มุมมองเรื่องชีวชนิดของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล

The Brown Planthopper Biotype Concept

พัชนี ชัยวัฒน์[1]
Patchanee Chaiyawat[1]

นักวิทยาศาสตร์ที่ทำงานวิจัยเกี่ยวกับพืชต้านทานต่อแมลง ได้ยอมรับในเรื่องการที่เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลมีชีวชนิด (biotype) ที่แตกต่างกันนั้น ขึ้นอยู่กับการที่เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลมีความสามารถมีชีวิตอยู่รอด และสามารถเข้าทำลายพันธุ์ข้าวที่มียีนส์ต้านทาน (Bph ยีนส์) ที่แตกต่างกัน เช่น ประชากรของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลชีวชนิด 1 (biotype 1) จะสามารถอยู่รอดและทำลายพันธุ์ข้าวที่ไม่มียีนส์ต้านทานเท่านั้น แต่ประชากรของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลชีวชนิด 2 (biotype 2) จะสามารถอยู่รอดและทำลายเฉพาะต้นข้าวที่มียีนส์ต้านทาน Bph 1 และพันธุ์ข้าวที่อ่อนแอต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลชีวชนิด 1 สำหรับประชากรของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลชีวชนิด 3 (biotype 3) จะสามารถอยู่รอดและทำลายเฉพาะพันธุ์ข้าวที่มียีนส์ต้านทาน bph 2 และพันธุ์ข้าวที่อ่อนแอต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลชีวชนิด 1 (Saxena and Khan, 1989)

ความหมายของ biotype

"biotype" เป็นคำพ้องของคำว่า "clone" biotype (ชีวชนิด) หมายถึงประชากรของแมลงหรือแมลงแต่ละตัวที่อยู่ใน biotype เดียวกันจะต้องมีลักษณะทางพันธุกรรมเหมือนกัน (genetic homogeneity) ซึ่งอย่างน้อยจะต้องมีลักษณะความรุนแรง (virulence) ในการเข้าทำลายพืชอาศัยเหมือนกันทางพันธุกรรม (Eastop, 1973) นอกจากนี้ความสามารถในการกินและการทำลายพืชพันธุ์ต้านทานของชีวชนิดแต่ละชนิดที่แตกต่างจากชีวชนิดอื่นนั้น เป็นลักษณะที่สำคัญที่สุดในความหมายของคำว่า "biotype" (Maxwell and Jennings, 1980)

Matching Gene Theory

ความสัมพันธ์ระหว่างความต้านทานในแมลงศัตรู (pest) ชนิดหนึ่งและความต้านทานในพืชอาศัย (host) ที่มีต่อแมลงชนิดนั้น จะเป็นในลักษณะความสัมพันธ์ของยีนส์ต่อยีนส์ระหว่างยีนส์ที่มีอยู่ในตัวแมลงและยีนส์ที่มีอยู่ในพืชอาศัยนั้น (gene-for-gene relationship) ซึ่งสามารถอธิบายได้โดยใช้ทฤษฎีที่เรียกว่า "Matching Gene Theory" ทฤษฎีนี้กล่าวว่าทุกๆ major resistant gene ในพืชอาศัย จะมี matching Gene ของลักษณะ virulence ในตัวแมลงที่อยู่ในตำแหน่งยีนส์ที่สอดคล้องกันเพื่อเข้าทำลายพืชอาศัยนั้น ถ้าพืชอาศัยของแมลงชนิดหนึ่งมี resistant gene แต่แมลงชนิดนั้นมี avirulent allele ที่อยู่ในตำแหน่งยีนส์ที่สอดคล้องกันพืชอาศัยนั้นก็จะแสดงปฏิกิริยาต้านทานต่อแมลงชนิดนั้น แต่ถ้าแมลงชนิดนั้นมี virulent gene ที่อยู่ในตำแหน่งของยีนส์ที่สอดคล้องกัน พืชอาศัยนั้นก็จะแสดงปฏิกิริยาอ่อนแอต่อแมลงชนิดนั้น (Gallun and Khuash, 1980)

