แบบจำลองการเจริญเติบโตของข้าวเหนียวก่ำ
Purple Glutinous Rice Model

สายบัว เข็มเพ็ชร[1] และ ศักดิ์ดา จงแก้ววัฒนา[1]
Saibua Khempet[1] and Sakda Jongkaewwattana[1]

[1]ภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ 053 944622 Email : sakda.abc@gmail.com

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้เป็นการพัฒนาแบบจำลองการเจริญเติบโตของข้าวเหนียวก่ำ โดยทำการจำลองการเจริญเติบโต ผลผลิต และการจัดการไนโตรเจนภายใต้สภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน ซึ่งในการพัฒนาแบบจำลองอาศัยข้อมูลที่จำเป็นที่ได้จากการทดลอง โดยทำการปลูกข้าวเหนียวก่ำ 5 พันธุ์ ได้แก่พันธุ์ MHS 1, Samoeng 3, PGMHS 6, PGMHS 15 และ PGMHS 17 ทำการปลูกในปี 2551 เพื่อนำข้อมูลไปใช้ในการพัฒนาแบบจำลอง สำหรับการพัฒนาแบบจำลองในการศึกษาครั้งนี้ใช้แบบจำลอง ORYZA0 เป็นแบบจำลองพื้นฐานซึ่งแบบจำลอง ORYZA0 เป็นแบบจำลองที่เรียบง่ายที่มีพื้นฐานบนกระบวนการทางสรีระของพืช โดยใช้ข้อมูลพลังงานแสงอาทิตย์เป็นตัวแปรขับเคลื่อนอัตราการเจริญเติบโตของข้าว จากผลการเปรียบเทียบน้ำหนักแห้งมวลชีวภาพ และผลผลิตที่ได้จากการทดลองและจากการจำลองโดยแบบจำลอง ของข้าวทั้ง 5 พันธุ์ ที่ปลูกในวันที่ 9 สิงหาคม และ 1 กันยายน 2551 จากผลการจำลองโดยแบบจำลอง พบว่าแบบจำลองสามารถจำลองการเจริญเติบโตของข้าวได้อย่างสมเหตุสมผล และมี ความแตกต่างของผลผลิตที่ได้จากการจำลองและจากการทดลองอยู่ในช่วง 118-1,149 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์แบบจำลองใช้พลังงานแสงอาทิตย์เป็นตัวแปรขับเคลื่อน และใช้อุณหภูมิสะสม รวมถึงความยาววัน ในการกำหนดระยะแทงรวงและสุกแก่ อีกทั้งแบบจำลองยังมีความสามารถในการจำลองการเจริญเติบโต (การสะสมน้ำหนักแห้งมวลชีวภาพ) และผลผลิต

คำสำคัญ : ข้าวเหนียวก่ำ / แบบจำลองการเจริญเติบโตของข้าว / โปรแกรมสเตลลา

ABSTRACT

This study aims to simulate growth, grain yield and nitrogen management under differences environmental condition. The fields experiment supplied information and necessary data for the model development. The fields experiment was conducted in 2008 growing season using five varieties namely MHS 1, Samoeng 3, PGMHS 6, PGMHS 15 and PGMHS 17 were chosen for model construction. The model was developed using ORYZA0 model as a based model. It is a simple mechanistic based on physiological process in which it utilized solar radiation as a driven variable for determining rice growth rate. Comparing simulated and observed biomass and yield of 5 varieties of purple glutinous rice planted on 9 August and 1 September 2008, the results display the ability of model to mimic behavior of growth reasonably. Depending on variety, the difference between simulated and observed grain yield was between 118-1149 kg/ha. The model is simple in which it used solar radiation as a driven variable and accumulation of growing degree days with day length to determine flowering and maturity dates but it has ability to simulate growth (biomass accumulation) and grain yield.

