

การประเมินลักษณะทนน้ำท่วมจับปล้นเบื้องต้นในข้าวเจ้าหอม สายพันธุ์ปรับปรุง BC₂F₃ ที่มียีน *Sub1*

Preliminary validation of submergence tolerance of elite BC₂F₃ rice lines carrying *Sub1* gene

ลดาารุณ ทุนที¹, สักดา คงสีลา¹, ธีรยุทธ ฐัจฉินดา², อุไรวรรณ ทยสธิตย³ และ สุรียพร เกตุงาม^{1*}

Ladarut Tuntet¹, Sakda Kongsila¹, Theerayut Toojinda², Uraiwan Kotchasatit³
and Sureporn Kate-ngam^{1*}

บทคัดย่อ: งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินลักษณะทนน้ำท่วมจับปล้นในข้าวสายพันธุ์ปรับปรุงดีเด่น BC₂F₃ จำนวน 19 สายพันธุ์ ที่ได้จากการปรับปรุงพันธุ์แบบผสมกลับระหว่างข้าวเจ้าหอมวาริน สายพันธุ์รับซึ่งมียีน *Sub1* ทนน้ำท่วมจับปล้น และ UBN03078-101-342-4-141 สายพันธุ์ให้ลักษณะต้านทานเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล (*Bph3*) โดยใช้เปอร์เซ็นต์การรอดชีวิต (PPS) เปอร์เซ็นต์การยืดตัว (PPE) และเปอร์เซ็นต์การฟื้นตัวหลังน้ำลด (PR) เป็นเกณฑ์ในการประเมิน พบว่าข้าวสายพันธุ์ปรับปรุง BC₂F₃ มีเปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตเฉลี่ย 79.12 เปอร์เซ็นต์ เปอร์เซ็นต์การยืดตัวเฉลี่ย 17.22 เปอร์เซ็นต์ และเปอร์เซ็นต์การฟื้นตัวหลังน้ำลดประมาณ 70-89 เปอร์เซ็นต์ (คะแนนเฉลี่ย 3.26) ไม่แตกต่างทางสถิติเมื่อเทียบกับพันธุ์ตรวจสอบทนน้ำท่วมจับปล้น FR13A (PPS=97.35%, PPE=24.05%, PR=1.0), IR57514 (PPS=81.78%, PPE=16.32%, PR=3.0) และสายพันธุ์รับ ข้าวเจ้าหอมวาริน (PPS=70.0%, PPE=15.45%, PR=2.0) ในขณะที่แสดงความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับสายพันธุ์ตรวจสอบไม่ทนน้ำท่วม คือ ขาวดอกมะลิ 105 (PPS=4.12%, PPE=68.15%, PR=9.0), และสายพันธุ์พ่อ UBN03078-101-342-4-141 (PPS=4.27%, PPE=62.65%, PR=9.0) จากผลการศึกษา สามารถยืนยันได้ว่าลักษณะทนน้ำท่วมจับปล้นซึ่งถูกควบคุมโดยยีน *Sub1* จากสายพันธุ์ข้าวเจ้าหอมวาริน ยังคงอยู่ในประชากรสายพันธุ์ดีเด่น BC₂F₃ ซึ่งสายพันธุ์ดังกล่าวจะนำไปประเมินความต้านทานเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล ความหอม และคุณภาพการหุงต้มต่อไป

คำสำคัญ: ข้าว, การปรับปรุงพันธุ์ข้าว, การใช้เครื่องหมายดีเอ็นเอช่วยในการคัดเลือก, ลักษณะทนน้ำท่วมจับปล้น

ABSTRACT: The research was aim to evaluate submergence tolerance performance of 19 elite BC₂F₃ rice lines derived from a cross between Hawmwarin, a recipient parent carrying *Sub1* gene conferring submergence tolerance and UBN03078-101-342-4-141, a donor parent for brown planthopper resistance (*Bph3*). Percentage of plant survival, percentage of plant elongation and percentage recovery were used as parameter criteria for submergence tolerance evaluation. The results showed that average of plant survival percentage (79.12%), plant elongation (17.22%) and plant recovery percentage (3.26) of 19 elite BC₂F₃ lines were not significantly different from that of submergence

¹ ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี อุบลราชธานี 34190

Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Ubon Ratchathani University, Ubon Ratchathani, 34190, Thailand

² หน่วยปฏิบัติการค้นหาและใช้ประโยชน์ยีนข้าว มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม 73140

Rice gene discovery unit, BIOTEC, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Patom, 73140, Thailand

