ปฏิกิริยาของข้าวลูกผสมกลับ BC_4F_{3-4} ระหว่าง อาบาญ่า/ขาวดอกมะลิ 105 กับชัยนาท 1 ต่อประชากรเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล

Reaction of Abhaya/KDML105 and Chai Nat 1 (BC_4F_{3-4}) Backcross Lines on Brown Planthopper Populations

พุฒิพงษ์ เพ็งฤกษ์[1/] วีรเทพ พงษ์ประเสริฐ[1/] ไสว บูรณพานิชพันธุ์[2/] จิราพร กุลสาริน[2/]
สุรเดช ปาละวิสุทธิ์[3/] และ เจตน์ คชฤกษ์[3/]
Phuttipong Phangrerk[1/], Weerathep Pongprasert[1/], Sawai Buranapanichpan[2/],
Jiraporn Kulsarin[2/], Suradet Palawisut[3/] and Jate Kotcharerk[3/]

Abstract: The objectives of this study were to evaluate the reaction of six backcross lines of Abhaya/KDML105 and Chai Nat 1 (BC_4F_{3-4}) on brown planthopper (BPH), *Nilaparvata lugens* (Stål), populations in lower northern Thailand and to select elite line that highest resist to those BPH populations. The BPH populations were collected form nine rice paddy fields covering seven provinces of lower northern Thailand: Phitsanulok, Tak, Uttaradit, Phichit, Kamphaeng Petch, Phetchabun and Chai Nat. The reaction of six Abhaya\KDML105 and Chai Nat 1 (BC_4F_{3-4}) backcross lines on those BPH populations was carried out in green house using six standard rice varieties and indices based on standard evaluation system for rice from International Rice Research Institute (IRRI) for resistant evaluation and the elite line was selected. The result revealed that the total of two Abhaya/KDML105 and Chai Nat 1 (BC_4F_{3-4}) backcross lines, A12-26-201-428 and A12-26-201-436, were significantly higher resistance to all BPH populations found in lower northern Thailand than others; therefore, they were selected for the further work.

Keywords: Brown planthopper, *Nilaparvata lugens* (Stål), Abhaya, KDML105, Chai Nat 1, Rice (*Oryza sativa indica*), insect resistant rice

---

[1/] ภาควิชาวิทยาศาสตร์การเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร จ. พิษณุโลก 65000

[2/] ภาควิชากีฏวิทยาและโรคพืช คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ. เชียงใหม่ 50200

[3/] ศูนย์วิจัยข้าวพิษณุโลก อ. วังทอง จ. พิษณุโลก 65000

[1/] Department of Agricultural Science, Faculty of Agriculture, Natural Resources and Environment, Naresuan University, Phitsanulok 65000, Thailand

[2/] Department of Entomology and Plant Pathology, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University. Chiang Mai 50200, Thailand

[3/] Phitsanulok Rice Research Center, Wang Thong, Phitsanulok 65000, Thailand

บทคัดย่อ: วัตถุประสงค์ของการวิจัยนี้คือ เพื่อประเมินปฏิกิริยาของข้าวลูกผสมกลับระยะ BC_4F_{3-4} ระหว่างพันธุ์อาบาญ่า/ขาวดอกมะลิ 105 กับพันธุ์ชัยนาท 1 กับประชากรของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล (*Nilaparvata lugens* (Stål)) ในภาคเหนือตอนล่างของประเทศไทย และคัดเลือกข้าวลูกผสมกลับสายพันธุ์ปรับปรุงดังกล่าวเพื่อพัฒนาเป็นเมล็ดพันธุ์ต่อไป โดยทำการเก็บรวบรวมประชากรเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในเขตพื้นที่นาจังหวัดภาคเหนือตอนล่างจาก 9 พื้นที่ ครอบคลุม 7 จังหวัด คือ พิษณุโลก ตาก อุตรดิตถ์ พิจิตร กำแพงเพชร เพชรบูรณ์ และชัยนาท ทำการทดสอบปฏิกิริยาของข้าวลูกผสมกลับระยะ BC_4F_{3-4} ระหว่างพันธุ์อาบาญ่า/ขาวดอกมะลิ 105 กับพันธุ์ชัยนาท 1 รุ่น BC_4F_{3-4} จำนวน 6 สายพันธุ์ กับประชากรเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลจากพื้นที่ต่าง ๆ ข้างต้น โดยใช้มาตรฐานในการเปรียบเทียบความแตกต่างตาม Standard Evaluation System for Rice ของ International Rice Research Institute (IRRI) และคัดเลือกข้าวลูกผสมกลับระยะ BC_4F_{3-4} ระหว่างพันธุ์อาบาญ่า/ขาวดอกมะลิ 105 กับพันธุ์ชัยนาท 1 รุ่น BC_4F_{3-4} ที่เหมาะสม พบว่า ข้าวลูกผสมกลับสายพันธุ์ปรับปรุงจำนวน 2 สายพันธุ์ คือ A12-26-201-428 และ A12-26-201-436 มีความเหมาะสมผ่านการคัดเลือก เนื่องจากแสดงความต้านทานต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลจากทุกพื้นที่ได้โดดเด่นกว่าสายพันธุ์ปรับปรุงอื่น ๆ อย่างชัดเจน

คำสำคัญ: เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล ข้าวอาบาญ่า ข้าวขาวดอกมะลิ 105 ข้าวชัยนาท 1 ข้าวต้านทานแมลง

บทนำ

เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล (*Nilaparvata lugens* (Stål)) (=*Delphax oryzae*) (Hemiptera: Delphacidae) จัดว่าเป็นแมลงศัตรูข้าวที่มีความสำคัญที่สุดในเอเชีย ลงทำลายข้าวหลายสายพันธุ์ ทำให้ต้นข้าวมีอาการเหี่ยวและไหม้ (hopperburn) (Yang *et al*., 2002) นอกจากนี้ยังเป็นแมลงพาหะถ่ายทอดเชื้อไวรัสโรคเขียวเตี้ย และโรคใบหงิกมาสู่ข้าว ทำให้ข้าวไม่สามารถออกรวง (Renganayaki *et al*., 2002) ผลผลิตข้าวลดลงและไม่คุ้มค่าการลงทุน (สุวัฒน์, 2544) การควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลมักนิยมใช้สารเคมีฆ่าแมลงเป็นหลัก (สำนวนและวีรเทพ, 2548) ซึ่งมีผลกระทบต่อมนุษย์และสภาพแวดล้อมเป็นอย่างมาก และเป็นสาเหตุสำคัญในการทำให้สมดุลธรรมชาติเสียหายโดยเฉพาะอย่างยิ่งการทำลายศัตรูธรรมชาติที่สำคัญในนาข้าว การควบคุมโดยใช้ข้าวพันธุ์ต้านทานต่อการเข้าทำลายของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลนั้น เป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการป้องกันกำจัดแมลงที่ได้รับความนิยมเป็นอย่างมาก และเป็นวิธีการที่ปลอดภัยต่อสภาพแวดล้อม

