มันสำปะหลังที่ให้ผลผลิต เเปอร์เซ็นต์แป้งสูง และเหมาะสมกับพื้นที่ อย่างไรก็ตามเนื่องจากลักษณะที่แสดงออกของพันธุ์มันสำปะหลัง โดยเฉพาะผลผลิตจะแตกต่างกันไปในแต่ละสภาพแวดล้อม การที่จะแนะนำพันธุ์มันสำปะหลังพันธุ์ใหม่ว่าควรปลูกในพื้นที่หรือสภาพแวดล้อมใดนั้น จำเป็นต้องมีการวิจัยในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน ซึ่งไม่สามารถดำเนินการได้อย่างกว้างขวาง เนื่องจากต้องใช้งบประมาณและเวลาในการทำวิจัยเป็นอันมาก

ปัจจุบันได้มีการพัฒนาแบบจำลองการเจริญเติบโตและพัฒนาการของพืช (Crop Growth Model) ซึ่งเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่สามารถใช้ในการประเมินศักยภาพการให้ผลผลิตพืชแต่ละสภาพแวดล้อม เช่น ข้าว (Richie *et al.*, 1986) ข้าวโพด (Jones and Kiniry, 1986) ถั่วเหลือง (Wilkinson *et al.*, 1983) และมันสำปะหลัง (Matthew and Hunt, 1994) เป็นต้น โดยทั่วไปการประเมินศักยภาพในการให้ผลผลิตพืชโดยใช้แบบจำลอง ต้องอาศัยข้อมูลค่าสัมประสิทธิ์ทางพันธุกรรม (genetic coefficient ; GC) ข้อมูลดิน (Soil data) ข้อมูลภูมิอากาศ (Weather data) และข้อมูลการจัดการพืช (Plant practice) เป็นข้อมูลนำเข้าที่ทำงานภายใต้โปรแกรม Decision Support System for Agrotechnology (DSSAT)

ข้อมูลค่าสัมประสิทธิ์พันธุกรรมพืชเป็นค่าระหว่างพันธุกรรมพืชและสภาพแวดล้อมในแต่ละช่วงของการเจริญเติบโต ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ค่าสัมประสิทธิ์พัฒนาการ (Phenology coefficient) ซึ่งเป็นค่าอุณหภูมิในแต่ละช่วงพัฒนาการของพืชตั้งแต่ปลูกจนเก็บเกี่ยว และค่าสัมประสิทธิ์การเจริญเติบโตของพืช (Growth coefficient) ที่แสดงอัตราการเจริญเติบโตของพืช ซึ่งเป็นข้อมูลกำหนดความแตกต่างระหว่างพันธุกรรมที่สามารถนำไปใช้ในแบบจำลองการเจริญเติบโต และคาดคะเนผลผลิตมันสำปะหลังในระบบจริงได้ แต่ในแบบจำลองมันสำปะหลัง ยังขาดข้อมูลค่าสัมประสิทธิ์ทางพันธุกรรมของพันธุ์ R 86-13 CMR 49-54-67 และ OMR 45-27-76 ดังนั้นจึงได้ศึกษาพัฒนาการ และการเจริญเติบโตของมันสำปะหลังสายพันธุ์ดังกล่าว เพื่อให้ได้ข้อมูลพัฒนาการ การเจริญเติบโต และค่าสัมประสิทธิ์ทางพันธุกรรมของทั้ง 3 พันธุ์

7.วิธีดำเนินการ

อุปกรณ์

1. พันธุ์มันสำปะหลัง 3 พันธุ์ คือ R 86-13 CMR 49-54-67 และ OMR 45-27-76
2. ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ และปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) และโพแทสเซียมคลอไรด์ (0-0-60) อย่างละ 15 กิโลกรัมต่อไร่
3. สารเคมีป้องกันกำจัดวัชพืชเมโทลาคลอร์
4. Coring ใช้เจาะหาพื้นที่ใบ
5. เครื่องวัดเปอร์เซ็นต์แบริ่ง (Riemann scale)
6. ตู้อบตัวอย่างพืช
7. เครื่องบันทึกข้อมูลภูมิอากาศ (data logger)
8. โปรแกรมคอมพิวเตอร์ DSSAT 3.5

วิธีการทดลอง

แบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน ซึ่งมีวิธีการทดลองและบันทึกข้อมูล ดังนี้

ขั้นตอนที่1 การศึกษาพัฒนาการและการเจริญเติบโตของมันสำปะหลัง

วางแผนการทดลองแบบ RCB จำนวน 3 ซ้ำ ประกอบด้วยมันสำปะหลัง 3 พันธุ์ คือ R 86-13 CMR 49-54-67 และ OMR 45-27-76 ใช้ระยะปลูก 1x1 เมตร แบบปักตรงหลุมละ 1 ต้น หลังปลูกทำการพ่นสารเคมีป้องกันกำจัดวัชพืชเมโทลาคลอร์ อัตรา 400 ซีซีต่อไร่ เมื่อมันสำปะหลังอายุ 1 เดือนทำการกำจัดวัชพืชและใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ โดยวิธีโรยข้างแถวแล้วพูนดินกลบ และทำการกำจัดวัชพืชครั้งที่ 2 เมื่ออายุ 2 เดือน พร้อมทำการใส่ปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) และโพแทสเซียม (0-0-60) อย่างละ 15 กิโลกรัมต่อไร่ การปลูกในฤดูฝนให้น้ำชลประทานในระยะที่มีฝนทิ้งช่วง ส่วนปลายฤดูฝนมีการให้น้ำชลประทานประมาณทุก 2 สัปดาห์ต่อครั้ง

การบันทึกข้อมูล

1. ข้อมูลด้านสภาพแวดล้อม

1.1 คุณสมบัติของดิน เก็บตัวอย่างดินก่อนปลูก ที่ระดับความลึก 0-25 25-50 50-75 และ 75-100 เซนติเมตร เพื่อนำมาวิเคราะห์หาค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน ปริมาณไนโตรเจนในรูปแอมโมเนียม และไนเตรท ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ นำข้อมูลที่ได้ไปใส่ในแฟ้มข้อมูลการจัดการในส่วนของ *INITIAL CONDITIONS ในโปรแกรม DSSAT และข้อมูลอีกส่วนหนึ่ง เป็นรายละเอียดเกี่ยวกับสมบัติทางฟิสิกส์ของดินแต่ละชุดดินของกรมพัฒนาที่ดิน โดยมีรหัสประจำของแต่ละชุดดินอยู่ในแฟ้มข้อมูล SOIL.SOL

1.2 สภาพภูมิอากาศ ข้อมูลภูมิอากาศเกษตร ได้จากเครื่องบันทึกสภาพอากาศกึ่งอัตโนมัติของศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น บันทึกข้อมูลปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุด และปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ในรอบวัน และนำข้อมูลที่ได้อัตโนมัติไปสร้างแฟ้มข้อมูลภูมิอากาศ (WTH.)

1.3 ข้อมูลด้านการจัดการ เป็นแฟ้มข้อมูลที่ระบุถึงการจัดการด้านต่างๆในการทดลอง แบ่งเป็นส่วนๆ ได้แก่ ส่วน *TREATMENT ที่มีรายละเอียดของระดับต่างๆ ในการทดลอง ส่วน *CULTIVAR ประกอบด้วยพันธุ์มันสำปะหลัง ที่ระบุรหัสพันธุ์ตรงกันกับแฟ้มข้อมูล CSSIM980.CUL ส่วน *FIELDS ระบุรหัสแปลง สถานที่ที่ใช้ ข้อมูลภูมิอากาศ และรหัสชุดดินที่ปลูก ส่วน *PLANTING DETAILS กำหนดวันปลูกและรายละเอียดเกี่ยวกับวิธีการปลูกต่างๆ พร้อมทั้งจำนวนประชากร ส่วน *IRRIGATION AND WATER MANAGEMENT ระบุเกี่ยวกับการจัดการเรื่องน้ำ ส่วน *FERTILIZERS ระบุชนิด วิธีการใส่ และอัตราปุ๋ยที่ใช้ ส่วน *HARVEST DETAILS เป็นวันที่เก็บเกี่ยว และส่วน *SIMULATION CONTROLS ซึ่งกำหนดรายละเอียดการจำลองและการจัดการต่าง ๆ พร้อมทั้งการแสดงผลลัพธ์