³ ศูนย์วิจัยข้าวอุบลราชธานี ตำบลหนองขอน อำเภอเมืองอุบลราชธานี อุบลราชธานี 34000

Ubon Ratchathani Rice Research Center, Muang, Ubon Ratchathani, 34000, Thailand

* Corresponding author: skj2552@hotmail.com

tolerance check varieties, FR13A (PPS=97.35%, PPE=24.05%, PR=1.0), IR57514 (PPS=81.78%, PPE=16.32%, PR=3.0) and Hawmwarin (PPS=70.0%, PPE=15.45%, PR=2.0). Meanwhile then of 19 elite BC2F3 lines were significantly different from those of susceptible check varieties, KDML105 (PPS=4.12%, PPE=68.15%, PR=9.0), and the donor parent for brown planthopper resistance, UBN03078-101-342-4-141 (PPS=4.27%, PPE=62.65%, PR=9.0). The results from this study confirmed that the Sub1 conferring submergence tolerance from Hawmwarin still remained in the 19 elite BC2F3 introgression lines. These elite introgression lines will be further validated for brown planthopper resistance, grain fragrance and cooking and eating quality to confirm the efficacy of marker-assisted selection.

Keywords: Rice, rice breeding, marker-assisted selection, submergence tolerance

บทนำ

การเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ (Climate Change) ส่งผลให้อุณหภูมิของโลกสูงขึ้นจากเดิม จากปัจจัยดังกล่าวทำให้ฤดูกาลเปลี่ยนแปลง การกระจายตัวของน้ำฝนไม่สม่ำเสมอ เกิดปัญหาน้ำท่วม ภัยแล้ง และการระบาดของโรค และแมลงเพิ่มมากขึ้น ซึ่งส่งผลกระทบต่อผลผลิตข้าว การปรับปรุงพันธุ์ข้าวในปัจจุบันจึงมุ่งเน้นไปที่การปรับปรุงพันธุ์ข้าวให้สามารถต้านทานสภาพเครียดหลายลักษณะ (multiple stress tolerance) ได้แก่ สภาพเครียดจากสิ่งไม่มีชีวิต เช่น สภาพน้ำท่วมฉับพลัน ปัญหาความแห้งแล้ง และสภาพเครียดจากสิ่งมีชีวิต เช่น โรคและแมลงศัตรูที่สำคัญ เพื่อให้มีความสามารถปรับตัวเข้ากับสภาพที่ภูมิอากาศเปลี่ยนแปลง พื้นที่ปลูกข้าวส่วนใหญ่ของประเทศไทยอยู่ในภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งเป็นพื้นที่ที่ต้องอาศัยน้ำฝนในการทำเกษตรกรรม ทำให้ประสบภัยแล้งหรือน้ำท่วมบ่อยครั้ง โดยเฉพาะปัญหาน้ำท่วมฉับพลัน ซึ่งมีรายงานว่าพื้นที่ปลูกข้าวในเขตเอเชียใต้ และเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ได้รับความเสียหายจากปัญหาน้ำท่วมฉับพลันกว่า 15 ล้านเฮกเตอร์ (Septiningsih et al., 2012) ในประเทศไทยได้เกิดมหาอุทกภัยครั้งใหญ่ในปี 2553 มีพื้นที่ปลูกข้าวได้รับความเสียหายประมาณ 9.18 ล้านไร่ คิดเป็นมูลค่าความเสียหายทางเศรษฐกิจประมาณ 59,000 ล้านบาท (วัชรินทร์, 2554) ดังนั้น การเพิ่มศักยภาพในการผลิตข้าวในพื้นที่อาศัยน้ำฝนจึงจำเป็นต้องใช้สายพันธุ์ข้าวที่ให้ผลผลิตสูง ทนต่อสภาพวิกฤติหลายๆ ลักษณะ ทั้งยังต้องทนทานน้ำท่วมฉับพลันซึ่งถือเป็นปัญหาสำคัญในเขตพื้นที่ดังกล่าว

ลักษณะทนน้ำท่วมฉับพลัน (Flash flooding) ถูกควบคุมโดยยีน *Sub1* มีตำแหน่งบนโครโมโซมคู่ที่ 9 โดย

