วารสารผลิตกรรมการเกษตร
JOURNAL OF AGRICULTURAL PRODUCTION
MJU

การเจริญเติบโตและพัฒนาของข้าวก่ำบางพระที่ปลูกภายใต้สภาพแสงที่แตกต่างกัน

Growth and Development of Kum Bangphra Rice Grown under Different Light Conditions

อภิสิทธิ์ ชิตวณิช* รัตติกาล เสนน้อย และ ประพฤติ พรมสมบูรณ์

Apisit Chittawanij* Rattikarn Sennoi and Praprut Promsomboon

คณะเกษตรศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก จังหวัดชลบุรี 20110

Faculty of Agriculture and Natural Resources, Rajamangala University of Technology Tawan-Ok, Chonburi 20110

* Corresponding author: apisit_ch@rmutto.ac.th

(Received: 15 June 2021; Revised: 22 September 2021; Accepted: 26 November 2021)

Abstract

The objective of this study was to determine the growth and development of Kum Bangphra rice variety grown under different lights conditions. A completely Randomized Design was used with 4 replications. Treaments were natural sun light (T1), LED white: red: blue bulb panel (T2), LED white HP4F-AL (T3), LED full spectrum grow board (T4), and fluorescent (T5). The experiment was conducted from August to December 2020 at the Department of Plant Production Technology, Faculty of Agriculture and Bioresources, Rajamangala University of Technology Tawan-ok. The results showed that the highest growth in terms of stem height of 156.4 cm in T3, tillers per hill of 11.9 tiller/hill in T1, fresh and dry straw weight of 252.7 and 74.0 g and the number of seeds of 353.2 seed/hill. It was found that rice plant grown under T2 had the fastest development period, booting stage at 60 days, flowering at 95 days, and harvesting at 130 days whereas those in T5 were the latest. It was found that the amylose content was between 18.02-19.32 % at a low amylose content. The T4 experiment had the largest amount of amylose at

19.32 %. Therefore, artificial light source can be an alternative solution for growing rice in low light area.

Keywords: Kum Bangphra rice, LED growth light, indoor plants

บทคัดย่อ

การทดลองนี้เป็นการศึกษาการเจริญเติบโตและพัฒนาการของข้าวก่ำบางพระที่ปลูกภายใต้แสงที่แตกต่างกัน โดยวางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design มีจำนวน 5 สิ่งทดลอง คือ สิ่งทดลองที่ 1 แสงธรรมชาติ (T1) มีค่าเท่ากับ 620 ไมโครโมล/วินาที/ตารางเมตร สิ่งทดลองที่ 2 LED white: red: blue bulb panel (T2) สิ่งทดลองที่ 3 LED white HP4F-AL (T3) สิ่งทดลองที่ 4 LED full spectrum grow board (T4) และ สิ่งทดลองที่ 5 fluorescent (T5) ดำเนินการทดลองตั้งแต่เดือนสิงหาคมถึงธันวาคม 2563 ณ สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเกษตรศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก ผลการทดลองพบว่า ข้าวก่ำบางพระมีการเจริญเติบโตในด้านความสูงมากที่สุดใน T3 (156.4 เซนติเมตร) มีจำนวนหน่อต่อกอมากใน T1 (11.9 ต้นต่อกอ) น้ำหนักสดและฟางมากที่สุดใน T1 (252.7 และ 74.0 กรัม) และจำนวนเมล็ดดีมากที่สูงสุดใน T3 (353.2 เมล็ดต่อรวง) สำหรับระยะพัฒนาการของข้าวก่ำบางพระพบว่า ข้าวที่ปลูกใน T2 มีระยะพัฒนาการเร็วที่สุดคือ ระยะตั้งท้อง 60 วัน ระยะออกดอก 95 วัน และระยะเก็บเกี่ยว 130 วัน ส่วนข้าวที่ปลูกใน T5 มีระยะพัฒนาการด้านต่าง ๆ นานที่สุด ในการวิเคราะห์ปริมาณอะไมโลส พบว่า มีปริมาณอะไมโลสอยู่ระหว่าง 18.02-19.32 % อยู่ในเกณฑ์ระดับต่ำ และ T4 มีปริมาณอะไมโลสมากที่สุดเท่ากับ 19.32 % ดังนั้นจากผลการทดลองการใช้แสงเทียมสามารถปลูกพืชในพื้นที่ที่มีแสงน้อยได้

คำสำคัญ: ข้าวก่ำบางพระ แอลอีดีปลูกพืช ปลูกพืชในร่ม

คำนำ

ข้าวเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย ใช้ประโยชน์ทั้งการบริโภคภายในประเทศและส่งออกไปยังตลาดต่างประเทศ (สถาบันวิจัยข้าว, 2544; กรมการข้าว, 2549) ในการพิจารณาการปลูกข้าว ควรคำนึงถึงการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตสูงสุดเป็นหลัก เนื่องจากลักษณะการเจริญเติบโต และความสามารถในการให้ผลผลิตมีความแตกต่างกันไปตามสภาพแวดล้อม เช่น แสง (Kobota and Moriwaki, 1990; Kobota *et al*., 2000; ศานิต, 2549) ข้าวเหนียวดำ หรือ ข้าวก่ำ เป็นข้าวที่ไม่ได้รับความนิยมรับประทานเป็นข้าวหลักเหมือนกับข้าวเหนียวขาว และข้าวเจ้า เพราะเมล็ดข้าวมีสีม่วงดำ และเนื้อเมล็ดค่อนข้างแข็ง เคี้ยวละเอียดยากกว่า แต่นิยมรับประทานในรูปของขนมหวานมากกว่าข้าวอื่น ๆ อาทิ ข้าวเหนียวดำกะทิ ข้าวเหนียวดำใส่ถั่วดำ และใช้ทำข้าวหลาม (Promsomboon and Promsomboon, 2016) เป็นต้น ข้าวก่ำบางพระเป็นข้าวพื้นเมืองสายพันธุ์บางพระ 56-009 ที่ได้จากการพัฒนาพันธุ์

