

ลักษณะทนแล้ง ผลผลิตและสหสัมพันธ์ระหว่างลักษณะทนแล้ง กับผลผลิตของข้าวไร่พันธุ์แนะนำ

Drought Tolerant Traits, Yield and Correlation Between Drought Tolerant Traits and Yield of a Recommended Upland Rice Varieties

สุวัฒน์ อิมวิชิต¹ และธีรวัฒน์ สรรตโยภาส^{2*}

Suwat Imwichit¹ and Teerawat Sarutayophat^{2*}

บทคัดย่อ

ข้าวไร่มักจะให้ผลผลิตต่ำเนื่องจากปริมาณน้ำฝนไม่สม่ำเสมอตลอดฤดูปลูก ลักษณะสรีรวิทยาบางประการอาจสัมพันธ์กับความสามารถในการทนแล้งและการให้ผลผลิตของข้าวที่ปลูกในสภาพไร่ จึงได้ทำ 2 การทดลองเพื่อศึกษาลักษณะสรีรวิทยาที่สัมพันธ์กับการทนแล้ง ผลผลิตและสหสัมพันธ์ระหว่างลักษณะสรีรวิทยาที่สัมพันธ์กับการทนแล้งกับผลผลิตของข้าวไร่ 5 พันธุ์ ประกอบด้วย เหนียวคำลิมผัว ชิวแม่จัน นุสรรา ขุนวางและพญาลิมแกง โดยมี 3 พันธุ์ ได้แก่ IR1552 บาเกียวและข้าวนาสวนพันธุ์ปทุมธานี 1 เป็นพันธุ์เปรียบเทียบ การศึกษาลักษณะสรีรวิทยาที่สัมพันธ์กับการทนแล้ง 4 ลักษณะ คือ ความยาวรากสูงสุด น้ำหนักรากแห้ง สัดส่วนระหว่างน้ำหนักรากแห้ง/น้ำหนักดินแห้งและค่าการสูญเสียไอน้ำผ่านปากใบ (Stomatal Conductant) ที่อายุ 40 วันหลังปลูกในกระถาง ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ 3 ซ้ำ สุ่มบันทึกลักษณะ 10 กอ/หน่วยทดลอง ส่วนการทดลองเปรียบเทียบผลผลิตในสภาพไร่ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ภายในบล็อก 3 ซ้ำ ทดลองในฤดูฝน ปี พ.ศ. 2560 (ศ.ค.-ธ.ค.) สุ่มบันทึกข้อมูลผลการทดลอง 10 กอ/หน่วยทดลอง ผลการทดลองพบว่า ข้าวไร่ทั้ง 5 พันธุ์มีลักษณะที่สัมพันธ์กับการทนแล้งทั้ง 4 ลักษณะ คือว่าข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 กล่าวคือ มีความยาวรากสูงสุด น้ำหนักรากแห้ง สัดส่วนระหว่างน้ำหนักรากแห้ง/น้ำหนักดินแห้ง สูงกว่าพันธุ์ปทุมธานี 1 และมีที่ค่าการสูญเสียไอน้ำผ่านปากใบต่ำกว่าพันธุ์ปทุมธานี 1 นอกจากนี้พบว่า ความยาวรากสูงสุดและสัดส่วนระหว่างน้ำหนักรากแห้ง/น้ำหนักดินแห้งมีสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) กับผลผลิตเป็นบวกอย่างมีนัยสำคัญ โดย r เท่ากับ 0.733** และ 0.565** ตามลำดับ

คำสำคัญ: ลักษณะสัมพันธ์กับการทนแล้ง ผลผลิต สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ข้าวไร่

¹ นักศึกษาปริญญาโท ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

² ผศ.ดร., ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

¹ Graduate Student, Department of Plant Production Technology, Faculty of Agricultural Technology, King Mongkut's Institute of Technology Chaokuntaharn Ladkrabang, Bangkok, 10520

² Asst. Prof. Dr., Department of Plant Production Technology, Faculty of Agricultural Technology, King Mongkut's Institute of Technology Chaokuntaharn Ladkrabang, Bangkok, 10520

* Corresponding author: Tel.:0869567064 E-mail address: teerawat.sa@kmitl.ac.th

(Received: April 21, 2020; Revised: May 21, 2020; Accepted: May 26, 2020)

Abstract

Upland rice usually produces relative low yield due to an erratic rainfall throughout growing season. Some physiological traits may associate with drought tolerant capacity and yield productivity in upland condition. Two experiments were conducted to study the physiological traits that associate to drought tolerant, yield, and correlation between drought tolerant traits and yield of 5 upland rice varieties as follow: Niew Dum Luem Phua, Sew Mae Jan, Noot Sara, Khun Wang, and Pa-yah Leum Gaeng with 3 check varieties; IR1552, Baguio, and Pathum Thani 1. Four drought tolerant associated traits; longest root, root dry weight, root/shoot dry weight ratio and stomatal conductant at 40-days after sowing were studied in plastic pots. A completely randomized design with 3 replications was used; data were sampling recorded for 10 hills/experimental unit. While yield trial on unbound upland environment was carried out in rainy season, 2017 (August - December), a randomized complete block design (RCBD) with 3 replications was used, and data were sampling recorded for 10 hills/unit. Four drought tolerant related physiological traits of all 5 upland rice varieties were better than Pathum Thani 1, with higher longest root, root dry weight, root/shoot dry weight ratio than Pathum Thani 1 meanwhile the stomatal conductivity was lower than Pathum Thani 1. Correlation Coefficient (r) between longest root and root/shoot dry weight ratio to grain yield were significantly positive at which (r) were 0.733** and 0.565**, respectively.

