

ผลของน้ำท่วมฉับพลันต่อการเจริญเติบโตและการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางสรีรวิทยา บางประการของข้าวไทยในระยะแตกกอ

Effects of Flash Flood on Growth and Some Physiological Changes in Thai Rice at Tillering Stage

วรรัตน์ ชมชาติ¹, และ เทพสุดา รุ่งรัตน์^{1*}

Worarat Chomchat¹, and Tepsuda Rungrat^{1*}

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของการศึกษานี้ เพื่อศึกษาผลกระทบของน้ำท่วมฉับพลันต่อการเจริญเติบโตและลักษณะทางสรีรวิทยาบางประการของข้าวในระยะแตกกอเต็มที่ โดยทำการวางแผนการทดลองแบบ 2 x 6 factorial in Completely Randomize Design (CRD) โดยมีปัจจัยแรกคือรูปแบบการปลูก มีสองระดับคือ สภาวะปกติ (ระดับน้ำสูง 2-5 เซนติเมตร เหนือผิวดิน) และ สภาวะน้ำท่วมฉับพลัน (จำลองสภาพน้ำท่วมเหนือยอดข้าว 10 เซนติเมตร) ปัจจัยที่สองคือพันธุ์ข้าว มี 6 พันธุ์ ได้แก่ ข้าวหอมชลสิทธิ์ (Chonlasit), พิษณุโลก 2 (PSL2) ปทุมธานี 1 (PT1), กข51 (RD51), กข61 (RD61) และ ข้าวขาวดอกมะลิ 105 (KDML105) ผลการทดลองพบว่า สภาวะน้ำท่วมมีต่อการเพิ่มความสูงและเปอร์เซ็นต์การยืดตัวของข้าวทุกพันธุ์ แต่ลดค่าความเขียวใบในข้าวทุกพันธุ์ และลดค่าสัมประสิทธิ์การสังเคราะห์แสง (Fv/Fm) ของข้าวพันธุ์ Chonlasit RD51 และ KDML105 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่ออยู่ในสภาวะน้ำท่วมฉับพลันเป็นเวลา 10 วัน จากผลการทดลองระดับความทนทานน้ำท่วมในระยะแตกกอเต็มที่ พบว่า ข้าวพันธุ์ Chonlasit และ RD51 มีระดับความทนทานน้ำท่วมฉับพลันสูง ในขณะที่พันธุ์ PSL2 PT1 และ RD61 แสดงประสิทธิภาพความทนน้ำท่วมอยู่ในระดับทนทาน และ KDML105 อยู่ในระดับทนทานปานกลาง ผลการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าการใช้เทคนิคคลอโรฟิลล์ฟลูออเรสเซนซ์ (chlorophyll fluorescence) เพื่อประเมินค่าประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงในสภาวะน้ำท่วม สามารถนำมาประยุกต์ใช้เพื่อการประเมินพันธุ์ข้าวทนน้ำท่วมฉับพลันได้

คำสำคัญ: ข้าว, ประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสง, ทนน้ำท่วมฉับพลัน

Abstract

The objective of this study is to investigate the impact of flash flooding to the growth and some physiological parameters at tillering stage. The experimental design was conducted in 2 x 6 factorial in Completely Randomize Design (CRD). The first factor was growth conditions which was consist of control and submergence. The second factor was

¹ ภาควิชาวิทยาศาสตร์การเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก 65000

¹Department of Agricultural science, Faculty of Agriculture Natural Resources and Environment, Naresuan University, 65000, Thailand

*Corresponding author: tepsudar@nu.ac.th

rice varieties including Chonlasit, Phitsanulok 2 (PSL2), Pathum Thani 1 (PT1), RD51, RD61 and KDML105. The results showed that flash flood condition had affected on growth and development to all rice varieties by increasing plant height and elongation, whereas decreased in leaf greenness (SPAD unit) in all varieties, and decrease in maximum quantum efficiency of PSII photochemistry (Fv/Fm) in Chonlasit, RD15 and KDML105 significantly after submerged for 10 days. Chonlasit and RD51 are grouped as high tolerance varieties, while PSL2, PT1 and RD61 were categories as tolerate variety. The KDML105 was moderate tolerance variety. The results presented here suggested that chlorophyll fluorescence measurement can be used as a technique to evaluate flash flood tolerance in Thai rice variety.