ด้วยวิธีการคัดเลือกเก็บรวบรวมในระหว่างปี 2554-2555 โดยคณาจารย์คณะเกษตรศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก วิทยาเขตบางพระ ที่ได้คัดเลือกลักษณะต้นที่ดี และมีเสถียรภาพในการให้ผลผลิต และในปี 2556 ได้นำมาทดสอบพันธุ์ในไร่นาของเกษตรกรในจังหวัดชลบุรี พบว่า กอตั้ง ลำต้นแข็งแรง สูงประมาณ 130 เซนติเมตร ต้านทานต่อโรค และแมลง เป็นข้าวที่มีความไวต่อแสง จึงปลูกได้ในฤดูนาปี และนาปรัง ปลูกได้ทั้งในสภาพนาดำ และนาไร่ (Promsomboon and Promsomboon, 2019)

แสงเป็นปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมที่สำคัญที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและพัฒนาส่วนต่าง ๆ ของพืช โดยการควบคุมการเปลี่ยนแปลงทางด้านสัณฐานวิทยา (Drozdova *et al*., 2001; Li and Kubota, 2009) รวมทั้งกระบวนการเผาผลาญสารต่าง ๆ ในพืช ในการศึกษาชีววิทยาทางแสง แหล่งกำเนิดแสงเทียมหลอด LED (แอลอีดี) ให้แสงที่มีการกระจายตัวของสเปกตรัมที่แคบ ทำให้สามารถปรับช่วงแสงให้มีความใกล้เคียงกับแสงธรรมชาติที่พืชต้องการได้อย่างมีประสิทธิภาพ ได้มีรายงานการศึกษาอิทธิพลของแสงจากหลอดแอลอีดีต่อการเจริญเติบโตของพืชและสัณฐานวิทยาของพืช (Li and Kubota, 2009; Yorio *et al*., 2001) แต่ยังไม่มีการศึกษาอิทธิพลของแสงเทียมต่อการเจริญเติบโตของข้าวก่ำ

ในการศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการใช้แสงที่แตกต่างกัน 5 ชนิดต่อการเจริญเติบโตในระยะพัฒนาการต่าง ๆ และผลผลิตของข้าวก่ำบางพระ ซึ่งการทดลองนี้จะเป็นข้อมูลเบื้องต้นให้ผู้เกี่ยวข้องเลือกใช้แสงไฟที่เหมาะสมกับการปลูกข้าวมากยิ่งขึ้น และหวังว่าการทดลองนี้น่าจะเป็นประโยชน์ต่อการศึกษาวิจัยการปลูกข้าวในร่มต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

ใช้ข้าวก่ำบางพระปลูกภายใต้สภาพแสงที่แตกต่างกัน โดยจัดหน่วยทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design) จำนวน 5 สิ่งทดลอง 4 ซ้ำ ดังนี้ สิ่งทดลองที่ 1 คือ แสงธรรมชาติ (T1) สิ่งทดลองที่ 2 คือ LED Grow Light 1000W Full spectrum, 10W×100 double chips ประกอบด้วย Red: 65 pcs, Blue: 17 pcs, Orange: 4 pcs, White: 12 pcs, IR: 1 pcs และ UV: 1 pcs จากร้านค้าออนไลน์ ledgrowlightthailand.lnwshop.com (T2) สิ่งทดลองที่ 3 คือ หลอด LED แสงสีขาว-HP4F-AL 48 W จาก บริษัท เจแอนด์พีสเปรย์เยอร์ จำกัด (T3) สิ่งทดลองที่ 4 คือ LED Grow Light 240W Samsung LM301M chips จากร้านค้าออนไลน์ ledgrowlightthailand.lnwshop.com (T4) และสิ่งทดลองที่ 5 คือ หลอดฟลูออเรสเซนต์ T18 Cool Daylight ของ PHILIPS (T5)

สภาพแวดล้อมในการเพาะปลูกข้าวก่ำบางพระ

ในการศึกษาอิทธิพลของชนิดแสงไฟที่แตกต่างกันต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวก่ำบางพระ สำหรับความเข้มแสง PPFD จากค่าเฉลี่ยของแสงธรรมชาติ ใน T1 มีค่าเท่ากับ 620 ไมโครโมล/วินาที/ตารางเมตร ส่วนความเข้มแสงของสิ่งทดลองที่ T2, T3, T4 และ T5 ถูกกำหนดความเข้มแสงที่ระดับใบเท่ากันที่ 250 ไมโครโมล/วินาที/ตารางเมตร ในการศึกษานี้ได้กำหนดเวลาเปิด-ปิดไฟในช่วงการเจริญเติบโตตั้งแต่เริ่มปลูกถึงอายุ 60 วัน เปิดไฟ 14 ชั่วโมง ปิดไฟ 8 ชั่วโมง และหลังจากนั้นจะเปิดไฟ 11.30 ชั่วโมง ปิดไฟ 12.30 ชั่วโมง จนกระทั่งข้าวออกดอกจึงเปิดไฟ 14 ชั่วโมง ปิดไฟ 8 ชั่วโมง จนถึงเวลาเก็บเกี่ยวผลผลิต ในการ