Keywords: Drought Tolerant Relate Traits, Yield, Correlation Coefficient, Upland Rice

บทนำ

ข้าว (*Oryza Sativa* L.) เป็นพืชที่มีความสำคัญต่อเศรษฐกิจของประเทศไทย โดยในแต่ละปีประเทศไทยผลิตข้าวได้ประมาณ 19.5-20.0 ล้านตันข้าวสาร [1] และมากกว่าครึ่งของปริมาณผลผลิตที่ได้ส่งออกจำหน่ายในตลาดต่างประเทศ โดยในปี พ.ศ. 2560-2561 ประเทศไทยส่งข้าวสารออกไปขายต่างประเทศประมาณ 11 ล้านตัน/ปี มูลค่า 175,160.8-182,082.0 ล้านบาท/ปี [2] แต่ผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับประเทศคู่แข่งในตลาดค้าข้าว กล่าวคือ ชาวนาปลูกข้าวได้ผลผลิตเฉลี่ยเพียง 472 กก./ไร่ [1] ขณะที่ข้าวไร่ให้ผลผลิตเฉลี่ย 210-400 กก./ไร่ [3] สาเหตุที่ข้าวไร่มีผลผลิตต่ำและปริมาณผลผลิตมีความแปรปรวนสูงเนื่องจากการกระทบแล้งในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่งระหว่างการเจริญเติบโตในสภาพไร่ก่อให้เกิดความเสียหายต่อผลผลิตเป็นประจำทุกปี ในบางปีเกษตรกรอาจไม่ได้ผลผลิตหากประสบภาวะฝนทิ้งช่วงเป็นเวลานาน Pharwong, J., et al. [4] รายงานว่าสถานะแล้งมีโอกาสดังขึ้นทุกช่วงระยะการเจริญเติบโต และในช่วงที่ข้าวกำลังพัฒนาช่อรวง-ระยะสร้างน้ำหนักรากในเมล็ดจะส่งผลกระทบต่อผลผลิตมาก โดยเฉพาะในระยะการผสมเกสร Srividhya, A., et al. [5] รายงานว่า ผลกระทบแล้งอาจทำให้ผลผลิตข้าวเสียหาย 15-50 % ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับระดับความรุนแรงของการขาดน้ำและระยะการเจริญเติบโต ขณะที่ข้าวขาดน้ำ MacMillan, K., et al. [6] รายงานว่าการเจริญเติบโตและพัฒนาการของรากเป็นปัจจัยสำคัญที่สุดในการปรับตัวของพืชต่อสถานะแห้งแล้งเนื่องจากรากเป็นอวัยวะที่พืชทุกชนิดใช้สำหรับการดูดน้ำและธาตุอาหารเพื่อเลี้ยงส่วนต่างๆ ของลำต้น ขณะที่ Kanbar, A., et al. [7] รายงานว่า ความยาวรากยาวสุด และน้ำหนักรากแห้ง มีความสัมพันธ์กับความสามารถในการทนแล้งของข้าวไร่ ทั้งนี้ข้าวไร่ส่วนใหญ่จะมีระบบรากลึก ยาวและมีขนาดใหญ่

จึงทนแล้งได้ดีกว่าข้าวนาสวนที่มีระบบรากตื้น Phonwong, K., et al. [8] ศึกษาลักษณะรากเปรียบเทียบกับระหว่างข้าวไร่กับข้าวนาสวน รายงานว่า ข้าวไร่พันธุ์พญาลิ้มแถมมีจำนวนรากลึก (45.0 ราก/กอ) สูงกว่าข้าวนาสวนพันธุ์ กข 49 (19.0 ราก/กอ) Pushpam, R., et al. [9] ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะรากกับความสามารถทนแล้งและผลผลิตของข้าวไร่ รายงานว่าความหนาและความลึกของรากมีความสัมพันธ์สูงมากกับความสามารถทนแล้งของข้าวไร่ การลดความเสียหายจากภาวะการขาดน้ำหรือกระทบแล้ง วิธีหนึ่งที่จัดการได้ง่ายและต้นทุนต่ำคือ การใช้ข้าวพันธุ์ทนแล้ง

คณะผู้วิจัยจึงทำการทดลองเพื่อประเมินความสามารถในการทนแล้ง ศักยภาพการให้ผลผลิตและสหสัมพันธ์ระหว่างลักษณะที่สัมพันธ์กับการทนแล้งกับผลผลิตของข้าวไร่พันธุ์พื้นเมืองและพันธุ์แนะนำเพื่อประกอบการแนะนำพันธุ์ข้าวไร่ในเขตอาศัยน้ำฝน และเพื่อประเมินลักษณะที่อาจใช้เป็นเกณฑ์ในการคัดเลือก-ปรับปรุงพันธุ์ข้าวไร่ให้ทนต่อสภาพการขาดน้ำหรือทนแล้งเพิ่มขึ้น

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีดำเนินการ

1. วัสดุอุปกรณ์

ข้าวไร่พันธุ์ที่กรมการข้าวแนะนำและพันธุ์พื้นเมืองดีเด่นจำนวน 5 พันธุ์ดังนี้ เหนียวดำลิ้มข้าวแม่จัน นุสรา ขุนวาง และพญาลิ้มแถม พันธุ์เปรียบเทียบได้แก่ IR1552 และบาเกียว เป็นพันธุ์ทนแล้งมาตรฐาน และพันธุ์ปทุมธานี 1 เป็นข้าวนาสวน-ไม่ทนแล้ง [10]