2. ข้อมูลด้านพืช

ทำการแบ่งพื้นที่แปลงย่อยออกเป็นส่วนๆ ดังนี้

2.1 บันทึกข้อมูลด้านพัฒนาการของมันสำปะหลังแต่ละพันธุ์ๆละ 10 ต้น โดยนับจำนวนใบที่เกิดใหม่ทุกสัปดาห์ พร้อมทั้งบันทึกวันแตกกิ่ง จำนวนใบแต่ละระดับ

2.2 เก็บตัวอย่างมันสำปะหลังเพื่อศึกษาการเจริญเติบโต ในพื้นที่ 5 ตารางเมตร (5 ต้น) โดยเก็บเมื่ออายุ 1 2 4 6 8 10 และ 12 เดือน โดยบันทึกจำนวนกิ่งที่งอกจากท่อนพันธุ์ จำนวนยอดต่อจุดแตกกิ่ง จำนวนยอดต่อต้น และนำตัวอย่างพืชแต่ละต้นมาแยกเป็นส่วนลำต้น ใบ และหัว นำเข้าตู้อบที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส จนแห้งแล้วนำมาชั่งน้ำหนักแห้งของแต่ละส่วน ส่วนใบนำไปหาพื้นที่ใบโดยวิธี coring method คือ ใช้ที่เจาะรูที่รู้ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง เจาะใบมันสำปะหลังจำนวน 60 รู นำมาชั่งน้ำหนักสดแล้วนำไปอบ ใช้ค่าที่ได้ไปคำนวณหาพื้นที่ใบจากน้ำหนักแห้งของใบทั้งต้น และคำนวณหาค่าดัชนีพื้นที่ใบ

2.3 เก็บเกี่ยว ผลผลิตหัวสดที่อายุ 12 เดือน ในพื้นที่ 24 ตารางเมตร

ขั้นตอนที่ 2 การประมาณค่าสัมประสิทธิ์ทางพันธุกรรมของพันธุ์ถั่วลิสง

ค่าสัมประสิทธิ์พันธุกรรมเป็นปัจจัยนำเข้าที่สำคัญในแบบจำลองการเจริญเติบโตของพืช ประกอบด้วยค่าต่างๆหลายค่าที่แสดงถึงรูปแบบและศักยภาพการเจริญเติบโต ซึ่งค่าเหล่านี้มีผลมาจากพัฒนาการและการเจริญเติบโต ที่มีความสัมพันธ์กับสภาพแวดล้อมของพืชนั้น อันประกอบด้วยข้อมูลทั้งหมด 15 ค่า โดย 3 ค่าแรกเป็นค่าสัมประสิทธิ์ที่เกี่ยวกับการพัฒนาการ ส่วนอีก 12 ค่า เป็นค่าสัมประสิทธิ์ของการเจริญเติบโต ดังนี้

ค่าสัมประสิทธิ์ของการพัฒนาการ (Phenology coefficients) ใช้อักษรย่อ ดังนี้

DUB1: ช่วงเวลาเริ่มงอกถึงการแตกกิ่งระดับที่ 1 มีหน่วยเป็น Biological day (Bday) ซึ่งหมายถึง วันที่มี

อุณหภูมิและแสงแดดเหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโต โดยไม่มีข้อจำกัดเรื่องน้ำและธาตุอาหาร

DUBR : ช่วงเวลาการแตกกิ่งระหว่างแต่ละระดับ มีหน่วยเป็น Biological day

DESP : การตอบสนองต่อช่วงแสง เนื่องจากทุกพันธุ์ที่ใช้ในการทดลองไม่ตอบสนองต่อช่วงแสง

จึงมีค่าเท่ากับ 0

ค่าสัมประสิทธิ์ของการเจริญเติบโต (Growth coefficients) ใช้อักษรย่อ ดังนี้

PHCX : อัตราการสังเคราะห์แสงสูงสุด มีหน่วยเป็น กรัม นน.แห้ง/ตารางเมตร/วัน

S#PE : จำนวนลำต้นหลักที่งอกจากท่อนปลูก

- S#FX : จำนวนยอดสูงสุดต่อจุดที่มีการแตกกิ่ง
 S#PX : จำนวนยอดทั้งหมดต่อต้น
 SWNX : อัตราส่วนของน้ำหนักช่อดอกน้ำหนักต้น
 L#IS : อัตราการเกิดใบ มีหน่วยเป็น ใบ/ยอด/Bday
 L#IP : ช่วงระยะเวลาการเพิ่มจำนวนใบ มีหน่วยเป็น Bday หลังงอก
 LALX : พื้นที่ใบสูงสุด มีหน่วยเป็นตารางเซนติเมตร/ใบ
 LAXA : อายุเมื่อมีพื้นที่ใบสูงสุด มีหน่วยเป็น Bday หลังงอก
 LAL3 : พื้นที่ใบที่อายุ 300 วันหลังงอก มีหน่วยเป็นตารางเซนติเมตร/ใบ
 LAWS : อัตราส่วนของพื้นที่ใบต่อน้ำหนักใบ มีหน่วยเป็น ตารางเซนติเมตร/กรัม
 LFLI : ช่วงอายุของแต่ละใบ ตั้งแต่เริ่มปรากฏจนถึงใบร่วง มีหน่วยเป็นวัน

นำข้อมูลลักษณะพัฒนาการ และการเจริญเติบโตของมันสำปะหลังแต่ละพันธุ์จากแปลงทดลองในขั้นตอนที่ 1 มาทำการประเมินค่าสัมประสิทธิ์พันธุกรรมของแต่ละพันธุ์ โดยการใช้โปรแกรม DSSAT 3.5 ที่มี Rootcrops Cassava บรรจุอยู่ โดยเตรียมแฟ้มข้อมูลต่างๆ ที่จำเป็นในการประเมินค่าสัมประสิทธิ์ทางพันธุกรรม ดังนี้

1. สร้างแฟ้มข้อมูล แสดงรายละเอียดของการทดลอง FILE X (Experiment details file) เป็นแฟ้มข้อมูลที่ระบุถึงการจัดการต่างๆ ในงานทดลองรวมถึง สถานที่ เวลา ข้อมูลอากาศ ชุดดิน และพันธุ์ที่ใช้ในการจำลอง ซึ่งเชื่อมโยงไปยังแฟ้มข้อมูลนำเข้าต่างๆ ที่เตรียมไว้ ได้แก่ แฟ้มข้อมูลอากาศช่วงทำการทดลอง (WTH.) และแฟ้มข้อมูลดิน (SOIL.SOL) ที่มีชุดดินที่ใช้ในการทดลอง

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

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

4. ใส่ข้อมูลค่าสัมประสิทธิ์ด้านการพัฒนาการ และค่าสัมประสิทธิ์ของการเจริญเติบโต ทั้ง 15 ค่าที่ได้จากแปลงทดลอง ลงในแฟ้มข้อมูลสัมประสิทธิ์พันธุกรรมของมันสำปะหลัง CSSIM980.CUL ในโปรแกรม DSSAT 3.5

การปรับค่าสัมประสิทธิ์พันธุกรรมในแบบจำลอง (model calibration)

ค่าประมาณสัมประสิทธิ์พันธุกรรมที่จะนำไปใช้ต่อไป ต้องเป็นค่าที่ผ่านการปรับค่าแล้ว การปรับค่ามีขั้นตอนตามวิธี Calibration (Boote, 1999) ดังนี้

1. สั่งแบบจำลองทำงานโดยใช้ค่าตั้งต้น (Default) ค่าสัมประสิทธิ์พันธุกรรมของมันสำปะหลัง ที่อยู่ในแฟ้มข้อมูลชื่อ CSSIM980.CUL ใน Folder Genotype ภายใต้โปรแกรม DSSAT3.5 ตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้กับ FILE OVERVIEW.OUT ซึ่งส่วนหนึ่งของไฟล์นี้จะมีค่าสังเกตของตัวแปรต่างๆ ที่ดึงมาจาก FILE A และ FILE T ที่เตรียมไว้สำหรับเปรียบเทียบกับค่าจากแบบจำลอง จากนั้นเปลี่ยนค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้จากผลการทดลองแทนค่า Default