บันทึกอุณหภูมิพบว่ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 34.6 องศาเซลเซียส อุณหภูมิด้านในมีค่าระหว่าง 30.3-32.9 องศาเซลเซียส สำหรับความชื้นสัมพัทธ์พบว่ามีค่าเฉลี่ยระหว่าง 74.4 ถึง 76.6 เปอร์เซ็นต์ (Table 1)

Table 1 PPFD, Temperature out, Temperature in and RH

Treatments[1/]	PPFD (umol/s/m^2)	Temp.out (°C)	Temp. in (°C)	RH (%)
T1	620	34.6	34.6	74.6
T2	250	34.6	30.6	75.9
T3	250	34.6	30.3	76.6
T4	250	34.6	32.9	75.3
T5	250	34.6	31.3	74.4

[1/] T1 (sun light) T2 (LED white: red: blue bulb panel) T3 (LED white HP4F-AL) T4 (LED full spectrum grow board) and T5 (fluorescent)

การเพาะปลูก การบันทึกผล และวิเคราะห์ผล

ปลูกข้าวในกระถางพลาสติกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 30 เซนติเมตร ที่บรรจุดินปลูกผ่านการตากแห้งน้ำหนัก 10 กิโลกรัมต่อกระถาง โดยปลูกข้าวกระถางละ 3 กอ กอละ 1 ต้น หลังจากปลูก 15 วัน ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 16-16-8 (ตรากระต่าย ของบริษัท เจียไต๋ จำกัด) อัตรา 30 กิโลกรัมต่อไร่ เมื่อข้าวอายุได้ 60 วัน ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 (ตราเรือใบไวกิ้ง ของบริษัท ไฮโดรไทย จำกัด) อัตรา 10 กิโลกรัมต่อไร่ (ก่อนข้าวออกดอก) กำจัดวัชพืชโดยใช้มือถอนอย่างสม่ำเสมอ มีการจัดการน้ำในสภาพปกติที่ระดับขอบกระถางตั้งแต่ปลูกจนถึงระยะที่ข้าวสุกแก่แล้วจึงงดการให้น้ำ โดยมีการบันทึกผลการทดลองด้านการเจริญเติบโตที่อายุหลังปลูก 15, 30, 60 และ วันที่เก็บเกี่ยว จำนวน 8 ลักษณะ คือ ความสูง จำนวนหน่อ ความเข้มสีใบ และบันทึกระยะพัฒนาการ จำนวน 3 ระยะ คือ ระยะตั้งท้อง ออกดอก และเก็บเกี่ยว จำนวนรวงต่อกอ จำนวนเมล็ดต่อรวง และน้ำหนักฟางสดและแห้ง

การวิเคราะห์อะไมโลส (Juliano *et al*., 1971) มีลำดับขั้นตอนดังนี้ ชั่งตัวอย่างข้าวจำนวน 0.1 กรัม ใส่ในขวดวัดปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร จากนั้นเติมเอธิลแอลกอฮอล์ 95 เปอร์เซ็นต์ (บริษัท พี.ไว จำกัด) จำนวน 1 มิลลิลิตร เขย่าเบา ๆ และเติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (บริษัท พี.ไว จำกัด) ความเข้มข้น 2 นอร์มัล จำนวน 9 มิลลิลิตร นำตัวอย่างวางบนเครื่องผสมโดยใช้แท่งแม่เหล็กเป็นเวลา 10 นาที ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ได้ 100 มิลลิลิตร นำขวดวัดปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร ใบใหม่เติมมาน้ำกลั่นประมาณ 70 มิลลิลิตร เติมกรดอะซิติก (บริษัท พี.ไว จำกัด) เข้มข้น 1 นอร์มัล จำนวน 2 มิลลิลิตร และเติมสารละลายไอโอดีน 2 มิลลิลิตร ดูดตัวอย่างสารละลายน้ำแป้งที่เตรียมไว้แล้วจำนวน 5 มิลลิลิตร และปรับปริมาตร ด้วยน้ำกลั่นเป็น 100 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้ 10 นาที ทำ blank ตามวิธีเตรียมตัวอย่างแต่ไม่ต้องใส่ตัวอย่างสารละลายน้ำแป้ง นำตัวอย่างไปวัดความเข้มข้นของสารละลายด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ ที่ความยาวคลื่น

620 นาโนเมตร จากนั้นนำค่าที่วัดได้มาคำนวณหาปริมาณอะไมโลสของตัวอย่างกับกราฟมาตรฐานของอะไมโลส

วิเคราะห์ข้อมูลผลการทดลองโดยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) เปรียบเทียบความแตกต่างโดยใช้ค่า DMRT ที่ $P \leq 0.05$