2. วิธีการทดลอง

ทำการทดลอง 2 การทดลองแยกกัน มีรายละเอียดดังนี้

2.1 การศึกษาลักษณะที่สัมพันธ์กับความสามารถในการทนแล้งของข้าวไร่เปรียบเทียบกับพันธุ์ทนแล้งมาตรฐาน ทำการทดลองต้นฤดูฝนปี พ.ศ. 2560 อาศัยน้ำฝน (ส.ค.-ก.ย.) ที่คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design; CRD) จำนวน 3 ซ้ำ ปลูกทดลองด้วยเมล็ดข้าวออกในกระถางเส้นผ่าศูนย์กลาง 14 นิ้ว ที่ใส่ดินผสมระหว่างดินร่วนเหนียว: ดินทราย: ดินใบก้ามปู (*Samenca sp.*) อัตราส่วน 1:1:1 จำนวน 20 กก./กระถาง ปลูกเมล็ดงอก 3 เมล็ด/หลุม 3 หลุม/กระถาง จำนวน 5 กระถาง/หน่วยทดลอง หลังต้นกล้าอายุ 14 วัน ถอนให้เหลือ 1 ต้น/หลุม ใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 25 กก./ไร่ (3.125 กก./กระถาง) หลังปลูก 15 วัน และสูตร 46-0-0 อัตรา 10 กก./ไร่ (1.25 กก./กระถาง) หลังปลูก 30 วัน และเมื่อข้าวมีอายุ 40 วัน หลังปลูก สุ่มบันทึกค่าการไหลของน้ำผ่านปากใบ (Stomatal Conductant) จากใบที่ 2 นับจากใบยอดที่แผ่ขยายเต็มที่ของลำต้นหลัก ตรวจวัดในช่วงเวลา 10:00–12:00 ด้วยเครื่อง Steady State Porometer รุ่น LI-1600 จากนั้นใช้น้ำฉีดล้างรากและบันทึกความยาวราก น้ำหนักราก-ต้นสด และนำไปอบที่อุณหภูมิ 80°C เป็นเวลา 72 ชั่วโมง แล้วบันทึกน้ำหนักราก-ต้นรากแห้งจำนวน 10 กอ/หน่วยทดลอง

2.2 ทดสอบผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตในสภาพไร่ ปลูกทดสอบผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตในสภาพไร่ ที่แปลงทดลองของคณะเกษตรศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก จังหวัดชลบุรี ลักษณะดินร่วนทราย ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มภายในบล็อก (Randomized Completely Block Design; RCBD) จำนวน 3 ซ้ำ ปลูกด้วยเมล็ดข้าวแห้ง 8-10 เมล็ด/หลุม ระยะปลูก 25 x 25 ซม. จำนวน 12 หลุม/แถว 5 แถว/หน่วยทดลอง หลังข้าวงอก 2 สัปดาห์ถอนแยกให้เหลือ 5 ต้น/หลุม ใส่ปุ๋ย 3 ครั้ง 1) สูตร 15-15-15 อัตรา 25 กก./ไร่ หลังข้าวงอก 18-21 วัน 2) สูตร 16-16-8

อัตรา 20 กก./ไร่ หลังใส่ปุ๋ยครั้งแรก 28-30 วัน และ 3) สูตร 46-0-0 อัตรา 10 กก./ไร่ หลังใส่ปุ๋ยครั้งที่ 2 ประมาณ 25-30 วัน ใช้จอบตากกำจัดวัชพืชพร้อมกับการใส่ปุ๋ยรวม 3 ครั้ง ทำการทดลองในฤดูฝนปี พ.ศ. 2560 (2 ส.ค.-20 ธ.ค.) อาศัยน้ำฝนตามธรรมชาติและให้น้ำเสริมเฉพาะกรณีฝนทิ้งช่วงต่อเนื่องเกิน 10 วัน คือในวันที่ 11 จะทำการให้น้ำเสริม สุ่มบันทึกการเจริญเติบโต ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต จาก 3 แถวกลาง จำนวน 10 กอ/หน่วยทดลอง

3. การวิเคราะห์ข้อมูลผลการทดลอง

วิเคราะห์ข้อมูลผลการทดลองด้วยโปรแกรม R และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

ผลการวิจัยและอภิปรายผลการวิจัย

1. ลักษณะรากและการไหลของน้ำผ่านปากใบ

ลักษณะรากและการคายระเหยน้ำผ่านทางปากใบที่สัมพันธ์กับการทนแล้ง 4 ลักษณะ ประกอบด้วย ความยาวรากมากที่สุด น้ำหนักรากแห้ง สัดส่วนระหว่างน้ำหนักรากแห้ง/น้ำหนักต้นแห้ง และค่าการไหลของน้ำผ่านปากใบของข้าวไร่ 5 พันธุ์ เปรียบเทียบกับพันธุ์บาเกียว IR1552 และข้าวนาสวนพันธุ์ปทุมธานี 1 ผลการทดลองพบว่า ความยาวรากสูงสุด น้ำหนักรากแห้ง สัดส่วนระหว่างน้ำหนักรากแห้ง/น้ำหนักต้นแห้ง และค่าการไหลของน้ำผ่านปากใบที่อายุ 40 วันหลังปลูก มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยบาเกียว รากยาวมากที่สุด 50.00 ซม. แตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับพันธุ์อื่น ๆ และในกลุ่มข้าวไร่ 5 พันธุ์ พบว่าขุนวาง มีรากยาวมากที่สุด 43.23 ซม. ยาวกว่าข้าวไร่พันธุ์อื่นๆ ที่มีความยาวรากมากที่สุดระหว่าง 23.63-43.23 ซม. ขณะที่ข้าวนาสวนพันธุ์ปทุมธานี 1 มีรากยาวมากที่สุด 28.93 ซม. (ตารางที่ 1)

