อาร์โทรปอดในระบบนิเวศน์นาข้าวพันธุ์อ่อนแอและพันธุ์ต้านทานต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล

Arthropod Community in Rice Ecosystem of BPH Susceptible and Resistant Varieties

สุวัฒน์ รวยอารีย์[1]
Suwat Ruay-aree[1]

ABSTRACT

Plant characteristics affect on the arthropod community structure in the plant ecosystems. The arthropod communities associated with the BPH susceptible (RD 7 and SPR 60) and resistant (RD 23 and SPR 90) rice varieties were investigated on the structure, seasonal occurrence and the relationship of the arthropod guilds. This study was conducted in the farmer's field at Amphoe Lam Luk Ka, Changwat Pathum Thani during 1993-1995, both dry seasons and wet seasons with broadcasting rice. None of insecticide was used, and arthropods were collected weekly by D-vac machine. All arthropod samples were identified and counted the numbers under binocular microscopes. The data were then analyzed.

The results showed that the proportion of arthropod community structure was the same in both ecosystems. Scavengers were dominant guild of 51-58%. Diptera, the most common found scavengers, were abundant in vegetative growth of rice. The second was phytophages (17-21%). They were mostly leafhoppers and planthoppers of which the green leafhoppers, *Nephotettix* spp. (Honoptera, Cicadellidae) was the most abundant (40-49%) in vegetative growth. The third were hymenoperous parasitoids. Their composition to the total arthropods was 14-16% and was found mainly in the reproductive growth of rice. The last group were predators (11-12%) of which spiders possess 58-62% of their proportion and were found abundant in the reproductive growth while *Cyrtorhinus lividipennis* (Hemiptera, Miridae) represented only 31-37% and found mainly on vegetative growth.

The rice varieties affected on the proportion of BPH population, 19% of the BPH was found on susceptible while 11-13% of the BPH on resistant varieties. The BPH number on susceptible varieties was 1.6-2.4 times higher than resistant varieties. Obviously, *Cyrtorhinus lividipennis* played the role in biological control of leafhoppers and planthoppers. The competition among the natural enemies did not appear, but their population showed tendency of facilitation in biological control of the insect pests.

Key words: Arthropod community, rice ecosystem, susceptible and resistant rice varieties to BPH

(1) กลุ่มงานวิจัยแมลงศัตรูข้าวและธัญพืชเมืองหนาว กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร จตุจักร กรุงเทพฯ 10900
Rice and Temperate Cereal Entomology Research Group, Division of Entomology and Zoology, Department of Agriculture, Chatuchak, Bangkok 10900

บทคัดย่อ

คุณลักษณะของพันธุ์พืชมีผลต่อโครงสร้างของสัตว์พวกอาร์โทรปอดในระบบนิเวศน์ของพืชนั้น ได้ศึกษาโครงสร้าง ปริมาณ การผันแปร และความสัมพันธ์ ของอาร์โทรปอดกลุ่มต่างๆ ในนาข้าวพันธุ์อ่อนแอต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล (กข7 และ สพ 60) และพันธุ์ต้านทาน (กข23 และ สพ90) ทำการทดลองในนาราษฎร์ ที่ อ. ลำลูกกา จ. ปทุมธานี ทั้งนาปรังและนาปี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2536-2538 โดยปลูกข้าวพันธุ์ดังกล่าวแบบนาหว่านน้ำตม ไม่ใช้สารฆ่าแมลงและใช้เครื่อง D-vac ดูดจับแมลงในแปลงทดลองทุกสัปดาห์ นำแมลงและอาร์โทรปอดอื่นๆ ที่เก็บรวบรวมได้มาจำแนกชนิดและนับจำนวน นำข้อมูลมาวิเคราะห์ทางสถิติ

ผลการทดลอง พบว่า กลุ่มของอาร์โทรปอดในนาข้าวพันธุ์อ่อนแอและพันธุ์ต้านทานมีสัดส่วนของโครงสร้างแบบเดียวกัน โดยพวกกินอินทรียวัตถุมีปริมาณมากที่สุด โดยมี 51-58% และเป็นแมลงในอันดับ Diptera มากที่สุด พบมากระยะการเจริญทางลำต้นของข้าว พวกกินพืชมี 17-21% เป็นแมลงพวกเพลี้ยจักจั่นและเพลี้ยกระโดด โดยเฉพาะเพลี้ยจักจั่นสีเขียว (*Nephotettix* spp.) มีมากที่สุด (40-49%) พบมากระยะการเจริญทางลำต้นของข้าว พวกแมลงเบียนมี 14-16% เป็นแมลงในอันดับ Hymenoptera แทบทั้งหมด พบมากระยะการเจริญทางสืบพันธุ์ของข้าว พวกตัวห้ำ 11-12% เป็นพวกแมงมุมมากที่สุด (58-62%) พบมากระยะการเจริญทางสืบพันธุ์ของข้าว รองลงมาได้แก่มวนเขียวดูดไข่ *(Cyrtorthinus lividipennis)* (31-37%) พบมากระยะการเจริญทางลำต้นของข้าว

พันธุ์ข้าวมีผลต่อสัดส่วนของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล *(Nilaparvata lugens)* ในนาข้าว นาข้าวพันธุ์อ่อนแอพบเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลมีปริมาณ 19% ส่วนข้าวพันธุ์ต้านทานมี 11-13% ของเพลี้ยจักจั่นและเพลี้ยกระโดดทั้งหมด นาข้าวพันธุ์อ่อนแอพบเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลมีปริมาณมากกว่าข้าวพันธุ์ต้านทาน 1.6-2.4 เท่า และพบว่าตัวห้ำมวนเขียวดูดไข่มีบทบาทสำคัญในการควบคุมปริมาณเพลี้ยจักจั่นและเพลี้ยกระโดดในนาข้าว นอกจากนี้พบว่าตัวห้ำและแมลงเบียนในนาข้าวไม่มีลักษณะของการแก่งแย่ง แต่มีแนวโน้มว่ามีบทบาทเสริมร่วมกันในการควบคุมแมลงศัตรูข้าว

คำหลัก: อาร์โทรปอด, ระบบนิเวศน์นาข้าว, ข้าวพันธุ์อ่อนแอและพันธุ์ต้านทานต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล

คำนำ

ในระบบนิเวศน์การเกษตรมีปัจจัยที่ควบคุมการระบาดของแมลงศัตรูพืชอยู่ 2 ปัจจัยใหญ่ คือ ปัจจัยด้านสิ่งที่ไม่มีชีวิต (abiotic factor) ได้แก่ สภาพภูมิอากาศ (อุณหภูมิ ความชื้น ปริมาณน้ำฝน ความเข้มของแสงแดด ฯลฯ) และปัจจัยด้านสิ่งที่มีชีวิต (biotic factor) ได้แก่ คุณลักษณะของพันธุ์พืชที่ปลูก (พันธุ์ต้านทานหรือพันธุ์อ่อนแอต่อแมลงศัตรูพืช) และบทบาทของศัตรูธรรมชาติ (ตัวห้ำ ตัวเบียน) (Loevinsohn, 1994)

ในระบบนิเวศน์นาข้าวมีสัตว์จำพวก "อาร์โทรปอด" (arthropod) อยู่มากมายหลายชนิด อาร์โทรปอด หมายถึงสัตว์ที่มีลำตัวแบ่งเป็นปล้องๆ โดยปล้องเหล่านี้รวมกันเป็นส่วนประกอบของร่างกาย มีอวัยวะสำหรับเคลื่อนไหวหรือระยางค์ (appendages) แบ่งเป็นปล้องๆ เช่นกันและมีเป็นคู่ๆ ลักษณะภายนอกลำตัวเป็นเปลือกแข็งห่อหุ้มลำตัวไว้ประกอบด้วยสารไคติน อาร์โทรปอดส่วนใหญ่เป็นสัตว์จำพวกแมลง (Borror และคณะ, 1975) ในทางนิเวศวิทยา Moran และ Southwood (1982) ได้จัดแบ่งอาร์โทรปอดในระบบนิเวศน์ของพืชออกเป็นกลุ่มใหญ่ 4 กลุ่ม คือ

Scavenger ได้แก่ พวกที่ดำรงชีวิตโดยกินซากพืชซากสัตว์หรืออินทรียวัตถุเป็นอาหาร

Phytophage ได้แก่ พวกที่ดำรงชีวิตโดยกินพืชเป็นอาหาร ซึ่งได้แก่ ศัตรูพืชชนิดต่างๆ

Parasitoid ได้แก่ แมลงที่เป็นตัวเบียน

Predator ได้แก่ พวกตัวห้ำต่างๆ

โครงสร้างหรือสัดส่วนของกลุ่มอาร์โทรปอด (arthropod community) ขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย คือ

พันธุ์พืชที่ปลูก สภาพแวดล้อม รูปแบบของการเพาะปลูก และการเขตกรรม โดยเฉพาะอย่างยิ่งชนิดและปริมาณความมากน้อยของแมลงที่กินพืชเป็นอาหารหรือศัตรูพืชมีความสัมพันธ์ กับชนิดและพันธุ์พืชเป็นอย่างมาก (Heong และคณะ, 1991) ในการบริหารศัตรูพืช (IPM) หลักการสำคัญก็คือ พยายามให้มีการควบคุมศัตรูพืชโดยธรรมชาติเกิดขึ้นมากที่สุด (Metcalf และ Luckmann, 1975)

อนึ่ง ปัจจัยด้านคุณลักษณะของพันธุ์พืชที่ปลูก การเขตกรรม และการจัดการศัตรูพืชมิใช่มีผลเพียงแต่ชนิดและปริมาณของแมลงศัตรูเท่านั้น หากแต่มีผลกระทบต่อโครงสร้างของอาร์โทรปอดในระบบนิเวศน์ของพืชนั้นด้วย

เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล (*Nilaparvata lugens* : Homoptera, Delphacidae) เป็นแมลงศัตรูข้าวที่จัดว่ามีความสำคัญที่สุดในปัจจุบัน การแก้ปัญหาแมลงศัตรูข้าวที่นับว่าได้ผลดีก็คือ ใช้พันธุ์ต้านทาน อย่างไรก็ตาม การเข้าใจถึงการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของกลุ่มอาร์โทรปอด ในระบบนิเวศน์ของการปลูกข้าวพันธุ์อ่อนแอและพันธุ์ต้านทานต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลมีความสำคัญในการบริหารแมลงศัตรูข้าว และควรทำการศึกษาเป็นอย่างยิ่ง เพื่อเป็นข้อมูลในการพิจารณาการป้องกันกำจัดแมลงที่ถูกต้องเหมาะสมต่อไป

สำหรับการทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาโครงสร้างของกลุ่มอาร์โทรปอดในนาข้าวพันธุ์อ่อนแอต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล (กข7 และ สพ60) และพันธุ์ต้านทาน (กข23 และ สพ90) ศึกษาปริมาณและการผันแปรประชากรของอาร์โทรปอดกลุ่มต่างๆ ในนาข้าวซึ่งปลูกในฤดูกาลต่างกัน และศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของตัวห้ำและเพลี้ยจักจั่นและเพลี้ยกระโดดในนาข้าวดังกล่าว

วิธีดำเนินการ

อุปกรณ์

1. พันธุ์ข้าวอ่อนแอต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล (กข7 และ สพ60) และพันธุ์ข้าวต้านทานต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล (กข23 และ สพ90)
2. ปุ๋ยสูตร 16-20-0
3. เครื่องดูดแมลง D-vac
4. กล้องจุลทรรศน์สองตา (binocular microscope)
5. อุปกรณ์อื่นๆ เท่าที่จำเป็น

วิธีการ

ปลูกข้าวทั้ง 4 พันธุ์ดังกล่าวแบบนาหว่านน้ำตม ใช้เมล็ดพันธุ์อัตรา 20-30 กิโลกรัมต่อไร่ ขนาดแปลงทดลองพันธุ์ละ 20x20 เมตร ไม่ใช้สารฆ่าแมลงทุกชนิดในแปลงทดลอง การดูแลรักษาและการใส่ปุ๋ยให้เกษตรกรเป็นผู้ปฏิบัติตามวิธีการของเกษตรกร โดยเกษตรกรใส่ปุ๋ยสูตร 16-20-0 2 ครั้ง ครั้งแรกใส่หลังหว่านข้าวงอก 20 วัน ในอัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ ครั้งที่สอง ใส่หลังหว่านข้าวงอก 30-45 วัน อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่