ผลการวิจัยและวิจารณ์

การเจริญเติบโตและผลผลิตข้าวก่ำบางพระ

จากการศึกษาหาค่าเฉลี่ยความสูงของข้าวก่ำบางพระที่ปลูกภายใต้สภาพแสงที่แตกต่างกัน 15 วันหลังปลูก พบว่าความสูงเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยข้าวก่ำบางพระที่ปลูกใน T1 ให้ความสูงเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 60.4 เซนติเมตร รองลงมาคือ T3, T2, T5 และ T4 มีความสูงเท่ากับ 58.4, 56.3, 53.9 และ 53.6 4 เซนติเมตร ตามลำดับ ในขณะที่ 30 วันหลังปลูก พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นเดียวกัน โดย T3 ให้ความสูงมากที่สุดเท่ากับ 100.6 เซนติเมตร รองลงมาคือ T5, T2 และ T4 มีความสูงเท่ากับ 96.8, 94.3 และ 93.5 4 เซนติเมตร ตามลำดับ ในขณะ T1 มีความสูงน้อยที่สุดเท่ากับ 89.8 เซนติเมตร ส่วน 60 วันหลังปลูก พบว่าความสูงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดย T5 ให้ความสูงมากที่สุดเท่ากับ 158.1 เซนติเมตร รองลงมาคือ T3, T2, T4 และ T1 มีความสูงเท่ากับ 156.4, 147.6, 145.6 และ 137.2 4 เซนติเมตร ตามลำดับ (Table 2 และ Figure 1) จากการศึกษาลักษณะประจำพันธุ์ของ Promsomboon and Promsomboon (2016) พบว่าข้าวก่ำบางพระเมื่อปลูกในที่ลุ่มมีความสูงเท่ากับ 143.08 เซนติเมตร ซึ่งมีความสูงใกล้เคียงกับการทดลองในครั้งนี้ ชี้ให้เห็นว่าการปลูกข้าวในพื้นที่ที่มีแสงน้อยด้วยแสงแอลอีดีไม่มีผลทำให้ความสูงแตกต่างไปจากลักษณะประจำพันธุ์

ในส่วนของการแตกกอของข้าวก่ำบางพระ 30 วันหลังปลูก พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดย T1 มีการแตกกอสูงที่สุดเท่ากับ 4.9 หน่อต่อกอ รองลงมาคือ T4, T3, T5 และ T2 มีจำนวนหน่อเท่ากับ 2.9, 2.3, 2.3 และ 2.2 หน่อต่อกอ ตามลำดับ ในขณะที่จำนวนหน่อ 60 วันหลังปลูก พบว่าข้าวก่ำบางพระที่ปลูกภายใต้แสงธรรมชาติ T1 ให้จำนวนหน่อสูงที่สุดเท่ากับ 11.9 หน่อต่อกอ รองลงมาคือ T2, T3, T4 และ T5 มีจำนวนหน่อเท่ากับ 7.7, 5.7, 5.5 และ 3.5 หน่อต่อกอ ตามลำดับ (Table 2) เมื่อเปรียบเทียบการแตกกอเฉพาะข้าวที่ปลูกภายใต้สภาพแสงเทียมข้าวที่ปลูกในสภาพ T2 มีการแตกกอมากที่สุด ซึ่งพิจารณาสีของแสงเทียมแต่ละชนิดพบว่าแสงเทียมจาก T2 มีปริมาณสีแดงที่มากกว่าแสงเทียมอื่น สอดคล้องกับรายงานของ Monostori *et al*. (2018) การปลูกข้าวสาลีภายใต้สภาพแสงเทียมสีแดงมีการแตกกอที่มากขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับแสงเทียมสีชมพู สีน้ำเงิน และสีขาว ชนิดของแสงที่แตกต่างกันมีผลต่อการตอบสนองทางสัณฐานวิทยาของพืช เช่น การแตกกอ ลำต้นยืดยาว และการชักนำให้ออกดอก (De Salvador *et al*., 2008) นอกจากนี้ พืชที่ปลูกภายใต้แสงที่ความเข้มสูงส่งผลให้พืชสามารถรับแสงเพียงพอสำหรับการพัฒนาของตาเพื่อเจริญขึ้นเป็นหน่อได้ (Gautier *et al*., 1999) เนื่องจากการแตกหน่อจะถูกยับยั้งเมื่อตาหน่อได้รับความเข้มแสงต่ำหรือถูกบดบังแสงด้วยใบส่งผลให้มีการแตกกอน้อย (Smith and Whitelam, 1997)

Table 2 Stem height and number of tillers per plant at 15, 30 and 65 days after transplanted of Kum Bangpra rice grown under different light conditions

Treatments[1/]	Stem height (cm)			Tillers/plant	
	15 days	30 days	60 days	30 days	60 days
1	60.4	89.8	137.2b[2/]	4.9a	11.9a
2	56.3	94.3	147.6ab	2.2b	7.7b
3	58.4	100.6	156.4a	2.3b	5.7bc
4	53.6	93.5	145.6b	2.9b	5.5bc
5	53.9	96.8	158.1a	2.3b	3.5c
F-test	ns	ns	**	*	**
CV (%)	8.5	8.7	4.7	17.5	20.7

* significantly at 0.05 %

** significantly at 0.01 %

ns: not significantly

[1/] T1 (sun light) T2 (LED white: red: blue bulb panel) T3 (white LED HP4F-AL) T4 (LED full spectrum grow board) and T5 (fluorescent)

[2/] In the same column, means followed by a common letter are not significantly different at 0.05 %