การเจริญเติบโตของรากวัดในรูปน้ำหนักรากแห้งพบว่า ข้าวไร่नुสรา เหนียวคำลิ้มผัว และขุนวาง มีน้ำหนักรากแห้ง 24.59-25.48 กรัม/กอ มีแนวโน้มสูงกว่า 3 พันธุ์เปรียบเทียบ ที่มีน้ำหนักรากแห้งระหว่าง 19.30-21.41 กรัม/กอ โดยชีวแม่จัน มีน้ำหนักรากแห้งต่ำที่สุด 15.14 กรัม/กอ (ตารางที่ 1) แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับพันธุ์เปรียบเทียบ ทั้งนี้ Narenut, K., *et al.* [11] รายงานว่าน้ำหนักแห้งของรากสามารถใช้เป็นเกณฑ์ในการประเมินและคัดเลือกพันธุ์ข้าวไร่ทนแล้ง

สัดส่วนระหว่างน้ำหนักรากแห้ง/น้ำหนักต้นแห้ง เป็นลักษณะสรีระวิทยาสำคัญอีกลักษณะที่สัมพันธ์กับความสามารถทนแล้งของพันธุ์ข้าว โดยข้าวพันธุ์ที่มีสัดส่วนน้ำหนักรากแห้ง/น้ำหนักต้นแห้งสูง มีแนวโน้มทนแล้งได้ดีกว่าพันธุ์ที่มีสัดส่วนน้ำหนักรากแห้ง/น้ำหนักต้นแห้งต่ำ [9] ผลการทดลองพบว่า บาเกียมีสัดส่วนน้ำหนักรากแห้ง/น้ำหนักต้นแห้งที่สูงที่สุด 0.61 แต่ไม่แตกต่างทางสถิติจาก IR1552 ขุนวาง และ เหนียวคำลิ้มผัวที่มีสัดส่วนน้ำหนักรากแห้ง/น้ำหนักต้นแห้งรองลงมา 0.54 0.51 และ 0.49 ตามลำดับ พญาลิ้มแอง มีสัดส่วนน้ำหนักรากแห้ง/น้ำหนักต้นแห้งน้อยที่สุด 0.38 แต่ไม่แตกต่างทางสถิติ จากปทุมธานี 1 ที่มีสัดส่วน น้ำหนักรากแห้ง/น้ำหนักต้นแห้ง 0.42 (ตารางที่ 1)

ค่าการไหลของน้ำผ่านปากใบเป็นค่าที่บ่งบอกปริมาณน้ำที่มีการสูญเสียโดยการคายระเหยผ่านทางปากใบ ด้วยเหตุนี้พันธุ์พืชชนิดใดก็ตามที่มีการสูญเสียน้ำผ่านช่องทางปากใบต่ำ จัดเป็นพันธุ์ที่ปรับตัว ต่อสภาวะขาดน้ำได้ดีหรือทนแล้งได้ดีกว่าพันธุ์ที่มีค่าการสูญเสียน้ำทางปากใบสูง [12] ผลการทดลองพบว่า บาเกียว IR1552 และขุนวาง มีการสูญเสียน้ำไม่แตกต่างทางสถิติ (1.39, 1.41 และ 1.43 ตามลำดับ) แต่น้อยกว่า

($p < 0.01$) การสูญเสียของข้าวพันธุ์อื่นๆ ที่มีการสูญเสียน้ำทางปากใบ 1.52-1.78 มิลลิโมล/ตารางเมตร/วินาที (ตารางที่ 1) ลักษณะรากและการไหลของน้ำผ่านปากใบที่สัมพันธ์กับการทนแล้ง 4 ลักษณะในแต่ละพันธุ์ให้ผลสอดคล้องกัน แสดงให้เห็นว่าบาเกีย IR1552 และขุนวาง เป็นพันธุ์ข้าวที่ทนแล้งได้ดีกว่าหรือปรับตัวต่อสภาวะน้ำน้อยได้ดีกว่าพันธุ์อื่นๆ และพบว่าข้าวไร่ทั้ง 5 พันธุ์ แสดงลักษณะที่สัมพันธ์กับการทนแล้งดีกว่าข้าวนาสวนพันธุ์ปทุมธานี 1

ตารางที่ 1 ลักษณะรากและค่าการสูญเสียน้ำผ่านปากใบของข้าวไร่ 5 พันธุ์ เปรียบเทียบกับ IR1552, บาเกีย และปทุมธานี 1