หลังปลูกข้าวประมาณ 3-4 สัปดาห์ เริ่มตรวจผลโดยใช้เครื่องดูดแมลง D-vac สุ่มดูดแมลงในแปลงทดลองทั้ง 4 พันธุ์ๆ ละ 4 จุด แต่ละจุดดูดแมลงพื้นที่ 1x1 เมตร รวมจำนวนตัวอย่างที่เก็บ 16 ตัวอย่างต่อครั้ง (สัปดาห์) ฆ่าแมลงที่ดูดจับได้ด้วย ethyl acetate ขณะเดียวกันก็ทำการสุ่มตรวจนับจำนวนเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในนาข้าวทั้ง 4 พันธุ์ โดยตรวจนับแบบ ทแยงมุม 2 ด้านๆ ละ 10 จุด รวม 20 จุดต่อพันธุ์ (แปลง) นำแมลงและสัตว์อื่นๆ ที่ดูดจับได้ทั้งหมดมาจำแนกชนิดและนับจำนวนภายใต้กล้องจุลทรรศน์สองตา โดยพยายามจำแนกให้ถึงระดับชนิด (species) ของแมลงให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ ตรวจผลการทดลองทุกสัปดาห์จนกระทั่งข้าวออกรวง (ตลอดฤดูปลูกข้าวตรวจผล 9-10 ครั้ง)

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ นำข้อมูลชนิดและจำนวนของอาร์โทรปอด (แมลงและแมงมุม) ที่เก็บตัวอย่างบนข้าวแต่ละพันธุ์มาจัดกลุ่มตามหลักเกณฑ์ของ Moran และ Southwood (1982) และนำมาวิเคราะห์ดูปริมาณความมากน้อยของอาร์โทรปอดกลุ่มต่างๆ วิเคราะห์ผลของพันธุ์ข้าวและฤดูปลูกต่อปริมาณของอาร์โทรปอดในนาข้าว โดยวิธีไค

สแควร์ (จรัญ, 2523) และ วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของตัวห้ำและเพลี้ยจักจั่นและเพลี้ยกระโดดในนาข้าว

เวลาและสถานที่

ทำการทดลองตั้งแต่ปี พ.ศ.2536-2538 ทั้งฤดูนาปรังและนาปี รวม 7 ครั้ง โดยทดลองในนาราษฎร์ ที่ตำบลลำลูกกา อำเภอลำลูกกา จังหวัดปทุมธานี

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

1. โครงสร้างของกลุ่มอาร์โทรปอดในนาข้าวพันธุ์อ่อนแอและพันธุ์ต้านทานต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล

จากการทดลองปลูกข้าวพันธุ์อ่อนแอ (กข7 และ สพ60) และพันธุ์ต้านทาน (กข23 และ สพ90) 6 ครั้ง (Figure 1) พบว่า โครงสร้างของกลุ่มอาร์โทรปอดในนาข้าวพันธุ์อ่อนแอและพันธุ์ต้านทานมีรูปแบบเดียวกัน คือ มีอาร์โทรปอดที่กินอินทรียวัตถุเป็นอาหารมากที่สุด โดยพบ 51-58 เปอร์เซ็นต์ของอาร์โทรปอดทั้งหมด รองลงมาได้แก่ อาร์โทรปอดที่กินพืชเป็นอาหาร มีปริมาณ 17-21 เปอร์เซ็นต์ อาร์โทรปอดพวกแมลงเบียน 14-16 เปอร์เซ็นต์ และอาร์โทรปอดพวกตัวห้ำ 11-12 เปอร์เซ็นต์ ข้อที่น่าสังเกต คือ ในนาข้าวพันธุ์ต้านทานอาร์โทรปอดที่กินอินทรียวัตถุมีมากกว่านาข้าวพันธุ์อ่อนแอ 4-5 เปอร์เซ็นต์ ส่วนอาร์โทรปอดกลุ่มอื่นๆ ในนาข้าวพันธุ์อ่อนแอและพันธุ์ต้านทานมีปริมาณใกล้เคียงกัน

สัดส่วนของชนิดหรืออันดับ (Order) ของอาร์โทรปอดในแต่ละกลุ่ม (Figure 2) พบว่า ในนาข้าวพันธุ์อ่อนแอและพันธุ์ต้านทานมีรูปแบบเหมือนกันเช่นเดียวกันคือ ในกลุ่มอาร์โทรปอดที่กินอินทรียวัตถุเป็นอาหารเป็นแมลงในอันดับ Diptera ถึง 95 เปอร์เซ็นต์ ที่เหลือเป็นแมลงในอันดับ Ephemeroptera พวกแมลงชีปะขาว (mayflies) และ Coleoptera พวกด้วงปีกแข็ง (beetles) บางชนิด แมลงในอันดับ Diptera ซึ่งพบมากส่วนใหญ่เป็นแมลงในวงศ์ (Family) Chironomidae ได้แก่ ริ้นน้ำจืด (midges) หรือที่เรียกว่า Chironomids แมลงชนิดนี้ตัวเต็มวัยมีลักษณะคล้ายยุง แต่ปีกไม่มีเกล็ด ตัวอ่อนอาศัยอยู่ในน้ำกินอินทรียวัตถุเป็นอาหาร ตัวของมันเองเป็นอาหารของปลาและสัตว์อื่นๆ ที่อาศัยอยู่ในน้ำ (Borror และคณะ, 1975) ผลการทดลองนี้ตรงกับรายงานของ Yasumatsu และคณะ (1980) ที่กล่าวว่าแมลงในวงศ์ Chironomidae พบมากที่สุดในนาข้าว นอกจากนี้ยังพบแมลงพวกที่กินอินทรียวัตถุเป็นอาหารในวงศ์อื่นๆ คือ Culicidae พวกยุง (mosquitos) Tipulidae พวกแมลงวันแมงมุม (crane flies) เป็นต้น แต่พบในปริมาณน้อยมากและพบเป็นครั้งคราว

อาร์โทรปอดที่กินพืชเป็นอาหาร เป็นแมลงในอันดับ Homoptera 94-96 เปอร์เซ็นต์ ที่เหลือเป็นแมลงในอันดับ Orthoptera พวกตั๊กแตน (grasshoppers) Lepidoptera พวกหนอนผีเสื้อ (moths) Diptera พวกแมลงวัน (flies) บางชนิด Thysanoptera พวกเพลี้ยไฟ (thrips) Hemiptera พวกมวน (bugs) บางชนิด เป็นต้น ซึ่งผลการทดลองนี้ตรงกับการทดลองของ Heong และคณะ (1991) ที่พบว่าในประเทศฟิลิปปินส์ แมลงในอันดับ Homoptera เป็นกลุ่มอาร์โทรปอดที่กินพืชเป็นอาหารที่มีปริมาณมากที่สุดในนาข้าว และในการทดลองนี้พบว่า แมลงในอันดับ Homoptera เป็นพวกเพลี้ยจักจั่นและเพลี้ยกระโดด (leafhoppers และ planthoppers) ทั้งหมด

อาร์โทรปอดที่เป็นตัวห้ำในนาข้าว เป็นพวกแมงมุม (Aranae) มากที่สุดโดยพบ 58-62 เปอร์เซ็นต์ของกลุ่มอาร์โทรปอดที่เป็นตัวห้ำ ซึ่งตรงกับรายงานของสุวัฒน์ (2538 ก และ 2538 ข) ที่พบว่าตัวห้ำพวกแมงมุมมีปริมาณมากที่สุดในนาข้าว รองลงมาได้แก่ มวนเขียวดูดไข่ (*Cyrtorhinus lividipennis* : Hemiptera, Miridae) มีปริมาณ 31-37 เปอร์เซ็นต์ ที่เหลือ 5-7 เปอร์เซ็นต์เป็นแมลงในอันดับ Hemiptera พวกมวนเพชรฆาต (assassin bugs) Coleoptera พวกด้วงเต่า (ladybird beetles) ด้วงก้นกระดก (rove beetles) ด้วงดิน (ground beetles) Odonata พวกแมลงปอ (dragonflies และ damselflies)

Orthoptera พวกตั๊กแตนหนวดยาว (long-horned grasshoppers) เป็นต้น แต่ตัวห้ำที่กล่าวนี้มีปริมาณน้อยมากและพบเป็นครั้งคราว

อาร์โทรปอดที่เป็นตัวเบียน จากการทดลองนี้พบว่าเป็นพวกแมลงเบียน (parasitoids) และเกือบทั้งหมด (มากกว่า 90%) เป็นแมลงในอันดับ Hymenoptera พวกแตนเบียน (wasps) พบแมลงเบียนในอันดับ Diptera พวกแมลงวันก้นขน (tachinid flies) และแมลงวันตาโต (big eyed flies) เป็นบางครั้งและมีน้อยมาก

สำหรับพวกเพลี้ยจักจั่นและเพลี้ยกระโดดในนาข้าวพันธุ์อ่อนแอและพันธุ์ต้านทาน (Figure 3) พบว่าเพลี้ยจักจั่นสีเขียว (*Nephotettix* spp. : Homoptera, Cicadellidae) มีปริมาณมากที่สุด โดยพบ 40-49 เปอร์เซ็นต์ ของเพลี้ยจักจั่นและเพลี้ยกระโดดในนาข้าวทั้งหมด ซึ่งผลการทดลองนี้เหมือนกับการทดลองของสุวัฒน์ (2539) และ Heong และคณะ (1991) ที่พบว่าในบรรดาเพลี้ยจักจั่นและเพลี้ยกระโดดในนาข้าว เพลี้ยจักจั่นสีเขียวเป็นแมลงที่พบมากที่สุด

ในประเด็นสำคัญคือ พบว่า พันธุ์ข้าวอ่อนแอและพันธุ์ต้านทานต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล มีผลกระทบต่อโครงสร้างหรือสัดส่วนของเพลี้ยจักจั่นและเพลี้ยกระโดดในนาข้าว กล่าวคือ ในนาข้าวพันธุ์อ่อนแอ เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลมีปริมาณ 19 เปอร์เซ็นต์ ส่วนในนาข้าวพันธุ์ต้านทานมีปริมาณ 11-13 เปอร์เซ็นต์ ของเพลี้ยจักจั่นและเพลี้ยกระโดดในนาข้าวทั้งหมด และข้อที่น่าสังเกตคือในนาข้าวพันธุ์อ่อนแอ เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลมีปริมาณมากกว่าเพลี้ยจักจั่นปีกลายหยัก (*Recilia dorsalis* : Homoptera, Cicadellidae) 3-7 เปอร์เซ็นต์ แต่ในนาข้าวพันธุ์ต้านทานเพลี้ยจักจั่นปีกลายหยักมีปริมาณมากกว่าเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล 6-7 เปอร์เซ็นต์ ส่วนเพลี้ยกระโดดหลังขาว (*Sogatella furcifera* : Homoptera, Delphacidae) และเพลี้ยจักจั่นหัวสีส้ม (*Thaia oryzivora* : Homoptera, Cicadellidae) และอื่นๆ สัดส่วนของแมลงดังกล่าวในนาข้าวพันธุ์อ่อนแอ และพันธุ์ต้านทานไม่เปลี่ยนแปลงและมีปริมาณใกล้เคียงกัน

2. ปริมาณและการผันแปรประชากรของอาร์โทรปอด กลุ่มต่าง ๆ ในนาข้าวซึ่งปลูกในฤดูกาลต่างกัน