ปัญหา biotype ของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล

ปัญหาชีวชนิดของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลอยู่ที่ว่า เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่อยู่ภายใน biotype เดียวกัน มีความแตกต่างอย่างมากในลักษณะของ virulence (ตามความหมายของคำว่า biotype ลักษณะ virulence นี้ จะต้องมีพันธุกรรมเหมือนกันในแมลงที่อยู่ใน biotype เดียวกัน) โดยพบว่าเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลชีวชนิดเดียวกันที่เลี้ยงได้จากกรงเลี้ยงแมลง

(1) ศูนย์วิจัยข้าวปราจีนบุรี อ.บ้านสร้าง จ.ปราจีนบุรี 25150
Prachinburi Rice Research Center, Bansang District, Prachinburi 25150

ของ IRRI มีความแตกต่างอย่างมากในเรื่องความสามารถในการดูดกินข้าวพันธุ์มาตรฐาน เช่น เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล biotype 1 บางตัวสามารถดูดกินข้าวพันธุ์ต้านทานมาตรฐาน Mudgo และ ASD7 ซึ่งเหมือนกับ biotype 2 และ biotype 3 ตามลำดับ ในทำนองเดียวกัน ความแตกต่างเช่นนี้ก็พบในเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล IRRI biotype 2 และ biotype 3 อีกด้วย (Claridge and Hollander, 1980)

ปัญหาชีวชนิดของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลยังพบอีกว่า หลังจากมีการผสมพันธุ์ภายในประชากรชีวชนิดเดียวกัน (inbreeding) ประมาณ 10 ชั่วอายุขัย เมื่อเลี้ยงด้วยข้าวพันธุ์ TN1, Mudgo และ ASD7 ซึ่งเป็นพันธุ์ข้าวที่อ่อนแอต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล ชีวชนิด 1 ชีวชนิด 2 และ ชีวชนิด 3 ตามลำดับนั้น พบว่า ลักษณะ virulence มีการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมเกิดขึ้นภายในชีวชนิดเดียวกัน (Claridge and Den Holander 1980, 1982) Claridge และ Den Hollander สรุปว่าการใช้คำว่า "biotype" แล้วกำกับด้วยตัวเลขอาจไม่เหมาะสมกับเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล เพราะว่าลักษณะทางพันธุกรรมของลักษณะ virulence ในแมลงแต่ละตัวในชีวชนิดเดียวกันมีความแตกต่างกันมาก และมี genetic homogeneity น้อยมาก นอกจากนี้ลักษณะ virulence เป็นลักษณะที่ถ่ายทอดทางกรรมพันธุ์ที่ถูกควบคุมด้วยยีนส์หลายตัว (polygenes) โดยยีนส์แต่ละตัวมีผลต่อลักษณะ virulence เพียงเล็กน้อยเท่านั้น

Deno and Roderick (1990) สนับสนุนคำโต้แย้งดังกล่าวของ Claridge และ Den Hollander โดยมีความเห็นว่า คำว่า "biotype" หมายถึง ลักษณะทางสรีระหรือลักษณะทางพันธุกรรมของแมลงที่ปรับตัวให้เข้ากับพืชพันธุ์ในพันธุ์หนึ่ง Denno และ Roderick แนะนำว่าการใช้คำว่า biotype นั้นอาจทำให้เกิดความเข้าใจผิดขึ้นได้ เนื่องจากเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลไม่มีลักษณะของความสัมพันธ์แบบ gene-for-gene ระหว่างลักษณะ resistance และ virulence เหมือนอย่างที่เคยคิดไว้ในอดีต แต่เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลนั้นมีลักษณะ virulence แตกต่างทางพันธุกรรมในแมลงแต่ละตัวภายใน biotype เดียวกัน นอกจากนี้ลักษณะ virulence ยังมีการเหลื่อมล้ำกัน ระหว่างแต่ละ biotype และลักษณะ virulence ของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล เป็นลักษณะที่ควบคุมด้วยยีนส์หลายตัว

รูปแบบ virulence ของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในนาข้าว