Keywords: Rice, Quantum efficiency of PSII, Flash flood tolerance

บทนำ

ข้าว (*Oryza sativa* L.) จัดเป็นพืชอาหารหลักของประเทศไทย ทั้งการผลิตเพื่อบริโภคภายในประเทศ และส่งออกยังต่างประเทศ อีกทั้งยังเป็นพืชอาหารที่มีความสำคัญอันดับต้นๆ ของโลก การปลูกข้าวในประเทศไทยมีการกระจายตัวอยู่ทั่วทุกพื้นที่ ทั้งในเขตพื้นที่ชลประทาน และในเขตพื้นที่อาศัยแหล่งน้ำตามธรรมชาติ ซึ่ง 70% ของพื้นที่ปลูกทั้งหมด เป็นที่ราบต่ำ แม้ประเทศไทยจะเป็นประเทศหนึ่งที่มีการส่งออกข้าวเป็นอันดับต้นๆ ของโลก แต่ปริมาณผลผลิตข้าวต่อไร่ ยังอยู่ในเกณฑ์ต่ำ ในปีการเพาะปลูก 2561/2562 ผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่อยู่ที่ 475 กิโลกรัมต่อไร่ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2563) ทั้งนี้อาจเป็นเพราะเกษตรกรประสบกับปัญหาภัยธรรมชาติ เนื่องมาจากสภาวะโลกร้อน ซึ่งส่งผลให้ผลผลิตข้าวลดปริมาณลงอย่างมีนัยสำคัญ การเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศนี้ยังส่งผลให้การกระจายตัวของปริมาณน้ำฝนไม่สม่ำเสมอ ทำให้เกิดน้ำท่วมฉับพลัน (flash-flood) ในบางพื้นที่ และมีการระบาดของโรคและแมลงเพิ่มมากขึ้น (Toojinda *et al.*, 2005; Wassamann *et al.*, 2009)

ปัจจุบันการเกิดปัญหาน้ำท่วมฉับพลันในประเทศไทยจัดเป็นหนึ่งในปัญหาสำคัญของพื้นที่ปลูกข้าวในเขตพื้นที่ราบลุ่ม ซึ่งส่งผลกระทบต่อการทำงานของเกษตรกรอย่างมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในปีที่มีปริมาณน้ำฝนมากเกินความต้องการ ส่งผลให้เกิดน้ำท่วมแบบฉับพลัน และสามารถสร้างความเสียหายต่อข้าวได้ในทุกระยะการเจริญเติบโต ตั้งแต่ต้นกล้าจนถึงระยะการให้ผลผลิต โดยสามารถส่งผลให้ผลผลิตข้าวลดลงสูงถึง 50% (Devender and Mittra, 1985; Mongon *et al.*, 2017) สำหรับประเทศไทยพบว่าพื้นที่ปลูกข้าวประมาณ 70% ที่มีโอกาสประสบปัญหาน้ำท่วม เนื่องจากเป็นพื้นที่ราบต่ำ และไม่มีระบบการระบายน้ำที่ดีพอ ประกอบกับมีปริมาณฝนตกที่หนักถึงหนักมากในบางปี ส่งผลให้เกิดน้ำท่วมฉับพลัน ซึ่งสร้างความเสียหายต่อผลผลิตข้าวเป็นอย่างมาก

เมื่อพืชต้องอยู่ภายใต้สภาวะน้ำท่วม พืชบางชนิดสามารถสร้างขึ้นฟองอากาศ (leaf gas film) หรือ ชั้นฟองอากาศเคลือบแผ่นใบได้ การมีชั้นฟองอากาศเคลือบแผ่นใบเมื่อพืชอยู่ใต้น้ำนั้นสามารถช่วยให้พืชเกิดการแลกเปลี่ยนก๊าซ ออกซิเจน และคาร์บอนไดออกไซด์ เพื่อนำไปใช้ในกระบวนการสังเคราะห์แสง และกระบวนการหายใจของพืช การศึกษาการเกิดชั้นฟองอากาศในข้าวแสดงให้เห็นถึงกระบวนการหายใจในที่มีดโดยใช้ ออกซิเจน ที่มีอยู่ในฟองอากาศเคลือบที่แผ่นใบในสภาวะน้ำท่วม และกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงในเวลากลางวัน โดยใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่มีอยู่ในฟองอากาศ ได้อย่างปกติ เมื่อ