Keywords : Purple Glutinous Rice / Rice Growth Model / STELLA

บทนำ

ข้าวเหนียวดำ (Purple Glutinous Rice) ภาษาพื้นเมืองของทางภาคเหนือและตะวันออกเฉียงเหนือเรียกว่า "ข้าวก่ำ" ตามลักษณะสีของเมล็ดที่มีสีแดงเข้มหรือที่เรียกว่าแดงก่ำ คือสีม่วงโดยทั่วไปมักพบว่ามีการปลูกข้าวก่ำทั้งข้าวไร่และข้าวนาดำเกษตรกรมักปลูกร่วมกับข้าวขาวเพราะเชื่อว่าข้าวก่ำเป็นพญา (พระยา) ของข้าวทั้งหลายสามารถปกป้องนาผืนนั้นให้ปราศจากโรครบกวนได้ ปัจจุบันข้าวก่ำเริ่มได้รับความนิยมในการบริโภคเพิ่มสูงขึ้น เนื่องจากอุดมไปด้วยประโยชน์และคุณค่าทางด้านโภชนาการ โดยข้าวเหนียวก่ำมีลักษณะเด่นที่สังเกตได้ชัดเจนแตกต่างไปจากข้าวที่นิยมปลูกทั่วไป คือมีสีที่แสดงบนต้นข้าวและเมล็ด โดยเฉพาะเยื่อหุ้มเมล็ด (Aleurone Layer) ที่มีสีม่วงดำหรือแดงก่ำ Hayashi and Isaka (1964) จากการศึกษาพบว่า สารประกอบที่ทำให้เกิดสีคือสารพวกแอนโธไซยานิน (Anthocyanin) ซึ่งเป็นรงควัตถุหนึ่งในกลุ่มฟลาโวนอยด์ (Favonoid) ที่จัดเป็นสารสำคัญในกลุ่มสารประกอบฟีนอลิค (Phenolic) (Rice-Evans et al. 1997) ข้าวก่ำนอกจากจะมีคุณค่าทางโภชนาการที่จำเป็นต่อร่างกายของคนเราแล้วยังมีประโยชน์ด้านสรรพคุณทางยาอีกด้วย ถึงแม้ว่าปัจจุบันเกษตรกรจะหันไปปลูกข้าวขาวกันเป็นส่วนใหญ่เพราะข้าวขาวสามารถใช้ประโยชน์ได้ทั้งการขายและเก็บไว้บริโภคขณะที่ข้าวเหนียวดำใช้ได้เพียงเพื่อการบริโภคในครัวเรือนหรือใช้ในพิธีกรรมท้องถิ่นเท่านั้นอย่างไรก็ตามขณะนี้ข้าวเหนียวดำได้กลับมามีบทบาทสำคัญอีกครั้ง ทั้งนี้เพราะได้รับความนิยมจากผู้บริโภคเพิ่มสูงขึ้นเนื่องจากคุณค่าทางโภชนาการของข้าวนั้นสูงโดยเฉพาะเมล็ดที่มีแอนโธไซยานินมาก ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant) อีกทั้งเป็นส่วนประกอบในผลิตภัณฑ์บำรุงสุขภาพยาและเวชภัณฑ์ต่างๆ

ในสถานการณ์การเปลี่ยนแปลงของสภาวะภูมิอากาศของโลกในปัจจุบัน มีผลกระทบต่อการปลูกพืช โดยเฉพาะพัฒนาการที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิต ทั้งนี้เกริก และคณะ (2552) กล่าวว่าการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศโลกมีผลกระทบต่อผลผลิตพืชทั้งในระยะยาวและความแปรปรวนของผลผลิต การเพิ่มขึ้นของก๊าซคาร์บอนไดอ็อกไซด์และอุณหภูมิมีผลกระทบในระยะยาวค่อนข้างต่ำต่อผลผลิตข้าวอ้อยและข้าวโพดแต่ความแปรปรวนของผลผลิตซึ่งเป็นปัจจัยที่สำคัญต่อความเสี่ยงของระบบการผลิตมีค่าความแปรปรวนสูงโดยมีค่าความแปรปรวนระหว่างปีเฉลี่ยร้อยละ 14 สำหรับข้าวนาน้ำฝนและนาชลประทานพื้นที่ปลูกข้าวนาน้ำฝนที่ได้รับผลกระทบที่รุนแรงส่วนใหญ่อยู่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือสำหรับข้าวชลประทานอยู่ในภาคกลางและภาคตะวันออกเฉียงเหนือสาเหตุเกิดจากความแปรปรวนของฝนที่จะแสดงออกอย่างรุนแรงในดินที่มีความสามารถในการอุ้มน้ำและความอุดมสมบรูณ์ต่ำจากการศึกษาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อการผลิตข้าวในประเทศไทยโดย Felkner et al (2009) ได้ใช้แบบจำลองในการศึกษาความซับซ้อนของผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อผลผลิตข้าวและความสามารถของเกษตรกรที่จะเผชิญกับการเปลี่ยนแปลงซึ่งพบว่าโดยทั่วไปแล้วเกษตรกรไม่สามารถที่จะรับมือกับการเปลี่ยนแปลงที่รุนแรงได้ แต่ในขณะที่การเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศที่ไม่รุนแรงมากนักเกษตรกรสามารถได้ผลประโยชน์จากการเปลี่ยนแปลงดังกล่าว ได้แก่ การเพิ่มขึ้นของปริมาณน้ำฝน จากการศึกษาทีผ่านมาชี้ให้เห็นว่าการใช้แบบจำลองโดยเฉพาะอย่างยิ่งแบบจำลองการเจริญเติบโตของข้าว สามารถที่จะนำมาช่วยในการวิเคราะห์ระบบการผลิตรวมถึงการใช้เป็นเครื่องมือช่วยในการตัดสินใจในการจัดการการเพาะปลูกพืช ปัจจุบันแบบจำลองการเจริญเติบโตของพืชนับว่าเป็นเครื่องมือที่สำคัญในงานวิจัยทางการเกษตรแบบจำลองสามารถที่จะเปรียบเทียบผลการจำลองการเจริญเติบโตและผลผลิตของพืชในพื้นที่ทีต่างกันได้อย่างรวดเร็วนอกจากนั้นแบบจำลองยังใช้ในการศึกษาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมซึ่งรวมถึงการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของพืช รวมถึงการจำลองผลผลิตภายใต้การจัดการที่ต่างกัน (Bouman et al., 1996; Jones et al., 2003) ที่ผ่านมาได้มีการพัฒนาแบบจำลองการเจริญเติบโตของข้าวหลายแบบจำลอง เพื่อที่จะประเมินลักษณะการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของข้าว เช่น CERES-Rice (Singh et al. 1993), SIMRIW (Horie et al. 1992), ORYZA2000 (Bouman et al. 2001), RiceGrow (Tang et al. 2009)