เมื่อ IRRI ได้แนะนำพันธุ์ข้าว IR26 ซึ่งเป็นข้าวพันธุ์ต้านทานต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลเป็นพันธุ์แรก ในปี พ.ศ. 2516 (Khush, 1979) แต่อีก 3 ปีต่อมา (ปี พ.ศ. 2519) เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลก็สามารถเข้าทำลายข้าวพันธุ์ต้านทาน IR26 และเมื่อนำแมลงมาทดสอบก็พบว่า เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่สามารถเข้าทำลาย IR26 นั้น สามารถทำลายข้าวพันธุ์ต้านทานมาตรฐาน Mudgo ได้ (Mudgo เป็นพันธุ์ต้านทานมาตรฐานของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล IRRI biotype 1) เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่สามารถทำลายข้าวพันธุ์ต้านทานมาตรฐาน Mudgo นี้ ได้รับการตั้งชื่อว่า biotype 2 ต่อมาเพลี้ยกระโดสีน้ำตาลที่พบในเกาะ Mindanao ทางใต้ของประเทศฟิลิปปินส์สามารถทำลายข้าวพันธุ์ IR36 ได้ จึงมีสมมติฐานว่าเป็น biotype 3 แต่เมื่อนำแมลงมาทดสอบปรากฏว่าแมลงที่ทำลายข้าวพันธุ์ IR36 ที่ Mindanao นั้น มีลักษณะอยู่ระหว่าง biotype 2 และ biotype 3 (Medrano and Heinrichs, 1985)

เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลเป็นแมลงที่มีศักยภาพสูงในการปรับตัวให้เข้ากับพันธุกรรมของข้าวพันธุ์ใหม่ (novel plant genotypes) ได้รวดเร็ว (Denno and Roderick, 1990) ซึ่งจากการศึกษาของ Sogawa et al. (1987) พบว่าเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลเป็นแมลงที่สามารถปรับเปลี่ยน biotype ทั้งในเชิงคุณภาพ และปริมาณของพันธุกรรมต้านทานต่อพันธุ์ข้าวต่างๆ เพื่อประโยชน์สูงสุดในการรักษาคุณค่าของความเหมาะสมเพื่อดำรงชีวิตอยู่รอด Sogawa พบว่า ที่ Central Java ประเทศอินโดนีเซีย เริ่มมีเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่สามารถเข้าทำลายข้าวพันธุ์ต้านทาน Cisadane ได้ ในปี พ.ศ. 2528 และเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลกลุ่มนี้ได้แพร่กระจายอย่างกว้างขวางในปี พ.ศ. 2531 การที่

เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลสามารถทำลายข้าวพันธุ์ต้านทาน Cisadane นี้ได้ เนื่องจากชาวนามีการปลูกข้าวพันธุ์ใหม่ที่ให้ผลผลิตสูงอย่างกว้างขวาง (ข้าวพันธุ์ Krueng Aceh และ Sadang) ซึ่งข้าวพันธุ์ใหม่นี้มีพันธุกรรมต้านทานที่ค่อนข้างง่ายต่อการเข้าทำลายของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล

ข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 60 ที่แนะนำและส่งเสริมให้เกษตรกรปลูกในปี พ.ศ. 2530 นั้นอีก 2 ปีต่อมาพบว่า เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลสามารถเข้าทำลายพันธุ์ข้าวสุพรรณบุรี 60 และเกิดการระบาดรุนแรงในฤดูนาปรังปี พ.ศ. 2532/2533 ถึงฤดูนาปี พ.ศ. 2533-2534 (เฉลิมและคลาด, 2537) เมื่อพิจารณาถึงเชื้อสายความต้านทาน พันธุ์ข้าวสุพรรณบุรี 60 มีแหล่งเชื้อความต้านทานต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลมาจากพันธุ์ข้าว IR48 ของ IRRI และแหล่งเชื้อความต้านทานของ IR48 มาจากข้าวพันธุ์ Ptb18 ซึ่งต้านทานต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลชีวชนิด 2 แต่ชีวชนิดที่ได้ระบาดอยู่ในนาชลประทานของภาคกลางขณะนั้นเป็นชีวชนิดที่ 1 พันธุ์ข้าวสุพรรณบุรี 60 จึงไม่แสดงความต้านทานต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล แม้ว่าระดับความต้านทานที่ทดสอบในระยะกล้าที่ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี ในปี พ.ศ. 2529 แสดงระดับความต้านทานต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลปานกลาง (บริบูรณ์, 2533)