เปรียบเทียบกับพันธุ์ข้าวที่ไม่สามารถสร้างชั้นฟองอากาศได้ นอกจากนี้ยังพบว่า เมื่อทำการเอาฟองอากาศที่เคลือบแผ่นใบออก มีผลให้สัดส่วนของการสังเคราะห์แสงลดลงถึง 20% อีกทั้งการเจริญเติบโตยังลดลงอีกด้วย (Pedersen *et al.*, 2009) ปัจจุบันเป็นที่ยอมรับว่าการเกิดลักษณะชั้นฟองอากาศภายใต้สภาวะน้ำท่วม นั้น เป็นปัจจัยหนึ่งที่สำคัญที่มีผลต่อประสิทธิภาพความทนทานต่อน้ำท่วม การมีลักษณะแบบ hydrophobic ในใบข้าวบางพันธุ์ ส่งผลให้เมื่อข้าวอยู่ใต้น้ำจะมีชั้นฟองอากาศบางๆ กันระหว่างใบข้าว และน้ำ การเกิดขึ้นของชั้นฟองอากาศเคลือบแผ่นใบนั้น ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ ได้แก่ สายพันธุ์ และสภาพแวดล้อม

การศึกษาปฏิกิริยาคลอโรฟิลล์ฟลูออเรสเซนซ์ (chlorophyll fluorescence) เป็นการวัดการเปลี่ยนแปลงปฏิกิริยาแสงของพืช (light reaction) ในระบบแสง 2 (photosystem II, PSII) และสามารถใช้อธิบายการส่งผ่านอิเล็กตรอนของกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง (Misra *et al.*, 2012; นงลักษณ์ พยัคฆศิรินาวัน และคณะ, 2014) ในพืชสีเขียวนั้นสามารถบ่งบอกถึงประสิทธิภาพการสังเคราะห์ด้วยแสง และการทำงานของ PS II ความสมบูรณ์ของพืชนั้นๆ และสภาวะเครียดจากปัจจัยต่างๆ ในพืชได้ (Krause and Weis, 1991; Pedrós *et al.*, 2008; Baker, 2008; Rungrat *et al.*, 2016) การใช้เทคนิคการวิเคราะห์ค่า chlorophyll fluorescence เพื่อการประเมินศักยภาพของต้นพืช โดยเฉพาะอย่างยิ่งภายใต้สภาวะเครียดแบบต่างๆ นอกจากนี้การวัดค่า chlorophyll fluorescence สามารถทำได้โดยไม่ทำลายตัวอย่างในระหว่างการศึกษาข้อมูล

ดังนั้นการศึกษานี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการสร้างชั้นฟองอากาศเคลือบแผ่นใบข้าว ในข้าวไทยจำนวน 5 พันธุ์เปรียบเทียบกับพันธุ์ทมน้ำท่วม โดยจำลองสภาวะน้ำท่วมในระยะแตกกอเต็มที่เป็นเวลา 10 วัน รวมถึงการประเมินประสิทธิภาพการใช้แสงของข้าว (Fv/Fm) และค่าความเขียวใบภายหลังจากน้ำลด เพื่อเป็นประโยชน์ต่อการศึกษาลักษณะการทนน้ำท่วมเพื่อนำไปใช้ในการปรับปรุงพันธุ์ข้าวทมน้ำท่วมต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

การเตรียมตัวอย่างพืช

นำเมล็ดข้าวทั้ง 6 พันธุ์ ได้แก่ ขาวดอกมะลิ 105 หอมชลสิทธิ์ พิษณุโลก 2 ปทุมธานี 1 กข 51 และ กข 61 โดยใช้พันธุ์ Chonlasit เป็นพันธุ์เปรียบเทียบกับทมน้ำท่วม และพันธุ์ KDML105 เป็นพันธุ์อ่อนแอเปรียบเทียบ แขน้ำทิ้งไว้ 1 คืน แล้วนำมาเพาะในถาดหลุม เมื่อข้าวมีอายุได้ 25 วัน ทำการย้ายปลูกลง กระถางพลาสติกกันปิด ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกปากกระถาง 30 cm ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายในกระถาง 17.5 cm ความสูง 22 cm ที่บรรจุดินจากแปลงวิจัย คณะเกษตรศาสตร์ ม.นเรศวร ปริมาณ 5 kg/กระถาง ทำการปลูกจำนวน 1 ต้น/กระถาง ใส่ธาตุอาหารเพิ่มเติมเพื่อให้ดินมีความอุดมสมบูรณ์ ใน อัตราส่วนดังนี้ 100 mg N, 50 mg P และ 50 mg K ต่อดิน 1 kg โดยใช้ปุ๋ยสูตร 46-0-0 ในอัตรา 176 mg/ดิน 1 kg ปุ๋ยสูตร 18-46-0 ในอัตรา 108 mg/ดิน 1 kg และปุ๋ยสูตร 0-0-60 ในอัตรา 83 mg/ดิน 1 kg แบ่งใส่จำนวน 2 ครั้ง ครั้งละเท่าๆกัน โดยใส่เมื่อข้าวมีอายุได้ 30 วัน และ 60 วัน หลังย้ายปลูก