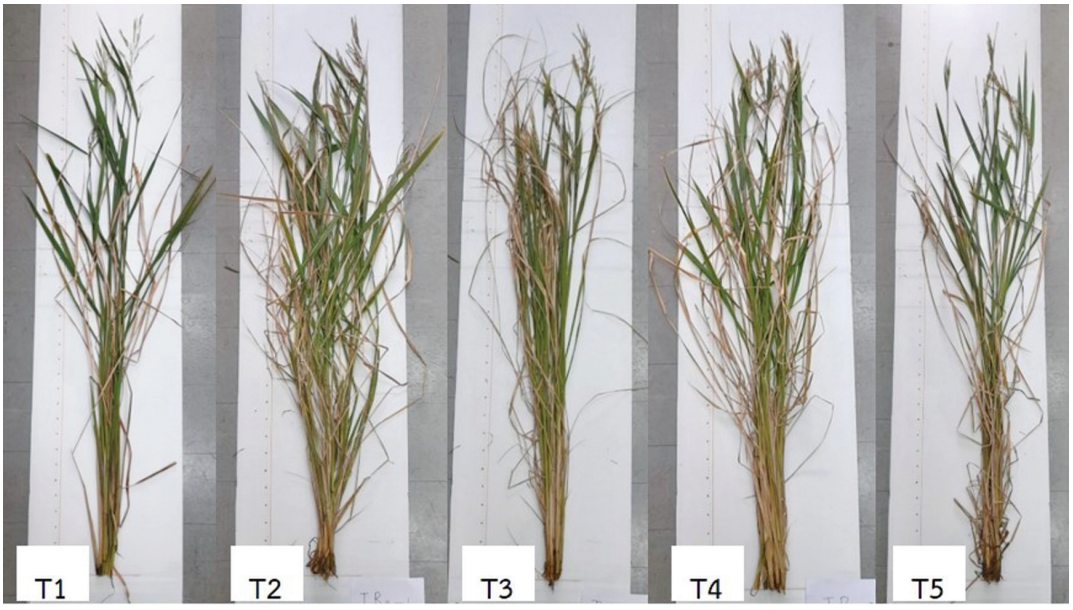

Figure 1 Characteristics of rice plants grown under different light conditions

ความเข้มสีใบของข้าวก่ำบางพระเปรียบเทียบโดยใช้ค่า SPAD ที่ 30 วันหลังปลูก พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดย T2 ให้ความเข้มสีใบสูงที่สุด เท่ากับ 37.9 รองลงมาคือ T3, T4, T5 และ T1 มีความเข้มสีใบเท่ากับ 35.5, 34.8, 34.5 และ 32.2 ตามลำดับ ส่วนความเข้มสีใบ 60 วันหลังปลูก พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นเดียวกัน ข้าวโดย T4 มีความเข้มสีใบสูงที่สุดเท่ากับ 41.2 รองลงมาคือ T3, T5, T1 และ T2 มีความเข้มสีใบเท่ากับ 40.6, 39.9, 39.1 และ 38.6 ตามลำดับ (Table 3) ความเข้มสีใบเป็นตัวบ่งบอกได้ว่าถ้าพืชมีความเข้มสีใบสูงจะมีปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบสูง จากการเปรียบเทียบความเข้มสีใบในสภาพแสงเทียม T3 ซึ่งเป็นแอลอีดีสีขาวมีความเข้มสีใบสูงกว่าแสงอื่น สอดคล้องกับการศึกษาของ Tran and Jung (2017) ที่พบว่าต้นกล้าข้าวที่ได้รับแสงแอลอีดีสีขาวมีปริมาณคลอโรฟิลล์สูงกว่าแสงแอลอีดีสีน้ำเงิน สีเขียว และสีแดง

เมื่อเก็บเกี่ยวข้าวแล้วนำฟางมาชั่งน้ำหนักสด พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยน้ำหนักสดฟางที่ปลูกใน T1 มีน้ำหนักสดฟางมากที่สุดเท่ากับ 252.7 กรัม รองลงมาคือ T2, T3, T5 และ T4 มีน้ำหนักสดฟางเท่ากับ 181.9, 132.4, 64.5 และ 59.0 กรัม ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์หนักฟางแห้งพบว่า T1 ให้น้ำหนักฟางแห้งสูงที่สุดเท่ากับ 74.0 กรัม รองลงมาคือ T2, T3, T4 และ T5 มีน้ำหนักฟางแห้งเท่ากับ 39.2, 29.3, 20.3 และ 16.8 กรัม ตามลำดับ การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตชีวมวลของพืชที่ปลูกภายใต้แสง เกิดจากอัตราการดูดซึมปริมาณไนโตรเจนสุทธิของใบสูงขึ้น ส่งผลต่อองค์ประกอบของกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง (Keiko *et al*., 2006)