Claridge *et al.* (1985) พบว่า เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่นำมาจากประเทศออสเตรเลียไม่สามารถเลี้ยงได้ด้วยข้าวพันธุ์อ่อนแอมาตรฐาน TN1 ซึ่งพันธุ์ TN1 นี้ถือว่าเป็นพันธุ์อ่อนแอต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลทุกชีวชนิด เนื่องจากข้าวพันธุ์นี้ไม่มียีนส์ต้านทานต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล ข้าวพันธุ์ TN1 แสดงปฏิกิริยาต้านทานต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่นำมาจากออสเตรเลียเป็นอย่างสูง แต่เมื่อทำการเลี้ยงแมลงกลุ่มนี้ด้วยข้าวญี่ปุ่น (Japonica rice) (ข้าวพันธุ์ Delta จากฝรั่งเศส และ Towada จากญี่ปุ่น) ประมาณ 10 ชั่วอายุขัย (generation) พบว่าเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่เกิดขึ้นนั้นสามารถทำลายข้าวพันธุ์อ่อนแอมาตรฐาน TN1 ซึ่งมีรูปแบบของ virulence เหมือนกับ IRRI biotype 1

ความแตกต่างทางสภาพภูมิศาสตร์

เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่มาจากสภาพภูมิศาสตร์แตกต่างกันมีรูปแบบ virulence ที่แตกต่างกันอย่างชัดเจน จากการศึกษาในเรื่องการผสมข้ามพันธุ์ของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่มาจากสภาพภูมิศาสตร์ที่แตกต่างกัน พบว่าลูกผสมชั่วที่ 1 (F1 hybrids) มีชีวิตอยู่รอดและสามารถแพร่พันธุ์ต่อไปได้ และลูกผสมชั่วที่ 2 (F2 hybrids) มีอัตราส่วนเพศที่ปกติ ซึ่งผลการทดลองนี้ชี้ให้เห็นว่า อุปสรรคในการที่จะเกิดลูกผสมของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่มาจากสภาพภูมิศาสตร์นั้น เนื่องมาจากมีสิ่งกีดขวางทำให้การผสมพันธุ์ไม่เกิดขึ้น ไม่ใช่เนื่องจากการเข้ากันไม่ได้ทางพันธุกรรมที่แตกต่างกัน (Claridge *et al.*, 1985) และการศึกษาเรื่อง "Acoustic mate recognition signals" พบว่าเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลมีพันธุกรรมที่แตกต่างกันอย่างชัดเจน ระหว่างประชากรที่อยู่ตามภูมิภาคต่างๆ ของทวีปเอเชียและออสเตรเลีย โดยพบว่าสัญญาณเรียกหาคู่เพื่อผสมพันธุ์ของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่มาจากทวีปออสเตรเลีย มีรูปแบบที่แตกต่างจากแมลงที่มาจากทวีปเอเชียอย่างชัดเจน (Claridge *et al.*, 1985) Claridge มีความเห็นว่าลักษณะสัญญาณเรียกหาคู่ อาจเป็นวิธีการที่ใช้จำแนกชนิดประชากรของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล ที่มาจากสภาพภูมิศาสตร์ที่แตกต่างกันได้ดี (Claridge, 1990)

รูปแบบ virulence ของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในพื้นที่ภูมิศาสตร์ขนาดเล็ก

Claridge *et al.* (1982) ได้ศึกษารูปแบบ virulence ของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่เกิดขึ้นในนาข้าว ซึ่งความแตกต่างของลักษณะ virulence อาจเกิดขึ้นในพื้นที่ภูมิศาสตร์ที่มีขนาดเล็ก โดยทดสอบเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่เก็บได้จากพันธุ์ข้าว 5 พันธุ์ ซึ่งมีทั้งข้าวพันธุ์พื้นเมือง ข้าวป่า และข้าวพันธุ์ใหม่ในสถานที่ต่างๆ ของประเทศศรีลังกา โดยสถานที่แต่ละแห่งมีระยะห่างกันไม่เกิน 200 กิโลเมตร แล้วนำแมลงแต่ละกลุ่มประชากรมาเลี้ยงด้วยข้าว