การวัดประสิทธิภาพของการใช้แสง (Fv/Fm) การวัดค่าความเขียวใบพืช (SPAD)

การวัดค่าประสิทธิภาพการใช้แสงในใบข้าว (maximum quantum efficiency of PSII photochemistry, Fv/Fm) และค่าความเขียวใบพืช (SPAD) โดยทำการวัดค่าที่ใบอ่อนที่แผ่เต็มที่ (youngest fully expanded leaf) ที่ระยะกลางใบ ในชุดควบคุม และชุดทดสอบ (ต้นข้าวขึ้นจากน้ำ) มาวัดค่าประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงด้วยเครื่อง ด้วยเครื่อง PAR fluoro meter (PAR-FluorPen; FP 100-Max-LM-D/USB, PSI®, Gzece Republic) โดยก่อนทำการวัดค่า chlorophyll fluorescence ต้นพืชจะถูกนำไปไว้ในที่มืด (dark-adapted) เป็นเวลา 30 นาที ทำการวัดค่าประสิทธิภาพการใช้แสง (Fv/Fm) ในช่วงเวลา 13:00 – 15:00 น. จากนั้นวัดค่าความเขียวใบ (leaf greenness) ด้วยเครื่องมือวัดปริมาณคลอโรฟิลล์ (hand-held SPAD-502 chlorophyll meter, Konica minolta®, Japan การวัดค่าประสิทธิภาพการใช้แสงและค่าความเขียวใบพืชจำนวน 5 ซ้ำในแต่ละต้น

การประเมินความทนทานต่อน้ำท่วมในระยะแตกกอเต็มที่

เมื่อต้นข้าวอยู่ในระยะแตกกอเต็มที่ ดำเนินการจำลองสภาวะน้ำท่วม โดยวางแผนการทดลองแบบ Factorial in Completely Randomized Design (CRD) โดยมีปัจจัยแรกคือสภาพการปลูก มี 2 ระดับคือต้นข้าวในชุดควบคุมที่ปลูกในสภาวะปกติ คือการรักษาระดับน้ำในกระถางให้มีความสูง 2-5 cm เหนือผิวดิน และต้นข้าวที่ปลูกในสภาวะจำลองสภาวะน้ำท่วม คือการจำลองสภาวะน้ำท่วมฉับพลันโดยให้ระดับน้ำสูงกว่ายอดข้าว 10 cm ในช่วงการทดลอง และปัจจัยที่ 2 คือ พันธุ์ข้าว จำนวน 6 พันธุ์ ทำการทดลอง 5 ซ้ำ ทำการย้ายต้นข้าวชุดทดสอบลงในอ่างพลาสติกโดยรักษาระดับน้ำให้ท่วมต้นข้าว 10 cm เป็นเวลา 10 วัน วัดความสูงของต้นข้าว เปรียบเทียบการยืดตัว ประเมินความทนทานโดยนับจำนวนหน่อทั้งหมดก่อนน้ำท่วม และหลังน้ำขึ้นจากน้ำทันที ดัง Table 1

Table 1 Standard evaluation system of rice for submergence tolerance

Scale	Submergence tolerance	
	% death of tiller	Tolerance level
1	death of tiller < 10 %	high tolerance (HT)
2-3	death of tiller 10-30 %	tolerance (T)
4-5	death of tiller 30 -50 %	moderate tolerance (MT)
6	death of tiller 50 – 60 %	moderate susceptible (MS)
7-8	death of tiller 60 – 80 %	susceptible (S)
9	death of tiller > 80 %	high susceptible (HS)

Adapted from STANDARD Evaluation System of Rice, SES (IRRI, 2002)

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติโดยเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยใช้โปรแกรม R และ R Studio (RStudio Team, 2019)