จากการวิเคราะห์ไคสแควร์ (Table1-4) พบว่า พันธุ์ข้าวและฤดูกาลปลูกมีผลต่อปริมาณของอาร์โทรปอดกลุ่มต่างๆ ในนาข้าว กล่าวคือ จำนวนของอาร์โทรปอดพวกที่กินอินทรียวัตถุ พวกที่กินพืช พวกแมลงเบียน และพวกตัวห้ำ ในนาข้าวพันธุ์ต่างกันและฤดูปลูกต่างกันจะแตกต่างกันไป ในกรณีของอาร์โทรปอดที่กินอินทรียวัตถุเป็นอาหาร นาข้าวพันธุ์ต้านทานมีปริมาณมากกว่านาข้าวพันธุ์อ่อนแอเล็กน้อย (โดยเฉลี่ย 1.1 เท่า) ในทางตรงกันข้ามอาร์โทรปอดพวกที่กินพืชเป็นอาหาร พวกแมลงเบียน และพวกตัวห้ำ ในนาข้าวพันธุ์อ่อนแอจะมีปริมาณมากกว่านาข้าวพันธุ์ต้านทาน 1.2, 1.1 และ 1.2 เท่า ตามลำดับ

สำหรับจำนวนประชากรของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในนาข้าวพันธุ์อ่อนแอและพันธุ์ต้านทาน (Table 5) พบว่า ในนาข้าวพันธุ์ กข7 (พันธุ์อ่อนแอ) มีแมลงมากกว่านาข้าวพันธุ์ กข23 และ สพ90 (พันธุ์ต้านทาน) 1.8 และ 2.4 เท่า ตามลำดับ ส่วนนาข้าวพันธุ์ สพ60 (พันธุ์อ่อนแอ) มีแมลงมากกว่านาข้าวพันธุ์ กข23 และ สพ90 1.6 และ 2.1 เท่า ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม จากการทดลองโดยปลูกข้าว 7 ครั้ง และตรวจนับจำนวนเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในนาข้าว ทุกพันธุ์ทุกสัปดาห์ (Table 6) พบจำนวนแมลงมากที่สุด (peak) 4.4 ตัวต่อจุด บนข้าวพันธุ์ กข7 ในช่วงนาปี ปี พ.ศ.2536 ระยะข้าวตั้งท้อง ซึ่งความหนาแน่นของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลระดับนี้ต่ำกว่าระดับเศรษฐกิจ (ระดับเศรษฐกิจมากกว่า 10 ตัวต่อจุด) หรืออีกนัยหนึ่งคือ จาก การทดลองนี้ไม่พบการระบาดของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลถึงขั้นทำความเสียหายทางเศรษฐกิจ ถึงแม้จะเป็นข้าวพันธุ์อ่อนแอก็ตาม

ในการวิเคราะห์ปริมาณความมากน้อย (relative abundance) ของอาร์โทรปอดกลุ่มต่างๆ ในนาข้าว โดยแบ่งช่วงการเจริญของข้าวเป็น ระยะการเจริญเติบโตทางลำต้น (vegetative stage) และระยะการเจริญทางสืบพันธุ์ (reproductive stage) พบว่าบนข้าวทุกพันธุ์

อาร์โทรปอดที่กินอินทรียวัตถุเป็นอาหารมีมากช่วงระยะการเจริญเติบโตทางลำต้น (Figure 4) ทั้งนี้เนื่องจากช่วงระยะดังกล่าวอินทรียวัตถุในนาข้าวยังมีปริมาณมากอยู่ จึงเป็นแหล่งอาหารอย่างอุดมสมบูรณ์สำหรับการเจริญเติบโตและการขยายพันธุ์ของอาร์โทรปอดกลุ่มนี้ ส่วนอาร์โทรปอดที่กินพืชเป็นอาหาร ได้แก่ พวกเพลี้ยจักจั่นและเพลี้ยกระโดดในนาข้าว บนข้าวทุกพันธุ์พบมากช่วงระยะการเจริญเติบโตทางลำต้น (Figure 5) ทั้งนี้เนื่องจากข้าวระยะนี้เหมาะแก่การเจริญเติบโตและการขยายพันธุ์ของแมลง สำหรับอาร์โทรปอดพวกตัวห้ำ ในกรณีของมวนเขียวดูดไข่บนข้าวทุกพันธุ์พบมวนตัวห้ำมากระยะการเจริญเติบโตทางลำต้น (Figure 6) ผลการทดลองนี้สอดคล้องกับรายงานของ สุวัฒน์ (2535) ที่พบว่าช่วงที่พบเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในนาข้าวมากจะพบมวนเขียวดูดไข่มากด้วยเช่นกัน ตัวห้ำพวกแมงมุมต่างๆ บนข้าวทุกพันธุ์พบแมงมุมมากช่วงระยะการเจริญทางสืบพันธุ์ (Figure 7) สำหรับพวกแมลงเบียนในนาข้าว พบมากช่วงระยะการเจริญทางสืบพันธุ์ (Figure 8) เช่นเดียวกับแมงมุม

3. ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของตัวห้ำและเพลี้ยจักจั่นและเพลี้ยกระโดดในนาข้าว

ในกรณีของแมงมุมและเพลี้ยจักจั่นและเพลี้ยกระโดดในนาข้าว พบว่า ไม่มีความสัมพันธ์กัน (Figure 9) ซึ่งผลการทดลองนี้สอดคล้องกับรายงานของ สุวัฒน์ (2538 ก) ที่พบว่า ปริมาณของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลและแมงมุมในนาข้าวไม่มีความสัมพันธ์กัน Hagen และคณะ (1976) กล่าวว่าความสัมพันธ์ระหว่างเหยื่อและตัวห้ำเป็นเครื่องบ่งชี้ว่า ตัวห้ำนั้นมีบทบาทในการควบคุมเหยื่อหรือแมลงศัตรูพืชเหล่านั้น ดังนั้น จึงกล่าวได้ว่า แมงมุมในนาข้าวมีบทบาทน้อยมาก ในการช่วยควบคุมปริมาณเพลี้ยจักจั่นและเพลี้ยกระโดดในนาข้าวปรากฏการณ์เช่นนี้ Yasumatsu และคณะ (1980) กล่าวว่าในกรณีที่ในนาข้าวมีแมลงพวก Chironomids มาก ตัวห้ำโดยเฉพาะพวกแมงมุมจะกินพวก Chironomids มากกว่ากินแมลงศัตรูข้าว ซึ่งในการทดลองนี้พบแมลงพวก Chironomids มีปริมาณมากและแมงมุมคงเลือกกิน Chironomids มากกว่าเพลี้ยจักจั่นและเพลี้ยกระโดด

สำหรับมวนเขียวดูดไข่ ซึ่งเป็นแมลงห้ำเข้าทำลายไข่และตัวอ่อนระยะแรกๆ ของเพลี้ยจักจั่นและเพลี้ยกระโดดในนาข้าว พบว่า บนข้าวทุกพันธุ์ปริมาณของมวนเขียวดูดไข่ และเพลี้ยจักจั่นและเพลี้ยกระโดดมีความสัมพันธ์กันในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Figure 10) โดยความสัมพันธ์อยู่ระหว่าง 63-70 เปอร์เซ็นต์ ผลการทดลองนี้สอดคล้องกับรายงายของ สุวัฒน์ (2538 ก และ 2538 ข) ที่พบว่าปริมาณของ มวนเขียวดูดไข่และเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในนาข้าวมีความสัมพันธ์กันในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่ามวนเขียวดูดไข่เป็นตัวห้ำที่มีประสิทธิภาพในการช่วยควบคุมปริมาณเพลี้ยจักจั่นและเพลี้ยกระโดดในนาข้าวได้ดี

ด้านอัตราส่วนของเพลี้ยจักจั่นและเพลี้ยกระโดดต่อปริมาณของตัวห้ำทั้งหมด พบว่าส่วนใหญ่อยู่ในช่วง 0.5-4.0 ไม่ว่าปริมาณของเพลี้ยจักจั่นและเพลี้ยกระโดดในนาข้าวจะมีมากหรือน้อยก็ตาม แต่มีเป็นบางครั้งที่ตัวห้ำมีปริมาณน้อย ขณะที่เพลี้ยจักจั่นและเพลี้ยกระโดดมีปริมาณมาก ทำให้อัตราส่วนดังกล่าวสูงกว่าปกติ ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนของเพลี้ยจักจั่นและเพลี้ยกระโดดต่อตัวห้ำ และปริมาณของเพลี้ยจักจั่นและเพลี้ยกระโดดในนาข้าวไม่ปรากฏชัดเจน (Figure 11)

จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของแมงมุมในนาข้าวกับปริมาณของมวนเขียวดูดไข่และแมลงเบียน พบว่ามีความสัมพันธ์กันในทางบวก โดยพบความสัมพันธ์อยู่ระหว่าง 25-35 เปอร์เซ็นต์ (Figure 12) จากปรากฏการณ์ดังกล่าวอธิบายได้ว่า การอยู่ร่วมกันในระบบนิเวศน์นาข้าวของแมงมุมและมวนเขียวดูดไข่และแมลงเบียนไม่เป็นปฏิปักษ์ต่อกันหรือไม่มีการแก่งแย่ง (competition) ซึ่งกันและกัน ถึงแม้ว่าแมงมุม มวนเขียวดูดไข่ และแมลงเบียน ดำรงชีวิตโดยมีเพลี้ยจักจั่นและเพลี้ยกระโดดเป็นอาหารเหมือนกันก็ตาม มีแนวโน้มว่าแมงมุมและมวนเขียวดูดไข่ รวมทั้งแมลงเบียนจะมีบทบาทเสริมร่วมกันในการควบคุมปริมาณเพลี้ยจักจั่น

และเพลี้ยกระโดดในนาข้าว

อนึ่ง ในการทดลองนี้ใช้เครื่องดูดแมลง D-vac ในการเก็บตัวอย่างอาร์โทรปอดในนาข้าว ถึงแม้ว่าเครื่อง D-vac จะมีคุณลักษณะที่ดีหลายประการ คือ สามารถเก็บตัวอย่างแมลงได้ทุกระยะการเจริญเติบโตของข้าว มีประสิทธิภาพสูงในการดูดจับเพลี้ยจักจั่นสีเขียว เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล มวนเขียวดูดไข่ และแมลงเบียน แต่ข้อเสียคือ เครื่อง D-vac ไม่สามารถดูดจับแมลงที่อยู่บนผิวน้ำได้ รวมทั้งมีประสิทธิภาพต่ำในการดูดจับแมงมุมสุนัขป่า *(Lycosa pseudoannulata)* ซึ่งเป็นตัวห้ำที่สำคัญของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล (สุวัฒน์ และเรวัต, 2537) ดังนั้น ข้อมูลปริมาณอาร์โปรปอดบางชนิด โดยเฉพาะพวกตัวห้ำที่อาศัยอยู่บนผิวน้ำและแมงมุมสุนัขป่าอาจขาดไปหรือต่ำกว่าความเป็นจริง อย่างไรก็ตามการทดลองนี้เป็นลักษณะของการเปรียบเทียบปริมาณอาร์โทร-ปอดบนข้าวพันธุ์ต่างๆ โดยใช้วิธี การเก็บตัวอย่างเหมือนกัน การใช้เครื่อง D-vac ได้ข้อมูลที่มีความเที่ยงตรง (precision) ทำให้การทดลองบรรลุตามวัตถุประสงค์ด้วยดี

Table 1. Number of scavengers collected weekly on BPH susceptible and resistant varieties by D-vac machine through out the crop (9-10 times/crop) at Amphoe Lam Luk Ka, Changwat Phathum Thani during 1993-1995.

Year/Crop	BPH Susceptible V.		BPH Resistant V.		Total
	RD7	SPR 60	RD 23	SPR 90	
1993/2 nd Crop	3032	3307	3365	4229	13993
1994/1 st Crop	2996	3060	2541	2798	11395
1994/2 nd Crop	3939	3244	3111	3274	13568
1994/3 rd Crop	4317	3342	5303	4677	17599
1995/1 st Crop	1539	1460	1773	1467	6239
1995/2 nd Crop	1794	1868	2009	1682	7349
Total	17617	16277	18102	18087	70083

Chi-square = 810.537** (df = 15)
** = significantly different ($p < 0.01$)

Table 2. Number of phytophages collected weekly on BPH susceptible and resistant varieties by D-vac machine through out the crop (9-10 times/crop) at Amphoe Lam Luk Ka, Changwat athum Thani during 1993-1995.