งานวิจัยครั้งนี้เป็นการพัฒนาแบบจำลองการเจริญเติบโตของข้าวเหนียวก่ำ เพื่อนำมาใช้ในการประเมินผลของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ รวมถึงการจัดการที่มีต่อพัฒนาการ การเจริญเติบโต และการให้ผลผลิตของข้าวเหนียวก่ำ

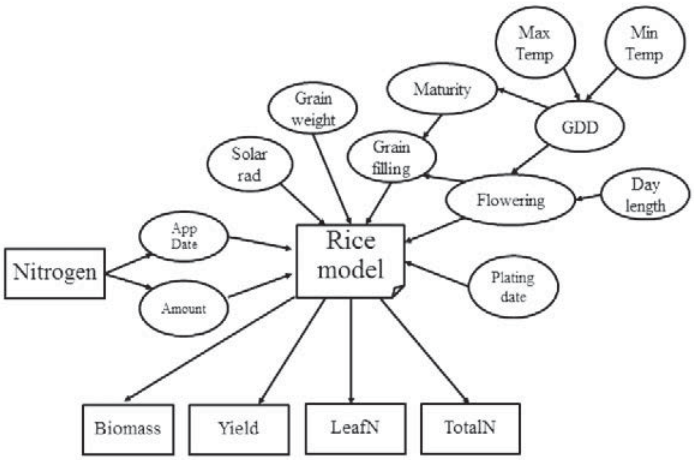
วิธีการศึกษา

การพัฒนาแบบจำลองการเจริญเติบโตของข้าวเหนียวก่ำใช้แบบจำลอง ORYZA0 ที่ถูกปรับปรุงโดย Schaber (1996) เป็นแบบจำลองพื้นฐาน ทั้งนี้การพัฒนาแบบจำลองการเจริญเติบโตของข้าวเหนียวก่ำอาศัยข้อมูลที่ได้จากการศึกษาทดลองจากแปลงทดลอง โดยทำการทดลองปลูกข้าวเหนียวก่ำ ณ แปลงทดลองสถานีวิจัยเกษตรเขตชลประทาน ศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ วางแผนงานทดลองแบบ Split Plot จำนวน 3 ซ้ำ ทั้งนี้กำหนดให้ Main Plot คือวันปลูก โดยทำการปลูกวันที่ 9 สิงหาคม และ 1 กันยายน 2551 และ Sub Plot เป็นพันธุ์ข้าวเหนียวก่ำ 5 พันธุ์ ได้แก่พันธุ์ MHS 1, Samoeng 3, PGMHS 6, PGMHS 15 และ PGMHS 17 ทำการหยอดเมล็ดข้าวในพื้นที่ 2.5 x 5 เมตร ต่อหน่วยการทดลอง โดยใช้ระยะปลูก 30 x 25 เซนติเมตร การจัดการดูแลระหว่างการเจริญเติบโตของข้าวอยู่ในระดับที่เหมาะสม ทำการเก็บตัวอย่างข้าวเพื่อวัดน้ำหนักแห้งของต้นและใบ ตามระยะพัฒนาการได้แก่ ระยะกล้า ระยะเริ่มแตกกอ ระยะแตกกอ ระยะกำเนิดช่อดอก ระยะตั้งท้อง ระยะออกรวง และระยะสุกแก่ทางสรีระ ที่ระยะสุกแก่ทางสรีระทำการเก็บตัวอย่างผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต ข้อมูลทั้งหมดนี้นำมาพัฒนาและทดสอบความถูกต้อง (Validation) ของแบบจำลอง ข้อมูลอุณหภูมิสูงสุด และต่ำสุดรายวัน รวมถึงพลังงานแสง ได้รับจากสถานีตรวจอากาศของสถานีวิจัยเกษตรเขตชลประทาน ศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางเกษตร นำมาเพื่อใช้ในการพัฒนาในส่วนของระยะพัฒนาการของข้าวในแบบจำลอง