เกี่ยวข้องกับความสามารถในการดำรงชีวิตภายใต้สภาวะน้ำท่วมได้นานประมาณ 2 สัปดาห์ (Fukao et al., 2008) ยีน *Sub1* ทำหน้าที่ลดการเจริญเติบโตของข้าวเมื่ออยู่ในสภาพน้ำท่วมเพื่อสำรองพลังงานไว้ใช้หลังน้ำลด หลังจากมีการค้นพบยีน *Sub1* ในข้าวพันธุ์ FR13A ซึ่งเป็นข้าวพื้นเมืองของประเทศอินเดีย ทำให้มีการปรับปรุงพันธุ์ข้าวให้ทนต่อน้ำท่วมฉับพลันในโครงการปรับปรุงพันธุ์ของสถาบันต่างๆ ทั่วโลกจนประสบความสำเร็จ เช่น พันธุ์ Swarna, IR64 และ TDK1 เป็นต้น ในประเทศไทยมีพันธุ์ข้าวทนน้ำท่วมหลายสายพันธุ์ที่ได้รับการปรับปรุง เช่น ข้าวขาวดอกมะลิ 105 ทนน้ำท่วม (หอมมะลิ 80) และหอมชลสิทธิ์ เป็นต้น ดังนั้นการพัฒนาสายพันธุ์ข้าวเพื่อการเพาะปลูกในพื้นที่ราบลุ่มอาศัยน้ำฝน จึงจำเป็นต้องมีการปรับปรุงพันธุ์ให้ทนทานต่อสภาพวิกฤติหลายลักษณะ โดยเฉพาะลักษณะทนน้ำท่วมฉับพลัน ซึ่งถูกควบคุมโดยยีน *Sub1* ปัจจุบันได้มีการนำเครื่องหมายดีเอ็นเอเข้ามาช่วยคัดเลือกในการปรับปรุงพันธุ์ข้าว ซึ่งมีความแม่นยำสูง ทั้งยังช่วยลดระยะเวลาในการปรับปรุงพันธุ์ ดังนั้น การพัฒนาสายพันธุ์ข้าวเจ้าหอมทนทานสภาพวิกฤติโดยใช้เครื่องหมายดีเอ็นเอช่วยในการคัดเลือก จำเป็นต้องมีการยืนยันประสิทธิภาพของการใช้เครื่องหมายดีเอ็นเอช่วยคัดเลือกในข้าวสายพันธุ์ปรับปรุง BC₂F₃ ซึ่งมียีน *Sub1* เพื่อยืนยันประสิทธิภาพของเครื่องหมาย R10783indel ที่ใช้ในการคัดเลือกลักษณะทนน้ำท่วมฉับพลัน

วิธีการศึกษา

การพัฒนาประชากรข้าวเจ้าหอมสายพันธุ์ปรับปรุง BC₂F₃ โดยใช้ข้าวเจ้าหอมวาริน ซึ่งมีลักษณะทนน้ำท่วมฉับพลัน และมีคุณภาพการหุงต้มและรับประทานคล้ายข้าวขาวดอกมะลิ 105 (Kate-ngam et

al. 2011) เป็นสายพันธุ์รับ ผสมกับข้าว UBN03078-101-342-4-141 เป็นสายพันธุ์ให้ลักษณะด้านทานเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล (*Bph3*) ใช้วิธีการปรับปรุงพันธุ์แบบผสมกลับและใช้เครื่องหมายดีเอ็นเอช่วยในการคัดเลือกลักษณะเป้าหมาย ได้แก่ ลักษณะทนน้ำท่วมจับพลัน (*Sub1*; R10783indel), ด้านทานเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล (*Bph3*; RM586, RM589 และ SSR24), ความหอม (*badh2* ; Aromarker), ปริมาณอะไมโลสต่ำ (*Wx^b*; *Waxy*) และอุณหภูมิแป้งสุกต่ำ (*SSIa-TT*; SNP 2340-41) (Kate-ngam et al., 2014) คัดเลือกลักษณะทรงต้นและการแตกกอ (plant type selection) และใช้เครื่องหมายดีเอ็นเอช่วยในการคัดเลือก พบว่า สามารถคัดเลือกประชากรผสมกลับ BC₂F₂ ที่มีทรงต้นดีและมีลักษณะเป้าหมายทั้ง 5 ลักษณะในรูปแบบโฮโมไซกัสได้จำนวน 19 ต้น (*Sub1*^{JIR/JIR}, *Bph3*^{KD/KD}, *badh2*^{JIR/JIR}, *Wx*^{bJIR/JIR}, *SSIa-TT*^{JIR/JIR}) ปลอ่ยให้ผสมตัวเองเพื่อสร้างประชากร BC₂F₃ (Figure 1)