2. ปรับค่าสัมประสิทธิ์ของระยะพัฒนา (การแตกกิ่ง) ให้ใกล้เคียงกับค่าจากแปลงทดลองมากที่สุดซึ่งอาจต้องทำมากกว่า 1 ครั้ง จากนั้นปรับค่าสัมประสิทธิ์จำนวนยอดต่อต้น(S#PX) ให้ได้ค่าการแตกกิ่งใกล้เคียงที่สุด

3.ปรับค่าสัมประสิทธิ์ของการเจริญเติบโต โดยการปรับค่าสัมประสิทธิ์ที่มีผลต่อการสะสมน้ำหนักแห้ง (Dry matter accumulation) ทั้งต้นและใบ ซึ่งประกอบด้วย น้ำหนักใบแห้ง และค่าดัชนีพื้นที่ใบ(LAI) (ค่าสัมประสิทธิ์ที่มีผล ได้แก่ L#IS L#IP LALX LAWS LFLI และS#PE) น้ำหนักต้นแห้ง และน้ำหนักแห้งของส่วนเหนือดิน (Top weight=น้ำหนักต้น+น้ำหนักใบ) (ค่าสัมประสิทธิ์ที่มีผลคือ LAL3) ค่าสัมประสิทธิ์ดังกล่าวอาจมีมากกว่า 1 ค่า ที่จะต้องปรับจนกระทั่งค่าจากแบบจำลองใกล้เคียงกับค่าจากแปลงทดลอง

4.เมื่อปรับค่าการสะสมน้ำหนักแห้ง จากแบบจำลองได้ค่าใกล้เคียงกับค่าจากแปลงทดลองแล้ว ให้ปรับค่าสัมประสิทธิ์ที่มีผลต่อน้ำหนักหัวแห้ง (Storage root yield) ได้แก่ LAWS LAXA และ LFLI ซึ่งการปรับค่าในครั้งนี้ อาจส่งผลกระทบต่อค่าการสะสมน้ำหนักแห้ง ดังนั้นต้องกลับไปปรับค่าสัมประสิทธิ์ที่มีผลต่อการสะสมน้ำหนักแห้ง อีกครั้ง โดยอาจมีการปรับค่า SWNX จนกระทั่งได้ค่าการสะสมน้ำหนักแห้ง และน้ำหนักหัวแห้ง จากแบบจำลอง ใกล้เคียงกับค่าจากแปลงทดลองมากที่สุด

นำข้อมูลพัฒนาการ และการเจริญเติบโตของมันสำปะหลังพันธุ์ R 86-13 CMR 49-54-67 และ OMR 45-27-76 จากแปลงทดลองฤดูฝนปี 2556 และปลายฤดูฝนปี 2556 ร่วมกับข้อมูลดินของแปลงทดลอง ข้อมูลอากาศช่วงทำการทดลอง และข้อมูลการจัดการพืช มาจำลองสถานการณ์ (Simulated) แล้วเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าที่ได้จากแบบจำลองและค่าสังเกตที่ได้จากแปลงทดลอง ด้วยค่า Root Mean Square Error (RMSE) (Wallach and Goffinet, 1987) และCoefficient of determination (R^2) ตามสูตร

$$\text{Root Mean Square Error (RMSE)} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum (S_i - O_i)^2 / n}$$

เมื่อ S = ค่าจากแบบจำลอง O = ค่าสังเกตจากแปลงทดลอง n = จำนวนข้อมูล

เวลาและสถานที่

ฤดูฝนปี 2556 ปลูกรวันที่ 16 พฤษภาคม 2556 เก็บเกี่ยววันที่ 23 พฤษภาคม 2557
 ปลายฤดูฝนปี 2556 ปลูกรวันที่ 3 ธันวาคม 2556 เก็บเกี่ยววันที่ 3 ธันวาคม 2557
 ทำการทดลองที่ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น

8. ผลการทดลองและวิจารณ์

คุณสมบัติของดิน

ดินบริเวณแปลงทดลองของศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น เป็นดินชุดยโสธร คุณสมบัติทางเคมีของดินก่อนปลูกมันสำปะหลังที่ระดับความลึก 4 ระดับ (ตารางที่ 1) พบว่า ทั้งแปลงฤดูฝนและปลายฝนปี 2556 ค่าความเป็นกรดต่างของดินชั้นบนจะมีค่าสูงกว่าดินชั้นล่าง โดยแปลงฤดูฝนมีปริมาณไนโตรเจนในรูปของไนเตรท โพแทสเซียมที่สกัดได้สูงกว่าแปลงปลายฝน ในขณะที่แปลงปลายฝนจะมีค่าปริมาณไนโตรเจนในรูปแอมโมเนียสูงกว่าแปลงฤดูฝน และดินชั้นบนส่วนใหญ่จะมีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ โพแทสเซียมที่สกัดได้สูงกว่าดินชั้นล่าง

สภาพภูมิอากาศ

สภาพฟ้าอากาศในช่วงปลูกในฤดูฝนปี 2556 (ภาพที่ 1) พบว่า ปริมาณน้ำฝนรวมตลอดช่วงปลูกตั้งแต่เดือน พฤษภาคม 2556 ถึง พฤษภาคม 2557 มีค่าเท่ากับ 948 มิลลิเมตร และมีการให้น้ำชลประทาน 59.7 มิลลิเมตร รวมปริมาณน้ำที่มันสำปะหลังได้รับ 1,007.7 มิลลิเมตร โดยมีปริมาณน้ำฝนตกสูงสุดในเดือนกันยายน 2556 244.9 มิลลิเมตร ไม่มีฝนตกเลยในเดือนมกราคมถึงกุมภาพันธ์ 2557 อุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุดในเดือนมีนาคม 2557 37.3 องศาเซลเซียส อุณหภูมิค่อนข้างต่ำในช่วงเดือนธันวาคม 2556 ถึงมกราคม 2557 โดยมีค่าต่ำสุด 15.0 องศาเซลเซียสในเดือนธันวาคม 2556 และมกราคม 2557 ส่วนพลังงานแสงแดดเฉลี่ยสูงสุดในเดือนพฤษภาคม 2557 23.0 เมกกะจูนต่อตารางเมตรต่อวัน และต่ำสุดในเดือนกันยายน 2556 16.0 เมกกะจูนต่อตารางเมตรต่อวัน

ส่วนในช่วงปลูกปลายฤดูฝนปี 2556 (ภาพที่ 2) พบว่า ปริมาณน้ำฝนรวมตลอดช่วงปลูกตั้งแต่เดือน ธันวาคม 2556 ถึง พฤศจิกายน 2557 มีค่าเท่ากับ 1,066.6 มิลลิเมตร และมีการให้น้ำชลประทาน 167.4 มิลลิเมตร รวม 1,234 มิลลิเมตร โดยมีปริมาณน้ำฝนตกสูงสุดในเดือนสิงหาคม 2557 227.5 มิลลิเมตร สำหรับในช่วงเดือนมกราคม ถึงกุมภาพันธ์ 2557 ไม่มีฝนตกเลย อุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุดในเดือนมีนาคม 2557 37.3 องศาเซลเซียส เฉลี่ยต่ำสุด 13.2 องศาเซลเซียสในเดือนมกราคม 2557 ปริมาณรังสีดวงอาทิตย์เฉลี่ย สูงสุดในเดือนพฤษภาคม 2557 23.0 เมกกะจูนต่อตารางเมตรต่อวัน เฉลี่ยต่ำสุดในเดือนกรกฎาคม 2557 16.6 เมกกะจูนต่อตารางเมตรต่อวัน

การพัฒนาการของมันสำปะหลัง

การแตกกิ่ง มีความแตกต่างกันในแต่ละพันธุ์ ทั้งในฤดูฝนและปลายฤดูฝนปี 2556 (ตารางที่ 2) โดยในฤดู ฝน พันธุ์ R 86-13 และ OMR 45-27-76 มีการแตกกิ่ง 1 ระดับ ขณะที่พันธุ์ CMR 49-54-67 มีการแตกกิ่ง 2 ระดับ พันธุ์ R86-13 จะแตกกิ่งเร็วกว่า คือ แตกกิ่งระดับ 1 89 วันหลังปลูก ส่วนพันธุ์ CMR 49-54-67 แตกกิ่งระดับ 1 106 วันหลังปลูก แตกกิ่งระดับ 2 137 วันหลังปลูก ส่วนพันธุ์ OMR 45-27-76 แตกกิ่งระดับ 1 281 วันหลังปลูก