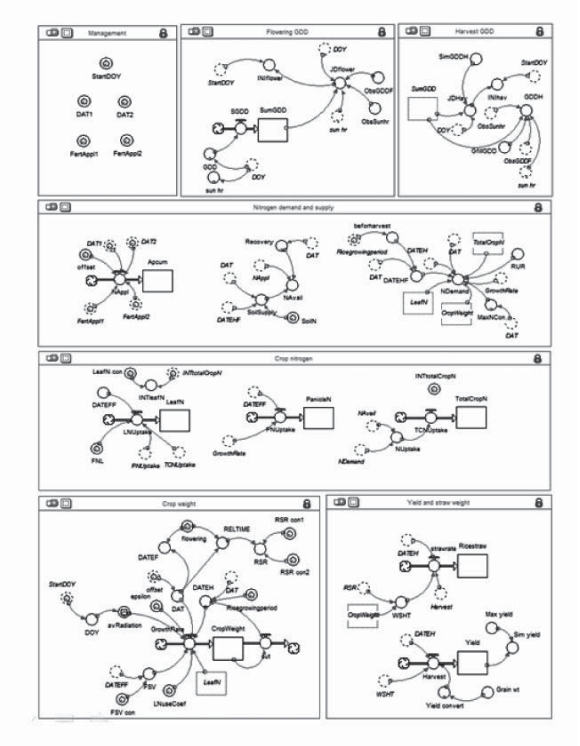
ผลการศึกษา

รายละเอียดของแบบจำลอง

แบบจำลองการเจริญเติบโตของข้าวเหนียวก่ำนี้ได้ใช้โปรแกรม STELLA Version 9.1.4 ในการพัฒนาแบบจำลอง ใช้พลังงานแสง อุณหภูมิ ลักษณะพันธุกรรที่แสดงออกถึงระยะพัฒนาการลักษณะทางสัณฐาน และกระบวนการทางสรีระเป็นปัจจัยหลักที่จะประเมินอัตราการเจริญเติบโตของพืชในแต่ละวัน แบบจำลองจะทำการจำลองการสะสมน้ำหนักแห้งและอัตราการเปลี่ยนแปลงระยะพัฒนาการของพืช รวมถึงผลผลิต และพลวัตของปริมาณไนโตรเจนในข้าว ข้อมูลนำเข้าที่จะนำมาขับเคลื่อนแบบจำลองประกอบด้วย ข้อมูลอากาศรายวัน (ค่าพลังงานแสง อุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด และความยาววัน) วันปลูก (กำหนดเป็น Julian Day) ข้อมูลระยะพัฒนาการ (วันออกดอก และวันสุกแก่) และการจัดการปุ๋ยไนโตรเจน (อัตรา และวันใส่) โครงสร้างพื้นฐานแบบจำลองแสดงดังภาพที่ 1 และโครงสร้างแบบจำลองที่พัฒนาขึ้นจากโปรแกรม STELLA แสดงในภาพที่ 2



ภาพที่ 1 โครงสร้างพื้นฐานของแบบจำลองการเจริญเติบโตของข้าวเหนียวก่ำ

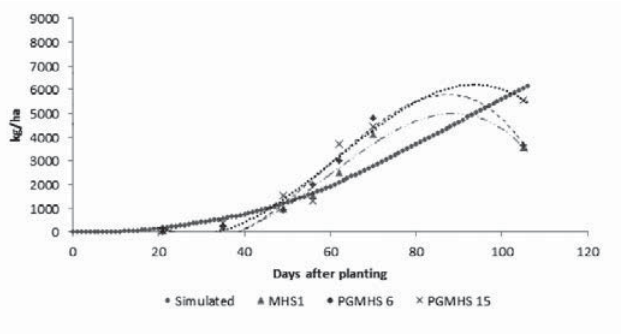


ภาพที่ 2 โครงสร้างของแบบจำลองการเจริญเติบโตของข้าวเหนียวก่ำพัฒนาขึ้นจากโปรแกรม STELLA