Year/Crop	BPH Susceptible V.		BPH Resistant V.		Total
	RD7	SPR 60	RD 23	SPR 90	
1993/2 nd Crop	1596	948	1011	639	4184
1994/1 st Crop	743	560	507	427	2237
1994/2 nd Crop	1424	1780	1020	1227	5451
1994/3 rd Crop	1502	1366	1616	1463	5947
1995/1 st Crop	1711	1096	1473	1254	5534
1995/2 nd Crop	491	535	561	413	2000
Total	7457	6285	6188	5423	25353

Chi-square = 630.386** (df = 15)
** = significantly different ($p < 0.01$)

Table 3. Number of parasitoids collected weekly on BPH susceptible and resistant varieties by D-vac machine through out the crop (9-10 times/crop) at Amphoe Lam Luk Ka, Changwat Phathum Thani during 1993-1995.

Year/Crop	BPH Susceptible V.		BPH Resistant V.		Total
	RD7	SPR 60	RD 23	SPR 90	
1993/2 nd Crop	750	516	583	477	2326
1994/1 st Crop	646	511	502	471	2230
1994/2 nd Crop	984	1034	860	921	3799
1994/3 rd Crop	1584	1501	1731	1501	6317
1995/1 st Crop	1227	1024	1158	906	4315
1995/2 nd Crop	356	416	453	378	1603
Total	5547	5002	5287	4654	20490

Chi-square = 129.719** (df = 15)
** = significantly different ($p < 0.01$)

Table 4. Number of predators collected weekly on BPH susceptible and resistant varieties by D-vac machine through out the crop (9-10 times/crop) at Amphoe Lam Luk Ka, Changwat Phathum Thani during 1993-1995.

Year/Crop	BPH Susceptible V.		BPH Resistant V.		Total
	RD7	SPR 60	RD 23	SPR 90	
1993/2 nd Crop	745	576	522	573	2416
1994/1 st Crop	385	335	350	384	1454
1994/2 nd Crop	941	832	605	669	3043
1994/3 rd Crop	758	733	742	677	2910
1995/1 st Crop	1340	841	1046	887	4214
1995/2 nd Crop	297	230	246	202	975
Total	4466	3547	3511	3392	14916

Chi-square = 118.476** (df = 15)
** = significantly different ($p < 0.01$)

Table 5. Number of the brown planthoppers collected weekly on BPH susceptible and resistant varieties by D-vac machine through out the crop (9-10 times/crop) at Amphoe Lam Luk Ka, Changwat Phathum Thani during 1993-1995.

Year/Crop	BPH Susceptible V.		BPH Resistant V.		Total
	RD7	SPR 60	RD 23	SPR 90	
1993/1 st Crop	62	112	53	57	284
1993/2 nd Crop	678	346	315	168	1507
1994/1 st Crop	120	99	54	32	305
1994/2 nd Crop	386	525	164	148	1223
1994/3 rd Crop	77	72	85	89	323
1995/1 st Crop	91	54	74	62	281
1995/2 nd Crop	43	55	47	48	193
Total	**1475**	**1263**	**792**	**604**	**4116**

Chi-square = 329.638** (df = 18)
** = significantly different ($p < 0.01$)

Table 6. Peak number of the brown planthoppers found on BPH susceptible (RD7 and SPR 60) and resistant (RD23 and SPR 90) varieties in different crop at Amphoe Lam Luk Ka, Changwat Phathum Thani during 1993-1995.

Year/Crop	Rice variety	Peak of BPH (no./cluster)[1)]	Age of rice (days after sowing)
1993/1 st Crop	RD 7	0.50	51
	SPR 60	0.80	58
	RD 23	0.15	51
	SPR 90	0.10	51
1993/2 nd Crop	RD 7	4.40	70
	SPR 60	2.05	70
	RD 23	1.10	70
	SPR 90	0.10	42
1994/1 st Crop	RD 7	0.15	54
	SPR 60	0.10	48
	RD 23	0.20	68
	SPR 90	0.10	54
1994/2 nd Crop	RD 7	1.65	74
	SPR 60	2.75	74
	RD 23	0.70	53
	SPR 90	0.70	81
1994/3 rd Crop	RD 7	0.15	59
	SPR 60	0.10	24
	RD 23	-	-
	SPR 90	0.05	24
1995/1 st Crop	RD 7	0.20	32
	SPR 60	0.10	39
	RD 23	0.35	46
	SPR 90	0.15	46
1995/2 nd Crop	RD 7	0.20	22
	SPR 60	0.20	57
	RD 23	0.10	36
	SPR 90	0.05	22

1) 1 cluster = 10 stems
Economic threshold of BPH = > 10 hoppers/cluster

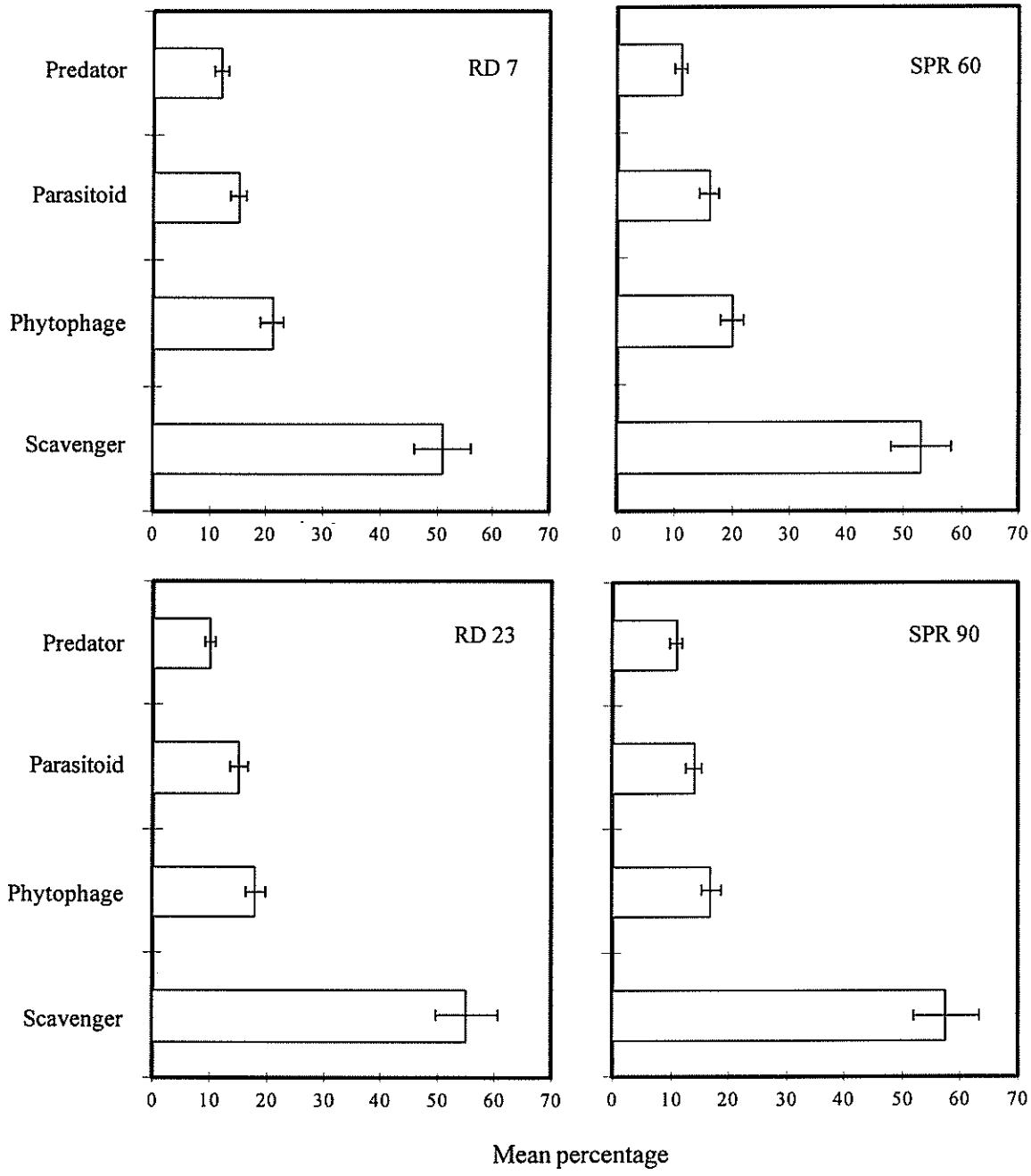

Figure 1. **Mean percentage (±SE) of arthropods by taxa in guilds on BPH susceptible (RD 7 and SPR 60) and resistant (RD 23 and SPR 90) varieties at Amphoe Lam Luk Ka, Changwat Pathum Thani during 1993-1995 (6 crops)**

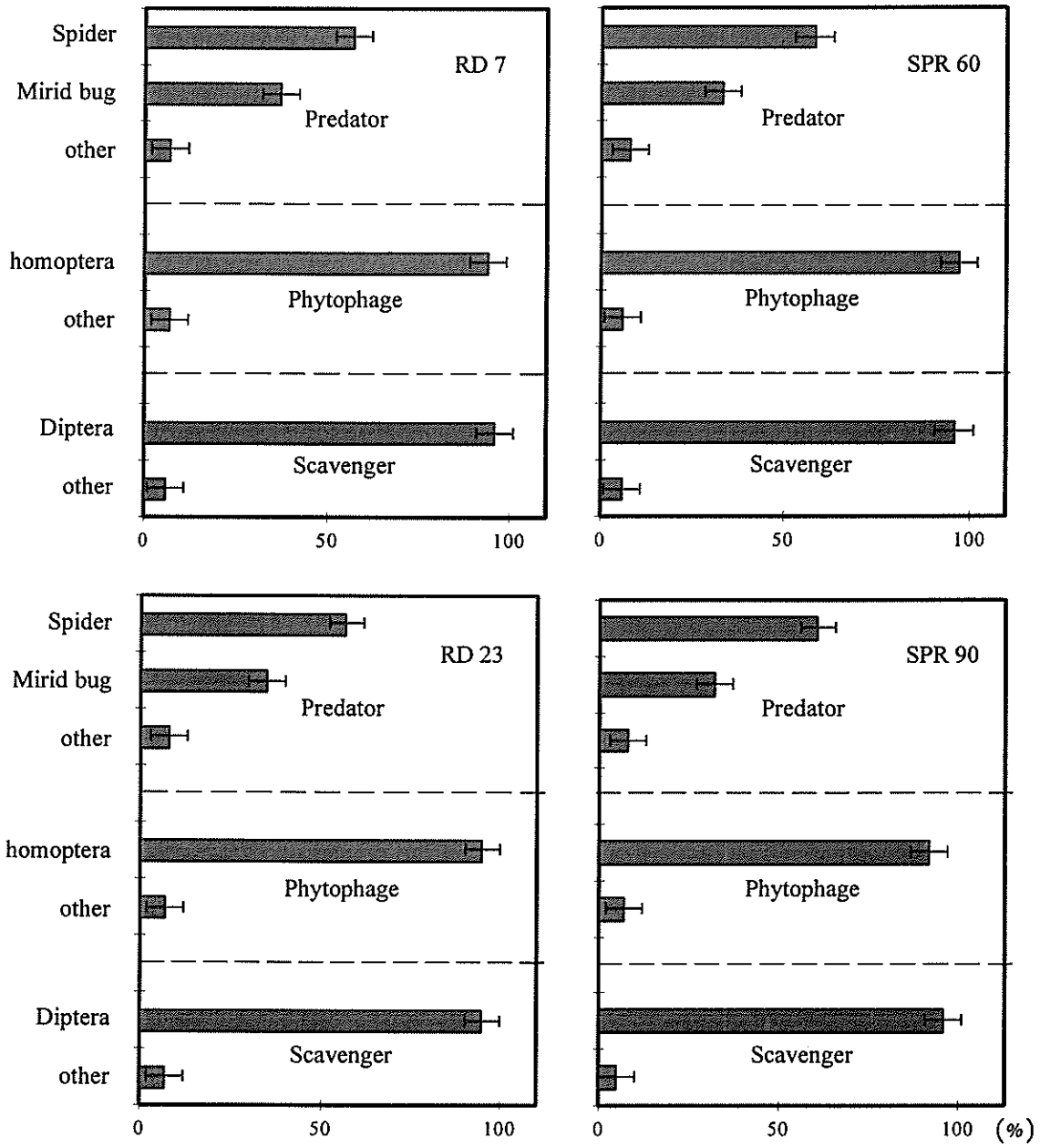

Figure 2. **Proportion (%) of major species/order in the arthropod guilds collected on BPH susceptible (RD 7 and SPR 60) and resistant (RD 23 and SPR 90) varieties at Amphoe lam Luk Ka, Changwat Pathum Thani during 1993-1995 (6 crops)**