พันธุ์เดิม (พันธุ์ข้าวเดียวกับสถานที่แต่ละแห่งที่ได้ทำการเก็บแมลงมา) แล้วนำแมลงแต่ละกลุ่มประชากรมาเลี้ยงด้วยพันธุ์ข้าวมาตรฐาน TN1, Mudgo และ ASD7 พบว่า แต่ละกลุ่มประชากรของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล มีรูปแบบ virulence แตกต่างกันอย่างชัดเจน โดยใช้ปริมาณน้ำหนักตัวแมลงที่เปลี่ยนไปและปริมาณ honeydew ที่แมลงถ่ายออกมาเป็นตัวเปรียบเทียบ จากรูปแบบของลักษณะ virulence อาจแนะนำได้ว่าแต่ละกลุ่มประชากรของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล มี biotype ที่แตกต่างกัน Claridge จึงมีความเห็นว่า การใช้คำว่า biotype ไม่เหมาะสมในการปฏิบัติงาน และไม่ช่วยให้เกิดความเข้าใจในเรื่องการเปลี่ยนแปลงรูปแบบของ virulence ของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่มีรูปแบบของ virulence ที่คล้ายกัน ซึ่งหมายความว่าแมลงใน biotype เดียวกันอาจมีลักษณะที่อื่นที่แตกต่างกัน ไม่ว่าจะเป็นลักษณะของสัณฐานรูปร่างหรือลักษณะอื่นๆ เนื่องจากเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่มีรูปแบบ virulence คล้ายกันต่างก็สามารถมีวิวัฒนาการได้อย่างอิสระ

Claridge (1990) มีความเห็นว่าเนื่องจาก biotype ของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลเป็นตัวแทนในเรื่องของการปรับตัวต่อพันธุ์ข้าวในแต่ละท้องถิ่น ฉะนั้นควรมีการระมัดระวังในการจำแนกชนิด เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่มาจากสภาพภูมิศาสตร์ที่แตกต่างกันให้เป็น biotype เดียวกัน นอกจากนี้ควรมีการระวังในเรื่อง biotype ระหว่างเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่เลี้ยงได้จากเรือนทดลองและ biotype ของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่พบในนาข้าว และควรคำนึงถึงเรื่องการใช้เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่เลี้ยงได้จากเรือนทดลองมาเป็นตัวทดสอบคัดเลือกพันธุ์ข้าว เนื่องจากแมลงที่เลี้ยงได้จากเรือนทดลองเป็นเวลานานมีการผสมพันธุ์ภายในประชากรเดียวกัน (inbreeding)

สรุป

การที่เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลมีชีวชนิด (biotype) แตกต่างกันนั้นขึ้นอยู่กับการที่เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลมีความสามารถในการมีชีวิตอยู่รอดและมีความสามารถเข้าทำลายพันธุ์ข้าวที่มียีนส์ต้านทาน (Bph ยีนส์) ที่แตกต่างกัน คำว่า biotype หมายถึง ประชากรของแมลงหรือแมลงแต่ละตัวที่อยู่ใน biotype เดียวกัน จะต้องมีลักษณะทางพันธุกรรมเหมือนกัน ซึ่งอย่างน้อยต้องมีลักษณะ virulence ในการเข้าทำลายพืชอาศัยเหมือนกันทางพันธุกรรม แต่ปัญหา biotype ของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลอยู่ที่ว่าแมลงที่อยู่ภายใน biotype เดียวกันนั้นมีลักษณะ virulence ที่แตกต่างกัน และเมื่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลมีการผสมพันธุ์ภายในประชากรชีวชนิดเดียวกัน ประมาณ 10 ชั่วอายุขัย ลักษณะ virulence ก็มีการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมภายในชีวชนิดเดียวกัน การใช้คำว่า biotype กับเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลอาจทำให้เกิดความเข้าใจผิดขึ้นได้ เนื่องจากเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลไม่มีลักษณะของความสัมพันธ์แบบยีนส์ต่อยีนส์ระหว่างลักษณะ resistance และ virulence เนื่องจากลักษณะ virulence ของแมลงชนิดนี้ถูกควบคุมด้วยยีนส์หลายตัว เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลเป็นแมลงที่มีศักยภาพสูงในการปรับตัวให้เข้ากับพันธุกรรมของข้าวพันธุ์ใหม่ได้อย่างรวดเร็ว แมลงชนิดนี้มีพันธุกรรมที่แตกต่างอย่างชัดเจนระหว่างประชากรที่อยู่ตามภูมิภาคต่างๆ ของทวีปเอเชียและออสเตรเลีย จึงควรมีการระวังในเรื่องการจำแนกชนิด เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่มาจากต่างสภาพภูมิศาสตร์ และการใช้เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่เลี้ยงได้ในเรือนทดลองเป็นเวลานานมาเป็นตัวทดสอบคัดเลือกพันธุ์ข้าว เนื่องจากแมลงที่เลี้ยงได้นั้นจะมีผลของการผสมพันธุ์ภายในประชากรเดียวกัน