ผลการจำลอง

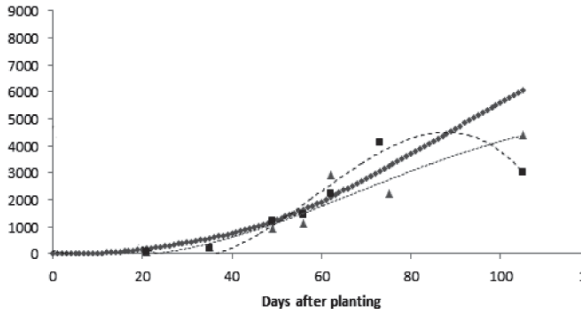
ผลการจำลองที่แสดงในที่นี้เป็นการจำลองการปลูกข้าวพันธุ์ MHS 1, Samoeng 3, PGMHS 6, PGMHS 15 และ PGMHS 17 กำหนดวันปลูกเป็นวันที่ 9 สิงหาคม และ 1 กันยายน 2551 ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 25 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อเฮกตาร์โดยใส่ปุ๋ยครั้งแรก 37 วันหลังปลูก และใส่ปุ๋ยครั้งที่สอง 55 วันหลังปลูกที่อัตรา 72 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อเฮกตาร์ทั้งนี้การจำลองการเจริญเติบโตของข้าวเหนียวก่ำจะแบ่งข้าวออกเป็น 2 กลุ่มตามอายุการออกดอก กลุ่มแรกเป็นข้าวที่มีอายุการออกดอกสั้น ได้แก่พันธุ์ MHS 1, PGMHS 6 และ PGMHS 15 และกลุ่มที่ 2 ซึ่งมีอายุการออกดอกยาว ได้แก่พันธุ์ Samoeng 3 และ PGMHS 17

ผลการจำลองการสะสมน้ำหนักแห้งของข้าวพันธุ์ MHS 1, PGMHS 6 และ PGMHS 15 ที่ปลูกวันที่ 9 สิงหาคม ผลการจำลองแสดงให้เห็นว่าแบบจำลองประเมินน้ำหนักข้าวสูงสุดเท่ากับ 6,132 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ณ วันเก็บเกี่ยว (105 วันหลังปลูก) ในขณะที่การสังเกตวันที่ค่าน้ำหนักแห้งสูงสุดถึงเร็วกว่าวันที่แบบจำลองประเมินได้ (ภาพที่ 3) ทั้งนี้พบว่าค่าน้ำหนักแห้งสูงสุดจากการสังเกตและที่ได้จากแบบจำลองของพันธุ์ PGMHS 15 มีค่าใกล้เคียงกันโดยข้าวพันธุ์ PGMHS 15 มีน้ำหนักแห้งสูงสุดเท่ากับ 6,165 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ส่วนค่าสังเกตของพันธุ์ MHS1 และ PGMHS 6 มีค่าต่ำกว่าผลจากการจำลองกล่าวคือน้ำหนักแห้งสูงสุดเท่ากับ 5,021 และ 5,772 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ตามลำดับ ทั้งนี้น้ำหนักแห้งทั้งจากการสังเกตและการจำลองถือว่ามีค่าใกล้เคียงกัน



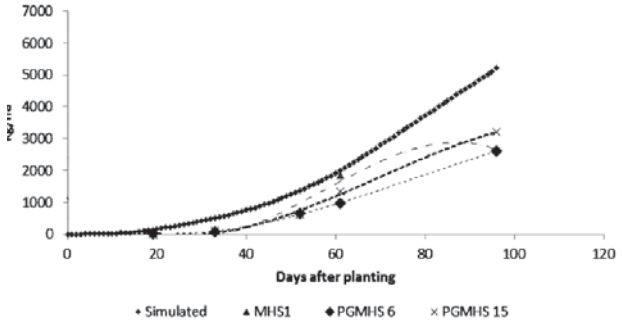
ภาพที่ 3 พลวัตของการสะสมน้ำหนักแห้งของข้าวพันธุ์ MHS1, PGMHS 6 และ PGMHS 15 ที่ได้จากการจำลองและค่าสังเกต ซึ่งใช้สมการ 3rd order polynomial ในการแสดงพลวัต ภายใต้วันปลูก 9 สิงหาคม

ในทำนองเดียวกัน การจำลองการสะสมน้ำหนักแห้งของข้าวพันธุ์ที่มีอายุออกดอกยาว ได้แก่พันธุ์ Samoeng 3 และ PGMHS 17 ซึ่งพบเช่นเดียวกันว่าแบบจำลองประเมินน้ำหนักแห้งสูงสุดช้ากว่าค่าน้ำหนักแห้งสูงสุดที่ได้จากการสังเกต (ภาพที่ 4) โดยข้าวพันธุ์ Samoeng 3 และ PGMHS 17 มีน้ำหนักแห้งสูงสุดเฉลี่ยเท่ากับ 4,456 และ 4,474 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ในขณะที่น้ำหนักแห้งสูงสุดที่ได้จากการจำลองเท่ากับ 6,040 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์