พันธุ์ข้าวไร่	ความยาวราก สูงสุด (เซนติเมตร)	น้ำหนักรากแห้ง (กรัม/กอ)	สัดส่วนระหว่างน้ำ หนักรากแห้ง/ต้นแห้ง	ค่าการสูญเสียน้ำ ผ่านทางปากใบ มิลลิโมล/ตารางเมตร/ วินาที
IR1552	44.13 ^b	20.48 ^{ab}	0.54 ^{ab}	1.41 ^c
บาเกีย	50.00 ^a	21.41 ^{ab}	0.61 ^a	1.39 ^c
เหนียวคำลิ้มผัว	23.63 ^f	25.06 ^a	0.49 ^{abc}	1.78 ^a
ชีวมะจัน	34.03 ^{cd}	15.14 ^b	0.44 ^{bc}	1.52 ^d
นุสรุ	29.50 ^{de}	25.48 ^a	0.45 ^{bc}	1.61 ^c
ขุนวาง	43.23 ^b	24.59 ^a	0.51 ^{abc}	1.43 ^c
พญาลิ้มแกง	35.00 ^c	18.80 ^{ab}	0.38 ^c	1.71 ^b
ปทุมธานี 1	28.93 ^e	19.30 ^{ab}	0.42 ^{bc}	1.73 ^b
F-test	**	**	**	**
C.V. (%)	8.02	21.07	18.02	1.24

อักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กในสมมติเดียวกันต่างกัน แสดงว่าแตกต่างกันทางสถิติจากการเปรียบเทียบโดยวิธี DMRT

** = แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

2. การเจริญเติบโตของข้าวในสภาพไร่

ผลการทดลอง พบว่า ข้าว 8 พันธุ์ที่ร่วมทดสอบมีความสูงลำต้นและน้ำหนักฟางแห้งแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 2) ซึ่งความสูงลำต้นส่วนหนึ่งเป็นลักษณะประจำพันธุ์ IR1552 เป็นพันธุ์ต้นเตี้ย มีความสูง 59.10 ซม. ส่วนข้าวไร่ทั้ง 5 พันธุ์ ลำต้นสูงปานกลาง 87.30 -102.66 ซม. ซึ่งลักษณะต้นเตี้ย-สูงปานกลางเป็นลักษณะดี มีความทนทานต่อการหักล้มได้ดีกว่าข้าวพันธุ์ต้นสูง กลุ่มข้าวไร่พบว่า พญาลิ้มแกง ต้นเตี้ย (87.30 ซม.) กว่าพันธุ์อื่นๆ โดยมีลำต้นสูงไม่แตกต่างกันทางสถิติจากปทุมธานี 1 ที่สูง 83.23 ซม. อย่างไรก็ตาม Rice Department [3] รายงานว่าข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 มีลำต้นสูง 104-133 ซม. แสดงว่าสภาพแวดล้อมมีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของลำต้น โดยเฉพาะข้าวนาสวนพันธุ์ปทุมธานี 1 เมื่อปลูกใน

สภาพไร่พบว่ามีการเจริญเติบโตลดลง ส่วนน้ำหนักฟางแห้ง พบว่าบาเกียว มีน้ำหนักฟางแห้งสูงที่สุด (65.72 กรัม/กอ) รองลงมาคือ ชิวแม่จัน นุสรา ขุนวาง และพญาลิ้มแกง มีน้ำหนักฟางแห้งไม่แตกต่างทางสถิติจากบาเกียว 56.24 55.63 48.12 และ 46.98 กรัม/กอ ตามลำดับ โดยปทุมธานี 1 มีน้ำหนักฟางแห้งน้อยที่สุด 28.85 กรัม/กอ ผลการทดลองพบว่าน้ำหนักฟางแห้งแปรปรวนตามความสูงลำต้นและการแตกกอซึ่งวัดจากจำนวนรวง/กอ (ตารางที่ 2)

3. องค์ประกอบผลผลิต

การทดสอบผลผลิตในสภาพไร่ ดินร่วนทราย ไม่มีคันดินเพื่อการกักเก็บน้ำ ผลการทดสอบพบว่าพันธุ์ข้าวที่ร่วมทดสอบมีจำนวนรวง/กอ ความยาวรวง (ตารางที่ 2) จำนวนเมล็ด/รวง จำนวนเมล็ดดี/รวง เปอร์เซ็นต์ข้าวเต็มเมล็ดและน้ำหนักข้าวเปลือก 1,000 เมล็ด (ตารางที่ 3) แตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดยพันธุ์ปทุมธานี 1 มีจำนวนรวง/กอ น้อยที่สุด (5.86 รวง/กอ) ขณะที่บาเกียวและIR1552 ซึ่งเป็นพันธุ์ทนแล้งแตกกอดีมีจำนวนรวง 31.06 และ 21.20 รวง/กอ ตามลำดับ ในกลุ่มข้าวไร่ 5 พันธุ์ เหนียวคำลิ้มผัวแตกกอดีที่สุด 15.80 รวง/กอ รองลงมาคือ พญาลิ้มแกง (13.60 รวง/กอ) ส่วนชิวแม่จัน นุสราและขุนวางแตกกอ 8.80-9.66 รวง/กอ