ส่วนปลายฤดูฝน สายพันธุ์ OMR 45-27-76 มีการแตกกิ่ง 1 ระดับ เมื่ออายุ 98 วัน พันธุ์ R86-13 มีการแตกกิ่ง 2 ระดับ คือ ระดับที่ 1 และ 2 ที่อายุ 190 และ 289 วัน ส่วนสายพันธุ์ CMR 49-54-67 มีการแตกกิ่ง 3 ระดับ คือ ระดับที่ 1 2 และ 3 เมื่ออายุ 201 265 และ 305 วัน

การเจริญเติบโตของมันสำปะหลัง

ฤดูฝนปี 2556 พบว่า น้ำหนักใบแห้ง ทั้ง 3 พันธุ์ คือ R 86-13 CMR 49-54-67 และ OMR 45-27-76 มีค่าเพิ่มขึ้นตามอายุและสูงสุดที่อายุ 120 วันหลังปลูกเป็น 161 138 และ 146 กรัมต่อต้น ตามลำดับ หลังจากนั้น ให้ค่าลดลงและเพิ่มขึ้น (ภาพที่ 3A) เช่นเดียวกับดัชนีพื้นที่ใบที่ให้ผลสอดคล้องกับน้ำหนักใบแห้ง ทั้ง 3 พันธุ์ให้ค่าสูงสุดที่อายุ 120 วันหลังปลูกเป็น 4.99 4.20 และ 4.03 ตามลำดับ (ภาพที่ 3B) โดยพันธุ์ R 86-13 ให้น้ำหนักใบแห้ง และดัชนีพื้นที่ใบสูงกว่าทั้งสองพันธุ์ทุกอายุ ส่วนน้ำหนักต้นแห้ง น้ำหนักมวลรวมแห้ง และน้ำหนักหัวแห้ง ก็ให้ค่าเพิ่มขึ้นตามอายุ (ภาพที่ 3C-3E) พันธุ์ R 86-13 ให้น้ำหนักต้นแห้ง น้ำหนักมวลรวมแห้งสูงกว่าอีก 2 พันธุ์ทุกอายุ และให้ค่าสูงสุดที่อายุ 360 และ 300 วัน ตามลำดับ ในขณะที่ทั้งสายพันธุ์ CMR 49-54-67 และ OMR 45-27-76 ให้น้ำหนักต้นแห้ง น้ำหนักมวลรวมแห้งสูงสุดที่อายุ 240 วัน ส่วนน้ำหนักหัวแห้งของสายพันธุ์

OMR 45-27-76 และ CMR 49-54-67 ให้ค่าสูงสุดที่อายุ 240 วัน คือ 1,644 และ 1,489 กรัมต่อตัน ตามลำดับ พันธุ์ R 86-13 ให้น้ำหนักหัวแห้งสูงสุดที่อายุ 300 วัน คือ 1,625 กรัมต่อตัน

ปลายฤดูฝนปี 2556 ผลการทดลอง พบว่า น้ำหนักใบแห้ง ทั้ง 3 พันธุ์ให้ค่าเพิ่มขึ้นตามอายุ และสูงสุดที่อายุ 180 วันหลังปลูกในพันธุ์ R86-13 และสายพันธุ์ CMR 49-54-67 เป็น 143 และ 163 กรัมต่อตัน ตามลำดับ ส่วนสายพันธุ์ OMR 45-27-76 ให้ค่าสูงสุดที่อายุ 300 วัน (192 กรัมต่อตัน) (ภาพที่ 4A) เช่นเดียวกับดัชนีพื้นที่ใบที่ให้ผลสอดคล้องกับน้ำหนักใบแห้ง (ภาพที่ 4B) โดยพันธุ์ R86-13 และสายพันธุ์ CMR 49-54-67 ให้ค่าดัชนีพื้นที่ใบสูงสุดที่อายุ 180 วัน คือ 3.89 และ 4.38 ตามลำดับ สายพันธุ์ OMR 45-27-76 ให้ค่าสูงสุดที่อายุ 300 วัน คือ 4.14 ส่วนน้ำหนักต้นแห้ง น้ำหนักมวลรวมแห้ง และน้ำหนักหัวแห้ง ก็ให้ค่าเพิ่มขึ้นตามอายุ (ภาพที่ 4C-4E) โดยสายพันธุ์ CMR 49-54-67 ให้น้ำหนักต้นแห้งสูงกว่าอีก 2 พันธุ์ระหว่างอายุ 30-180 วัน ขณะที่อายุ 240-360 วัน สายพันธุ์ OMR 45-27-76 ให้น้ำหนักต้นแห้งสูงกว่า โดยสายพันธุ์ CMR 49-54-67 ให้น้ำหนักมวลรวมแห้ง และน้ำหนักหัวแห้งของเพิ่มขึ้นสูงกว่าทั้ง 2 พันธุ์เกือบทุกอายุ มีค่าสูงสุดที่อายุ 360 วัน คือ 3,523 และ 2,243 กรัมต่อตัน ตามลำดับ

การประมาณค่าสัมประสิทธิ์ทางพันธุกรรมของมันสำปะหลัง

ทำการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ทางพันธุกรรมของมันสำปะหลังแต่ละพันธุ์ โดยใช้ข้อมูลที่ได้จากแปลงทดลองที่ดำเนินการต่างฤดูปลูกกัน คือ ฤดูฝนปี2556 และปลายฤดูฝนปี 2556 จากนั้นทำการปรับค่าสัมประสิทธิ์ทางพันธุกรรมของมันสำปะหลังแต่ละพันธุ์จนได้ค่าการจำลองของลักษณะทางด้านพัฒนาการ และการเจริญเติบโตใกล้เคียงกับค่าสังเกตจากทั้ง 2 แปลงทดลองมากที่สุด

แปลงฤดูฝนปี 2556 จากการเปรียบเทียบค่าน้ำหนักหัวแห้งจากแบบจำลองกับค่าสังเกตจากแปลงทดลอง พบว่า พันธุ์ R 86-13 ให้ค่าน้ำหนักหัวแห้งจากแบบจำลองเท่ากับ 1.91 ตันต่อไร่ (ตารางที่ 3) ในขณะที่น้ำหนักหัวแห้งเมื่อเก็บเกี่ยวของค่าสังเกตจากแปลงทดลองเป็น 1.93 ตันต่อไร่ สำหรับความแตกต่างระหว่างค่าจำลองและค่าสังเกต แสดงโดยค่า Root Mean Square Error (RMSE) กล่าวคือ ถ้า RMSE มีค่าต่ำ แสดงว่า ค่าจำลองและค่าสังเกตมีค่าใกล้เคียงกัน โดยพันธุ์ R 86-13 มีค่าเท่ากับ 0.05 ตันต่อไร่ เมื่อดูค่า Coefficient of determination (r^2) ระหว่างค่าจำลองและค่าสังเกตจากแปลงทดลอง จะพบมีค่าสูง คือ r^2 เท่ากับ 0.99** (ภาพที่ 5A) ส่วนสายพันธุ์ CMR 49-54-67 ให้ค่าน้ำหนักหัวแห้งจากแบบจำลอง 1.78 ตันต่อไร่ ในขณะที่น้ำหนักหัวแห้งของค่าสังเกตจากแปลงทดลองเป็น 1.60 ตันต่อไร่ มีค่า RMSE เท่ากับ 0.16 ตันต่อไร่ เมื่อดูค่า r^2 ระหว่างค่าจำลองและค่าสังเกตมีค่าสูงเท่ากับ 0.95** (ภาพที่ 5B) สำหรับสายพันธุ์ OMR 45-27-76 ให้ค่าน้ำหนักหัวแห้งจากแบบจำลอง 1.79 ตันต่อไร่ ในขณะที่น้ำหนักหัวแห้งของค่าสังเกตจากแปลงทดลองเป็น 1.78 ตันต่อไร่ มีค่า RMSE เท่ากับ 0.24 ตันต่อไร่ เมื่อดูค่า r^2 ระหว่างค่าจำลองและค่าสังเกตมีค่าสูงเท่ากับ 0.91** (ภาพที่ 4C)