ในช่วง 3 ทศวรรษ ที่ผ่านมาได้มีการวิจัยและพัฒนาพันธุ์ข้าวต้านทานชนิดต่าง ๆ มากมาย หนึ่งในจำนวนนั้น คือ ข้าวพันธุ์ ชัยนาท 1 ที่มีคุณสมบัติต้านทานต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลได้เป็นอย่างดี อย่างไรก็ตามปัจจุบันคุณลักษณะต้านทานของข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 ลดลงอย่างมาก เนื่องจากเป็นพันธุ์ที่เกษตรกรนิยมปลูกกันอย่างแพร่หลายอย่างต่อเนื่องติดต่อกันเป็นเวลานาน โดยเฉพาะอย่างยิ่งพื้นที่นาชลประทานในเขตภาคเหนือตอนล่างและภาคกลาง แต่เนื่องจากข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 นั้นจัดเป็นข้าวคุณภาพดี เป็นที่ต้องการของตลาดมาก ดังนั้นการปรับปรุงพันธุ์ข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 ให้มีคุณลักษณะต้านทานต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลเพิ่มมากขึ้น และยังคงความเป็นข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 ไว้ จึงเป็นแนวทางที่จะสามารถแก้ไขปัญหาดังกล่าวได้ ประกอบกับปัจจุบันการค้นหายีนต้านทานต่อเพลี้ยดังกล่าวสามารถกระทำได้อย่างรวดเร็วด้วยเทคนิคทางชีวโมเลกุลต่าง ๆ เช่น SSR, RFLPs, AFLPs ฯลฯ ยีนต้านทานต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลหลายชนิดได้ถูกค้นพบ รวมทั้งโมเลกุลเครื่องหมายเพื่อใช้ในการติดตามการถ่ายทอดของยีนต่าง ๆ เหล่านั้น ได้รับการพัฒนาขึ้นมากมาย (Khush and Brar, 1991; Jeon *et al*., 1999) สามารถนำมาใช้ตรวจสอบลักษณะทางพันธุกรรม ติดตาม และคัดเลือกข้าวลูกผสมสายพันธุ์ต่าง ๆ ที่ต้องการในแต่ละขั้นตอนระหว่างกระบวนการปรับปรุงพันธุ์ได้อย่างรวดเร็ว ถูกต้องแม่นยำ สามารถลดระยะเวลาในการปรับปรุงพันธุ์ให้สั้นลงได้เป็นอย่างมาก ซึ่งคณะผู้วิจัยได้ดำเนินการปรับปรุงพันธุ์ข้าวลูกผสมระหว่างพันธุ์อาบาญ่า/ขาวดอกมะลิ 105 ซึ่งเป็นแหล่งผู้ให้ (donor) ยีนต้านทานเพลี้ยกระโดดสี

น้ำตาลชนิด *Qbph6* และ *Qbph12* (Jairin *et al*., 2005) กับพันธุ์ชัยนาท 1 โดยวิธี MAS ตั้งแต่ พ.ศ. 2545 จนถึงขณะนี้ได้ลูกผสมรุ่น BC_4F_2 ที่ได้รับการยืนยันจากการคัดเลือกด้วยโมเลกุลเครื่องหมายว่ามียีนต้านทานเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลทั้ง 2 ชนิดในต้นข้าวที่ผ่านการคัดเลือก (วีรเทพ และคณะ, 2550; เจตน์ และคณะ, 2552) แต่อย่างไรก็ตาม ในกระบวนการคัดเลือกพันธุ์ต้านทานนั้นจำเป็นอย่างยิ่งต้องมีการทดสอบความต้านทานกับแมลงจริง เพื่อคัดเลือกพืชเฉพาะที่มียีนต้านทานที่สมบูรณ์ปรากฏอยู่ในโครโมโซมเท่านั้น ทั้งนี้เนื่องจากโมเลกุลเครื่องหมายที่ใช้ในการติดตามการถ่ายทอดของยีนนั้นเป็นแบบ linkage marker จึงมีความเป็นไปได้ที่ต้นพืชที่ผ่านการคัดเลือกมีเพียงบางส่วนของยีนต้านทาน ซึ่งอาจทำให้พืชนั้น ๆ ไม่สามารถต้านทานต่อเพลี้ยกระโดดได้สมบูรณ์ ประกอบกับ เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลนั้นมีความพิเศษกว่าแมลงชนิดอื่น ๆ คือในพื้นที่ที่มีการระบาดของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลนั้นมักพบประชากรของเพลี้ยกระโดดหลายชีวชนิด (biotype) ดำรงชีพร่วมกัน ในสัดส่วนที่แตกต่างกันอย่างมาก (multibiotypes) ส่งผลกระทบต่อระดับความต้านทานของข้าวสายพันธุ์ที่ปลูกในพื้นที่นั้น ๆ อย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ (จิรพงศ์ และคณะ, 2548) ซึ่งในกรณีนี้รวมถึงข้าวสายพันธุ์ลูกผสมอาบาญ่า/ขาวดอกมะลิ 105 กับข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 ดังกล่าวนี้ด้วย เนื่องจากยังไม่มีข้อมูลของความต้านทานเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่ชัดเจนรองรับมาก่อน

การดำเนินการวิจัยนี้เป็นการศึกษาถึงปฏิกิริยาของข้าวลูกผสมกลับระยะ BC_4F_{3-4} ระหว่างพันธุ์อาบาญ่า/ขาวดอกมะลิ 105 กับพันธุ์ชัยนาท 1 กับประชากรของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลจากพื้นที่นาเขตชลประทานในเขตภาคเหนือตอนล่างของประเทศไทย และคัดเลือกข้าวลูกผสมกลับสายพันธุ์ปรับปรุงดังกล่าว ให้ได้ข้าวที่มีคุณลักษณะต้านทานที่ความสมบูรณ์ เพื่อใช้สำหรับการพัฒนาสายพันธุ์เพื่อการรับรองพันธุ์และผลิตเป็นเมล็ดพันธุ์ให้แก่เกษตรกรต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

การเก็บรวบรวมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลจากพื้นที่จังหวัดต่าง ๆ ในเขตภาคเหนือตอนล่างของประเทศไทย

เก็บรวบรวมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในเขตพื้นที่นาจังหวัดภาคเหนือตอนล่าง ทั้งหมด 9 พื้นที่ ประกอบด้วยเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลจากนาข้าว อ. แม่สอด จ. ตาก อ. เมือง และ อ. นครไทย จ. พิษณุโลก อ. หล่มสัก และ อ. ศรีเทพ จ. เพชรบูรณ์ อ. ท่าปลา จ. อุตรดิตถ์ อ. พรานกระต่าย จ. กำแพงเพชร และ อ. เมือง จังหวัดพิจิตร โดยมีประชากรเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลจาก อ. มโนรมย์ จ. ชัยนาทเป็นแหล่งเปรียบเทียบ