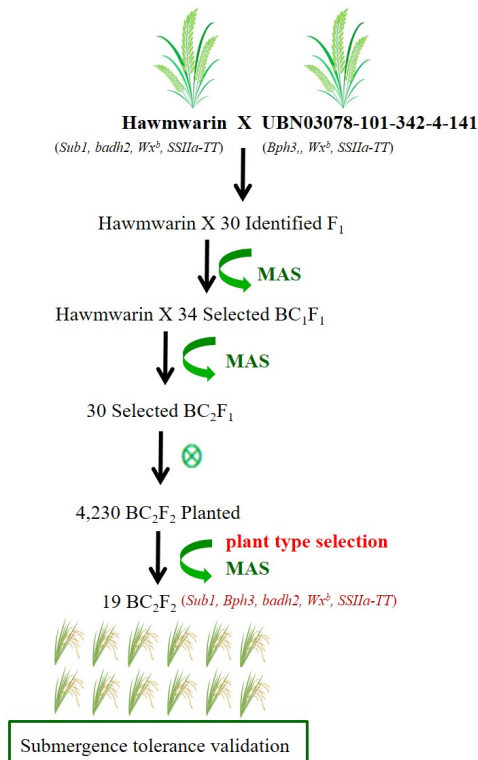


Figure 1 Breeding and selection scheme of BC₂F₃ rice introgression lines derived from a cross between Hawmwarin and UBN03078-101-342-4-141.

การประเมินลักษณะทนน้ำท่วมจับพลันเบื้องต้น ประเมินลักษณะทนน้ำท่วมจับพลันในข้าวสายพันธุ์ดีเด่น BC₂F₃ จำนวน 19 สายพันธุ์ ที่มียีน *Sub1* โดยวางแผนการทดลองแบบ Randomized complete block design จำนวน 2 ซ้ำ ณ หน่วยปฏิบัติการค้นหาและใช้ประโยชน์ยีนข้าว มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ระยะเวลาทำการทดลอง ช่วงเดือนกุมภาพันธ์-มีนาคม พ.ศ.2559 โดยเปรียบเทียบกับพันธุ์ตรวจสอบทนน้ำท่วมจับพลัน จำนวน 3 พันธุ์/สายพันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ข้าวพื้นเมืองของอินเดีย FR13A, IR57514 ข้าวเจ้าหอมวริน (สายพันธุ์รับ) และพันธุ์ตรวจสอบไม่ทนน้ำท่วมจับพลัน จำนวน 2 พันธุ์/สายพันธุ์ ได้แก่ ขาวดอกมะลิ 105, UBN03078-101-342-4-141 (สายพันธุ์ให้ลักษณะด้านทานเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล) โดยใช้เปอร์เซ็นต์การรอดชีวิต (percentage of plant survival) คำนวณได้จากจำนวนต้นข้าวที่รอดชีวิตหารด้วยจำนวนต้นข้าวทั้งหมดคูณด้วย 100 และเปอร์เซ็นต์การยืดตัว (percentage of plant elongation) คำนวณได้จากความสูงที่เพิ่มขึ้นของข้าวหลังได้รับสภาพเครียดจากน้ำท่วมจับพลันต่อความสูงของข้าวก่อนได้รับสภาพเครียดจากน้ำท่วมจับพลันคูณด้วย 100 (Siangliw et al., 2003) และเปอร์เซ็นต์การฟื้นตัวหลังน้ำลด (percentage recovery) [ดัดแปลงจาก SES (IRRI, 2002)] เป็นเกณฑ์ในการประเมิน เมื่อข้าวมีอายุครบ 30 วัน ปลอ่ยน้ำให้ท่วมสูงจากปลายยอดใบข้าวที่สูงที่สุดประมาณ 60-100 เซนติเมตร นานประมาณ 14 วัน หรือจนกว่าสายพันธุ์ตรวจสอบอ่อนแอจะตาย แล้วปลอ่ยน้ำออก บันทึกข้อมูลการยืดตัวของข้าวทันทีหลังปลอ่ยน้ำออก จากนั้นประเมินความสามารถในการรอดชีวิตภายใต้สภาพความเครียดจากน้ำท่วมหลังจากปลอ่ยน้ำออกแล้ว 7 วัน วิเคราะห์ผลความแปรปรวนทางสถิติโดยใช้โปรแกรม CropStat 7.2 (IRRI, 2007)