แปลงปลายฤดูฝนปี 2556 จากการเปรียบเทียบค่าน้ำหนักหัวแห้งจากแบบจำลองกับค่าสังเกตจากแปลงทดลอง พบว่า พันธุ์ R 86-13 ให้ค่าน้ำหนักหัวแห้งจากแบบจำลองเท่ากับ 2.02 ตันต่อไร่ ในขณะที่น้ำหนักหัวแห้งของค่าสังเกตจากแปลงทดลองเป็น 1.78 ตันต่อไร่ ค่า RMSE มีค่าเท่ากับ 0.15 ตันต่อไร่ เมื่อดูค่า r^2 เท่ากับ 0.96** (ภาพที่ 6A) ส่วนสายพันธุ์ CMR 49-54-67 ให้ค่าน้ำหนักหัวแห้งจากแบบจำลอง 2.08 ตันต่อไร่ ในขณะที่น้ำหนักหัวแห้งของค่าสังเกตจากแปลงทดลองเป็น 2.51 ตันต่อไร่ มีค่า RMSE เท่ากับ 0.42 ตันต่อไร่ มีค่า r^2

เท่ากับ 0.89** (ภาพที่ 6B) สำหรับสายพันธุ์ OMR 45-27-76 ให้ค่าน้ำหนักหัวแห้งจากแบบจำลอง 1.93 ตันต่อไร่ ในขณะที่น้ำหนักหัวแห้งของค่าสังเกตจากแปลงทดลองเป็น 1.49 ตันต่อไร่ มีค่า RMSE เท่ากับ 0.29 ตันต่อไร่ มีค่า r^2 เท่ากับ 0.86** (ภาพที่ 6C)

เปอร์เซ็นต์แป้ง พบว่า ในฤดูฝน พันธุ์ R 86-13 และสายพันธุ์ OMR 45-27-76 มีค่าเปอร์เซ็นต์แป้งสูงสุดเป็น 31.4 และ 26.8 เปอร์เซ็นต์ ที่อายุ 8 เดือน ตามลำดับ ส่วนสายพันธุ์ CMR 49-54-67 มีค่าสูงสุด 27.0 เปอร์เซ็นต์ที่อายุ 10 เดือน (ตารางที่ 4) ส่วนในปลายฤดูฝน พันธุ์ R 86-13 สายพันธุ์ CMR 49-54-67 และสายพันธุ์ OMR 45-27-76 ให้เปอร์เซ็นต์แป้งสูงสุดที่อายุ 12 เดือนเป็น 28.9 28.2 และ 26.6 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ จะพบว่าค่าเปอร์เซ็นต์แป้งจะแตกต่างกันทั้งนี้ขึ้นกับพันธุ์ และความชื้นในดินช่วงเก็บเกี่ยวในแต่ละฤดู เมื่อเฉลี่ยทั้ง 2 ฤดู พบว่า พันธุ์ R 86-13 ให้เปอร์เซ็นต์แป้งสูงสุด คือ 26.7 ส่วนสายพันธุ์ CMR 49-54-67 และสายพันธุ์ OMR 45-27-76 ให้เปอร์เซ็นต์แป้งเฉลี่ย 23.8 และ 22.8 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

จากผลการทดลองแสดงว่า ค่าสัมประสิทธิ์ทางพันธุกรรมที่ได้จากการประมาณและปรับค่าแต่ละพันธุ์จากแปลงทดลองในฤดูฝนและปลายฤดูฝนปี 2556 ให้ค่าจำลองของน้ำหนักหัวแห้งใกล้เคียงกับค่าสังเกตจากแปลงทดลอง อย่างไรก็ตามต้องมีการทดสอบค่าสัมประสิทธิ์ทางพันธุกรรมโดยใช้ข้อมูลที่ได้จากวันปลูกอื่นๆ ที่ไม่ได้ใช้ในการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ทางพันธุกรรมซึ่งเป็นข้อมูลอิสระ แล้วเปรียบเทียบค่าจำลองกับค่าสังเกตจริงจากแปลงทดลองดังกล่าวเพื่อยืนยันผลอีกครั้งต่อไป

9. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

จากการการศึกษาพัฒนาการ การเจริญเติบโต และค่าสัมประสิทธิ์ทางพันธุกรรมของมันสำปะหลังพันธุ์ ก้าวหน้าชุดที่ 2 พบว่า การพัฒนาการ และการเจริญเติบโตของมันสำปะหลังทั้ง 3 พันธุ์ คือ พันธุ์ R 86-13 CMR 49-54-67 และ OMR 45-27-76 มีความแตกต่างกัน และเมื่อทำการประมาณและปรับค่าสัมประสิทธิ์พันธุกรรมในแบบจำลอง (Model calibration) จากข้อมูล 2 ฤดู คือ ฤดูฝนและปลายฤดูฝนปี 2556 พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์ทางพันธุกรรมที่ได้จากการปรับค่าแล้วให้ค่าจำลองลักษณะน้ำหนักหัวแห้ง ใกล้เคียงกับค่าสังเกตที่ได้จากแปลงทดลอง อย่างไรก็ตามค่าสัมประสิทธิ์พันธุกรรมของมันสำปะหลังทั้ง 3 พันธุ์ จะมีความถูกต้องยิ่งขึ้น ต้องมีการทดสอบค่าสัมประสิทธิ์ทางพันธุกรรมโดยใช้แปลงปลูกจากวันปลูกอื่นๆ ที่ไม่ได้ใช้ในการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ทางพันธุกรรมซึ่งเป็นข้อมูลอิสระ แล้วเปรียบเทียบค่าจำลองกับค่าสังเกตจริงจากแปลงทดลองดังกล่าวเพื่อยืนยันผลอีกครั้งต่อไป

10. การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

ใช้ค่าสัมประสิทธิ์ทางพันธุกรรมของพันธุ์ R 86-13 CMR 49-54-67 และ OMR 45-27-76 ในแบบจำลองมันสำปะหลัง (DSSAT-GUMCAS) เพื่อประเมินศักยภาพการให้ผลผลิตของพันธุ์มันสำปะหลังดังกล่าวในสภาพแวดล้อมต่างๆ

11. คำขอบคุณ

-

12. เอกสารอ้างอิง

- 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.
- Jones, C.A.,and Kiniry, 1986. CERES-Maize. A Simulation Model of Maize Growth and Development. Texas A&M Univ. Press.
- Matthews, R.B., and L.A. Hunt. 1994. GUMCAS:A model describing the growth of cassava (*Manihot esculenta* L. Crantz). Field Crop Research 36 : 69-84.
- 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.

ตารางที่ 1 คุณสมบัติทางเคมีของดิน ก่อนปลูกมันสำปะหลังที่ระดับความลึก 4 ระดับ แปลงทดลอง ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น ฤดูฝนและปลายฝนปี 2556

ระดับ(ซม.)	pH	NO ₃ -N (ppm)	NH ₄ -N (ppm)	Avail.P (ppm)	Exch.K (ppm)
ฤดูฝน56					
0-25	5.4	18.4	11.6	15.5	56.0
25-50	5.2	19.0	18.5	7.9	83.0
50-75	5.3	14.5	16.1	8.7	86.0
75-100	4.8	12.9	16.4	3.9	45.7
ปลายฝน56					
0-25	5.0	14.8	29.7	13.8	67.0
25-50	4.8	8.8	19.6	12.1	60.7
50-75	4.7	13.5	32.4	6.4	52.7
75-100	4.7	15.1	33.6	4.0	45.3

ตารางที่ 2 จำนวนวันแตกกิ่งแต่ละระดับของมันสำปะหลัง 3 พันธุ์ แปลงทดลองศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น
ฤดูฝนปี 2556 และปลายฤดูฝนปี 2556

ระดับ การแตก กิ่ง	จำนวนวันแตกกิ่งแต่ละระดับ (วัน)					
	R 86-13		CMR 49-54-67		OMR 45-27-76	
	ฝน	ปลายฝน	ฝน	ปลายฝน	ฝน	ปลายฝน
1	89	190	106	201	281	98
2	-	289	137	265	-	-
3	-	-	-	305	-	-