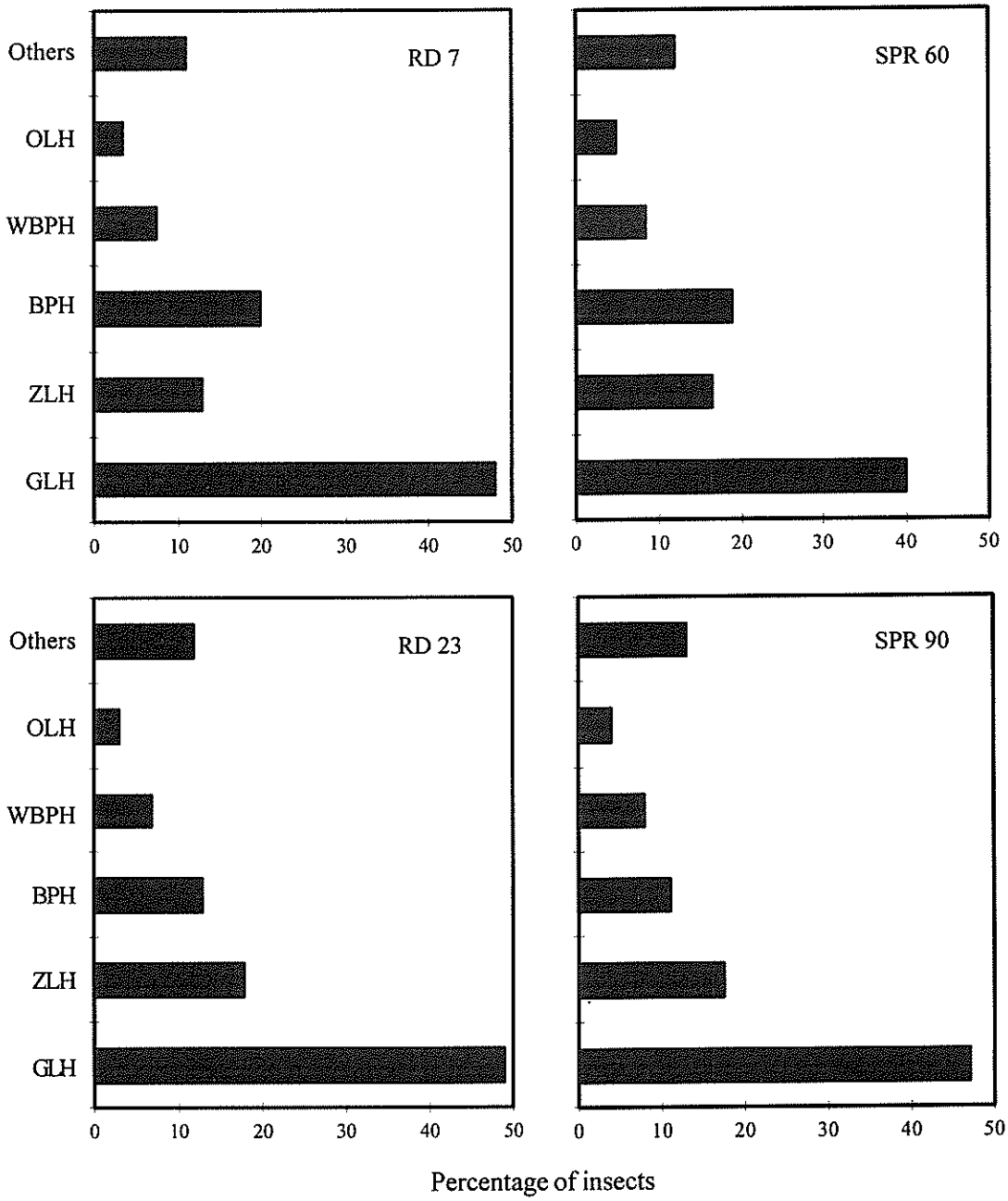

Figure 3. Species compostition of leafhoppers and planthoppers on BPH susceptible (RD 7 and SPR 60) and resistant (RD 23 and SPR 90) varieties at Amphoe Lam Luk Ka, Changwat Pathum Thani during 1993-1995 (6 crops)

GLH = green leafhopper, ZLH = zigzag leafhopper
BPH = brown planthopper, WBPH = white backed planthopper
OLH = orange head leafhopper

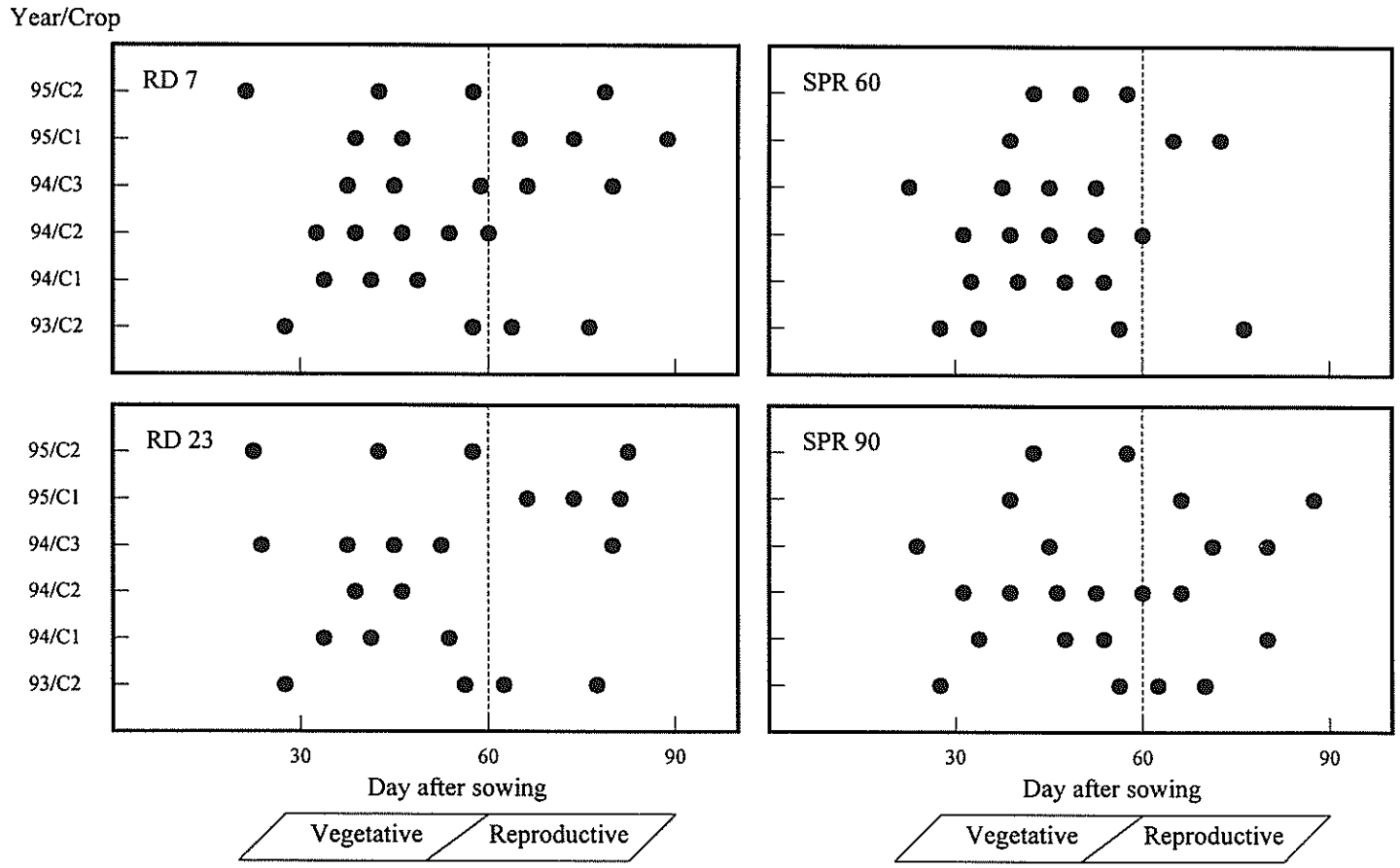

Figure 4. Abundance of scavenger (Diptera) on BPH susceptible (RD 7 and SPR) and resistant (RD 23 and SPR 90) varieties in different crop at Amphoe Lam Luk Kd, Changwat Pathum during 1993-1995.

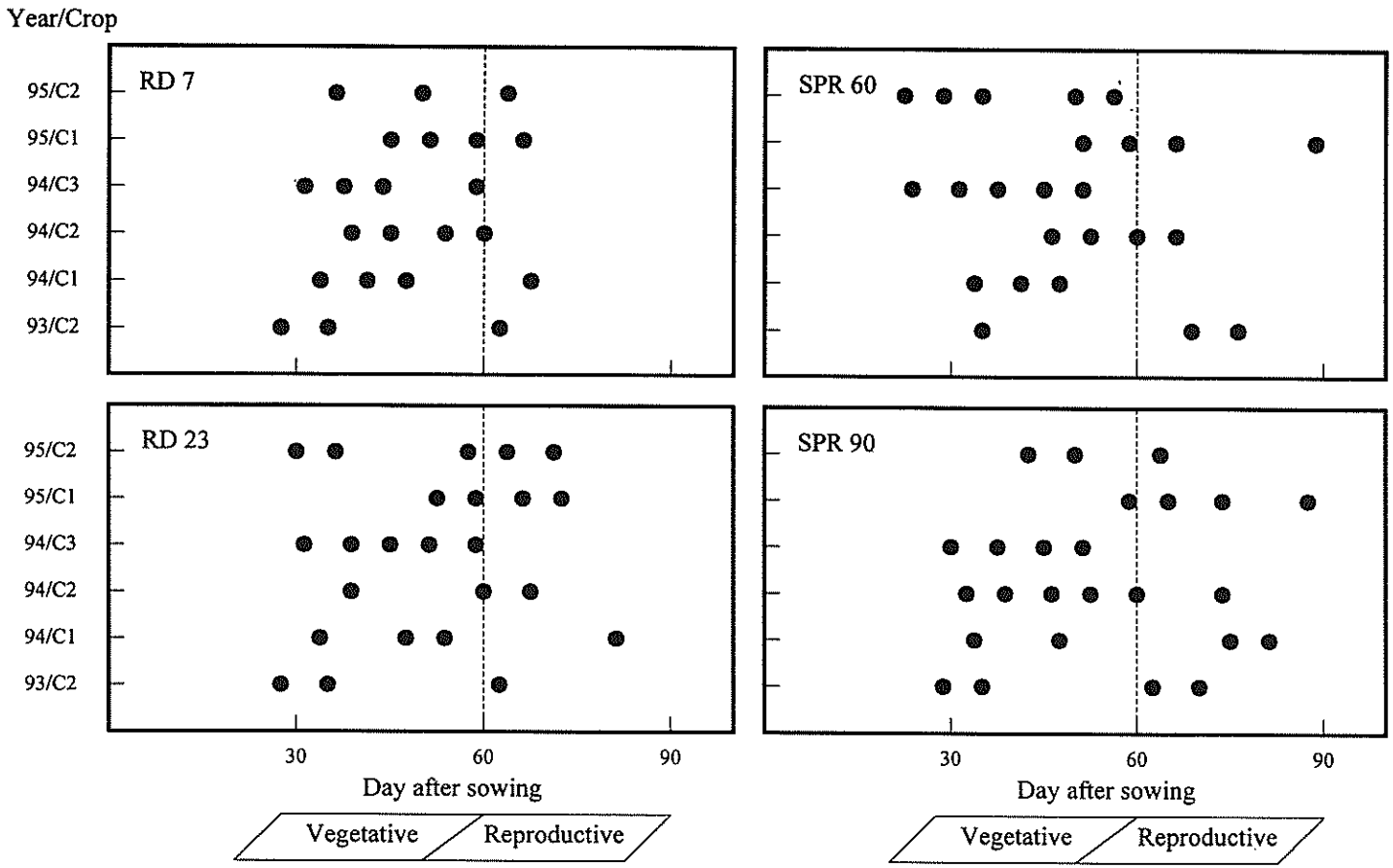

Figure 5. Abundance of leafhoppers and planthoppers on BPH susceptible (RD 7 and SPR 60) and resistant (RD 23 and SPR 90) varieties in different crop at Amphoe Lam Luk Ka, Changwat Pathum Thani during 1993-1995.