ดำเนินการเพาะเลี้ยงเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในเบื้องต้นเพื่อคัดกรองให้มีความบริสุทธิ์ (purified population) ปราศจากศัตรูธรรมชาติ และเชื้อโรคที่อาจติดมากับแมลง และทำการขยายเพิ่มจำนวนบนต้นข้าวพันธุ์อ่อนแอ Taichung Native 1 (TN1) ถึงรุ่น F_3 (Pathak *et al*., 1982) ณ ศูนย์วิจัยควบคุมศัตรูพืชโดยชีวินทรีย์แห่งชาติ ภาคเหนือตอนล่าง มหาวิทยาลัยนเรศวร จ. พิษณุโลก จนได้ปริมาณเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลมากพอสำหรับการทดสอบ

การประเมินปฏิกิริยาและคัดเลือกข้าวต้านทานจากข้าวลูกผสมสายพันธุ์ปรับปรุงระหว่างข้าวอาบาญ่า/ขาวดอกมะลิ 105 กับพันธุ์ชัยนาท 1 ระยะ BC_4F_{3-4} กับประชากรเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในเขตภาคเหนือตอนล่างของประเทศไทย

ทดสอบปฏิกิริยาของข้าวลูกผสมกลับระหว่างพันธุ์อาบาญ่า/ขาวดอกมะลิ 105 กับพันธุ์ชัยนาท 1 ระยะ BC_4F_{3-4} จำนวน 6 สายพันธุ์ต่อประชากรเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่รวบรวมจาก อ. เมือง จ. พิษณุโลก โดยใช้พันธุ์ข้าว PTB33 และพันธุ์สุพรรณบุรี 90 (SPR90) เป็นพันธุ์ต้านทานมาตรฐาน พันธุ์ TN1 และพันธุ์สุพรรณบุรี 60 (SPR60) เป็นพันธุ์อ่อนแอมาตรฐาน ในเรือนทดลอง ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มบล็อกสมบูรณ์ (randomized complete block design) ทำ 5 ซ้ำ

ปล่อยประชากรเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล ลงไปในข้าวทดสอบ ตรวจและเช็คการกระจายตัวของแมลง โดยปัดต่อบริเวณแถวข้าวทดสอบเพื่อให้แมลงมีการเคลื่อนย้ายกระจายตัวให้ทั่วบริเวณแถวข้าวทดสอบในกระบะเพาะ

เมื่อข้าวพันธุ์ TN1 ตาย 90-100% หรือ ที่ 14 วัน หลังจากปล่อยแมลง ทำการตรวจผลการทดสอบปฏิกิริยาของข้าวต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล และต่อเนื่องที่ 21 วัน และ 28 วัน ตามลำดับ โดยใช้มาตรฐานตาม Standard Evaluation System for Rice ของ International Rice Research Institute (IRRI) (1988)

ดำเนินการซ้ำ แต่ใช้ประชากรเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล จากพื้นที่อื่น ๆ จนครบทุกพื้นที่ บันทึกผล วิเคราะห์ผล จัดกลุ่มสายพันธุ์ข้าวและประชากรเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลโดย Hierarchical cluster analysis ใช้วิธีการคำนวณการจัดกลุ่มโดย Between-group linkage และคำนวณระยะความแตกต่างด้วยวิธี Squared Euclidean distance ทำการคัดเลือกคัดเลือกข้าว BC_4F_4 ที่ผ่านการทดสอบ เพื่อใช้สำหรับ พัฒนาสายพันธุ์รับรองพันธุ์ และผลิตเป็นเมล็ดพันธุ์ ให้แก่ เกษตรกรต่อไป

ผลการทดลอง

ผลการประเมินปฏิกิริยาของประสิทธิภาพของข้าวลูกผสมกลับสายพันธุ์ปรับปรุงระหว่างพันธุ์อาบาญ่า/ขาวดอกมะลิ 105 กับพันธุ์ชัยนาท 1 ระยะ BC_4F_{3-4} จำนวน 6 สายพันธุ์ ร่วมกับพันธุ์ข้าวมาตรฐาน 6 สายพันธุ์ โดยใช้ประชากรเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล จำนวน 9 กลุ่ม ที่ 14 วัน ภายหลังปล่อยเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลลงทำลายซึ่งเป็นระยะมาตรฐานที่ใช้ในการตรวจสอบระดับความต้านทานของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลโดยทั่วไป เพื่อคัดเลือกสายพันธุ์ข้าวปรับปรุงที่มีระดับความต้านทานสูงที่สุดต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลจากแต่ละพื้นที่ พบว่า (ตารางที่ 1)

ข้าวลูกผสมกลับสายพันธุ์ปรับปรุงระยะ BC_4F_{3-4} ทั้ง 6 สายพันธุ์คือ A12-11-165-359, A12-11-170-381, A12-11-171-401, A12-11-171-402, A12-26-201-428 และ A12-26-201-436 มีระดับความต้านทานต่อประชากรเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลจาก อ. เมือง จ. พิษณุโลกได้สูง (R) เทียบเท่ากับสายพันธุ์ต้นกำเนิดยีนต้านทานคือ พันธุ์อาบาญ่า/ขาวดอกมะลิ 105 แต่สูงกว่าพันธุ์ผู้รับคือ พันธุ์ชัยนาท 1 ที่มีความต้านทานในระดับปานกลาง (MR) และมีระดับต่ำกว่าพันธุ์ต้านทานมาตรฐานคือ พันธุ์ PTB33 ซึ่งมีความต้านทานในระดับสูงมาก (HR) แต่อย่างไรก็ตาม ข้าวพันธุ์ผสมกลับสายพันธุ์ปรับปรุงทั้ง 6 สายพันธุ์ มีระดับความต้านทานสูงกว่าพันธุ์ต้านทานมาตรฐานคือ พันธุ์ SPR90 และพันธุ์อ่อนแอมาตรฐานคือ พันธุ์ TN1 และ SPR60

ผลการทดสอบกับประชากรเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลจาก อ. นครไทย จ. พิษณุโลก ข้าวลูกผสมสายพันธุ์ปรับปรุง ทั้ง 6 สายพันธุ์มีระดับความต้านทานจำแนกได้เป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มระดับสูง (R) ประกอบด้วย A12-11-165-359, A12-11-171-401, A12-26-201-428 และ A12-26-201-436 ซึ่งมีระดับความต้านทานเทียบเท่ากับพันธุ์อาบาญ่า/ขาวดอกมะลิ 105 และ PTB33 กลุ่มที่สอง คือกลุ่มระดับปานกลาง (MR) ประกอบด้วย A12-11-170-381 และ A12-11-171-402 มีระดับความต้านทานต่ำกว่าพันธุ์อาบาญ่า/ขาวดอกมะลิ 105 และ PTB33 เล็กน้อย อย่างไรก็ตาม ทั้ง 6 สายพันธุ์มีระดับความต้านทานสูงกว่าพันธุ์ TN1, SPR60 และSPR90

ผลการทดสอบกับประชากรเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลจาก อ. ท่าปลา จ. อุตรดิตถ์ ข้าวลูกผสมกลับสายพันธุ์ปรับปรุงทั้ง 6 สายพันธุ์มีระดับความอ่อนแอปานกลาง (MS) ซึ่งต่ำกว่าพันธุ์ PTB33 ที่มีระดับความต้านทานปานกลาง (MR) แต่อย่างไรก็ตาม ทั้ง 6 สายพันธุ์นี้ ยังมีระดับความต้านทานสูงกว่าพันธุ์อาบาญ่า/ขาวดอกมะลิ 105, ชัยนาท 1, TN1, SPR60 และ SPR90

ผลการทดสอบกับประชากรเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลจาก อ. เมือง จ. พิจิตร ข้าวลูกผสมกลับสายพันธุ์ปรับปรุง ทั้ง 6 สายพันธุ์ มีระดับความต้านทานจำแนกได้เป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มระดับสูง (R) ประกอบด้วย A12-11-170-381, A12-11-171-401, A12-11-171-402, A12-26-201-428 และ A12-26-201-436 ซึ่งเทียบเท่ากับพันธุ์ PTB33 และสูงกว่าพันธุ์อาบาญ่า/ขาวดอกมะลิ 105 และพันธุ์ชัยนาท 1 กลุ่มที่สอง คือกลุ่มระดับอ่อนแอปานกลาง (MS) ประกอบด้วย A12-11-165-359 ซึ่งเทียบเท่ากับ

Table 1 Reaction of six Abhaya\KDML105 and Chai Nat 1 (BC_4F_{3-4}) backcross lines and six standard rice varieties responded to brown planthopper populations collected from various locations at 14 days after insect released.

Rice varieties	Damage score on the 14th days after insect released								
	MGPSL	NTPSL	TPUTD	MGPHC	PKKPP	MSTAK	LKPCB	STPCB	MNCNT
PTB33	HR	R	MR	R	R	R	R	R	R
Abhaya/KDML105	R	R	HS	MS	R	MS	MS	MS	MR
Chai Nat 1	MR	MS	HS	MS	R	MS	MS	MS	MR
A12-11-165-359	R	R	MS	MS	MR	MS	MS	MS	R
A12-11-170-381	R	MR	MS	R	MR	MS	MS	MS	R
A12-11-171-401	R	R	MS	R	MR	MS	MS	MR	R
A12-11-171-402	R	MR	MS	R	MR	MS	MS	MR	R
A12-26-201-428	R	R	MS	R	MR	MS	MS	MR	R
A12-26-201-436	R	R	MS	R	MR	MS	MS	MR	R
Suphanburi 60	HS	S	S	HS	MS	S	S	S	R
Suphanburi 90	S	MS	HS	HS	R	MS	MS	S	R
Taichung Native 1	HS	HS	HS	HS	HS	HS	HS	HS	HS

MGPSL = Muang, Phitsanulok; NTPSL = Nakhon Thai, Phitsanulok, TPUTD = Tapla, Uttaradit; MGPHC = Muang, Phichit; PKKPP = Phran Kratai, Kamphaeng Phet; MSTAK = Mae Sot, Tak; LKPCB = Lom Sak, Phetchabun; STPCB = Si Thep, Phetchabun; MNCNT = Manorom, Chai Nat

HR = high resistance, R = resistance, MR = mild resistance, MS = mild susceptible, S = susceptible, HS = high susceptible

พันธุ์อาบาญ่า/ขาวดอกมะลิ 105 และชัยนาท 1 โดยทั้ง 6 สายพันธุ์มีระดับความต้านทานสูงกว่าพันธุ์ TN1, SPR60 และ SPR90

ผลการทดสอบกับประชากรเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลจาก อ. พรานกระต่าย จ. กำแพงเพชร ข้าวลูกผสมกลับสายพันธุ์ปรับปรุงทั้ง 6 สายพันธุ์มีระดับความต้านทานปานกลาง (MR) ต่ำกว่าพันธุ์ PTB33, อาบาญ่า/ขาวดอกมะลิ 105 และชัยนาท 1 รวมทั้ง พันธุ์ต้านทานมาตรฐานคือ SPR90 ซึ่งมีระดับความต้านทานสูง (R) แต่ทั้ง 6 สายพันธุ์ยังมีระดับความต้านทานสูงกว่าพันธุ์ SPR60 และ TN1

ผลการทดสอบกับประชากรเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลจาก อ. แม่สอด จ. ตาก และ อ. หล่มสัก จ. เพชรบูรณ์ มีลักษณะของระดับความต้านทานในทำนองเดียวกัน โดยข้าวลูกผสมกลับสายพันธุ์ปรับปรุงทั้ง 6 สายพันธุ์มีระดับความอ่อนแอปานกลาง (MS) เทียบเท่ากับพันธุ์อาบาญ่า/ขาวดอกมะลิ 105 และชัยนาท 1 แต่ต่ำกว่าพันธุ์ PTB33 ที่มีความต้านทานระดับสูง (R) และทั้ง 6 สายพันธุ์มีระดับความต้านทานสูงกว่าพันธุ์พันธุ์ TN1, SPR60 และ SPR90

ผลการทดสอบกับประชากรเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลจาก อ. ศรีเทพ จ. เพชรบูรณ์ ข้าวลูกผสมกลับสายพันธุ์ปรับปรุงทั้ง 6 สายพันธุ์มีระดับความต้านทานจำแนกได้เป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มระดับปานกลาง (MR) ประกอบด้วย A12-11-171-401, A12-11-171-402, A12-26-201-428 และ A12-26-201-436 ซึ่งต่ำกว่าพันธุ์

PTB33 ที่มีระดับความต้านทานสูง (R) แต่สูงกว่าพันธุ์อาบาญ่า/ขาวดอกมะลิ 105 และชัยนาท 1 ที่มีความอ่อนแอระดับปานกลาง (MS) รวมทั้งพันธุ์ TN1, SPR60 และSPR90 กลุ่มที่สอง คือกลุ่มระดับอ่อนแอปานกลาง (MS) ประกอบด้วย A12-11-165-359 และ A12-11-170-381 เทียบเท่ากับ พันธุ์อาบาญ่า/ขาวดอกมะลิ 105, ชัยนาท 1 และพันธุ์ต้านทานมาตรฐาน คือ SPR90

ผลการทดสอบกับประชากรเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลจาก อ. มโนรมย์ จ. ชัยนาท นั้น ข้าวลูกผสมกลับสายพันธุ์ปรับปรุงทั้ง 6 สายพันธุ์มีระดับความต้านทานสูง (R) เทียบเท่ากับพันธุ์ PTB33 และพันธุ์ต้านทานมาตรฐาน คือ SPR90 และพันธุ์อ่อนแอมาตราฐานคือ SPR60 แต่สูงกว่าพันธุ์อาบาญ่า/ขาวดอกมะลิ 105 และชัยนาท 1 ที่มีความต้านทานระดับปานกลาง (MR) และทั้ง 6 สายพันธุ์นี้ยังมีระดับสูงกว่า พันธุ์อ่อนแอมาตรฐาน TN1

เมื่อทำการประเมินปฏิกิริยาของข้าวพันธุ์ปรับปรุงต่อเนื่อง ที่ 21 และ 28 วันหลังจากปล่อยเพลี้ยลงทำลายพบว่า ระดับของความเสียหายของข้าวทุกสายพันธุ์รวมทั้งข้าวพันธุ์เปรียบเทียบอื่น ๆ เปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง แต่ข้าวลูกผสมกลับสายพันธุ์ปรับปรุงทั้ง 6 สายพันธุ์มีระดับการเปลี่ยนแปลงที่ช้ากว่าพันธุ์พ่อและแม่อย่างชัดเจน และมีระดับการเปลี่ยนแปลงใกล้เคียงกับข้าวพันธุ์ต้านทานมาตรฐาน PTB33 มาก และด้วยความต้านทานต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในระดับที่แตกต่างกันมากในช่วงหลัง 14, 21 และ 28 วัน ในภาพรวมนั้น พบว่าข้าวสายพันธุ์ A12-26-201-428 และ A12-26-201-436 แสดงความต้านทานต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลจากทุกพื้นที่ได้โดดเด่นกว่าสายพันธุ์ปรับปรุงอื่น ๆ

ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของประชากรเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลโดยวิธี cluster analysis ด้วยข้อมูลจากปฏิกิริยาของข้าวพันธุ์ต่าง ๆ ข้างต้นต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลจากแหล่งต่าง ๆ

ปฏิกิริยาของข้าวมีลักษณะแปรเปลี่ยนไปตามประชากรของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลจากแหล่งต่าง ๆ แสดงถึงความแตกต่างของประชากรของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในแต่ละพื้นที่อย่างชัดเจน เมื่อทำการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของระดับความต้านทานของสายพันธุ์ข้าวต่าง ๆ โดยวิธี cluster analysis พันธุ์ข้าวมีค่าระยะความแตกต่างในเชิงของความเสียหายที่เกิดขึ้นอยู่ในช่วง 1.732-18.303 และเมื่อนำข้อมูลสร้าง dendrogram สามารถจัดกลุ่มข้าวได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ กลุ่มแรกถือว่าเป็นกลุ่มอ่อนแอต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลคือ พันธุ์ SPR60 และ TN1 ตามด้วย พันธุ์พ่อและแม่คือ อาบาญ่า\ขาวดอกมะลิ 105 กับชัยนาท 1 และ SPR90 ซึ่งถือว่าได้รับความเสียหายน้อยกว่าสองพันธุ์แรกในกลุ่มนี้ กลุ่มที่สองคือข้าวที่ต้านทานต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล ประกอบด้วย ข้าวลูกผสมกลับสายพันธุ์ปรับปรุงทั้ง 6 สายพันธุ์ โดยข้าวดังกล่าวมีความใกล้ชิดประกอบขึ้นเป็นคู่ ๆ กล่าวคือ A12-26-201-428 ใกล้ชิดกับ A12-26-201-436, A12-11-171-401 ใกล้ชิดกับ A12-11-171-402 และ A12-11-165-359 ใกล้ชิดกับ A12-11-170-381 โดยทั้งกลุ่มเชื่อมโยงใกล้ชิดกับข้าวพันธุ์ต้านทานมาตรฐาน PTB33 บ่งชี้ถึงความแข็งแรงของข้าวผสมกลับสายพันธุ์ปรับปรุงทั้ง 6 สายพันธุ์กับพันธุ์ PTB33 อย่างชัดเจน (ภาพที่ 1)

เมื่อทำการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของประชากรเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลโดยวิธี cluster analysis ด้วยข้อมูลจากปฏิกิริยาของข้าวพันธุ์ต่าง ๆ ทุกระยะ ต่อประชากรเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลจากแหล่งต่าง ๆ พบว่า ค่าระยะความแตกต่างระหว่างประชากรเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลอยู่ในช่วงตั้งแต่ 3.000-9.000 และเมื่อสร้าง dendrogram พบว่าสามารถจัดกลุ่มประชากรเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลได้เป็น 2 กลุ่มหลัก ซึ่งสอดคล้องกับระดับปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นกับข้าวพันธุ์ต่าง ๆ คือ กลุ่มแรก ประกอบด้วยประชากรเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลจาก อ. แม่สอด จ. ตาก อ.หล่มสัก และ อ. ศรีเทพ จ. เพชรบูรณ์ และ อ. ท่าปลา จ. อุตรดิตถ์ จัดเป็นกลุ่มที่สามารถเข้าทำลายข้าวลูกผสมกลับสายพันธุ์ปรับปรุงได้ โดยข้าวทั้ง 6 สายพันธุ์มีความอ่อนแอต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลจากแหล่งทั้ง 4 พื้นที่นี้ในระดับปานกลาง (MS) กลุ่มที่สองประกอบด้วย ประชากรเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล จาก อ. เมือง และ อ. นครไทย จ. พิษณุโลก อ. เมือง จ. พิจิตร อ. มโนรมย์ จ. ชัยนาท และ อ. พรานกระต่าย จ. กำแพงเพชร จัดเป็นกลุ่มที่สามารถเข้าทำลายข้าวลูกผสมกลับสายพันธุ์ปรับปรุงได้น้อยกว่ากลุ่มแรก โดยข้าวทั้ง 6 สายพันธุ์มีความต้านทานต่อเพลี้ยกระโดด

สีน้ำตาลจากแหล่งทั้ง 5 พื้นที่นี้ในระดับสูงปานกลาง (MR) ถึงระดับสูง (R) (ภาพที่ 2)