ในส่วนของจำนวนเมล็ดรวมและเปอร์เซ็นต์เมล็ดดีต่อกอของข้าวก่ำบางพระหลังเก็บเกี่ยว พบว่า T2 มีจำนวนเมล็ดรวมมากที่สุดเท่ากับ 534.1 เมล็ดต่อกอ แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับ T3 และ T1 ที่มีจำนวนเมล็ดรวมเท่ากับ 503.2 และ 463.6 เมล็ดต่อกอ และ T4 มีจำนวนเมล็ดรวมน้อยที่สุดเท่ากับ 63.2 เมล็ดต่อกอ เมื่อคัดแยกเมล็ดดีออกจากเมล็ดรวมพบว่า T3 มีแนวโน้มที่ให้เมล็ดดีมากกว่ามีค่าเท่ากับ 70.1 เปอร์เซ็นต์ แต่ไม่มีความแตกต่างกันกับ T2 และ T5 ที่มีเมล็ดดีเท่ากับ 54.8 และ 37.7 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และ T1 มีเปอร์เซ็นต์เมล็ดดีน้อยที่สุดเท่ากับ 5.2 เปอร์เซ็นต์ (Table 3 และ Figure 2) เปอร์เซ็นต์เมล็ดดีของ T1 ที่มีค่าต่ำ เนื่องจากปลูกในสภาพแสงธรรมชาติ ทำให้ต้องการน้ำในปริมาณมาก สังเกตได้จากการที่ต้องเติมน้ำบ่อยครั้งขึ้นในระยะ reproductive พบว่าบางวันเติมน้ำในเวลาเช้าพอตกเย็นน้ำแห้ง ซึ่งการขาดน้ำมีผลต่อการเคลื่อนย้ายสารอาหารจากลำต้นและใบไปยังผลผลิต (เมล็ดข้าว) โดยเฉพาะอย่างยิ่งในพวกธัญพืชจะยังคงมีการสังเคราะห์แสงและเคลื่อนย้ายสารอาหารในระยะออกรวง (current photosynthesis) Rahman *et al.* (2002) รายงานว่า การขาดน้ำที่ระยะตั้งท้องและระยะออกดอกมีผลทำให้ค่าดัชนีเก็บเกี่ยวต่ำ และยังมีรายงานว่าการขาดน้ำที่ระยะดังกล่าวส่งผลให้เกิดเมล็ดลีบ (unfilled grain) มาก ทั้งนี้เพราะการเคลื่อนย้ายถ่ายเทสารอาหารมาที่ผลผลิตไม่สมบูรณ์ ส่งผลให้ผลผลิตต่ำ (Wopereis *et al.,* 1996)

ระยะพัฒนาการของข้าวก่ำบางพระที่ปลูกภายใต้สภาพแสงที่แตกต่างกัน 5 ชนิด พบว่า ข้าวที่ปลูกใน T2 มีระยะพัฒนาการเร็วที่สุดคือ ระยะตั้งท้อง 60 วัน ระยะออกดอก 95 วัน และระยะเก็บเกี่ยว 130 วัน ข้าวที่ปลูกใน T1 มีระยะตั้งท้อง

72 วัน ระยะออกดอก 102 วัน และระยะเก็บเกี่ยว 135 วัน ข้าวที่ปลูกใน T3 พบว่า มีระยะตั้งท้อง 65 วัน ระยะออกดอก 96 วัน และระยะเก็บเกี่ยว 130 วัน และ T4 มีระยะตั้งท้อง 70 วัน ระยะออกดอก 98 วัน และระยะเก็บเกี่ยว 132 วัน ส่วนข้าวที่ปลูกใน T5 มีระยะพัฒนาการด้านต่าง ๆ ยาวนานที่สุด (Table 4) มีการศึกษาอายุเก็บเกี่ยวของข้าวก่ำบางพระทั้งในที่ลุ่มและที่ดอนมีอายุเท่ากันที่ 110.60 วัน (Promsomboon and Promsomboon, 2016) ซึ่งเร็วกว่าการทดลองในครั้งนี้ เนื่องจากข้าวก่ำบางพระเป็นข้าวไวแสง ระยะเวลาการได้รับแสงในช่วงวันสั้นจึงมีความสำคัญต่อเวลาการออกดอกและส่งผลต่อการสุกแก่ของข้าว การศึกษาครั้งนี้ได้กำหนดให้ข้าวได้รับช่วงแสงสั้นที่อายุ 60 วันหลังปลูก ซึ่งอาจชักนำการออกดอกที่ล่าช้าและส่งผลให้เกิดการสุกแก่ช้ากว่าปกติ ดังนั้น การปลูกข้าวสายพันธุ์ไวแสงด้วยแสงเทียมต้องคำนึงถึงช่วงแสงที่เหมาะสมกับระยะการพัฒนาของข้าว

Table 3 Chlorophyll, Rice straw and Number of seeds of Kum Bangphra rice grown under different light conditions

Treatments[1/]	Chlorophyll (SPAD)		Straw weight (g)		Number of seeds (seed/hill)	
	30 days	60 days	Fresh	Dry	Total seed	% Good seed
1	32.2	39.1	252.7a	74.0a	463.6ab	5.2bc
2	37.9	38.6	181.9b	39.2b	534.1a	54.8a
3	35.5	40.6	132.4b	29.3bc	503.2a	70.2a
4	34.8	41.2	59.0c	20.3bc	63.2b	19.6b
5	34.5	39.9	64.5c	16.8c	103.2b	37.7ab
F-test	ns	ns	*	**	**	**
CV (%)	7.4	6.6	31.5	36.3	33.6	42.1

* significant at 0.05 %

** significant at 0.01 %

ns: not significantly

[1/] T1 (sun light) T2 (LED white: red: blue bulb panel) T3 (LED white HP4F-AL) T4 (LED full spectrum grow board) and T5 (fluorescent)

[2/] In the same column, means followed by a common letter are not significantly different at the 5 %

Figure 2 Grain characteristics of rice grown under different light conditions

Table 4 Days to Booting stage, flowering stage and harvesting stage of Kum Bangphra rice grown under different lights

Treatments[1/]	Development stages		
	Booting stage (day)	Flowering (day)	Harvesting (day)
1	72	102	135
2	60	95	130
3	65	96	130
4	70	98	132
5	75	96	140

[1/] T1 (sun light) T2 (LED white: red: blue bulb panel) T3 (LED white HP4F-AL) T4 (LED full spectrum grow board) and T5 (fluorescent)