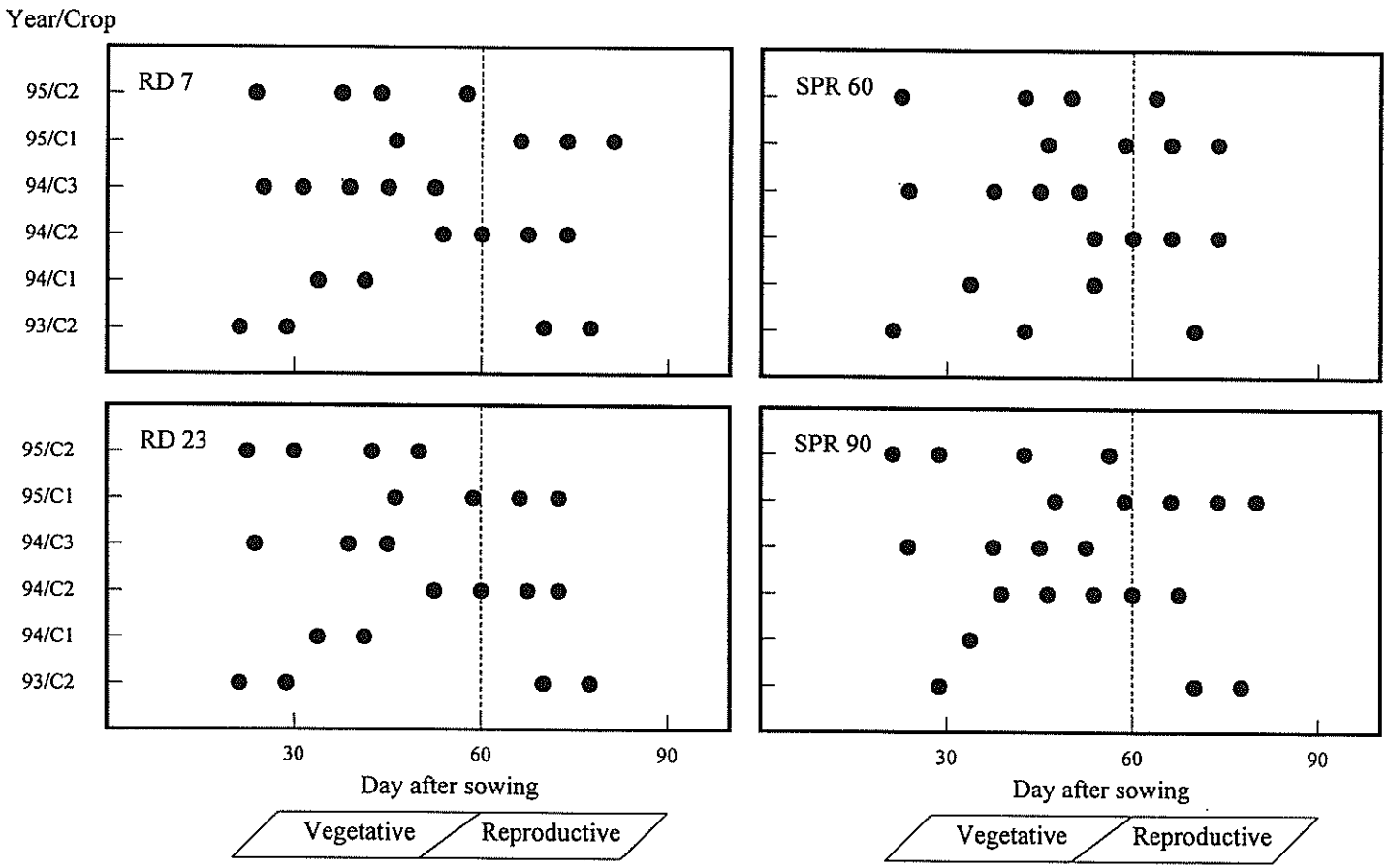

Figure 6. Abundance of mirid bug, *Cyrtorhinus lividipennis* on BPH susceptible (RD 7 and SPR 60) and resistant (RD 23 and SPR 90) varieties in different crop at Amphoe Lam Luk Ka, Changwat Pathum Thani during 1993-1995.

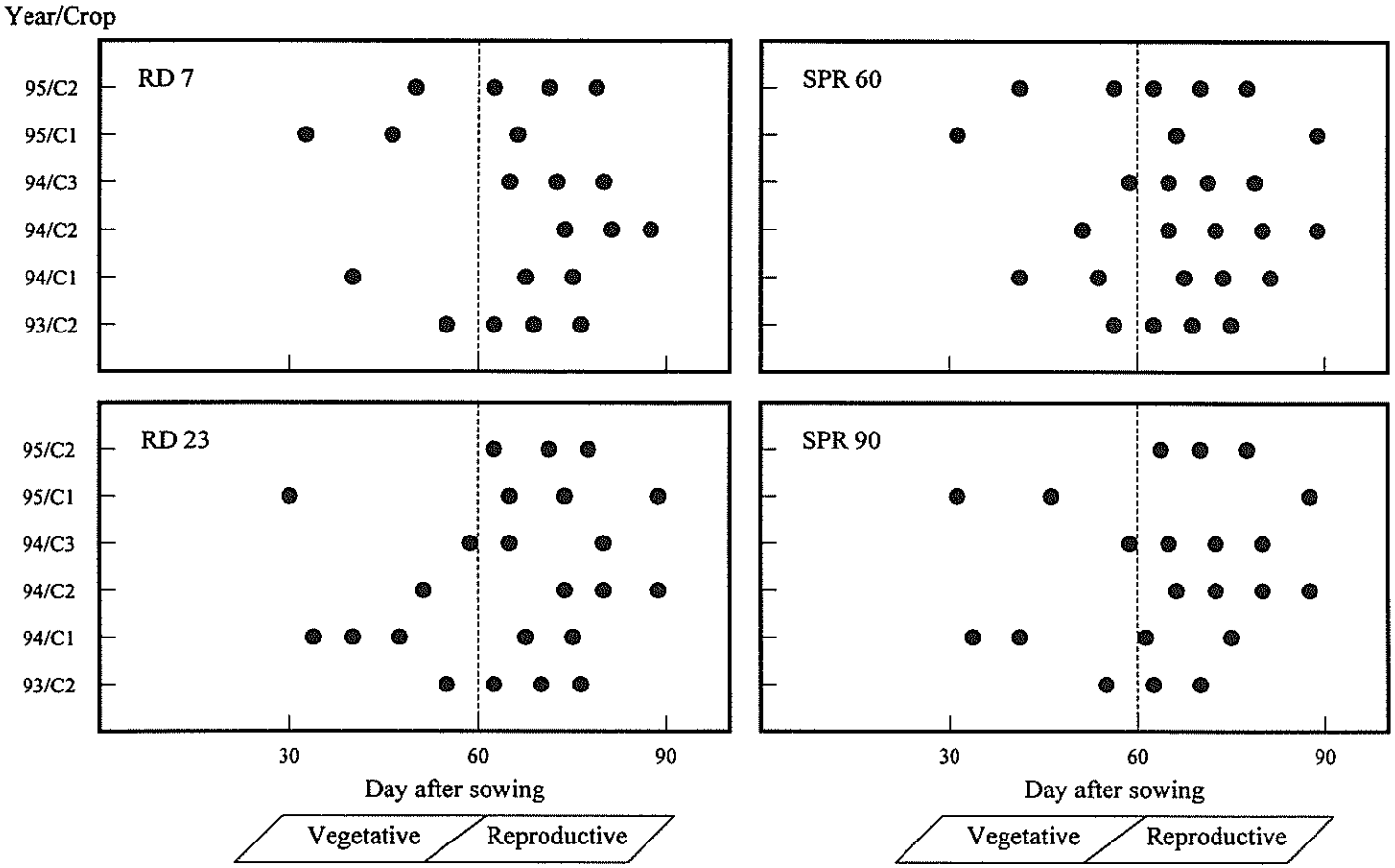

Figure 7. Abundance of predator (spiders) on BPH susceptible (RD 7 and SPR 60) and resistant (RD 23 and SPR 90) varieties in different crop at Amphoe Lam Luk Ka, Changwat Pathum Thani during 1993-1995.

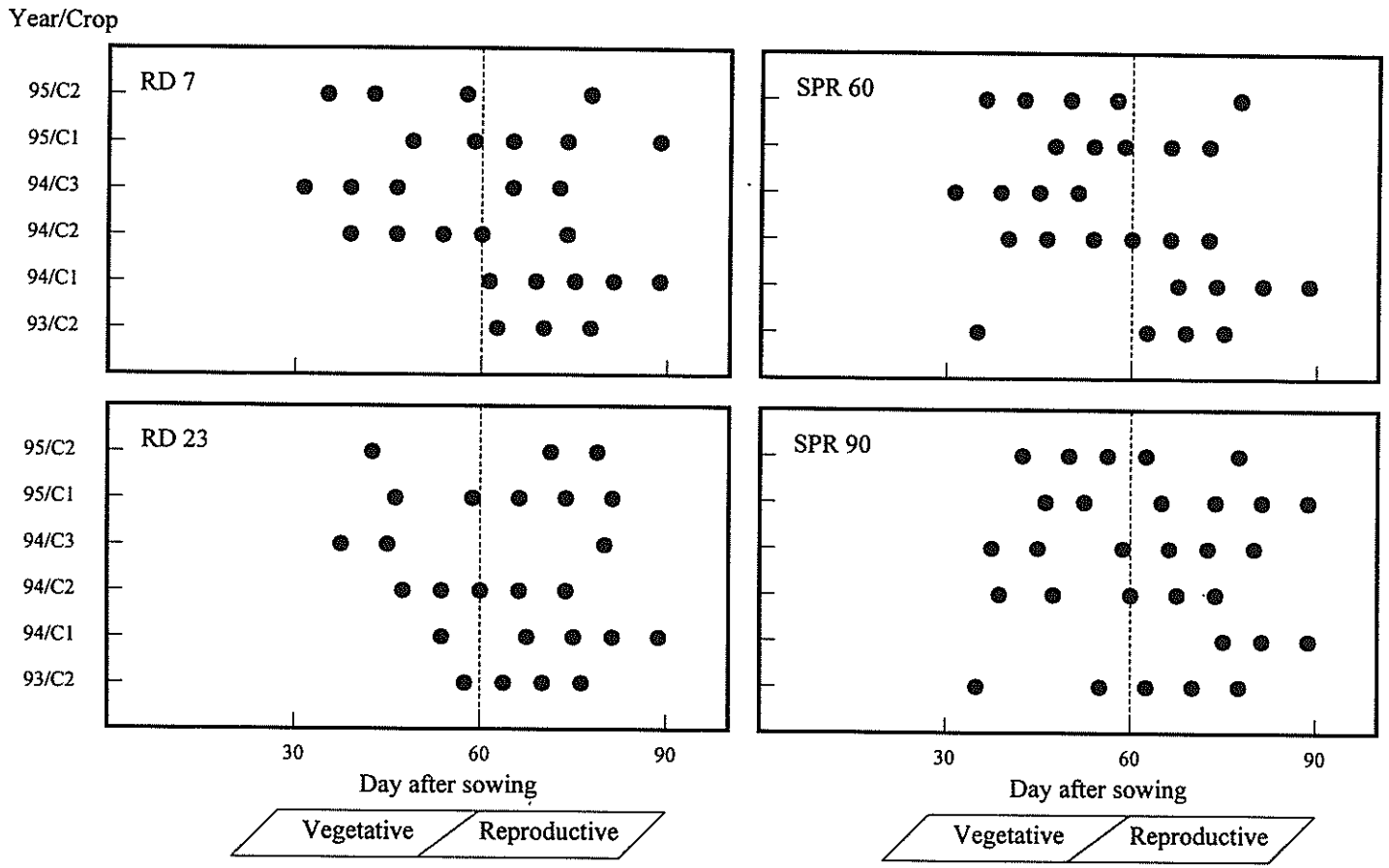

Figure 8. Abundance of Hymenopterous parasitoids on BPH susceptible (RD 7 and SPR 60) and resistant (RD 23 and SPR 90) varieties in different crop at Amphoe Lam Luk Ka, Changwat Pathum Thani during 1993-1995.