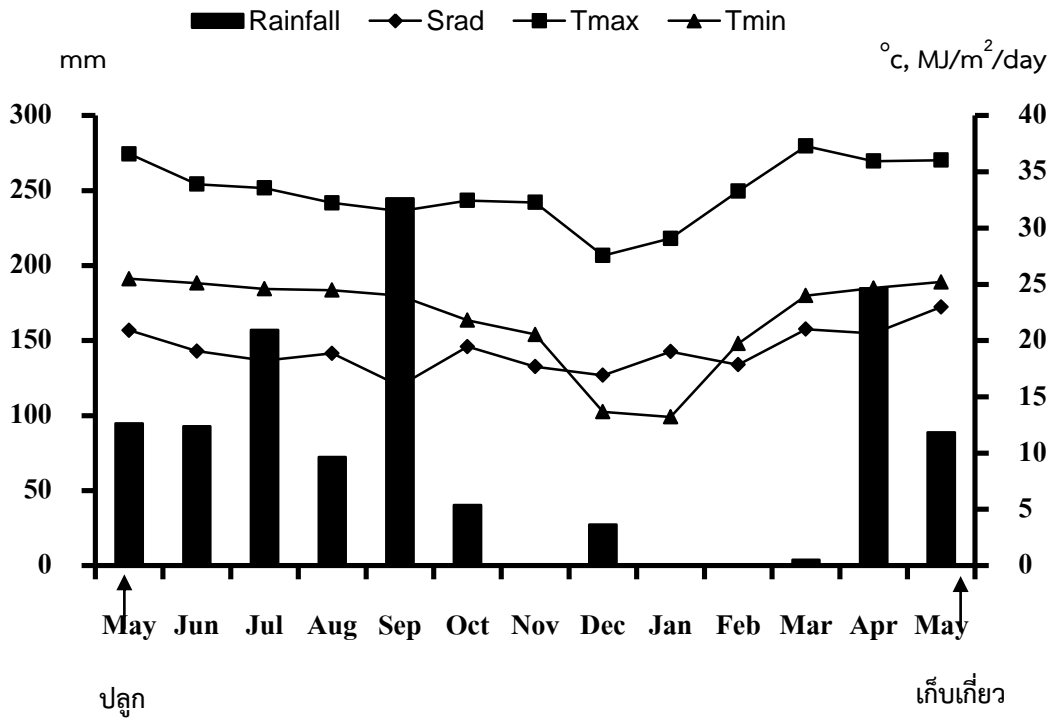
ตารางที่ 3 ค่าจากแบบจำลองเปรียบเทียบกับค่าสังเกต ของน้ำหนักหัวแห้งของมันสำปะหลัง 3 พันธุ์
แปลงทดลองศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น ฤดูฝนและปลายฤดูฝนปี 2556

พันธุ์	น้ำหนักหัวแห้ง (ตัน/ไร่)		
	ค่าจำลอง	ค่าสังเกต	RMSE
ฤดูฝน			
R 86-13	1.91	1.93	0.05
CMR 49-54-67	1.78	1.60	0.16
OMR 45-27-76	1.79	1.78	0.24
ปลายฤดูฝน			
R 86-13	2.02	1.78	0.15
CMR 49-54-67	2.08	2.51	0.42
OMR 45-27-76	1.93	1.49	0.29

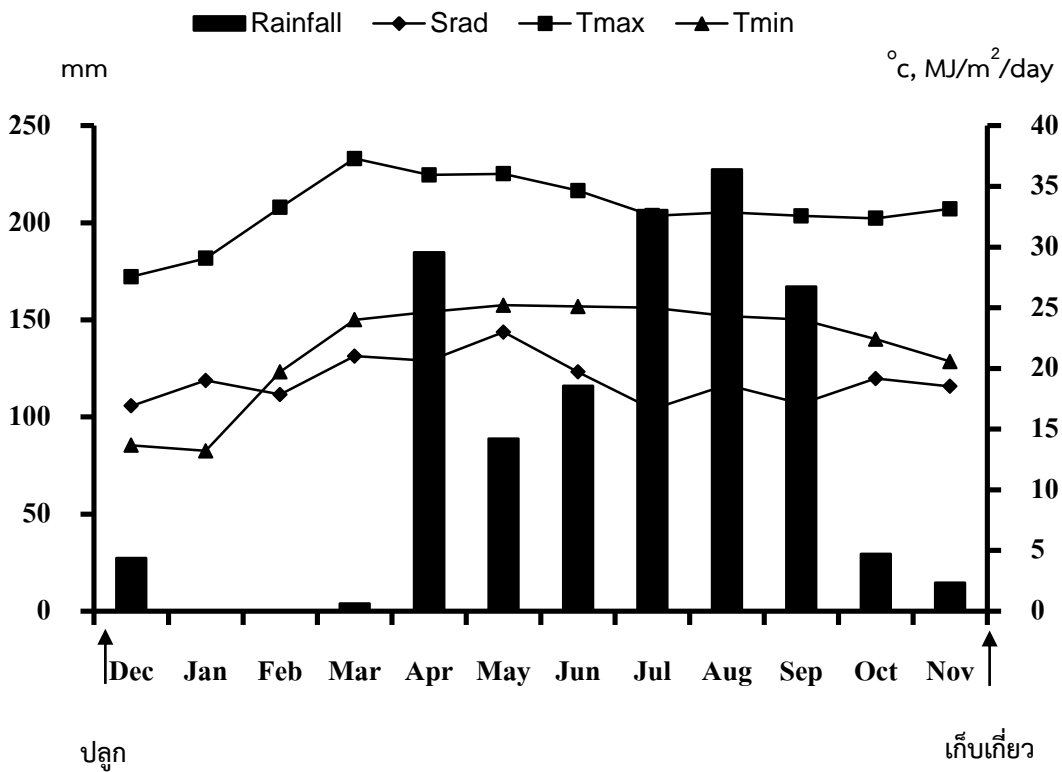
Root Mean Square Error (RMSE) = ค่าความแตกต่างเฉลี่ยระหว่างค่าจากแบบจำลองและ
ค่าสังเกตจากแปลงทดลอง

ตารางที่ 4 เปอร์เซ็นต์แป้งของมันสำปะหลัง 3 พันธุ์ แปลงทดลองศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น ฤดูฝน และ
ปลายฤดูฝนปี 2556

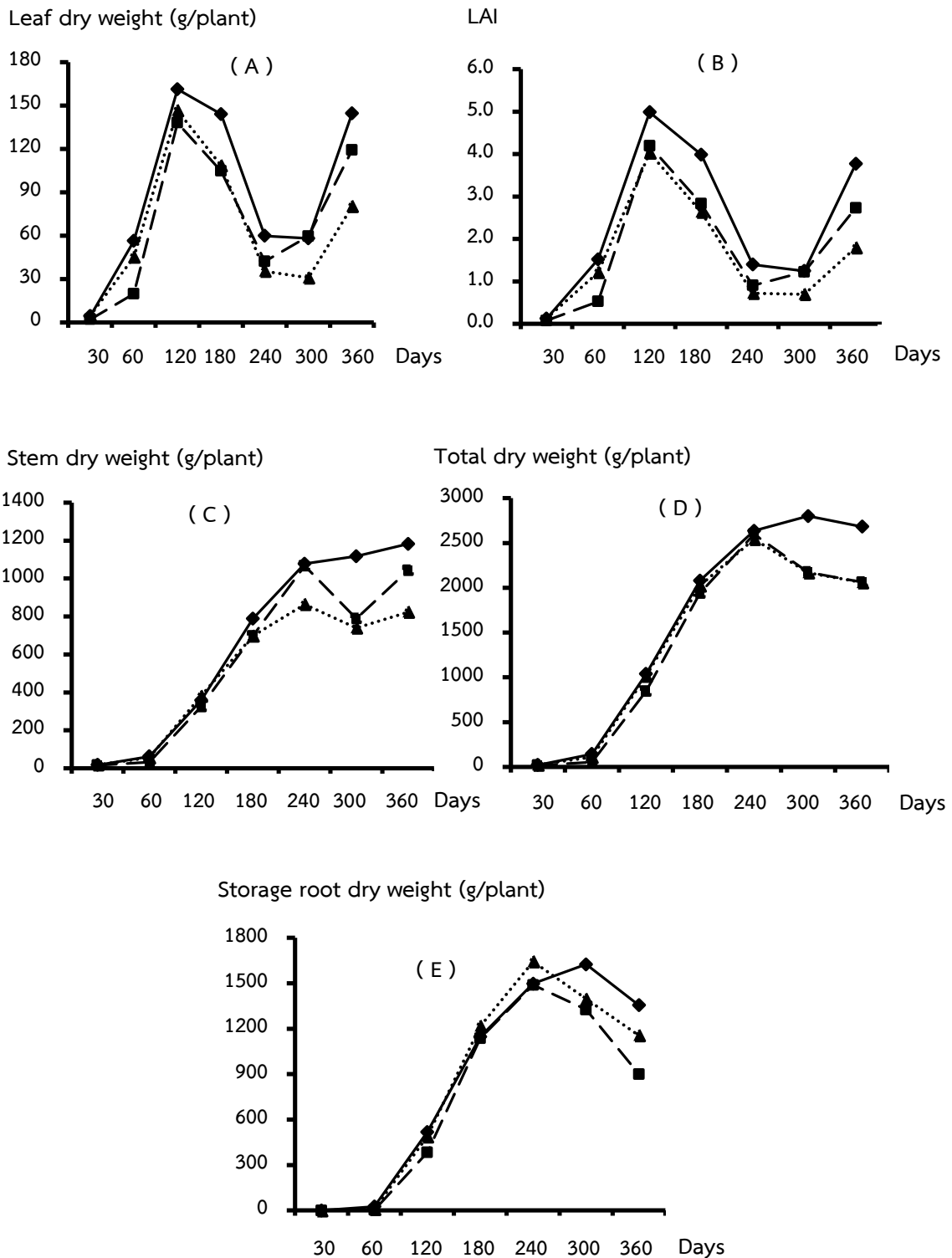
อายุ (เดือน)	เปอร์เซ็นต์แป้ง								
	R 86-13			CMR 49-54-67			OMR 45-27-76		
	ฝน	ปลายฝน	เฉลี่ย	ฝน	ปลายฝน	เฉลี่ย	ฝน	ปลายฝน	เฉลี่ย
8	31.4	22.8	27.1	26.7	19.2	23.0	26.8	20.7	23.8
10	29.6	22.7	26.2	27.0	22.4	24.7	21.8	22.8	22.3
12	24.5	28.9	26.7	19.2	28.2	23.7	18.1	26.6	22.4
เฉลี่ย	28.5	24.8	26.7	24.3	23.3	23.8	22.2	23.4	22.8