ผลและวิจารณ์

การเจริญเติบโตและอัตราการยืดตัว

จากผลการทดลองพบว่า เมื่อนำต้นข้าวที่อยู่ในระยะแตกกอเต็มที่ ไปทดสอบในสภาพจำลองน้ำท่วมเป็นเวลา 10 วัน ความสูงของต้นข้าวทั้ง 6 พันธุ์เพิ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.01$) เมื่อเปรียบเทียบกับต้นข้าวที่อยู่ในสภาวะปกติ พันธุ์ข้าวที่มีการยืดตัวสูงมากที่สุดในสภาวะน้ำท่วมมากที่สุดคือ KDML105 ความสูงอยู่ที่ 91.65 cm พันธุ์ข้าวที่มีความสูงต้นน้อยที่สุดเมื่ออยู่ในสภาวะน้ำท่วมคือ PT1 มีความสูงเฉลี่ย 77.38 cm (Figure 1a) เมื่อเปรียบเทียบลักษณะเปอร์เซ็นต์การยืดตัวของลำต้น (% elongation) พบว่าพันธุ์ที่มีค่าน้อยที่สุดคือ Chonlasit และ PSL2 ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์การยืดตัวของลำต้นเท่ากับ 23.12 % และ 22.18 % ตามลำดับ พันธุ์ KDML105 และ PT1 มีเปอร์เซ็นต์การยืดตัวสูงที่สุดคือ 43.01 % และ 43.92% ตามลำดับ (Figure 1b) เปอร์เซ็นต์การยืดตัวสามารถใช้เป็นข้อบ่งชี้ของการปรับตัวของข้าวเพื่อให้อยู่รอดภายใต้สภาวะน้ำท่วม เนื่องจากต้นข้าวได้ใช้คาร์โบไฮเดรตที่สะสมไว้ เพื่อสร้างพลังงานสำหรับการยืดตัวทางลำต้น เพื่อให้ต้นข้าวได้มีกระบวนการการสังเคราะห์ด้วยแสงได้ดีขึ้น (Pedersen *et al.*, 2009) เปอร์เซ็นต์การยืดตัวดังกล่าวจะมีผลทำให้ต้นข้าวมีความทนทานต่อสภาวะน้ำท่วมได้น้อยลงตามไปด้วย เนื่องจากต้นข้าวได้ใช้พลังงานที่สะสมไว้สำหรับการยืดตัว มีผลทำให้เมื่อน้ำลด ต้นข้าวพันธุ์ดังกล่าวมีอัตราการฟื้นตัวที่ต่ำ ซึ่งตรงกันข้ามกับพันธุ์ข้าวที่ไม่มีการยืดตัวหรือมีเปอร์เซ็นต์การยืดตัวน้อย ซึ่งเป็นข้อบ่งชี้ของลักษณะการทนทานต่อน้ำท่วมแบบฉับพลัน โดยพืชจะมีการสะสมพลังงานไว้ใช้เมื่อน้ำลด และนำพลังงานดังกล่าวไปใช้สำหรับการฟื้นตัว (Ram *et al.*, 2002; Jackson and Ram, 2003)

ผลของสภาวะน้ำท่วมต่อการเปลี่ยนแปลงของคลอโรฟิลล์และประสิทธิภาพการใช้แสง (Fv/Fm)

จากการวิเคราะห์หาปริมาณคลอโรฟิลล์ของใบข้าวในชุดควบคุม และชุดจำลองสภาวะน้ำท่วมในข้าวทั้ง 6 พันธุ์ (Table 2) โดยใช้เครื่อง Chlorophyll meter ซึ่งให้หน่วยการวัดเป็น SPAD Unit นั้น พบว่า ค่าความเขียวใบข้าวในชุดควบคุม ในข้าวทั้ง 6 พันธุ์มีค่าระหว่าง 34.16 – 38.30 SPAD Unit มีค่ามากกว่าในชุดจำลองสภาวะน้ำท่วมเป็นเวลา แต่ไม่แตกต่างทางสถิติ ยกเว้น KDML105 โดยมีค่าระหว่าง 32.51 – 37.03 SPAD Unit แสดงว่าเมื่อต้นข้าวอยู่ในสภาวะน้ำท่วมนั้น ปริมาณแสงที่ส่งผ่านมายังใบข้าวลดลง ทำให้ความสามารถในการสังเคราะห์ด้วยแสงของข้าวลดลง ส่งผลให้ค่าความเขียวใบข้าวลดลงตามไปด้วย และจากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า มีความแปรปรวนในลักษณะค่าความเขียวใบภายใต้สภาวะน้ำท่วมที่พบในแต่ละพันธุ์