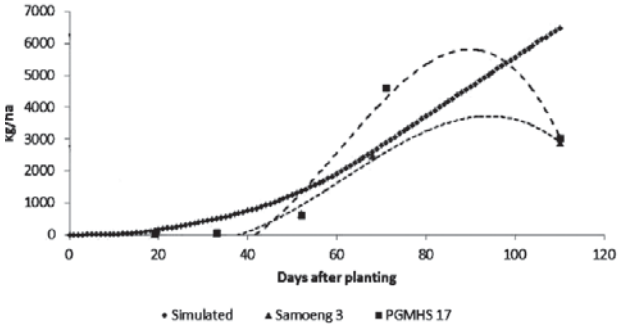
ภาพที่ 4 พลวัตของการสะสมน้ำหนักแห้งของข้าวพันธุ์ Samoeng 3 และ PGMHS 17 ที่ได้จากการจำลองและค่าสังเกต ซึ่งใช้สมการ 3rd order polynomial ในการแสดงพลวัต ภายใต้วันปลูก 9 สิงหาคม

สำหรับผลการจำลองการเจริญเติบโตของข้าวพันธุ์ MHS1, PGMHS6 และ PGMHS15 ที่ปลูกวันที่ 1 กันยายน 2551 (ภาพที่ 5) พบว่าวันสะสมน้ำหนักแห้งสูงสุดของข้าวพันธุ์ PGMHS 6 และ PGMHS 15 ค่าสังเกตและค่าที่ได้จากการจำลองเป็นวันเดียวกันคือวันที่ 96 หลังปลูก ส่วนข้าวพันธุ์ MHS 1 วันที่น้ำหนักแห้งสูงสุดของค่าสังเกตถึงเร็วกว่าวันที่แบบจำลองประเมินได้อย่างไรก็ตามแบบจำลองประเมินน้ำหนักแห้งสูงสุดสูงกว่าค่าสังเกตของทุกพันธุ์ ซึ่งแบบจำลองประเมินได้ 5,206 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ ส่วนน้ำหนักแห้งสูงสุดของค่าสังเกตอยู่ในช่วง 2,632-3,216 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์



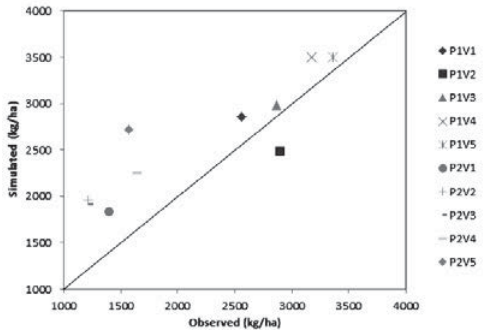
ภาพที่ 5 พลวัตของการสะสมน้ำหนักแห้งของข้าวพันธุ์ MHS 1, PGMHS 6 และ PGMHS 15 ที่ได้จากการจำลองและค่าสังเกต ซึ่งใช้สมการ 3rd order polynomial ในการแสดงพลวัตภายใต้วันปลูก 1 กันยายน

สำหรับผลการจำลองการเจริญเติบโตของข้าวพันธุ์ Samoeng 3 และ PGMHS 17 ที่วันปลูก 1 กันยายน (ภาพที่ 6) พบในทำนองเดียวกันกับวันปลูกที่ 9 สิงหาคม กล่าวคือวันที่น้ำหนักแห้งสูงสุดของค่าสังเกตถึงเร็วกว่าวันที่แบบจำลองประเมินได้ โดยพันธุ์ Samoeng 3 สะสมน้ำหนักแห้งสูงสุด 94 วันหลังปลูก และพันธุ์ PGMHS 17 สะสมน้ำหนักแห้งสูงสุด 90 วันหลังปลูก ส่วนน้ำหนักแห้งสูงสุดพบว่าแบบจำลองสามารถจำลองน้ำหนักแห้งสูงสุดใกล้เคียงกับพันธุ์ PGMHS 17 (5,840 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์) แต่ประเมินน้ำหนักแห้งสูงสุดของพันธุ์ Samoeng 3 ได้สูงกว่าค่าสังเกต (3,708 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์) โดยแบบจำลองประเมินค่าน้ำหนักแห้งสูงสุดที่ 6,487 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์