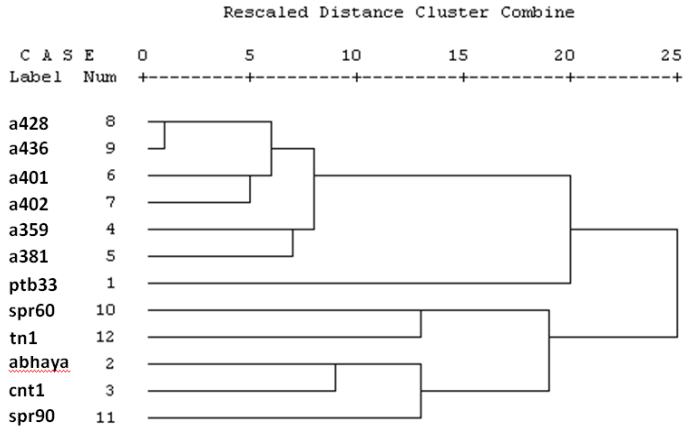

Figure 1 Dendogram presents the relationship of six Abhaya\KDML105 and Chai Nat 1 (BC_4F_{3-4}) backcross lines A12-11-165-359 (a359), A12-11-170-381 (a381), A12-11-171-401 (a401), A12-11-171-402 (a402), A12-26-201-428 (a428), A12-26-201-436 (a436), and six standard rice varieties PTB33, abhaya (Abhaya/KDML105), cnt1 (Chai Nat 1) spr60 (Suphanburi 60) spr90 (Suphanburi 90) tn1 (Taichung Native 1) responded to nine brown planthopper populations in lower northern Thailand.

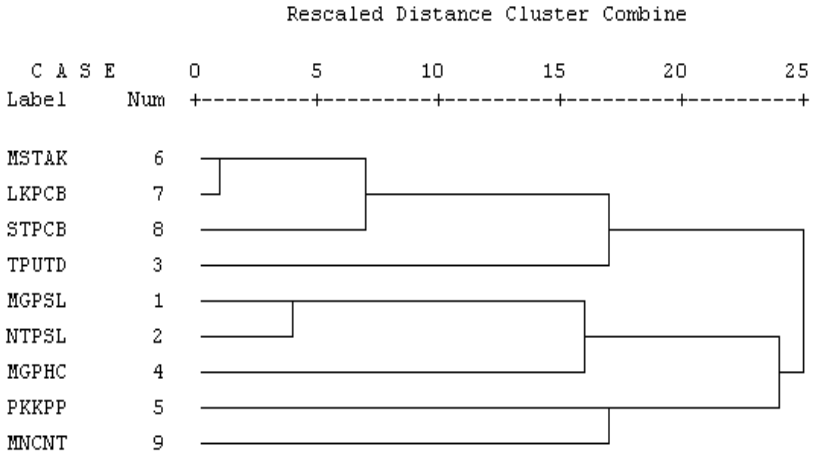

Figure 2 Dendogram presents the relationship of nine brown planthopper populations collected from various locations responed to twelve rice varieties.
MGPSL = Muang, Phitsanulok; NTPSL = Nakhon Thai, Phitsanulok, TPUTD = Tapla, Uttaradit; MGPHC = Muang, Phichit; PKKPP = Phran Kratai, Kamphaeng Phet; MSTAK = Mae Sot, Tak; LKPCB = Lom Sak, Phetchabun; STPCB = Si Thep, Phetchabun; MNCNT = Manorom, Chai Nat R = resistance, MR = mild resistance, MS = mild susceptible

วิจารณ์

ในสภาพการปลูกข้าวของเกษตรกรในพื้นที่ปลูกข้าวนาชลประทานเขตภาคเหนือตอนล่างซึ่งครอบคลุมพื้นที่ 2.8 ล้านไร่ มีการทำนาต่อเนื่อง 2-3 ครั้งต่อปี โดยสายพันธุ์ข้าวที่ปลูกมักนิยมใช้ข้าวพันธุ์เดียวปลูกครอบคลุมเป็นพื้นที่บริเวณกว้าง ส่งผลทำให้เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลมีแหล่งอาหารรองรับตลอดเวลา สามารถเพิ่มปริมาณได้ในพันธุ์ต้านทานจนทำให้เกิดการระบาดอยู่เนือง ๆ เช่น กรณีของพันธุ์ SPR60 และชัยนาท 1 ในปี พ.ศ. 2532-2534 และ พ.ศ. 2540-2541 ตามลำดับ (ปรีชา, 2545) อย่างไรก็ตาม ในช่างระยะเวลาที่ผ่านมากรมการข้าวได้แนะนำข้าวพันธุ์ใหม่ ๆ หลากหลายพันธุ์แก่เกษตรกร ทำให้เกษตรกรมีทางเลือกมากขึ้นในการเลือกพันธุ์ข้าวสำหรับปลูก นอกจากนี้กระแสการบริโภคของผู้บริโภคมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงสู่ข้าวพันธุ์พื้นเมืองและข้าวสุขภาพมากขึ้นทำให้พันธุ์ข้าวที่ปลูกมีหลากหลายสายพันธุ์ ทั้งพันธุ์พื้นเมือง พันธุ์ปลูกของทางราชการ ซึ่งประกอบด้วยข้าวที่มีและไม่มีคุณลักษณะความต้านทานต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล ทำให้เกิดสภาพความหลากหลายทางสภาพแวดล้อมกระจายเป็นหย่อม ๆ ทั่วทั้งพื้นที่นาชลประทาน สภาวะดังกล่าวจึงเป็นทั้งสิ่งส่งเสริมและสิ่งกดดันต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลทำให้เกิดความหลากหลายทางชีวภาพและการคงอยู่ของความหลากหลายที่มีความเหมาะสมกับสภาพพื้นที่ในส่วนย่อย ๆ เหล่านี้ เกิดเป็นประชากรของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่มีความจำเพาะในพื้นที่ขึ้น (พุฒิพงษ์ และคณะ, 2553; Maynard and Szathmáry, 1997; Coyne and Orr, 2004)