ผลการศึกษาลักษณะประสิทธิภาพการใช้แสง (Fv/Fm) (Table 2) ซึ่งเป็นการวัดค่าคลอโรฟิลล์ฟลูออเรสเซนซ์ โดยการวัดการตอบสนองทางสรีรวิทยาของพืชที่เกิดจากสภาวะเครียดเนื่องจากสภาวะแวดล้อม (environmental stress) ซึ่งแสดงถึงความสามารถของ photosystem II (PSII) (Baker, 2008; Maxwell and Johnson, 2000) พบว่า ค่าเฉลี่ย Fv/Fm มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) ระหว่างทรีตเมนต์ และมีความแตกต่างระหว่างปฏิสัมพันธ์ของพันธุ์ข้าวและทรีตเมนต์ ($p < 0.05$) แต่ไม่พบความแตกต่างทางสถิติระหว่างพันธุ์ข้าวทั้ง 6 พันธุ์ ต้นข้าวที่ปลูกในสภาวะปกติมีค่าเฉลี่ย Fv/Fm ระหว่าง 0.70 – 0.73 ซึ่งบ่งบอกว่าต้นข้าวมีความอุดมสมบูรณ์ เมื่อต้นข้าวอยู่ในสภาวะน้ำท่วมเป็นเวลา 10 วัน พบว่าค่า Fv/Fm ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 0.58 – 0.70 ทั้งนี้ พันธุ์ที่มีค่า Fv/Fm ลดลงมากที่สุดคือพันธุ์ PT1 รองลงมาคือ PSL2 และ

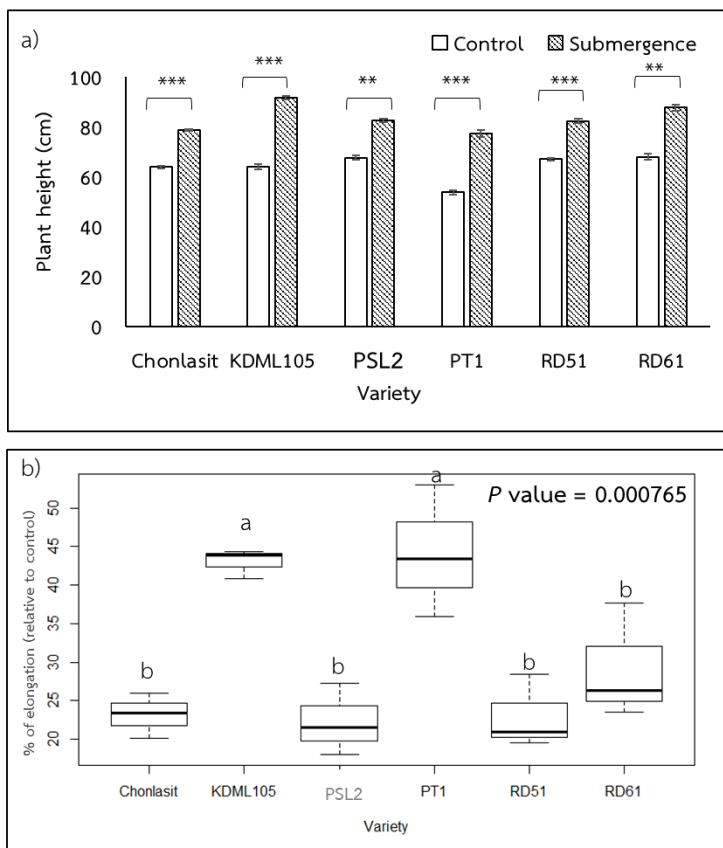


Figure 1 The average of plant height (cm) of six varieties under control and submergence condition (a). The percentage of plant elongation from original (relative to control) of each varieties (b). Data present mean SE, $n=5$. **, *** indicates significant differences at $p \leq 0.05$, and $p \leq 0.01$, respectively

RD61 ตามลำดับ ค่า F_v/F_m ที่ลดลงในแต่ละพันธุ์แสดงถึงสภาวะเครียดที่ต้นข้าวได้รับเนื่องจากอยู่ภายใต้สภาวะน้ำท่วมเป็นเวลานาน อย่างไรก็ตามข้าวพันธุ์ chonlasit และ RD51 เป็นพันธุ์ข้าวที่มีความทนน้ำท่วม ซึ่งสอดคล้องกับค่า F_v/F_m ที่ลดลงซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติ แสดงให้เห็นว่าพันธุ์ดังกล่าวมีความทนทานต่อสภาวะน้ำท่วม ส่งผลให้ค่าประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงไม่มีความแตกต่างทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับสภาวะควบคุม ส่วนพันธุ์ KDML105 ที่แสดงค่า F_v/F_m ลดลงแต่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อาจเป็นเพราะมีการปรับตัวโดยการยืดท่อน้ำต้นเพื่อให้มีประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงได้ใกล้เคียงกับสภาพปกติมากที่สุด