เอกสารอ้างอิง

เฉลิม สินธุเสก และคลาด แสงแก้ว. 2537. การติดตามการเคลื่อนย้ายของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลโดยใช้กับดักทางอากาศ. เอกสารประกอบการบรรยายการประชุมวิชาการประจำปี 2537. กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร ณ โรงแรมแกรนด์จอมเทียนพาเลซ จ.ชลบุรี วันที่ 21-24 มิถุนายน หน้า 242-268.

บริบูรณ์ สมฤทธิ์. 2533. พันธุ์ข้าวและความต้านทานเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในการแก้ปัญหาเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลและโรคจู๋. รายงานการสัมมนาเชิงปฏิบัติการ. ณ ห้องประชุมกรมวิชาการเกษตร วันที่ 28 มิถุนายน หน้า 31-47.

Claridge, M.F. 1990. Variation in pest and natural enemy populations relevance to brownplanthopper control strategies. *In*:Pest management in Rice. Eds. Grayson, B.T., M.B. Green and L.G. Copping. Elsevier Applied Science Publishers Ltd. UK. P. 143-154.

Claridge, M.F. and J. Den Hollander. 1980. The "biotypes" of the rice brown planthopper, *Nilaparvata lugens. Entomol. Exp. Appl.* 27:23-30.

Claridge, M.F., and J. Den Hollander. 1982. Virulence to rice cultivars and selection for virulence in populations of brown planthopper, *Nilaparvata lugens. Entomol. Exp. Appl.* 32:213-221.

Claridge, M.F., and J. Den Hollander, and I. Furet. 1982. Adaptations of brown planthopper (*Nilaparvata lugens)* populations to rice varieties in Sri Lanka. *Entomol. Exp. Appl.* 32:222-226.

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

Denno, R.F., and G.K. Roderick. 1990. Population biology of planthopper. *Annu. Rev. Entomol.* 35:489-520.

Eastop, V.F., 1973. Biotypes of aphids. *Bull. Entomol. Soc.* New Zealand. 2:40-51.

Gallun, R.L., and G.S. Khush. 1980. Genetic factors affecting expression and stability of resistance. *In*: Breeding Plants resistant to insects. Eds. Maxwell and P.R. Jennings. John Waley, New York. pp. 63-85.

Khush, G.S. 1979. Genetics and breeding for resistance to the brown planthopper. *In*: Rice Brown Planthopper: Threat to Rice Production in Asia. IRRI, Philippines. pp. 321-332.

Maxwell, F.G., and P.R. Jennings. 1980. Breeding Plants Resistant to insect. John Waley, New York. 683 pp.

Medrano, F.G. and E.A. Heinrichs. 1985. Response of resistant rices to brown planthopper (BPH) collected in Mindanao, Philippines. *Int. Rice Res. Newsl.* 10:14-15.

Saxena, R.C., and Z.R. Khan. 1989. Factors affecting resistance of rice varieties to planthopper and leafhopper pests. *Agric. Zool. Rev.* 3:97-132.

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