โดย Claridge *et al*. (1985) รายงานว่าเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่มาจากสภาพภูมิศาสตร์ที่แตกต่างกันหรือมาจากต่างพื้นที่ จะมีความรุนแรงในการเข้าลงทำลายข้าวแตกต่างกัน พันธุ์ข้าวที่ต้านทานต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในพื้นที่หนึ่งอาจอ่อนแอต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลจากอีกพื้นที่หนึ่งได้ นอกจากนี้ Sogawa and Rakasadinata-Soekirno (1987) พบว่า กลุ่มประชากรจากต่างพื้นที่ระยะห่างกันไม่ถึง 200 กิโลเมตร มีความรุนแรงในการเข้าลงทำลายข้าวในระดับแตกต่างกันมาก การเปลี่ยนแปลงนี้เกี่ยวข้องกับกระบวนการคัดเลือกทางพันธุกรรม การกลายพันธุ์ของแมลง การปฏิสัมพันธ์ของพืชปลูกกับศัตรูพืช และชนิดและอายุของพันธุ์ข้าวที่ปลูกร่วมกับสภาพแวดล้อมเป็นหลัก ส่งผลต่อองค์ประกอบของความหลากหลายทางพันธุกรรมในประชากรของแมลงนั้น ๆ ในที่สุด (จิรพงศ์ และคณะ, 2548; De Kogel *et al*., 1997; Heinrichs and Mochida, 1984; Smith,1989) จากผลการทดสอบความต้านทานของข้าวลูกผสมกลับระหว่างพันธุ์อาบาญ่า/ขาวดอกมะลิ 105 กับพันธุ์ชัยนาท 1 ระยะ BC_4F_{3-4} จำนวน 6 สายพันธุ์ กับประชากรเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลจากพื้นที่นาข้าวแหล่งต่าง ๆ ที่อยู่ในเขตชลประทานของภาคเหนือตอนล่าง จำนวน 9 กลุ่ม พบว่าประชากรของเพลี้ยกระโดดจากแต่ละพื้นที่สามารถลงทำลายข้าวพันธุ์ทดสอบแตกต่างกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งที่ 14 วัน ข้าวลูกผสมกลับสายพันธุ์ปรับปรุง มีระดับความต้านทานต่อเพลี้ยกระโดดได้ดีกว่าหรือเท่ากับพันธุ์พ่อและแม่ ในหลายพื้นที่ คือ อ. เมือง และ อ.นครไทย จ. พิษณุโลก อ. ท่าปลา จ. อุตรดิตถ์ อ. เมือง จ. พิจิตร อ. แม่สอด จ. ตาก อ. ศรีเทพ และ อ. หล่มสัก จ.เพชรบูรณ์ และ อ. มโนรมย์ จ. ชัยนาท ยกเว้น อ. พรานกระต่าย จ. กำแพงเพชร เท่านั้นที่พันธุ์พ่อและแม่ต้านทานต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลได้ดี แต่ข้าวลูกผสมกลับสายพันธุ์ปรับปรุงต้านทานในระดับปานกลาง ซึ่งความต้านทานในลักษณะที่สูงกว่าพันธุ์พ่อและแม่นั้นแสดงถึงผลการแสดงออกของยีนร่วมกันระหว่างพันธุ์พ่อ (อาบาญ่า/ขาวดอกมะลิ 105) ที่มียีนต้านทาน *Qbph6* และ *Qbbh12* และแม่ (ชัยนาท 1) ซึ่งมียีนต้านทานต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล จากข้าวพันธุ์บาบาวี ในลักษณะของการส่งเสริมซึ่งกันและกัน (synergist) (Pedigo, 1996) ทำให้ข้าวลูกผสมกลับสายพันธุ์ปรับปรุงนี้มีแนวโน้มเป็นพันธุ์ที่สามารถปลูกได้ดีในพื้นที่หลายจังหวัด เช่น อ. เมือง และ อ. นครไทย จ. พิษณุโลก อ. เมือง จ. พิจิตร และ อ. มโนรมย์ จ. ชัยนาท ทดแทนข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 ซึ่งเป็นพันธุ์ที่เกษตรกรนิยมปลูกแต่มีระดับความต้านทานต่ำกว่าได้

นอกจากนี้เมื่อทำการประเมินปฏิกิริยาต่อเนื่องจนครบ 28 วันหลังจากปล่อยเพลี้ยลงทำลายพบว่า ระดับของความเสียหายของข้าวทุกสายพันธุ์รวมทั้งข้าวพันธุ์

เปรียบเทียบอื่น ๆ เปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องเช่นกัน แต่ข้าวลูกผสมกลับสายพันธุ์ปรับปรุงทั้ง 6 สายพันธุ์มีระดับการเปลี่ยนแปลงที่ช้ากว่าพันธุ์พ่อและแม่ และมีระดับการเปลี่ยนแปลงใกล้เคียงกับข้าวพันธุ์ต้านทานมาตรฐาน PTB33 มาก และด้วยความต้านทานต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในระดับที่แตกต่างกันมากในช่วงหลัง 14, 21 และ 28 วัน ในภาพรวมนั้นพบว่าข้าวสายพันธุ์ A12-26-201-428 (a428) และ A12-26-201-436 (a436) แสดงความต้านทานต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลจากทุกพื้นที่ได้โดดเด่นกว่าสายพันธุ์ปรับปรุงอื่น ๆ คณะผู้วิจัยจึงได้ทำการคัดเลือกสายพันธุ์ดังกล่าวเพื่อนำเข้าสู่กระบวนการทดสอบเพื่อคัดพันธุ์และรับรองพันธุ์ลำดับต่อไป

สรุป

ในการศึกษาความต้านทานเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลของประชากรข้าวลูกผสมกลับระหว่างพันธุ์อาบาญ่า/ขาวดอกมะลิ 105 กับพันธุ์ชัยนาท 1 ระยะ BC_4F_{3-4} ที่ได้รับการคัดเลือกโดยโมเลกุลเครื่องหมายจำนวน 6 สายพันธุ์ คือ A12-11-165-359, A12-11-170-381, A12-11-171-401, A12-11-171-402, A12-26-201-428 และ A12-26-201-436 เพื่อทดสอบปฏิกิริยากับประชากรเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลจากพื้นที่นาข้าวแหล่งต่าง ๆ ที่อยู่ในเขตชลประทานของภาคเหนือตอนล่างจำนวน 9 กลุ่มจาก 9 พื้นที่ คือ อ. เมือง และ อ. นครไทย จ. พิษณุโลก อ. ท่าปลา จ. อุตรดิตถ์ อ. เมือง จ. พิจิตร อ. ศรีเทพ และ อ. หล่มสัก จ. เพชรบูรณ์ อ. พรานกระต่าย จ. กำแพงเพชร อ. แม่สอด จ. ตาก และ อ. มโนรมย์ จ. ชัยนาท และทำการคัดเลือกข้าวลูกผสมกลับสายพันธุ์ปรับปรุงที่เหมาะสมสำหรับเข้าสู่กระบวนการรับรองพันธุ์และผลิตเป็นเมล็ดพันธุ์ให้แก่เกษตรกรต่อไป นั้น พบว่าข้าวลูกผสมกลับสายพันธุ์ปรับปรุงจำนวน 2 สายพันธุ์ คือ A12-26-201-428 และ A12-26-201-436 แสดงความต้านทานต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลจากทุกพื้นที่ได้โดดเด่นกว่าสายพันธุ์ปรับปรุงอื่น ๆ อย่างชัดเจน จึงผ่านการคัดเลือกเพื่อนำเข้าสู่กระบวนการทดสอบสำหรับคัดพันธุ์และรับรองพันธุ์ลำดับต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ มหาวิทยาลัยนเรศวร และศูนย์วิจัยควบคุมศัตรูพืชโดยชีวินทรีย์แห่งชาติ ภาคเหนือตอนล่าง รวมทั้ง รศ.ดร. อภิชาต วรรณวิจิตร ดร. ธีรยุทร ตู้จินดา และเจ้าหน้าที่ทุกท่าน จากหน่วยค้นหาและใช้ประโยชน์จากยีนข้าว และ ดร. สมวงษ์ ตระกูลรุ่ง และเจ้าหน้าที่ทุกท่าน จากห้องปฏิบัติการดีเอ็นเอเทคโนโลยี ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ ที่ให้การสนับสนุนการวิจัยเป็นอย่างดียิ่งทั้งในส่วนของงบประมาณ เครื่องมือ ข้อมูล และอุปกรณ์ ตลอดจนคำแนะนำต่าง ๆ