ความทนทานน้ำท่วมฉับพลัน

การประเมินความทนทานน้ำท่วมฉับพลันในระยะแตกกอเต็มที่พบว่า ข้าวทั้ง 6 พันธุ์มีเปอร์เซ็นต์หน่อตายแตกต่างกัน โดยมีต้นหน่อตายเมื่ออยู่ภายใต้สภาวะน้ำท่วมเป็นเวลา 10 วัน อยู่ระหว่าง 6.38% – 32.0% (แสดงดัง Table 3) โดยพบว่าพันธุ์ที่มีเปอร์เซ็นต์ต้นหน่อตายน้อยที่สุด ซึ่งจัด

อยู่ในระดับความทนทานมากที่สุด (HT) คือ พันธุ์ Chonlasit และ RD51 เช่นเดียวกับรายงานการวิจัยของ Siangliw *et al.* (2003) และ Toojinda *et al.* (2003) ที่ได้นำยีนทนน้ำท่วมจากข้าวพันธุ์ FR13A, IR49830 และ IR57514 มาผสมกับข้าวขาวดอกมะลิ 105 ได้เป็นข้าวหอมชลสิทธิ์ (Chonlasit) และ RD51 ซึ่งมีความสามารถในการทนน้ำท่วมฉับพลัน ส่วนพันธุ์ที่จัดอยู่ในระดับทนทาน (T) ได้แก่ พันธุ์ PSL2 PT1 และ RD61 ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์หน่อตายระหว่าง 14.03% – 20.95% ส่วนพันธุ์ KDML105 มีระดับความทนทานปานกลาง (MT) มีค่าเปอร์เซ็นต์หน่อตายเท่ากับ 32 %

Table 2 The statistical results of SPAD value and Fv/Fm of six rice varieties grown under control and submergence condition. P-value are given for “variety”, “condition”, and “variety x condition”; n.s. = not significant; * = p-value ≤ 0.05; ** = p-value ≤ 0.01.

Variety	SPAD		F-test	Fv/Fm		F-test
	Control	Submergence		Control	Submergence	
Chonlasit	38.30±0.76	37.03±2.19	n.s.	0.72±0.02	0.68±0.04	n.s.
PSL2	36.96±2.26	36.03±0.69	n.s.	0.73±0.01	0.58±0.04	*
PT1	36.53±2.49	33.72±2.36	n.s.	0.73±0.04	0.56±0.08	*
RD51	37.63±1.92	34.54±0.35	n.s.	0.70±0.02	0.64±0.07	n.s.
RD61	34.16±1.12	32.51±1.75	n.s.	0.71±0.06	0.62±0.02	*
KDML105	38.17±1.50	33.92±2.6	*	0.70±0.05	0.70±0.01	n.s.
F-test						
Variety		*			n.s.	
Condition		**			**	
Variety x Condition		n.s.			*	
CV%		4.82			4.86	

Table 3 Submergence tolerance and % death of tiller of six rice varieties after submerged for 10 days.

Variety	% death of tiller	Scale	Tolerant level
Chonlasit	6.38	2	HT
PSL2	14.03	2	T
PT1	20.95	3	T
RD51	3.36	1	HT
RD61	14.49	2	T
KDML105	32.0	4	MT

สรุป

สภาวะน้ำท่วมแบบฉับพลันส่งผลให้ต้นข้าวมีการยืดตัวทางลำต้นที่สูงขึ้น มีประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงลดลง และมีผลต่อค่าความเขียวใบลดลงเมื่อเทียบกับชุดควบคุม ในข้าวทั้ง 6 พันธุ์ ข้าวพันธุ์

Chonlasit และ RD51 มีระดับความทนทานน้ำท่วมฉับพลันสูง ในขณะที่พันธุ์ PSL2 PT1 และ RD61 แสดงประสิทธิภาพความทนทานน้ำท่วมอยู่ในระดับทนทาน และ KDML105 อยู่ในระดับทนทานปานกลาง ความทนทานน้ำท่วมฉับพลัน เปอร์เซ็นต์การยืดตัว ประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสง และค่าความเขียวใบ ในข้าวแต่ละพันธุ์นั้นมีความแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับลักษณะทางพันธุกรรมของแต่ละพันธุ์