ความยาวรวงของข้าวไร่ 5 พันธุ์ใกล้เคียงกัน 24.93-29.70 ซม. จำนวนดอกแปรปรวนระหว่าง 103.36-196.23 ดอก/รวง และจำนวนเมล็ดข้าวเต็มเมล็ด 75.69-164.74 เมล็ด/รวง โดยชิวแม่จัน จำนวนดอก 196.23 ดอก/รวง และจำนวนเมล็ด 164.74 เมล็ด/รวง สูงสุดและสูงกว่าทุกพันธุ์ ขณะที่ปทุมธานี 1 มีความยาวรวง 23.13 ซม. และ IR1552 ความยาวรวงสั้นที่สุด 20.63 ซม. และการที่รวงสั้นทำให้ IR1552 มีจำนวนดอก/ช่อ ดอก น้อยที่สุดเพียง 94.31 ดอก/รวง และจำนวนเมล็ดข้าวเต็มเมล็ด 68.84 เมล็ด/รวง ส่วนปทุมธานี 1 ความยาวรวงค่อนข้างสั้น (23.13 ซม.) แต่จำนวนดอกมาก 119.65 ดอก/รวง และข้าวมีเมล็ดข้าวเต็มเมล็ด 93.74 เมล็ด/รวง ส่วนเปอร์เซ็นต์ข้าวเต็มเมล็ดพบว่า แปรปรวนระหว่าง 68.74-92.06 % โดยขุนวางมีเปอร์เซ็นต์ข้าวเต็มเมล็ดสูงสุด 92.06 % รองลงมาคือ บาเกียว (84.23 %) และชิวแม่จัน (83.95 %) ซึ่งพันธุ์ที่มีเปอร์เซ็นต์ข้าวเต็มเมล็ดสูงมากกว่า 80 % แสดงว่าได้รับผลกระทบจากภาวะแล้งหลังการผสมเกสรน้อย และพบว่าเหนียวคำลิ้มผัวเป็นข้าวไร่ที่มีน้ำหนักเมล็ดมากหรือเมล็ดมีขนาดใหญ่ น้ำหนัก 35.96 กรัม/1,000 เมล็ด สูงกว่าพันธุ์อื่นๆ แตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p < 0.01$)

4. ผลผลิต

ผลการทดลองพบว่า พันธุ์ข้าวที่ร่วมทดสอบให้ผลผลิตแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยบาเกียวให้ผลผลิตสูงสุด 139.12 กรัม/กอ สูงกว่าพันธุ์อื่นทุกพันธุ์ รองลงมาคือ พญาลิ้มแกง และIR1552 ผลผลิต 78.67 และ 72.52 กรัม/กอตตามลำดับและปทุมธานี 1 ให้ผลผลิตต่ำสุด 35.86 กรัม/กอ แสดงว่าผลผลิตแปรปรวนตามจำนวนรวง/กอ และจำนวนข้าวเต็มเมล็ด/รวง ทำให้พันธุ์บาเกียวที่แตกกอดี มีหน่อออกรวงได้มาก 31.06 รวง/กอ จำนวนข้าวเต็มเมล็ด 105.44 เมล็ด/รวง ให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์ พญาลิ้มแกง ซึ่งให้ผลผลิตรองลงมา จำนวนรวง 13.60 รวง/กอ จำนวนข้าวเต็มเมล็ด 113.02 เมล็ด/รวงส่วน IR1552 ให้ผลผลิตสูงเป็นอันดับ 3 (72.52 กรัม/กอ) แม้ว่าจำนวนข้าวเต็มเมล็ด/รวงจะน้อย (68.84 เมล็ด/รวง) แต่ IR1552 แตกกอดีมาก สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Junsawang, N. [13] ที่รายงานว่าจำนวนหน่อ/กอและจำนวนเมล็ด/รวงมีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลผลิตของประชากรข้าวไร่ผสมกลับครั้งที่ 2 อย่างมีนัยสำคัญ ข้าวไร่ที่ให้ผลผลิตรองลงมาจากพญาลิ้มแกง คือเหนียวคำลิ้มผัว ชิวแม่จัน ขุนวาง และนุสรา ผลผลิต 55.76 54.75 49.20 และ 42.13 กรัม/กอ ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าปทุมธานี 1 ที่ให้ผลผลิต 35.86 กรัม/กอ

ตารางที่ 2 ความสูงต้น, น้ำหนักฟางแห้ง, จำนวนรวง/กอ และความยาวรวง ของข้าวไร่ 5 พันธุ์ เปรียบเทียบกับ IR1552, บาเกียว และปทุมธานี 1 ฤดูฝน (สิงหาคม-ธันวาคม), 2560.

พันธุ์ข้าวไร่	ความสูงต้น (เซนติเมตร)	น้ำหนักฟางแห้ง (กรัม/กอ)	จำนวนรวง/กอ	ความยาวรวง (เซนติเมตร)
IR1552	59.10 ^d	40.51 ^{bc}	21.20 ^b	20.63 ^d
บาเกียว	97.06 ^b	65.72 ^a	31.06 ^a	24.09 ^{bc}
เหนียวคำลิ้มผัว	97.46 ^b	41.16 ^{bc}	15.80 ^{bc}	25.65 ^b
ชีวมแม่จัน	97.83 ^{ab}	56.24 ^{ab}	8.80 ^{de}	25.82 ^b
นุสรรา	98.80 ^{ab}	55.63 ^{ab}	9.66 ^{cde}	29.70 ^a
ขุนวาง	102.66 ^a	48.12 ^{abc}	9.06 ^{dc}	24.93 ^{bc}
พญาลิมาแกง	87.30 ^c	46.98 ^{abc}	13.60 ^{cd}	25.09 ^{bc}
ปทุมธานี 1	83.23 ^c	28.85 ^c	5.86 ^e	23.13 ^c
F-test	**	*	**	**
C.V. (%)	3.22	18.23	25.95	5.21

อักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กในสดมภ์เดียวกันต่างกัน แสดงว่าแตกต่างกันทางสถิติจากการเปรียบเทียบโดยวิธี DMRT

** = แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 99% * = แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 3 ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของข้าวไร่ 5 พันธุ์ เปรียบเทียบกับ IR1552, บาเกียว และปทุมธานี 1 ฤดูฝน (สิงหาคม-ธันวาคม), 2560.