ผลการศึกษา

ผลการทดสอบความสามารถในการทนต่อน้ำท่วมจذبพลันในข้าวสายพันธุ์ดีเด่น BC₂F₃ จำนวน 19 สายพันธุ์ เปรียบเทียบกับข้าวสายพันธุ์ตรวจสอบ พบว่าข้าวสายพันธุ์ดีเด่นทั้ง 19 สายพันธุ์ มีเปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตเฉลี่ยที่ 79.12 เปอร์เซ็นต์ โดยข้าวสายพันธุ์ดีเด่น UBN14006-570-136 มีเปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตสูงสุด คือ 94.75 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่พันธุ์ตรวจสอบทนน้ำท่วมจذبพลัน FR13A, IR57514 และสายพันธุ์รับข้าวเจ้าหอมวาริน มีเปอร์เซ็นต์การรอดชีวิต 97.35, 70.00 และ 81.78 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (Table 1) ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตของข้าวสายพันธุ์ดีเด่นทั้ง 19 สายพันธุ์กับข้าวพันธุ์ตรวจสอบทนน้ำท่วมจذبพลัน พบว่า ไม่แตกต่างทางสถิติ ($P>0.05$) แต่มีความแตกต่างทางสถิติ ($P>0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับข้าวพันธุ์ตรวจสอบไม่ทนน้ำท่วมจذبพลัน คือ ข้าวดอกมะลิ 105 และสายพันธุ์ให้ลักษณะด้านทานเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล UBN03078-101-342-4-141 ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์การรอดชีวิต 4.12 และ 4.27 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เช่นเดียวกับเปอร์เซ็นต์การยืดตัว ซึ่งพบว่าข้าวสายพันธุ์ดีเด่นทั้ง 19 สายพันธุ์ มีเปอร์เซ็นต์การยืดตัวเฉลี่ย 17.22 เปอร์เซ็นต์ ไม่แตกต่างทางสถิติ ($P>0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับพันธุ์ตรวจสอบทนน้ำท่วมจذبพลัน FR13A, IR57514 และสายพันธุ์รับ ข้าวเจ้าหอมวาริน

ที่มีเปอร์เซ็นต์การยืดตัว 24.05, 16.32 และ 15.45 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่เมื่อเปรียบเทียบกับข้าวพันธุ์ตรวจสอบไม่ทนน้ำท่วมจذبพลัน คือ ข้าวดอกมะลิ 105 และสายพันธุ์ให้ลักษณะด้านทานเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล UBN03078-101-342-4-141 ที่มีเปอร์เซ็นต์การยืดตัวสูงถึง 68.15 และ 62.65 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แล้วพบว่ามีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($P>0.05$) โดยข้าวสายพันธุ์ดีเด่น UBN14006-479-103 มีเปอร์เซ็นต์การยืดตัวต่ำสุดเพียง 13.20 เปอร์เซ็นต์ (Table 1)

เมื่อพิจารณาเปอร์เซ็นต์การฟื้นตัวหลังน้ำลด พบว่า ข้าวสายพันธุ์ดีเด่น BC₂F₃ ทั้ง 19 สายพันธุ์ มีค่าคะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ 3.26 คือ สามารถฟื้นตัวได้ประมาณ 70-89 เปอร์เซ็นต์ ไม่แสดงความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P>0.01$) เมื่อเทียบกับสายพันธุ์ตรวจสอบทนน้ำท่วมจذبพลัน FR13A IR57514 และสายพันธุ์รับ ข้าวเจ้าหอมวาริน มีคะแนนเปอร์เซ็นต์การฟื้นตัวหลังน้ำลดที่ 1, 3 และ 2 ตามลำดับ ในขณะที่สายพันธุ์ตรวจสอบไม่ทนน้ำท่วม คือ ข้าวดอกมะลิ 105 และสายพันธุ์ให้ด้านทานเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล UBN03078-101-342-4-141 ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตต่ำ และมีเปอร์เซ็นต์การฟื้นตัวหลังน้ำลดต่ำเช่นเดียวกัน โดยมีค่าคะแนนอยู่ที่ 9 หมายถึง มีความสามารถในการฟื้นตัวหลังน้ำลดเพียง 0-19% (IRRI, 2002)

Table 1 Plant height before submerged (PH_B), plant height after submerged (PH_A), percentage of plant elongation (PPE), number of plants before submerged (NP_B), number of plants after submerged (NP_A), percentage of plant survival (PPS), and percentage recovery (PR) of 19 elite BC_2F_3 lines, recipient parent (Hawmwarin), donor parents for brown planthopper resistance (UBN03078-101-342-4-141) and check varieties.