ภาพที่ 6 พลวัตของการสะสมน้ำหนักแห้งของข้าวพันธุ์ Samoeng 3 และ PGMHS 17 ที่ได้จากการจำลองและค่าสังเกต ซึ่งใช้สมการ 3rd order polynomial ในการแสดงพลวัตภายใต้วันปลูก 1 กันยายน

ผลการจำลองผลผลิต พบว่าโดยภาพรวมแล้วแบบจำลองประเมินผลผลิตได้ใกล้เคียงกับค่าสังเกต ถึงแม้จะมีแนวโน้มว่าการจำลองจะจำลองค่าผลผลิตได้มากกว่าค่าสังเกต (ภาพที่ 7) ในวันปลูกที่ 9 สิงหาคม พบว่าค่าจากการสังเกตผลผลิตของข้าวทั้ง 5 พันธุ์ให้ผลผลิตอยู่ในช่วง 2,557-3,363 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ และจากผลการจำลองพบว่าผลผลิต อยู่ในช่วง 2,475-3,502 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ สำหรับวันปลูกที่ 1 กันยายน พบว่าค่าจากการสังเกตผลผลิตของข้าว ทั้ง 5 พันธุ์ให้ผลผลิตอยู่ในช่วง 1,215-1,650 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ และจากผลการจำลองพบว่าผลผลิตอยู่ในช่วง 1,834-2,721 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ ซึ่งความแตกต่างของผลผลิตที่ได้จากการจำลองและจากการสังเกตอยู่ในช่วง 118-1,149 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์



V1 = MHS 1 V2 = Samoeng 3 V3 = PGMHS 6 V4 = PGMHS 15 V5 = PGMHS 17

ภาพที่ 7 กราฟ 1:1 เปรียบเทียบผลผลิตที่ได้จากการจำลองและการสังเกตของข้าวเหนียวก่ำ 5 พันธุ์ ภายใต้วันปลูก 9 สิงหาคม และ 1 กันยายน

วิจารณ์ผล

การจำลองการสะสมน้ำหนักแห้งของแบบจำลองโดยทั่วไปนั้น สามารถจำลองการสะสมน้ำหนักแห้งได้ใกล้เคียงกับค่าสังเกต อย่างไรก็ตามเนื่องจากแบบจำลองได้ใช้สมการที่เรียบง่ายในการจำลองอัตราการเจริญเติบโต ที่อาศัยตัวแปรในการจำลองได้แก่ ค่าพลังงานแสง (avRadiation) ปริมาณไนโตรเจนในใบ (LeafN) ค่าประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจนของพืช (LNuseCoef) ดังสมการ

GrowthRate=IF(DAT<=0)or(DATEH=1)THEN0 ELSE FSV*LNuseCoef*LeafN*
(1-exp(-(Epsilon*avRadiation)/(LNuseCoef*LeafN*0.1)

ซึ่งสมการดังกล่าวไม่ได้รวมถึงการเสื่อมสภาพ (Senescence) ของต้นและใบข้าวจึงส่งผลให้การเจริญเติบโตเป็นไปอย่างต่อเนื่อง และจะได้ค่าน้ำหนักแห้งสูงสุด ณ วันเก็บเกี่ยว โดยสรุปแล้วผลการจำลองดังกล่าวชี้ให้เห็นว่าการอาศัยสมการที่เรียบง่ายสามารถประเมินการสะสมน้ำหนักแห้งของข้าวได้ดีถึงแม้จะมีข้อจำกัดบ้างดังกล่าว ซึ่งข้อจำกัดดังกล่าวข้างต้นสามารถที่จะนำไปปรับปรุงและพัฒนาเพิ่มเติมได้

ในส่วนของการจำลองผลผลิตนั้นแบบจำลองมีสมมติฐานว่า 50% ของน้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินจะคิดเป็นน้ำหนักเมล็ดหรือผลผลิต ถึงแม้สมมติฐานดังกล่าวจะเป็นสมมติฐานที่เรียบง่าย ซึ่งทำให้การประเมินผลผลิตดูเหมือนว่าเป็นการประเมินที่ค่อนข้างหยาบ แต่ก็ให้ผลการจำลองเป็นที่น่าพอใจ ด้วยสมมติฐานนี้สามารถส่งผลให้การประเมินน้ำหนักเมล็ดสูงหรือต่ำกว่าความเป็นจริงได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับน้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินเพียงอย่างเดียว แต่ในความเป็นจริงนั้น ผลผลิตจะสัมพันธ์กับองค์ประกอบผลผลิตโดยตรงมากกว่า (Yoshida. 1981) อย่างไรก็ตามสัดส่วนของผลผลิตต่อน้ำหนักแห้งของข้าวแต่ละพันธุ์จะมีความแตกต่างกัน เช่นข้าวพื้นเมืองที่มีการสะสมน้ำหนักแห้งต้นและใบมากแต่สัดส่วนที่เป็นผลผลิตกลับน้อยกว่าข้าวพันธุ์ปรับปรุงที่มีการสะสมน้ำหนักแห้งต้นและใบน้อย แต่มีสัดส่วนที่เป็นผลผลิตมากกว่า ดังนั้นการประเมินผลผลิตที่มีความถูกต้องและแม่นยำมากขึ้นสามารถกำหนดได้ 2 ทางเลือก กล่าวคือการศึกษาสัดส่วนของการสะสมน้ำหนักแห้งต่อน้ำหนักผลผลิตของข้าวแต่ละพันธุ์ หรือการพัฒนาปรับปรุงแบบจำลองที่ใช้องค์ประกอบผลผลิตเป็นพื้นฐานในการประเมินผลผลิตของข้าว