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณคณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร ที่ให้การสนับสนุนและเอื้อเฟื้อสถานที่ อุปกรณ์ในการดำเนินการวิจัยครั้งนี้ และขอขอบพระคุณศูนย์วิจัยข้าวจังหวัดพิษณุโลกที่อนุเคราะห์เมล็ดพันธุ์ข้าวสำหรับการทำวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- นงลักษณ์ พยัคฆศิริณาวิน, อุบล ชินวัง, และสุวัฒน์ วีระพงษ์นาร. (2014). การประยุกต์ใช้เทคนิค คลอโรฟิลล์ฟลูออเรสเซนซ์กับพืชสวน. *การเกษตรราชภัฏ*, 13(2), 37-46.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. (2563). *สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปี 2560*. กรุงเทพมหานคร: กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- Baker, N. R. (2008). Chlorophyll fluorescence: a probe of photosynthesis in vivo. *Annual Review of Plant Biology*, 59, 89-113
- Devender, R. M. and B. Mittra. (1985). Effects of complete plant submergence on vegetative growth, grain yield and some biochemical changes in rice plant. *Plant and Soil*, 87(3), 365-374.
- IRRI. (2002). *Standard Evaluation System for rice (SES)*. Manila: International Rice Research Institute.
- Jackson, M. B., and P. C. Ram. (2003). Physiological and molecular basis of susceptibility and tolerance of rice plants to complete submergence. *Annals of Botany*, 91(2), 227-241.
- Krause, G., and E. Weis. (1991). Chlorophyll fluorescence and photosynthesis. *The basics. Annual Review Plant Physiology and Plant Molecular Biology*, 42, 313-49
- Maxwell, K. and G. N. Johnson. (2000). Chlorophyll fluorescence - a practical guide. *Journal of Experimental Botany*, 51(345), 659-668.
- Mongon, J., A. Jantasorn, P. Oupkaew, C. Prom-u-Thai, and H. Rouached. (2017). The time of flooding occurrence is critical for yield production in rice and vary in a genotype-dependent manner. *Journal of Biological Sciences*, 17(2), 58-65.
- Misra, A. N., M. Misra, and R. Singh. (2012). Chlorophyll fluorescence in plant biology. In Misra, A. N. (ed.). *Biophysics* (pp. 171-192). <http://doi.org/10.5772/35111>.
- Pedros, R., I. Moya, Y. Goulas, and S. Jacquemoud. (2008). Chlorophyll fluorescence emission spectrum inside a leaf. *Photochemical and Photobiological Sciences*, 7(4), 498-502.

- Pedersen, O., S.M. Rich, and T.D. Colmer. (2009). Surviving floods: gas films improve O₂ and CO₂ exchange, root aeration, and growth of completely submerged rice. *The plant Journal*, 58(1), 147–156
- Ram, P. C., B. B. Singh, A. K. Singh, P. Ram, P. N. Singh,..... R. K. Singh. (2002). Submergence tolerance in rainfed lowland rice: physiological basis and prospects for cultivar improvement through marker-aided breeding. *Field Crops Research*, 76(2-3), 131–152
- Rungrat, T., M. Awlia, T. Brown, R. Cheng, X. Sirault,.....P. Wilson. (2016). Using phenomic analysis of photosynthetic function for abiotic stress response gene discovery. *The Arabidopsis Book* 14, e0185. Published 2016 Sep 9. doi:10.1199/tab.0185.
- Siangliw, M., T. Toojinda, S. Tragoonrung, and A. Vanavichit. (2003). Thai jasmine rice carrying QTLch9 (SubQTL) is submergence tolerant. *Annals of Botany*, 91(2), 255-261
- Toojinda, T., M. Siangliw, S. Tragoonrung and A. Vanavichit. 2003. Molecular genetics of submergence tolerance in rice: QTL analysis of key traits. *Annals of Botany*, 91(2), 243-253
- Toojinda, T., S. Tragoonrung, A. Vanavichit, J.L. Siangliw, N. Pa-In, J. Jantaboon, M. Siangliw, and S. Fukai. 2005. Molecular Breeding for Rainfed Lowland Rice in the Mekong Region. *Plant Production Science*, 8(3), 330-333
- Wassmann, R., S.V.K. Jagadish, K. Sumfleth, H. Pathak, G. Howell, A. Ismail, R. Serraj, E. Redona, R. K. Singh, and S. Heuer. 2009. Regional vulnerability of climate change impacts on Asian rice production and scope for adaptation, *Advances in Agronomy*, 102, 91-133.