BC_2F_3 lines/ varieties	Gene target	PH_B	PH_A	PPE	NP_B	NP_A	PPS	PR
1.UBN14006-456-102	<i>Sub1</i>	28.93	33.45	16.00	3.60	2.91	82.45	3.00
2.UBN14006-479-103	<i>Sub1</i>	28.26	31.89	13.20	3.72	2.82	71.65	3.00
3.UBN14006-490-105	<i>Sub1</i>	27.55	32.13	16.90	5.92	2.54	76.10	3.00
4.UBN14006-494-108	<i>Sub1</i>	25.38	29.96	18.75	3.25	2.58	78.50	2.00
5.UBN14006-495-110	<i>Sub1</i>	30.78	34.83	13.40	3.85	3.06	87.00	3.00
6.UBN14006-499-111	<i>Sub1</i>	28.35	34.87	24.45	3.02	2.43	79.95	3.00
7.UBN14006-501-113	<i>Sub1</i>	30.17	34.53	14.45	3.13	2.65	71.10	6.00
8.UBN14006-504-115	<i>Sub1</i>	27.63	31.60	14.70	3.00	2.53	85.45	5.00
9.UBN14006-512-117	<i>Sub1</i>	28.10	32.40	15.80	3.97	2.79	72.10	3.00
10.UBN14006-513-119	<i>Sub1</i>	28.27	34.63	22.50	3.38	2.53	78.45	3.00
11.UBN14006-515-121	<i>Sub1</i>	23.15	28.41	23.85	3.69	2.72	74.90	3.00
12.UBN14006-523-123	<i>Sub1</i>	28.89	33.88	17.60	3.19	2.75	88.65	3.00
13.UBN14006-536-125	<i>Sub1</i>	28.03	32.61	16.25	3.38	2.69	79.00	3.00
14.UBN14006-541-128	<i>Sub1</i>	30.25	34.87	15.70	3.85	2.53	69.90	5.00
15.UBN14006-547-129	<i>Sub1</i>	29.07	33.97	16.95	3.54	3.04	87.80	2.00
16.UBN14006-553-131	<i>Sub1</i>	29.61	34.69	17.80	2.56	1.97	75.90	3.00
17.UBN14006-558-133	<i>Sub1</i>	29.37	33.78	15.25	4.00	2.67	65.40	3.00
18.UBN14006-570-136	<i>Sub1</i>	28.77	34.26	19.25	3.72	3.50	94.75	3.00
19.UBN14006-571-138	<i>Sub1</i>	32.82	37.46	14.35	2.91	2.46	84.15	3.00
20.Hawmwarin (recipient parent)	<i>Sub1</i>	30.23	34.79	15.45	3.63	2.50	70.00	2.00
21.IR57514 (T Check)	<i>Sub1</i>	32.77	38.23	16.32	2.27	1.73	81.78	3.00
22.FR13A (T Check)	<i>Sub1</i>	28.49	35.32	24.05	2.12	2.04	97.35	1.00
23.KDML105 (S Check)	-	31.97	53.62	68.15	3.07	0.13	4.12	9.00
24.UBN03078 (donor parent)	-	32.35	52.41	62.65	3.94	0.13	4.27	9.00
P-value		**	**	**	ns	ns	*	ns
5%LSD		2.92	3.41	8.01	1.51	1.48	36.07	4.57
Mean		29.13	35.36	21.14	3.34	2.40	73.36	3.58
%CV		5.00	5.00	21.60	21.90	29.60	23.80	75.00

Remark: ¹⁾ PR = percentage recovery (1 = 90-100%, 3 = 70-89%, 5 = 40-69%, 7 = 20-39%, 9 = 0-19%)

²⁾ UBN03078 = UBN03078-101-342-4-141

³⁾ T Check = submergence tolerance check varieties, S Check = submergence susceptible check varieties