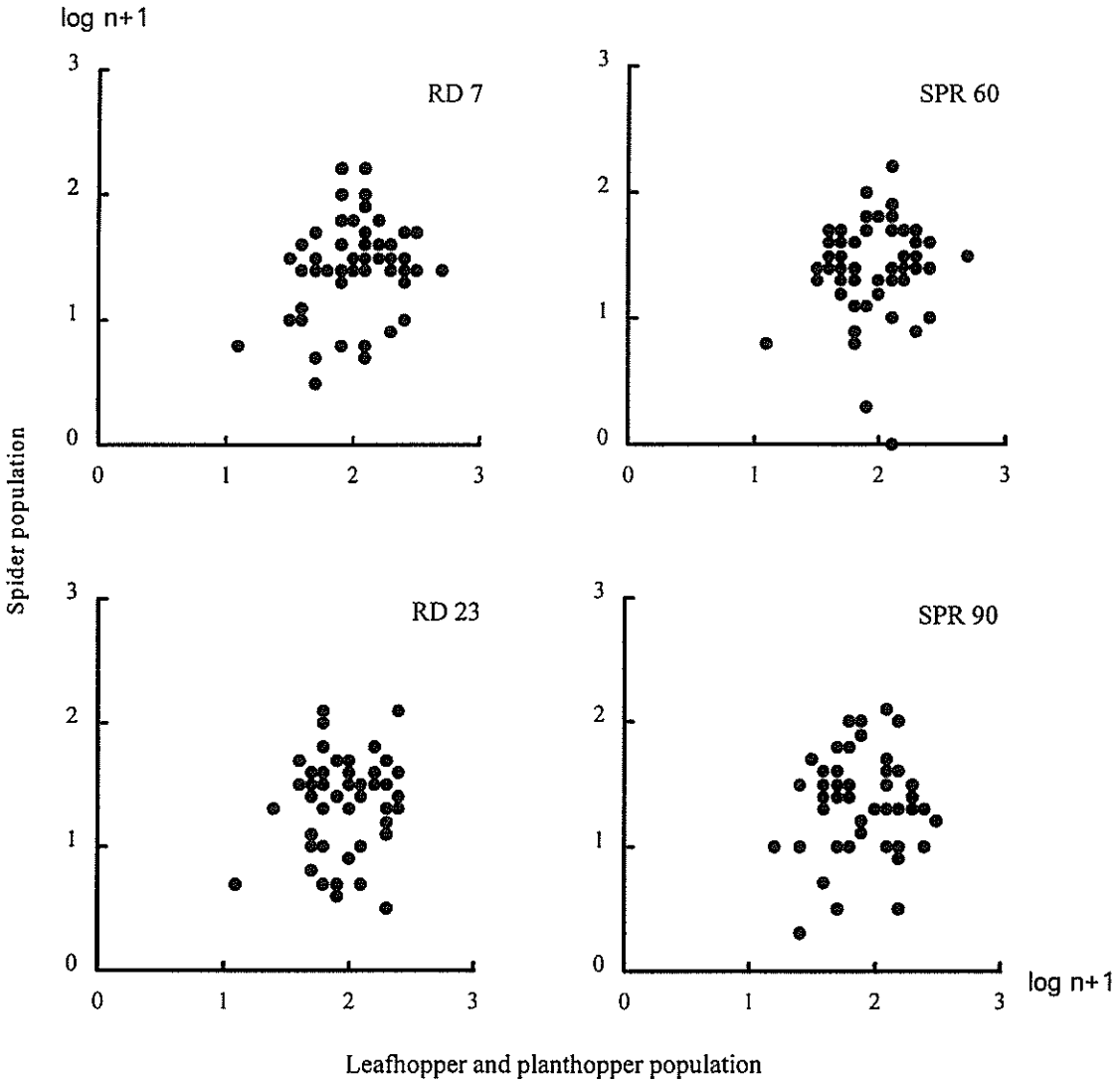

Figure 9. Relationship between leafhopper and planthopper population and spider on BPH susceptible (RD 7 and SPR 60) and resistant (RD 23 and SPR 90) varieties at Amphoe Lam Luk Ka, Changwat Pathum Thani during 1993-1995 (6 crops)

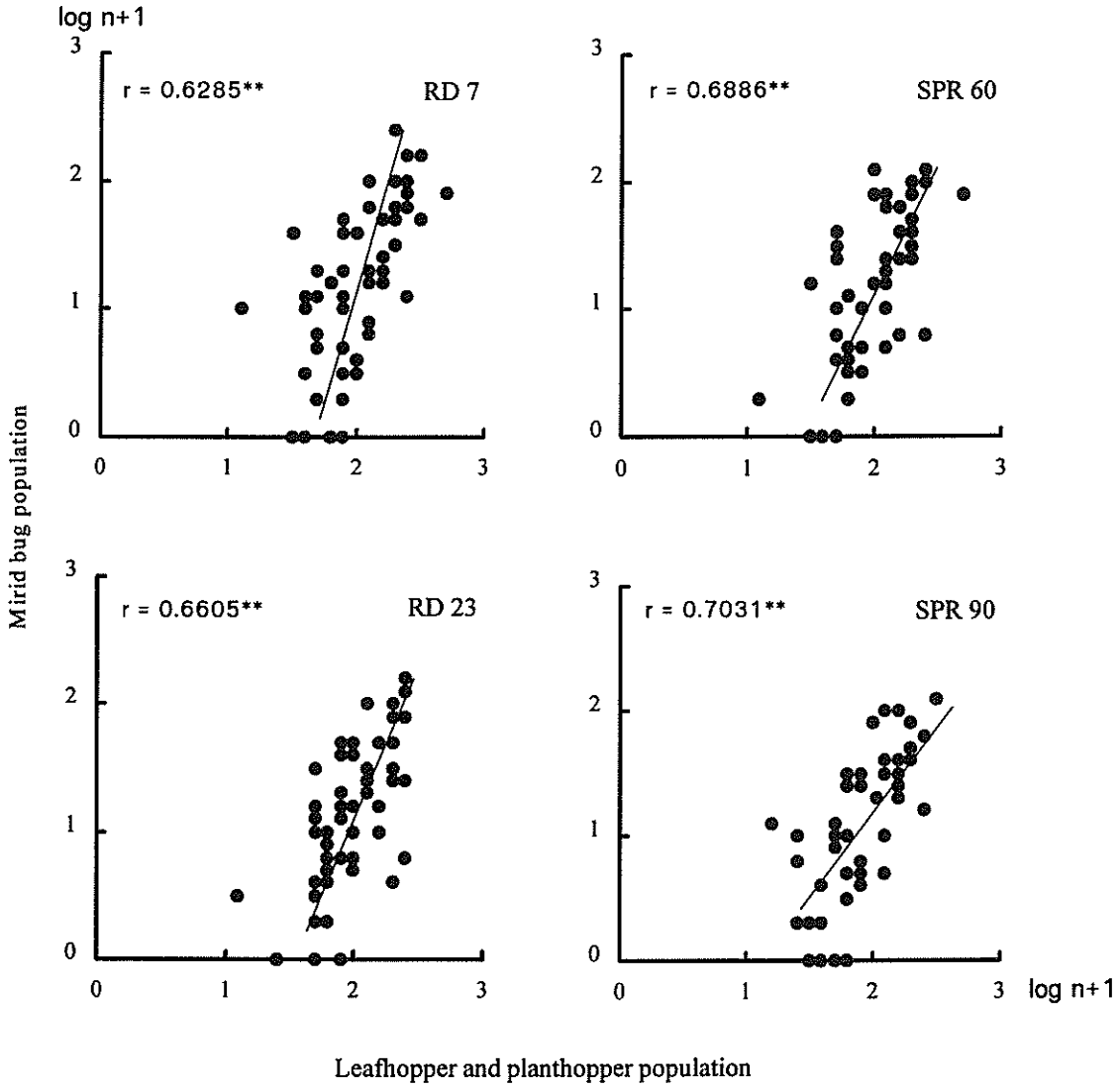

Figure 10. Relationship between leafhopper and planthopper population and mirid bug on BPH susceptible (RD 7 and SPR 60) and resistant (RD 23 and SPR 90) varieties at Amphoe Lam Luk Ka, Changwat Pathum Thani during 1993-1995 (6 crops)

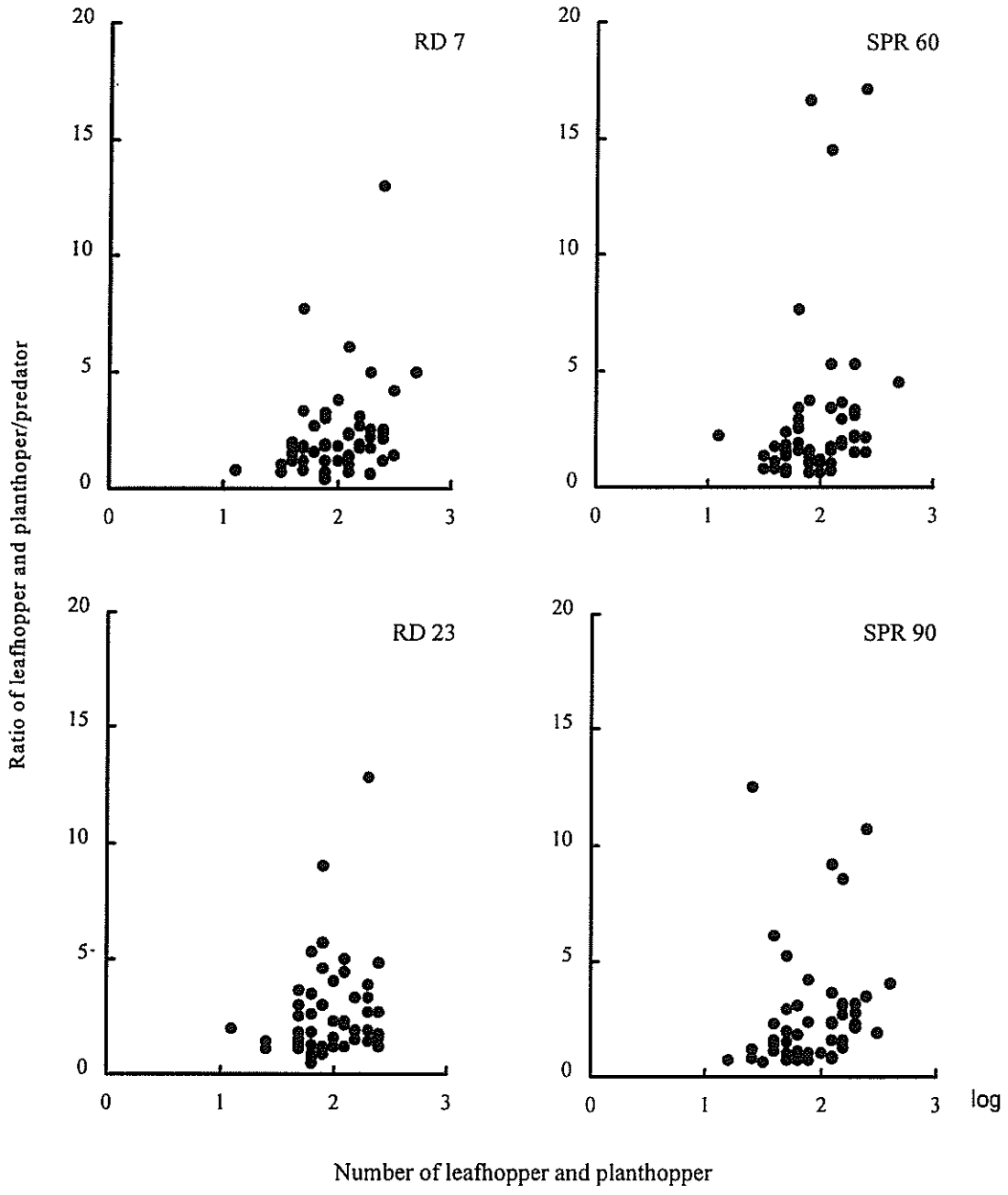

Figure 11. **Relationship between the ratio of leafhopper and planthopper per predator and total number of leafhopper and planthopper on BPH susceptible (RD 7 and SPR 60) and resistant (RD 23 and SPR 90) varieties.**