เอกสารอ้างอิง

จิรพงศ์ ใจรินทร์ กิจติพงษ์ เพ็งรัตน์ สงวน เทียงดีฤทธิ์ กฤษณา สุดทสาร จรัญจิต เพ็งรัตน์ และอุไรวรรณ คชสถิตย์. 2548. การสืบหาโมเลกุลเครื่องหมายเพื่อการพัฒนาสายพันธุ์ข้าวต้านทานเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล. รายงานการประชุมวิชาการ ข้าวและธัญพืชเมืองหนาว ประจำปี 2548. วันที่ 7-8 มีนาคม 2548 ณ โรงแรม รอแยลฮิลล์ รีสอร์ท จ. นครนายก.

เจตน์ คชฤกษ์ วีรเทพ พงษ์ประเสริฐ สุรเดช ปาละวิสุทธิ์ และศิริพร กออินทร์ศักดิ์. 2552. การพัฒนาสายพันธุ์ข้าวปรับปรุง BC_4F_1 ด้วยยีนต้านทานเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล (*Qbph6* และ *Qbph12*) โดยเทคนิคโมเลกุลเครื่องหมาย. วารสารสิ่งแวดล้อมนเรศวร 2(1): 37-51.

ปรีชา วังศิลาบัตร. 2545. นิเวศวิทยาของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลและการควบคุมปริมาณ. กองกีฏและสัตววิทยา, กรมวิชาการเกษตร. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย, กรุงเทพฯ.

พุฒิพงษ์ เพ็งฤกษ์ วีรเทพ พงษ์ประเสริฐ ไสว บูรณพานิช พันธุ์ จิราพร กุลสาริน เจตน์ คชฤกษ์ สุรเดช ปาละวิสุทธิ์ และภมร ปัตตาวะตัง. 2553. ความหลากหลายทางชีวชนิดของเพลี้ยกระโดดสี

น้ำตาลในภาคเหนือตอนล่างของประเทศไทย. วารสารเกษตร 27(1): 27-37.

วีรเทพ พงษ์ประเสริฐ สุรเดช ปาละวิสุทธ์ ศิริพร กออินทร์ ศักดิ์ และธานี ศรีวงศ์ชัย. 2550. การคัดเลือกดีเอ็นเอเครื่องหมายแบบ SSR ของยีนต้านทานต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล (*Nilaparvata lugens* (Stål), Delphacidae, Homoptera) ชนิด *Qbph6* และ *Qbph12* จากข้าวสายพันธุ์ปรับปรุง Abhaya และพันธุ์ชัยนาท 1. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า 25(1): 47-55.

สำนวน ฉิมพกา และวีรเทพ พงษ์ประเสริฐ. 2548. ปัจจัยที่มีผลต่อการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูข้าวของเกษตรกร อำเภอตะพานหิน จังหวัดพิจิตร. วารสารเกษตรนเรศวร 8(1): 77-94.

สุวัฒน์ รวยอารีย์. 2544. เรียนรู้การจัดการศัตรูข้าวโดยวิธีผสมผสาน. เอกสารวิชาการ กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.

Claridge, M.F., J.D. Hollander and J.C. Morgan. 1985. Variation in courtship signals and hybridization between geographically definable populations of the rice brown planthopper, *Nilaparvata lugens* (Stal). Biol. J. Linnean Soc. 24: 35-49.

Coyne, J.A. and H.A. Orr. 2004. Speciation. Sinauer Associates, Sunderland. 545 p.

De Kogel, W.J., M. van der Hoek, M.T.A. Dik, B. Gebala, F.R. van Dijken and C. Mollema. 1997. Sesonal variation in resistance of chrysanthemum cultivars to *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae). Euphytica 94: 283-288.

Heinrichs, E.A. and O. Mochida. 1984. From secondary to major pest status: the case of insecticide-induced rice brown planthopper, *Nilaparvata lugens,* resistance gene. Prot. Ecol. 7: 201-218.

IRRI. 1988. Standard Evaluation System for Rice. International Rice Research Institute, Los Banos, Philippines. 54 p.

Jeon, Y.H., S.N. Ahn, H.C. Choi, T.R. Hahn and H.P. Moon. 1999. Identification of a RAPD marker linked to a brown planthopper resistance gene in rice. Euphytica 107: 23-28.

Jairin, J., T. Toojinda, S. Tragoonrung, S. Tayapat and A. Vanavichit. 2005. Multiple genes determining brown planthopper (*Nilaparvata lugens* Stål) resistance in backcross introgressed lines of Thai jasmine rice 'KDML105'. Sci. Asia 31: 129-135.

Khush, G.S. and D.S. Brar. 1991. Genetics of resistance to insects in crop plants. Adv. Agron. 45: 224-228.

Maynard, S.J. and E. Szathmáry. 1997. The Major Transitions in Evolution. Oxford University Press, New York. 346 p.

Pathak, P.K., R.C. Saxena and E.A. Heinrichs. 1982. Para film sachet for measuring honeydew excretion by *Nilaparvata lugens* on rice. J. Econ. Entomol. 75: 194-195.

Pedigo, L.P. 1996. Entomology and Pest Management. Second edition. Prentice Hall, New Jersey. 679 p.

Renganayaki, K., K.F. Allan, S. Sadasivam, S. Pammi, S.E. Harrington, S.R. McCouch, S.M. Kumar and A.S. Reddy. 2002. Mapping and progress toward map-based cloning of brown planthopper biotype-4 resistance gene introgressed from *Oryza officinalis* into cultivated rice, *O sativa*. Crop Sci. 42: 2112-2117.

Smith, C.M. 1989. Plant Resistance in Insects: A Fundamental Approach. John Wiley & Sons, New York, 286 p.

Sogawa, K. and Y. Rakasadinata-Soekirno. 1987. New genetic makeup of brown planthopper (BPH) populations in Central Java, Indonesia. Int. Rice Res. News. 12: 29-30.

Yang, H., X. Ren, Q. Weng, L. Zhu and G. He. 2002. Molecular mapping and genetic analysis of a rice brown planthopper (*Nilaparvata lugens* Stål) resistance gene. Hereditas 136: 39-43.