สรุปผล

แบบจำลองการเจริญเติบโตของข้าวเหนียวก่ำ ถึงแม้จะเป็นแบบจำลองที่พัฒนามาจากพื้นฐานกระบวนการทางสรีระของข้าว แต่เป็นแบบจำลองที่เรียบง่ายที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการศึกษาผลกระทบของสภาพแวดล้อมที่รวมถึงการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของข้าวเหนียวก่ำได้อย่างไรก็ตามแบบจำลองนี้ค่อนข้างจะเป็นแบบจำลองเชิงคาดการณ์ (Predictive Model) ดังนั้นการอธิบายเหตุและผลของการตอบสนองของข้าวต่อสภาพแวดล้อมและการจัดการ จึงไม่ชัดเจนเหมือนกับแบบ

จำลองเชิงอธิบาย (Explanatory Model) การปรับปรุงแบบจำลองการเจริญเติบโตของข้าวเหนียวก่ำเพื่อให้มีรายละเอียดมากขึ้น สามารถที่จะทำได้ ทั้งนี้โดยอาศัยข้อมูลจากการศึกษาทดลองที่มากขึ้นแบบจำลองการเจริญเติบโตของข้าวเหนียวก่ำนี้มีความสามารถที่จะช่วยในกระบวนการตัดสินใจการจัดการปลูกข้าวเหนียวก่ำในสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ได้

เอกสารอ้างอิง

เกริก ปั้นเหน่งเพ็ชร และคณะ. (2552). **รายงานวิจัยโครงการผลกระทบของภาวะโลกร้อนต่อการผลิตข้าวอ้อยมันสำปะหลังและข้าวโพดของประเทศไทย.** สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย.

Bouman, B.A.M., H. van Keulen., H.H. van Laar and R. Rabbinge. (1996). “The ‘School of de Wit’ crop growth simulation models: pedigree and historical overview,” **Agricultural Systems.** 52 : 171-198.

Bouman, B.A.M., M.J. Kropff, T.P. Tuong, M.C.S. Wopereis, H.F.M. ten Berge and H.H. van Laar. (2001). ORYZA2000. Modeling Lowland Rice. Manila : International Rice Research Institute.

Felkner, J., K. Tazhibayeva, and R. Townsend. (2009). “Impact of Climate Change on Rice Production in Thailand,” **American Economic Review.** 99(2) : 205–10.

Hayashi K. and T. Isaka. (1964). **Studies for Anthocyane XIV. Uber Wasserstoffionenkonzentration des Pressftesaus der anthocyanfuhrenden Pflazenorganen.** Proc. Japan. Acad. 22 : 256-258.

Horie, T., M. Yajima and H. Nakagawa. (1992). “Yield forecasting,” **Agric. Syst.** 40 : 211-236.

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.

Rice-Evans, C.A., N.J. Miller and G. Paganga. (1997). “Antioxdant properties of phenolic compounds,” **Trends in Plant Science.** 2 : 152-159.

Schaber, J. (1996). **FARMSIM : A dynamic model for the simulation of yields, nutrient cycling and resource flows on Philippine small-scale farming systems.** [Online], Available : http://www.pikpotsdam.de/~schaber/Farmsim/contents.html

Singh, U., J.T. Ritchie and D.C.Godwin. (1993). “A User’s Guide to CERES-Rice-V2.10,” **Int. Fer.Dev. Center, Muscle Shoals, AL.** 132p.

Tang. L., Y. Zhu., D. Hannaway., Y. Meng., L.Liu., L. Chen and W. Cao. (2009). “Rice Grow : A rice growth and productivity model,” **Wageningen Journal of Life Sciences.** 57 : 83-92.

Yoshida, S. (1981). “Fundamentals of Rice Crop Science,” **International Rice Research Institute.** Los Baños, Philippines. 269 pp.