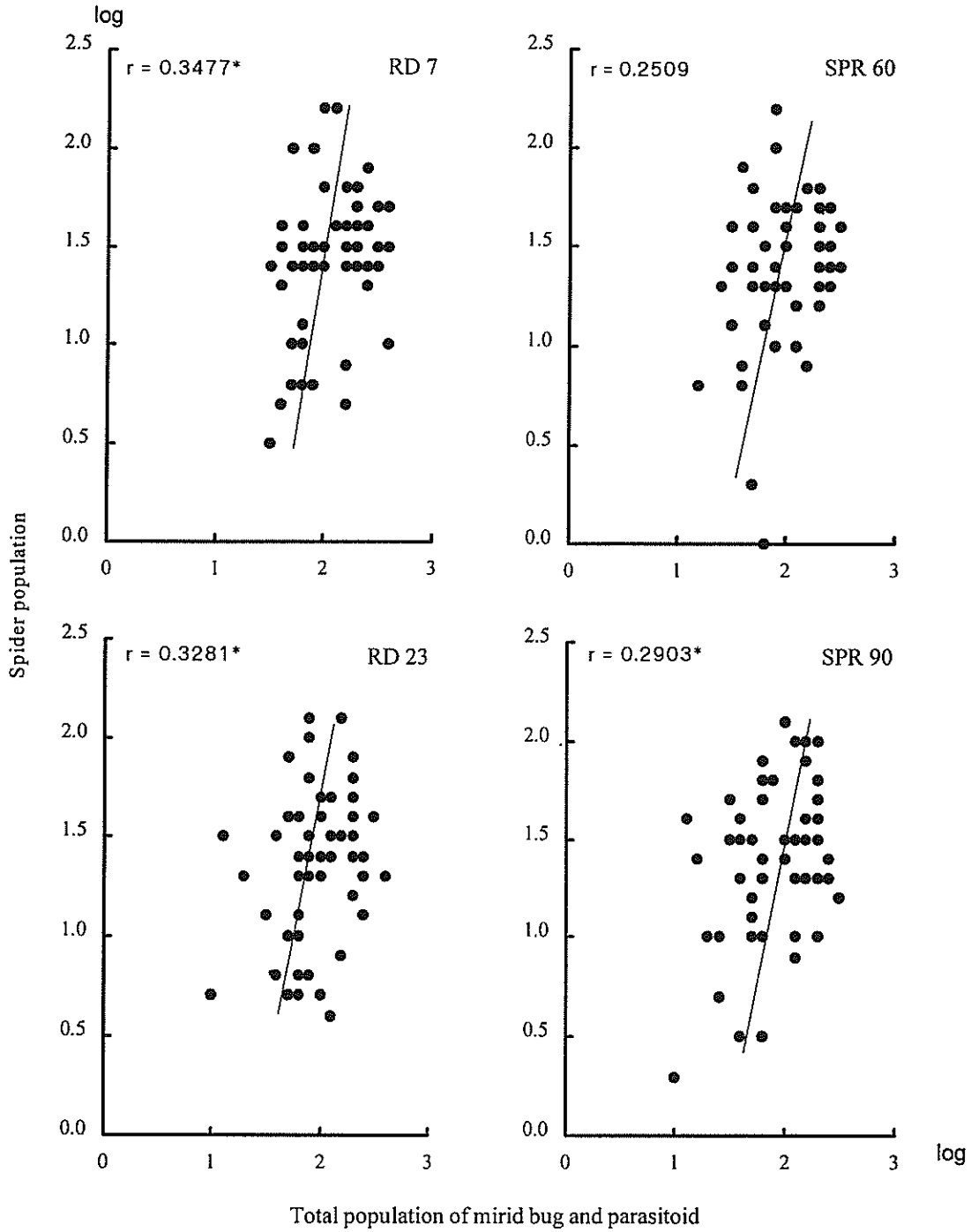

Figure 12. Relationship between spider population and total population of mirid bug and parasitoid on BPH susceptible (RD 7 and SPR 60) and resistant (RD 23 and SPR 90) varieties.

สรุปผลการทดลอง และคำแนะนำ

กลุ่มของอาร์โทรปอดในนาข้าวพันธุ์อ่อนแอและพันธุ์ต้านทานต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลมีสัดส่วนของโครงสร้างแบบเดียวกัน คือ เป็นพวกที่กินอินทรียวัตถุเป็นอาหารมากที่สุด พบ 51-58 เปอร์เซ็นต์ของอาร์โทรปอดทั้งหมด ในกลุ่มนี้เป็นแมลงในอันดับ Diptera ถึง 95 เปอร์เซ็นต์ พบมากช่วงการเจริญทางลำต้นของข้าว อาร์โทรปอดที่กินพืชข้าวเป็นอาหารมีปริมาณ 17-21 เปอร์เซ็นต์ โดยเป็นแมลงอันดับ Homoptera พวกเพลี้ยจักจั่นและเพลี้ยกระโดด ถึง 94-96 เปอร์เซ็นต์ พบมากช่วงการเจริญทางลำต้นของข้าวเช่นกัน กลุ่ม ของแมลงเบียนมี 14-16 เปอร์เซ็นต์ เป็นแมลงในอันดับ Hymenoptera เกือบทั้งหมด พบมากช่วงการเจริญทางสืบพันธุ์ของข้าว กลุ่มสุดท้ายพวกตัวห้ำมี 11-12 เปอร์เซ็นต์ กลุ่มนี้ประกอบด้วย พวกแมงมุมชนิดต่างๆ มีมากที่สุด (58-62%) พบมากช่วงการเจริญทางสืบพันธุ์ของข้าว รองลงมาได้แก่มวนเขียวดูดไข่ (31-37%) พบมากช่วงการเจริญทางลำต้นของข้าว

กลุ่มแมลงที่กินพืชข้าวเป็นอาหารเพลี้ยจักจั่นสีเขียวมีปริมาณมากที่สุด 40-49 เปอร์เซ็นต์ พันธุ์ข้าวมีผลต่อสัดส่วนของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในนาข้าว กล่าวคือ ในข้าวพันธุ์อ่อนแอเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลมีปริมาณ 19 เปอร์เซ็นต์ แต่ในข้าวพันธุ์ต้านทานมี 11-13 เปอร์เซ็นต์ของเพลี้ยจักจั่นและเพลี้ยกระโดดทั้งหมด และพบว่าข้าวพันธุ์อ่อนแอ เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลมีมากกว่าพันธุ์ต้านทาน 1.6-2.4 เท่า

ในด้านบทบาทของตัวห้ำในการควบคุมปริมาณเพลี้ยจักจั่นและเพลี้ยกระโดดในนาข้าว มวนเขียวดูดไข่มีประสิทธิภาพดีที่สุด โดยพบว่าประชากรของมวนเขียวดูดไข่และเพลี้ยจักจั่นและเพลี้ยกระโดดในนาข้าวมีความสัมพันธ์กันในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (63-70%) นอกจากนี้ยังพบว่า ในสภาพนิเวศน์นาข้าว ดังกล่าว ตัวห้ำพวกแมงมุมและแมลงศัตรูธรรมชาติอื่นๆ ไม่มีลักษณะของการแก่งแย่งชิงกันและกัน แต่มีแนวโน้มว่ามีบทบาทเสริมร่วมกันในการควบคุมปริมาณเพลี้ยจักจั่นและเพลี้ยกระโดดในนาข้าวด้วย

จากการทดลอง 3 ปี โดยปลูกข้าว 7 ครั้ง ไม่พบการระบาดของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลเกินระดับเศรษฐกิจ ทั้งที่ไม่มีการใช้สารฆ่าแมลงใดๆ พบศัตรูธรรมชาติพวกแมลงเบียนและตัวห้ำรวมกันมากกว่าแมลงที่ทำลายข้าว 1.3-1.5 เท่า ภายใต้สภาวการณ์ดังกล่าว สมดุลธรรมชาติยังคงอยู่ ศัตรูธรรมชาติในนาข้าวมีอยู่มากทุกระยะการเจริญเติบโตของข้าว ดังนั้น การปฏิบัติใดๆ โดยเฉพาะการใช้สารเคมีในนาข้าวจะต้องพิจารณาอย่างรอบคอบ จากการทดลองนี้กล่าวได้ว่าโดยทั่วไปไม่มีความจำเป็นต้องใช้สารฆ่าแมลงในนาข้าว

เอกสารอ้างอิง

จรัญ จันทลักขณา. 2523. สถิติวิธีวิเคราะห์และวางแผนงานวิจัย. สำนักพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช จำกัด กทม. 468 หน้า.

สุวัฒน์ รวยอารีย์. 2535. ความสัมพันธ์ระหว่างประชากรของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลและมวนเขียวดูดไข่ในนาข้าวพันธุ์ กข7 และ กข23. ว.กีฏ.สัตว. 14(1): 24-39.

สุวัฒน์ รวยอารีย์. 2538 ก. ความสัมพันธ์ระหว่างประชากรของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลและตัวห้ำที่สำคัญบนข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 60 และสุพรรณบุรี 90. ว.วิทย.กษ. 28 (4-6): 93-101.

สุวัฒน์ รวยอารีย์. 2538 ข. ประชากรของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลและตัวห้ำในนาข้าวพันธุ์อ่อนแอและพันธุ์ต้านทาน. ว.กีฏ.สัตว. 17(3): 137-151.

สุวัฒน์ รวยอารีย์. 2539. ความหลากหลายของเพลี้ยจักจั่นและเพลี้ยกระโดดในนาข้าวพันธุ์ส่งเสริม. ว.กีฏ.สัตว. 18(1): 3-15.

สุวัฒน์ รวยอารีย์ และ เรวัต ภัทรสุทธิ. 2537. การสุ่มตัวอย่างเพลี้ยจักจั่นและเพลี้ยกระโดดศัตรูข้าวและศัตรูธรรมชาติในนาข้าวโดยใช้เครื่องดูดแมลง D-vac และ Blower-Vac. ว.วิทย.กษ. 27(5-6): 202-217.

Borror, D.J., D.M. Delong and C.A. Triplehorn. 1975. An introduction to the study of insects. Fourth Edition Holt, Rinehart and Winston, Printed by Philippine Graphic Arts, Inc. 852 pp.

Hagen, K.S., S. Bombosch.and J.A. Mc Murty. 1976. The biology and impact of predators. In: Huffaker, C.B. and P.S. Messenger. (eds) Theory and Practice of Biological Control. Academic Press, New York. pp. 93-130.

Heong, K.L., G.B. Aqnino and A.T. Barrion. 1991. Arthropod community structure of rice ecosystems in the Philippines. Bulletin of Entomological Research 81: 407-416.

Loevinsohn, M.E. 1994. Rice pests and agricultural environments. In : Heinrichs, E.A. (ed.) Biology and Management of Rice Insects. Wiley Eastern Limited, New Delhi, India. pp. 487-513.

Metcalf, R.L. and W.H. Luckmann. 1975. Introduction to insect pest management. John Wiley & Sons, Inc. U.S.A. 587 pp.

Moran, V.C. and T.R.E. Southwood. 1982. The guild compostition of arthropod communities in trees. Journal of Animal Ecolocy. 51: 289-306.

Yasumatsu, K., T. Wongsiri, C. Trirawat, N. Wongsiri and A. Lewvanich. 1980. Comtributions to the development of integrated rice pest control in Thailand. Dept. of Agric. and JICA. 163 pp.