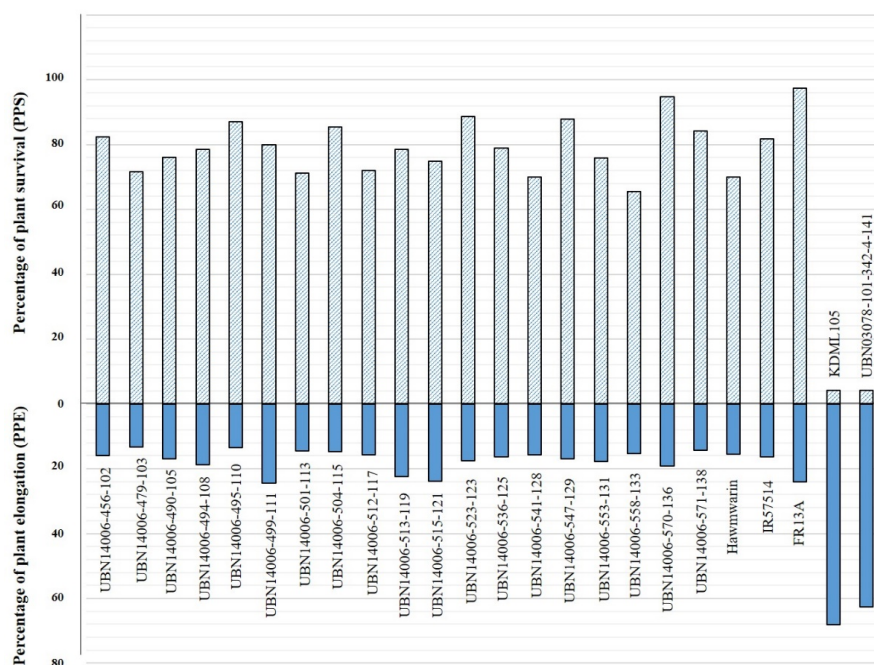


Figure 2 Comparison of percentage of plant survival and percentage of plant elongation of 19 elite BC₂F₃ lines, recipient parent, donor parents, submergence tolerance and susceptible check varieties.

สรุปและวิจารณ์

จากการทดสอบความสามารถในการทนต่อน้ำท่วมฉับพลันในข้าวสายพันธุ์ดีเด่น BC₂F₃ ที่มียีน *Sub1* ซึ่งถูกคัดเลือกโดยเครื่องหมาย R10783indel พบว่าข้าวสายพันธุ์ดีเด่น BC₂F₃ มีค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์การรอดชีวิต (79.12 เปอร์เซ็นต์) การยืดตัว (17.22 เปอร์เซ็นต์) และการฟื้นตัวหลังน้ำลด (ประมาณ 70-89 เปอร์เซ็นต์) คะแนนเฉลี่ย 3.26 ไม่แตกต่างทางสถิติกับพันธุ์ตรวจสอบที่มียีน *Sub1* ได้แก่ FR13A, IR57514 และข้าวเจ้าหอมวาริน แต่พบว่ามีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับข้าวพันธุ์ตรวจสอบไม่ทนน้ำท่วมฉับพลัน คือ ขาวดอกมะลิ 105 และสายพันธุ์ให้ลักษณะต้านทานเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล UBN03078-101-342-4-141 อีกทั้งยังพบว่า เกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินลักษณะทนน้ำท่วมฉับพลันมีความสัมพันธ์กันโดยเปอร์เซ็นต์การรอดชีวิต และเปอร์เซ็นต์การยืดตัวของข้าว มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางตรงกันข้าม (cor-

relation coefficient; $r = -0.88$) กล่าวคือ ข้าวที่มีเปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตสูง จะมีเปอร์เซ็นต์การยืดตัวต่ำ ขณะที่เปอร์เซ็นต์การรอดชีวิต และเปอร์เซ็นต์การฟื้นตัวหลังน้ำลด มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกัน โดยสายพันธุ์ข้าวที่มีเปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตสูง จะมีเปอร์เซ็นต์การฟื้นตัวหลังน้ำลดสูงตามไปด้วย ซึ่งชี้ให้เห็นว่า สายพันธุ์ข้าวทนน้ำท่วมฉับพลันที่มียีน *Sub1* จะมีเปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตสูง มีเปอร์เซ็นต์การฟื้นตัวหลังน้ำลดสูง แต่มีเปอร์เซ็นต์การยืดตัวต่ำ (Figure 2) ทั้งนี้เป็นผลเนื่องมาจากเมื่อข้าวได้รับสภาพน้ำท่วมฉับพลัน จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงจากสภาพที่มีออกซิเจน (aerobic) ไปเป็นสภาพที่ไม่มีออกซิเจน (anaerobic) การขาดออกซิเจนไปนำไปสู่การเร่งให้เกิดการใช้พลังงานจากคาร์โบไฮเดรตสะสมในลำต้นข้าว นอกจากนี้สภาพดังกล่าวยังทำให้ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ลดลง ก่อให้เกิดการจำกัดอัตราการสังเคราะห์แสง ทำให้ข้าวมีการปรับตัวเพื่อให้สามารถอยู่รอดได้ในสภาวะเครียดดังกล่าวได้แก่การ