พันธุ์ข้าวไร่	จำนวน เมล็ด/รวง	จำนวน เมล็ดดี/รวง	เปอร์เซ็นต์ข้าว เต็มเมล็ด (%)	น้ำหนัก1,000 เมล็ด (กรัม)	ผลผลิต (กรัม/กอ)
IR1552	94.31 ^c	68.84 ^c	72.99 ^d	23.23 ^{cd}	72.52 ^b
บาเกียว	125.18 ^{bc}	105.44 ^{bc}	84.23 ^{ab}	27.36 ^{bc}	139.12 ^a
เหนียวคำลิ้มผัว	138.09 ^{bc}	107.52 ^{bc}	77.86 ^{bcd}	35.96 ^a	55.76 ^c
ชีวมแม่จัน	196.23 ^a	164.74 ^a	83.95 ^{abc}	22.76 ^{cd}	54.75 ^c
นุสรรา	103.36 ^{bc}	75.69 ^{bc}	73.22 ^{cd}	21.33 ^d	42.13 ^d
ขุนวาง	124.00 ^{bc}	114.16 ^b	92.06 ^a	30.60 ^b	49.20 ^{cd}
พญาลิมาแกง	143.53 ^b	113.02 ^b	78.74 ^d	27.36 ^{bc}	78.67 ^b
ปทุมธานี 1	119.65 ^{bc}	93.74 ^{bc}	78.35 ^{bcd}	24.46 ^{cd}	35.86 ^e

ตารางที่ 3 ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของข้าวไร่ 5 พันธุ์ เปรียบเทียบกับ IR1552, นาเกียว และปทุมธานี 1 ฤดูฝน (สิงหาคม-ธันวาคม), 2560. (ต่อ)

พันธุ์ข้าวไร่	จำนวน เมล็ด/รวง	จำนวน เมล็ดดี/รวง	เปอร์เซ็นต์ข้าว เต็มเมล็ด (%)	น้ำหนัก1,000 เมล็ด (กรัม)	ผลผลิต (กรัม/กอ)
F-test	**	**	**	**	**
C.V. (%)	20.82	24.91	8.07	7.86	15.93

อักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กในสดมภ์เดียวกันต่างกัน แสดงว่าแตกต่างกันทางสถิติจากการเปรียบเทียบโดยวิธี DMRT

** = แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

5. สหสัมพันธ์ระหว่างลักษณะการทนแล้งกับผลผลิต

ความยาวรากสูงสุด การเจริญเติบโตของรากวัดในรูปน้ำหนักรากแห้ง และสัดส่วนการเจริญเติบโตระหว่างราก/ลำต้นวัดในรูปสัดส่วนระหว่างน้ำหนักรากแห้ง/น้ำหนักต้นแห้ง เป็นลักษณะสรีระวิทยาที่สัมพันธ์กับการทนแล้ง [14-15] การสูญเสียน้ำผ่านทางปากใบโดยการคายระเหยเป็นดัชนีชี้วัดการทนแล้งที่สำคัญอีกอย่างหนึ่ง [12] โดยพันธุ์ที่มีการคายระเหยน้อยเป็นพันธุ์ที่มีประสิทธิภาพการใช้น้ำสูงและทนต่อความแห้งแล้งหรือทนต่อการขาดน้ำได้ดีกว่าพันธุ์ที่คายระเหยน้ำที่มากกว่าในสภาพแวดล้อมเดียวกัน ผลการศึกษาพบว่า ความยาวรากสูงสุด มีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลผลิตมากที่สุด คือ มีสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) เท่ากับ 0.733** สัดส่วนระหว่างน้ำหนักรากแห้ง/น้ำหนักต้นแห้งมีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลผลิตรองลงมา ($r = 0.565^*$) และการสูญเสียน้ำผ่านทางปากใบมีความสัมพันธ์ทางลบกับผลผลิตอย่างมีนัยสำคัญ ($r = -0.487^*$) ขณะที่น้ำหนักรากแห้งมีความสัมพันธ์ทางลบกับผลผลิตเล็กน้อย ($r = -0.285$) (ตารางที่4) ผลการทดลองแสดงว่าสามารถใช้ความยาวรากสูงสุด สัดส่วนระหว่างน้ำหนักรากแห้ง/น้ำหนักต้นแห้ง และค่าการสูญเสียน้ำทางปากใบเป็นเกณฑ์ในการประเมินความสามารถทนแล้งและผลผลิตของข้าวไร่ที่ปลูกในสภาพไร่ได้

ตารางที่ 4 สหสัมพันธ์ระหว่างลักษณะทนแล้งกับผลผลิตของข้าวไร่ 5 พันธุ์

Characters	LGR	RW	RS	ST
GY	0.733**	-0.285	0.565	-0.487
LGR		-0.285	0.655	-0.204
RW			0.565**	0.265
RS				-0.487*
ST				

** = แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 99% * = แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%
ผลผลิต (GY), ความยาวรากสูงสุด (LGR), น้ำหนักรากแห้ง (RW), สัดส่วนระหว่างน้ำหนักรากแห้ง/น้ำหนักต้นแห้ง (RS), และการสูญเสียน้ำผ่านทางปากใบ (ST)