จากผลการศึกษาการปลูกข้าวก่ำบางพระภายใต้สภาพแสงที่แตกต่างกัน พบว่าข้าวสามารถเจริญเติบโตและให้ผลผลิตได้เมื่อปลูกภายใต้แสงเทียม จากการวิเคราะห์ผลการทดลองด้านการเจริญเติบโต มีตัวชี้วัดบางตัวที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับการปลูกข้าวในแสงธรรมชาติ ยิ่งไปกว่านั้นการปลูกข้าวด้วยแสงเทียมโดยเฉพาะใน T3 พบว่ามีผลผลิตที่มีคุณภาพมากกว่าการปลูกข้าวในสภาพอื่น อย่างไรก็ตามแสงเทียมจากหลอดไฟแอลอีดีปลูกพืชสามารถนำไปใช้ทดแทนแสงธรรมชาติเพื่อการปลูกพืชในร่มได้ อย่างเช่นในฤดูฝนที่มีแสงไม่เพียงพอสำหรับการปลูกข้าวในบางพื้นที่ การเลือกชนิดแสงเทียมควรเลือกชนิดของแสงที่ส่งเสริมให้ข้าวมีการเจริญเติบโตและผลผลิตที่มีคุณภาพ

การศึกษาปริมาณอะไมโลส

ในการวิเคราะห์ปริมาณอะไมโลสของข้าวก่ำบางพระที่ปลูกภายใต้แสงต่าง ๆ แสดงใน Table 5 พบว่าข้าวก่ำบางพระ มีปริมาณอะไมโลสอยู่ระหว่าง 18.02-19.32 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีปริมาณอะไมโลสอยู่ในเกณฑ์ระดับต่ำ (low amylose content) โดยสิ่งทดลอง T4 มีปริมาณอะไมโลสมากที่สุดเท่ากับ 19.32 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ T5, T3, T2 และ T1 มีค่าเท่ากับ 19.23, 19.13, 19.04 และ 18.02 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในส่วนของปริมาณอะไมโลเพกทินอยู่ระหว่าง 80.68-81.98 เปอร์เซ็นต์ และอัตราส่วนระหว่างอะไมโลส/อะไมโลเพกทินอยู่ระหว่าง 0.219-0.239

Table 5 Amylose, amylopectin and amylose/amylopectin content in Kum Bangphra rice grown under different light conditions

Treatments[1/]	Amylose (%)	Amylopectin %	Amylose/Amylopectin
T1	18.02	81.98	0.219
T2	19.04	80.96	0.235
T3	19.13	80.87	0.236
T4	19.32	80.68	0.239
T5	19.23	80.77	0.238

[1/] T1 (sun light) T2 (LED white: red: blue bulb panel) T3 (LED white HP4F-AL) T4 (LED full spectrum grow board) and T5 (fluorescent)

สำหรับความแตกต่างของข้าวเจ้า (non-glutinous) และ ข้าวเหนียว (glutinous) สามารถสังเกตได้จากปริมาณของอะไมโลสที่อยู่ในข้าวสายพันธุ์นั้น ๆ โดยเฉพาะข้าวที่มีลักษณะเหนียวนุ่มมักจะมีปริมาณอะไมโลสต่ำ ส่วนข้าวที่มีปริมาณอะไมโลสสูงมักจะมีลักษณะแข็งและร่วน ซึ่งไม่เป็นที่นิยมของผู้บริโภค Coffman and Juliano (1987) ได้แบ่งพันธุ์ข้าวออกเป็น 5 กลุ่ม ตามปริมาณของอะไมโลสคือ (1) ข้าวเหนียวมีปริมาณอะไมโลสอยู่ระหว่าง 1-2 เปอร์เซ็นต์ (2) ข้าวที่มีปริมาณอะไมโลสต่ำมาก (very low amylose content) มีค่าอยู่ระหว่าง 2-12 เปอร์เซ็นต์ (3) ข้าวที่มีปริมาณอะไมโลสระดับต่ำ (low amylose content) มีค่าอยู่ระหว่าง 12-20 เปอร์เซ็นต์ (4) ข้าวที่มีปริมาณอะไมโลสระดับปานกลาง (intermediate amylose content) มีค่าอยู่ระหว่าง 20-25 เปอร์เซ็นต์ และ (5) ข้าวที่มีปริมาณอะไมโลสระดับสูง (high amylose content) มีค่าอยู่ระหว่าง 25-33 เปอร์เซ็นต์ สำหรับผลการวิเคราะห์ปริมาณอะไมโลส ในข้าวก่ำบางพระที่ปลูกภายใต้แสงต่าง ๆ พบว่าสิ่งทดลอง T4 มีปริมาณอะไมโลสมากที่สุด รองลงมาคือ T5, T3, T2 และ T1 ตามลำดับ โดยมีปริมาณอะไมโลสอยู่ระหว่าง 18.02-19.32 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นปริมาณที่อยู่ในเกณฑ์ระดับต่ำ สอดคล้องกับ Promsomboon and Promsomboon (2019) รายงานว่า ข้าวก่ำบางพระเป็นข้าวที่มีปริมาณอะไมโลสในระดับต่ำ จัดอยู่ในประเภทข้าวเจ้าอะไมโลสต่ำ เมื่อหุงสุกจะมีลักษณะนุ่ม-เหนียวและหุงแฉะง่าย (อรอนงค์, 2550)