ยี่ดตัวของลำต้นข้าว โดยในข้าวทนน้ำท่วม (tolerance rice) จะมีการยี่ดตัวต่ำ เพื่อเก็บรักษาคาร์โบไฮเดรตไว้ใช้เป็นพลังงานในการฟื้นตัวหลังน้ำลด แต่ในข้าวน้ำลึก (deepwater rice) และข้าวไม่ทนน้ำท่วม (intolerance rice) ต้นข้าวจะพยายามยี่ดตัวให้ส่วนใบพ้นระดับผิวน้ำเพื่อให้สามารถสังเคราะห์แสงและขนถ่ายออกซิเจนได้ มีผลทำให้ปริมาณคาร์โบไฮเดรตสะสมในลำต้นต่ำ และมีอัตราการรอดชีวิตต่ำ (Fukao et al., 2008; Hattori et al., 2011; Mohanty et al., 2000; Singh et al., 2001; Toojinda et al., 2003) โดยยีนทนน้ำท่วมฉบับพันธุ์ *Sub1* ทำหน้าที่ลดการเจริญเติบโตของต้นข้าวในสภาพน้ำขัง และยังลดการเกิด chlorosis ของเนื้อเยื่อต่างๆ เพื่อเก็บพลังงานไว้ใช้หลังน้ำลด ทำให้ข้าวที่มียีน *Sub1* มีความสามารถในการฟื้นตัวหลังน้ำลดได้ดี

จากผลการศึกษาในครั้งนี้แสดงให้เห็นถึงความสามารถทนน้ำท่วมฉบับพันธุ์ของข้าวสายพันธุ์ดีเด่น BC₂F₃ ที่ได้รับการถ่ายทอดยีน *Sub1* จากสายพันธุ์รับโดยใช้เครื่องหมายดีเอ็นเอ R10783indel ที่มีความจำเพาะกับยีน *Sub1* เป็นเครื่องมือช่วยในการคัดเลือกให้ได้สายพันธุ์ข้าวให้มีความสามารถในการทนน้ำท่วมฉบับพันธุ์ ซึ่งยืนยันถึงประสิทธิภาพของการใช้เครื่องหมายดีเอ็นเอช่วยในการคัดเลือกได้เป็นอย่างดี

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัย วช. มุ่งเป้า 2556-2558 จากสำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (สวก.) และคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

เอกสารอ้างอิง

- วัชรินทร์ ดันดีสันต์. 2554. อุทกภัยกับความเสียหายทางเศรษฐกิจ, การงบประมาณ. 8(26): 23-37.
- Hattori Y., K. Nagai, and M. Ashikari. 2011. Rice growth adapting to deepwater. *Curr Opin Plant Biol.* 14: 100-105.
- IRRI. 2007. CropStat: Tutorial Manual. Biometrics Unit. IRRI (International Rice Research Institute). Philippines.
- IRRI. 2002. Standard Evaluation System for Rice. IRRI (International Rice Research Institute). Los Baños, Philippines.
- Fukao, T., and J. Bailey-Serres. 2008. Ethylene-A key regulator of submergence responses in rice. *Plant Sci.* 175: 43-51.
- Kate-ngam, S., K.Riabroy, T. Toojinda, and U. Kotchasa-tit. 2011. Conversion of wide adapted rice cultivar IR57514 into Jasmine-like cooking quality through marker assisted backcrossing. In *Proceeding of BIT 2nd World DNA and Genome Day 2011: Reopen Bio-Gateway to Green Economy Era.* April 25-30, 2011, Dalian World Expo Center, Dalian, China.
- Kate-ngam, S., U. Kotchasa-tit, J.Jairin, S. Kongsila, L. Tunttee, and P. Lakote 2014. Molecular breeding for the development of blast and brown planthopper resistance in Jasmine IR57514 rice line. In: *The 4th International Rice Congress.* 27 October-1 November, 2014, Bangkok, Thailand.
- Mohanty, H.K., S. Mallik, and A. Grover. 2000. Prospects of improving flooding tolerance in lowland rice varieties by conventional breeding and genetic engineering. *Curr. Sci.* 78(2): 132-140.
- Singh H.P, B.B Singh, and P.C. Ram 2001. Submergence tolerance of rainfed lowland rice: search for physiological marker traits. *J. Plant Physiol.* 158: 883-889.
- Siangliw M., T. Toojinda, S. Tragoonrung, and A. Vanavichit. 2003. Thai Jasmine rice carrying QTLch9 (*SubQTL*) is Submergence tolerance. *Ann. Bot.* 91: 255-261.
- Toojinda T, M. Siangliw, S. Tragoonrung, and A. Vanavichit. 2003. Molecular genetics of submergence tolerance in rice: QTL analysis of key traits. *Ann. Bot.* 91: 243-253.
- Septiningsih E.M., D.L. Sanchez, N. Singh, P.M.D. Sendon, A. M. Pamplona, S. Heuer, and D.J. Mackill. 2012. Identifying novel QTLs for submergence tolerance in rice cultivars IR72 and Madabar. *Theor Appl Genet.* 124: 867-874.