สรุปผลการทดลอง

1. ข้าวไร่พันธุ์ขุนวางมีลักษณะทนแล้งดีกว่าข้าวไร่พันธุ์อื่น ๆ เนื่องจากมีรากยาวที่สุด สดส่วนระหว่างน้ำหนักรากแห้ง/น้ำหนักดินแห้งสูงกว่า และมีการสูญเสียน้ำผ่านทางปากใบน้อยกว่าข้าวไร่พันธุ์อื่น ๆ
2. ความยาวรากสูงสุดและสัดส่วนระหว่างน้ำหนักรากแห้ง/น้ำหนักดินแห้งมีความสัมพันธ์ทางบวกกับการให้ผลผลิตของข้าวไร่ที่ปลูกในสภาพไร่อย่างมีนัยสำคัญ และการสูญเสียน้ำผ่านทางปากใบมีความสัมพันธ์ทางลบกับการให้ผลผลิตของข้าวไร่อย่างมีนัยสำคัญ

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากเงินรายได้ของคณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังและได้รับความอนุเคราะห์ให้ใช้พื้นที่ทดลองจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก วิทยาเขตบางพระ จังหวัดชลบุรี นอกจากนี้คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ น.ส.นัฏฐวรรณ บุญบานวยริยวัฒน์ วิทยารมภ์ น.ส.สุดาวรรณ วงศ์ยาไชย น.ส.สุมาลี จันทร์ผล น.ส.สุวิดา เกิดเล็ก น.ส.ชนนิกานต์ ราชวัตร น.ส.จุฑามาศ วงษ์สวัสดิ์ น.ส.จรัญญา แยกสวัสดิ์ ที่มีส่วนช่วยอย่างมากสำหรับการเก็บบันทึกข้อมูลผลการทดลอง

References

- [1] Office of Agricultural Economics. (2019). *Rice production 2017/18* (Online). Retrieved 10 January 2019, from <http://www.oae.go.th/download/prcai/DryCrop/majorrice/3-60.pdf>.
- [2] Thai Rice Exporters Association. (2019). *Guidelines for FTA treatments 2018-2019* (Online). Retrieved 9 December 2019, from <http://www.thairiceexporters.or.th/export%20by%20country%202019.html>.
- [3] Rice Department. (2019). *Rice varieties* (Online). Retrieved 26 February 2019, from <http://www.ricethailand.go.th/Rkb/varieties/index.php.html>.
- [4] Pharwong, J., Jongdee, B., Panwan, G., & Laohasiriwong, S. (2012). Validation for drought tolerance genotypes in SURIN1 backcross introgression lines. *Khon Kaen Agriculture Journal*, 40, 229–236.
- [5] Srividhya, A., Vemireddy, L.R., Sridhar, S., Jayaprada, M., Ramanarao, P.V., Hariprasad, A.S., Reddy, H.K., Anuradha, G., & Siddiq, E. (2011). Molecular mapping of QTLs for yield and its components under two water supply conditions in rice (*Oryza sativa* L.). *Journal of Crop Science and Biotechnology*, 14(1), 45–56.
- [6] MacMillan, K., Emrich, K., Piepho, H.P., Mullins, C.E., & Price, A.H. (2006). Assessing the importance of genotype x environment interaction for root traits in rice using a mapping population II: conventional QTL analysis. *Theoretical and Applied Genetics Technology*, 113(5), 953–964.
- [7] Kanbar, A., Toorchi, M., & Shashidhar, H.E. (2009). Relationship between root and yield morphological characters in rainfed low land rice (*Oryza sativa* L.). *Cereal Research Communications*, 37(2), 261–268.

- [8] Phonwong, K., Sreewongchai, T., & Sripichitt, P. (2018). Phenotypic evaluation of root traits in F_2 progenies from cross between lowland and upland rice. *Thai Journal of Science and Technology*, 7(5), 471–480.
- [9] Pushpam, R., Manonmani, S., Varthini, V.N., & Robin, S. (2018). Studies on yield, root characters related to drought tolerance and their association in upland rice genotypes. *Electronic Journal of Plant Breeding*, 9(3), 856–862.
- [10] Rice Department. (2019). *Rice varieties: Pathum Thani 1* (Online). Retrieved 15 March 2019, from <http://www.ricethailand.go.th/Rkb/varieties/index.php-file=content.php&id=67.html>.
- [11] Narenut, K., Songsri, P., Pattanagul, W., & Sanitchon, J. (2013). Early drought tolerance evaluation of indigenous upland rice germplasm. *Khon Kaen Agriculture Journal*, 41(1), 663–647.
- [12] Sakuntong, Y., Thopurin, D., Madee, P., Theerakulpisut, P., Sanitchon, J., & Lontom, W. (2014). Leaf gas exchange, water status and electrolyte leakage of Luempua cultivar (*Oryza sativa* L.) under water deficit at seedling stage. In *The 3rd National Rice Conference*. 158–161. September 11-12, 2014, The Miracle Grand Convention Hotel. Bangkok: Thailand.
- [13] Junsawang, N., Sawatsri, N., Phengkaew, K., & Soonsuwon, W. (2019). Correlation and path analysis in $BC_2 F_2$ population of upland rice (*Oryza sativa* L.). *Songklanakarin Journal of Plant Science*, 6(1), 2–6.
- [14] Haider, Z., Khan, A.S., & Zia, S. (2012). Correlation and path coefficient analysis of yield components in rice (*Oryza sativa* L.) under simulated drought stress condition. *American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Science*, 12(1), 100–104.
- [15] Mohankumar, M.V., Sheshshayee, M.S., Rajanna, M.P., & Udayakumar, M. (2011). Correlation and path analysis of drought tolerance traits on grain yield in rice germplasm accessions. *ARP Journal of Agricultural and Biological Science*, 6(7), 70–75.