ภาพที่ 1 สภาพภูมิอากาศรายเดือน ตลอดช่วงการปลูกในฤดูฝนปี 2556/57 ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น

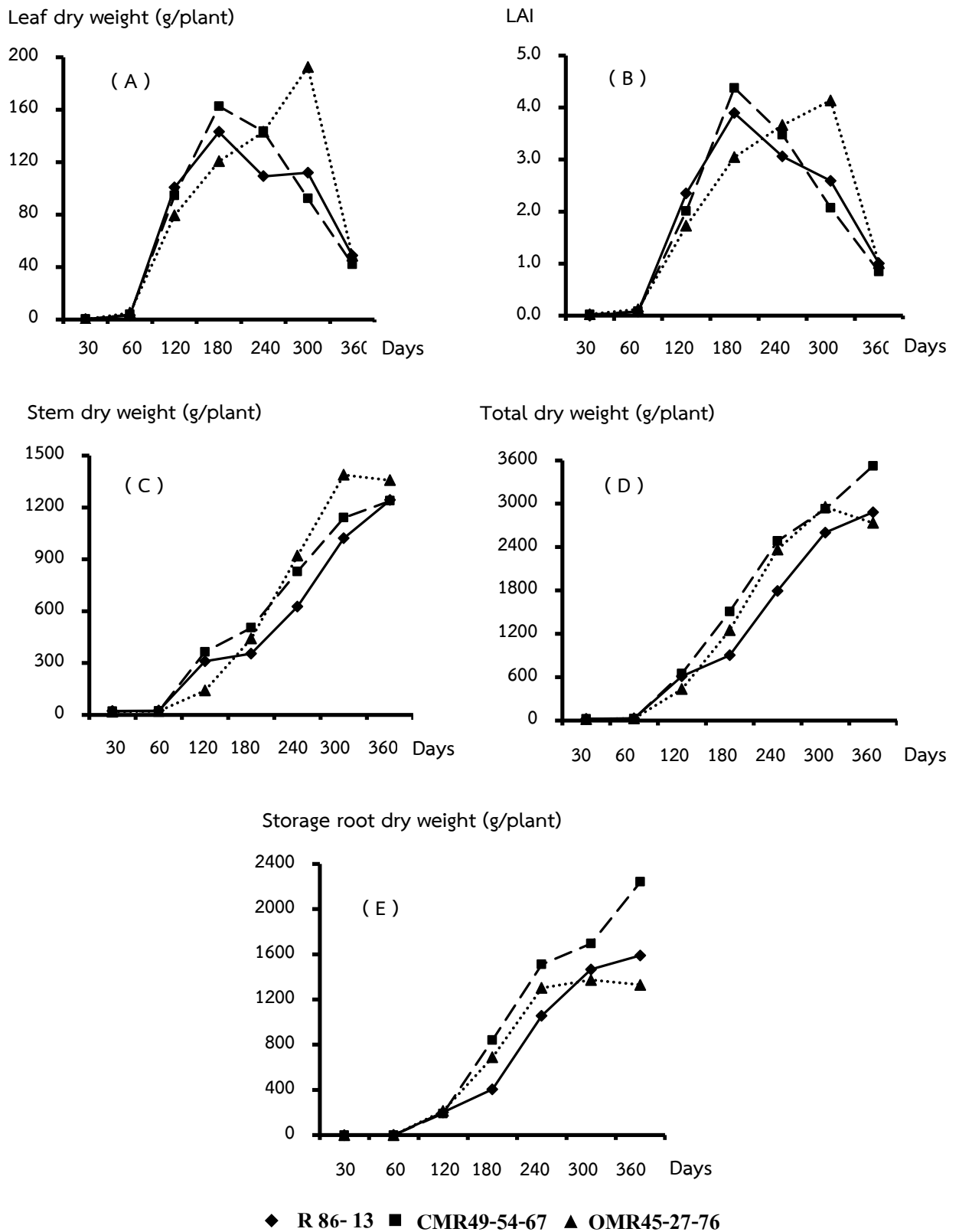


ภาพที่ 2 สภาพภูมิอากาศรายเดือน ตลอดช่วงการปลูกในปลายฤดูฝนปี 2556/57 ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น