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาข้าวก่ำบางพระที่ปลูกภายใต้แสง T3 (LED white HP4F-AL) มีการเจริญเติบโตในด้านความสูง จำนวนหน่อต่อกอ น้ำหนักฟาง และจำนวนเมล็ดดี มากที่สูงสุด สำหรับระยะพัฒนาการของข้าวก่ำบางพระพบว่า ข้าวที่ปลูกใน T2 (LED white: red: blue bulb panel) มีระยะพัฒนาการเร็วที่สุดคือ ระยะตั้งท้อง 60 วัน ระยะออกดอก 95 วัน และระยะเก็บเกี่ยว 130 วัน สำหรับการวิเคราะห์ปริมาณอะไมโลสในข้าวก่ำบางพระ พบว่าข้าวก่ำบางพระมีปริมาณอะไมโลสอยู่ระหว่าง

18.02-19.32 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีปริมาณอะไมโลสอยู่ในเกณฑ์ระดับต่ำ

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.) ผู้สนับสนุนทุนวิจัยในปีงบประมาณ พ.ศ. 2563 และขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก สำหรับสถานที่ดำเนินการวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

กรมการข้าว. 2549. องค์ความรู้เรื่องข้าว. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

ศานิต สวัสดิกาญจน์. 2549. การเจริญเติบโตของข้าวในสภาวะที่มีความเข้มแสงต่างกัน. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา. พระนครศรีอยุธยา.

สถาบันวิจัยข้าว. 2544. ความรู้เรื่องข้าว. ฝ่ายถ่ายทอดเทคโนโลยี สถาบันวิจัยข้าว กรมวิชาการเกษตร. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

อรอนงค์ นัยวิกุล. 2550. ข้าว: วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 366 หน้า.

Coffman, W. R. and B. O. Juliano. 1987. Rice. In R. A. Olson, & K. J. Frey. (Eds). Nutritional quality of cereal grains: Genetic and agronomic improvement (vol. 5) (pp.101-131). Madison: American Society of Agronomy.

De Salvador, F.R., G. Scarascia Mugnozza, G. Vox, E. Schettini, M. Mastrorilli, and M. Bou Jaoudé. 2008. Innovative photoselective and photoluminescent plastic films for protected cultivation. Acta Hortic. 801(PART 1): 115-121.

Drozdova, I.S., V.V. Bondar, N.G. Bukhov, A.A. Kotov, L.M. Kotova, S. N. Maevskaya and A.T. Mokronosov. 2001. Effects of light spectral quality on morphogenesis and source-sink relations in radish plants. Russ. J. Plant Physiol. 48: 415-420.

Gautier, H., C. Varlet-Grancher, and L. Hazard. 1999. Tillering responses to the light environment and to defoliation in populations of perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) selected for contrasting leaf length. Ann. Bot. 83: 423-429.

Juliano, B.O., B. Ricardo and G.E. Luiz. 1971. Evaluation of the protein quality and milled rices differing in protein content. J. Agric. Food Chem. 19(5): 1028-1034.

Keiko O.K., M. Ryo, G. Eiji, F. Kazuhiro and K, Kenji. 2006. Growth of rice plants under red light with or without supplemental blue light. Soil Science and Plant Nutrition 52: 444-452.

Kobata, T. and N. Moriwaki. 1990. Grain growth rate as a function of dry matter production rate: An experiment with two rice cultivars under different radiation environments. Jpn. J. Crop Sci. 59: 1-7.

Kobata, T., M. Sugawara and S. Takatu. 2000. Shading during the early grain filling period does not affect potential grain dry mater increase in rice. Agron. J. 92: 411-417.

Li, Q. and C. Kubota. 2009. Effects of supplemental light quality on growth and phytochemicals of baby leaf lettuce. Environ. Exp. Bot. 67: 59-64.

Monostori, I., H. Márk, K. Gábor, R. Marianna, A. Mohamed, B.A. Susan, S. Gabriella, P. Magda, T. Dávid, S.S. Livia, H. Noémi, G. Gábor, and D. Éva. 2018. LED Lighting – Modification of Growth, Metabolism, Yield and Flour Composition in Wheat by Spectral Quality and Intensity. Frontiers in Plant Science. 9 Article 605.

Promsomboon, P., and S. Promsomboon. 2016. Collection and Evaluation of Local Thai Rice Varieties (*Oryza sativa* L.). Journal of Life Sciences 10: 371-374.

Promsomboon, P., and S. Promsomboon. 2019. Environmental responsibility of rice var. Kum Bangpra and riceberry in lowland and upland conditions. International Journal of Agricultural Technology 15: 747-752.

Rahman, M.T. and M.T. Islam. 2002. Effect of water stress at different growth stages on yield and yield contributing characters of transplanted aman rice. Pak. J. Biol. Sci. 5: 169-172.

Smith, H. and G.C. Whitelam. 1997. The shade avoidance syndrome: multiple responses mediated by multiple phytochromes. Plant Cell Environ. 20: 840-844.

Tran, L.H. and S. Jung. 2017. Effects of Light-Emitting Diode Irradiation on Growth Characteristics and Regulation of Porphyrin Biosynthesis in Rice Seedlings. Int. J. Mol. Sci. 18: 641. 1-11.

Wopereis, M.C.S., M.J. Kropff, A.R Maligaya and T.P. Tuong. 1996. Drought-stress responses of two lowland rice cultivars to soil water status. Field Crop Res. 46: 21-39.

Yorio, N.C., G.D. Goins, H.R. Kagie, R.M. Wheeler and J.C. Sager. 2001. Improving spinach, radish, and lettuce growth under red light-emitting diodes (LEDs) with blue light supplementation. Hort. Sci. 36: 380-383.