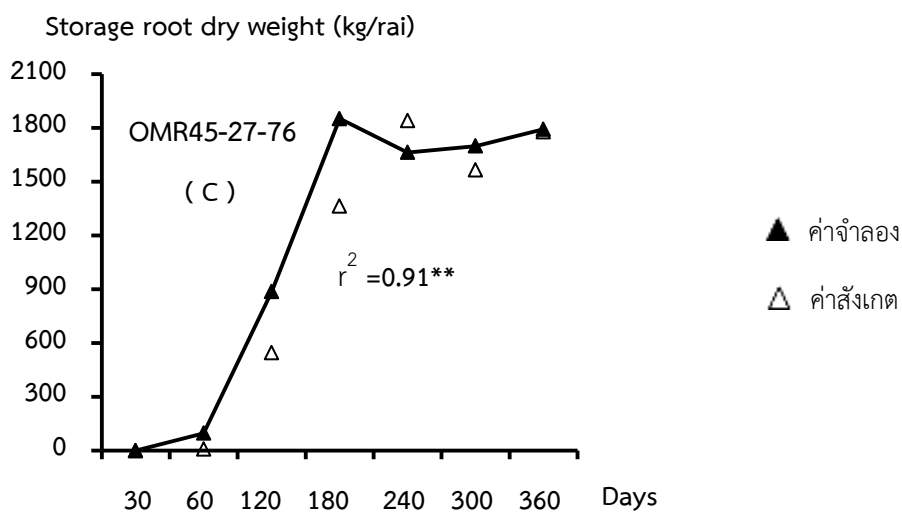
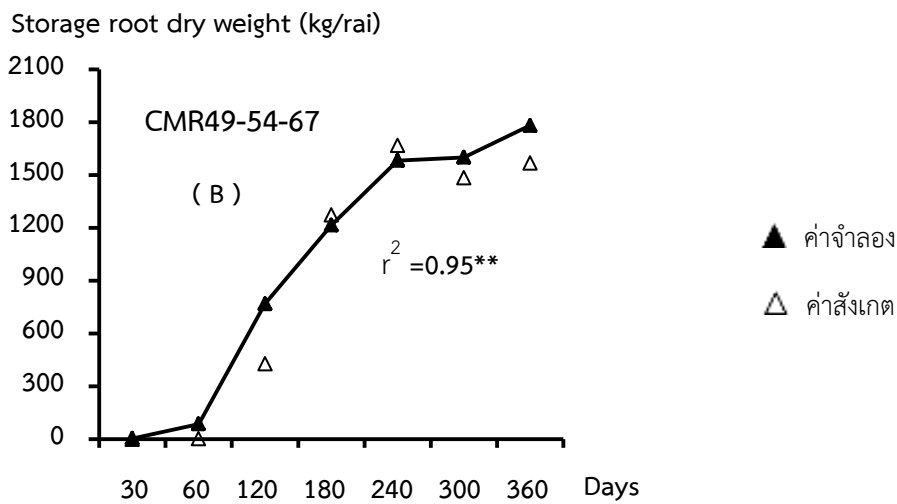
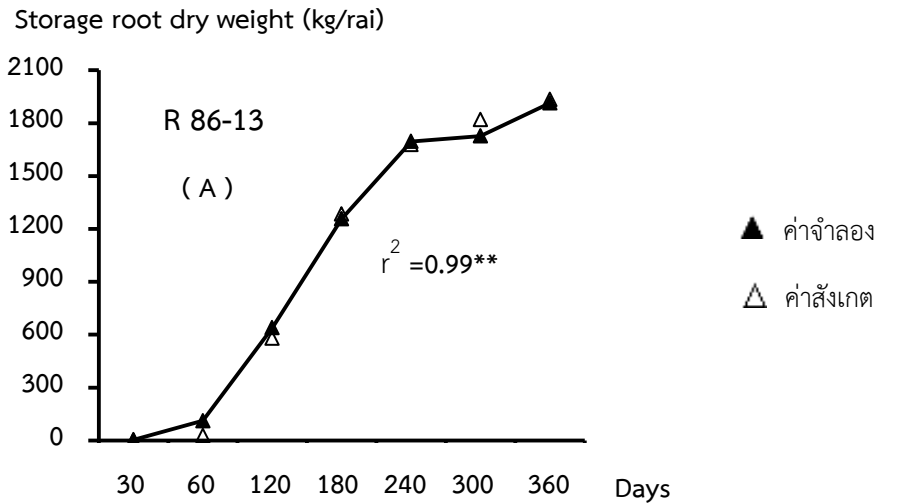


◆ R 86-13 ■ CMR49-54-67 ▲ OMR45-27-76

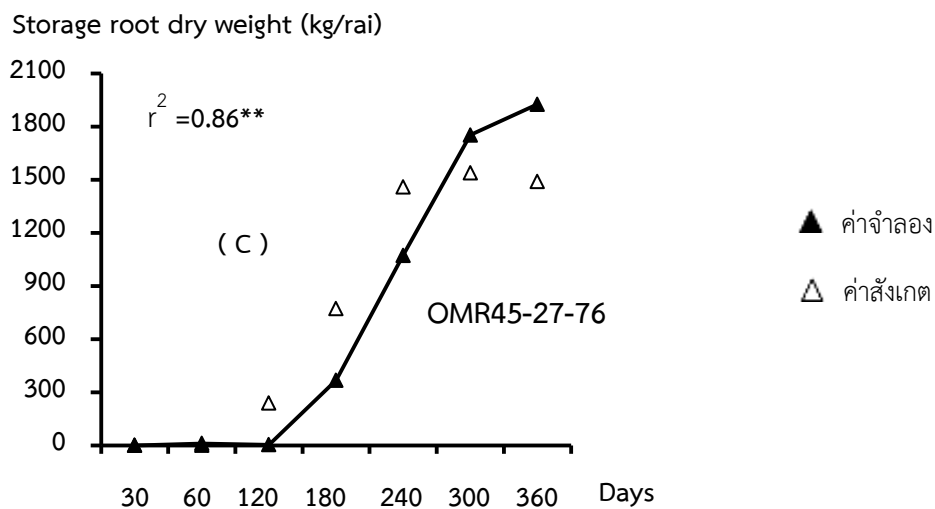
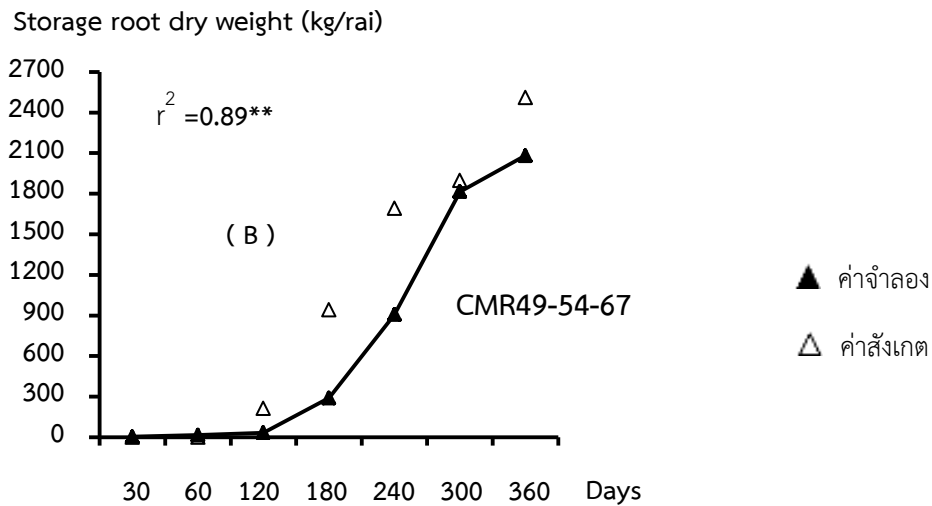
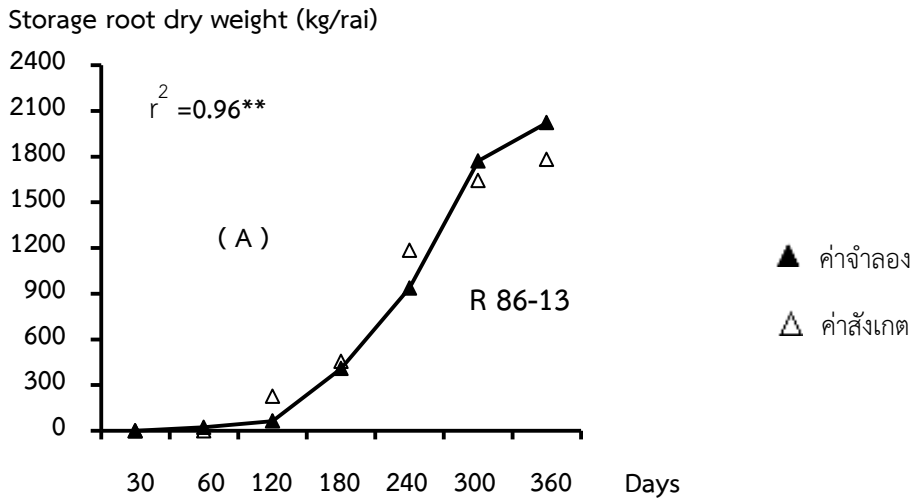
ภาพที่ 3 น้ำหนักใบแห้ง ดัชนีพื้นที่ใบ น้ำหนักต้นแห้ง น้ำหนักมวลรวมแห้งต่อต้น และน้ำหนักหัวแห้งของมันสำปะหลัง 3 พันธุ์ ปลูกฤดูฝนปี 2556 ที่ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น



ภาพที่ 4 น้ำหนักใบแห้ง ดัชนีพื้นที่ใบ น้ำหนักต้นแห้ง น้ำหนักมวลรวมแห้งต่อต้น และน้ำหนักหัวแห้งของมันสำปะหลัง 3 พันธุ์ ปลูกปลายฤดูฝนปี 2556 ที่ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น



ภาพที่ 5 เปรียบเทียบค่าจำลองกับค่าสังเกตของน้ำหนักหัวแห้งของมันสำปะหลัง 3 พันธุ์
แปลงปลูกฤดูฝนปี 2556 ที่ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น



ภาพที่ 6 เปรียบเทียบค่าจำลองกับค่าสังเกตของน้ำหนักหัวแห้งของมันสำปะหลัง 3 พันธุ์
แปลงปลูกปลายฤดูฝนปี 2556 ที่ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น