

รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

เรื่อง

การศึกษาชีววิทยาเชิงประชากรของแมลงเบียน
(ศัตรูแมลงวันผลไม้) ในประเทศไทย

โดย

เมธีวิชัย สังวรรณ กิจทวี

บทคัดย่อ

การศึกษาชีววิทยาเชิงประชากรของแมลงเบียน (ศัตรูแมลงวันผลไม้) ในประเทศไทย

จากการศึกษาชีววิทยาของแมลงเบียน ซึ่งเป็นศัตรูธรรมชาติของแมลงวันผลไม้ นั้น จำเป็นต้องศึกษาและตรวจสอบรายละเอียดตามวัตถุประสงค์หลัก ซึ่งได้ผลดังนี้

1. การสำรวจ และค้นหาแมลงเบียนในธรรมชาตินั้น สามารถค้นหาได้จากผลไม้ที่ถูกทำลายโดยแมลงวันผลไม้ ตามท้องที่ที่ปลอดสารเคมีทั่วไป จากการตรวจสอบไม้ผล เช่น การเวก ไทร ชมพู บวบ ฝรั่ง พุทรา มะกอกป่า มะเฟือง มะม่วง ขนุน สลัดเทศ และหูหวาง จากจังหวัดต่างๆ ในประเทศไทย พบแมลงเบียนชนิด *Diachasmimorpha longicaudata*-like เป็นส่วนมาก และพบแมลงเบียนชนิด *Biosteres arisanus*, *Biosteres vandenboshi*, *Psytalia incisi* แต่พบน้อยกว่า *D. longicaudata*

2. การเพาะเลี้ยงและปรับปรุงวิธีการเพาะเลี้ยงแมลงเบียนที่ได้จากการสำรวจ ขณะนี้ สามารถเพาะเลี้ยงแมลงเบียนชนิด *D. longicaudata*-like ได้สำเร็จ โดยวิธีการให้น้ำผึ้ง 10% น้ำ และวิตามินรวมชนิดน้ำเชื่อม 10% เลี้ยงตัวเต็มวัยของแมลงเบียน ณ ที่อุณหภูมิประมาณ 25-29 °C ความชื้นสัมพัทธ์ประมาณ 60-70% *D. longicaudata*-like วางไข่ในตัวอ่อนแมลงวันผลไม้ระยะที่ 3 ไข่ของแมลงเบียนพัฒนาเป็นตัวอ่อนระยะต่างๆ แมลงเบียน *D. longicaudata*-like เป็นแมลงเบียนเดี่ยว (วางไข่เพียง 1 ฟอง/ครั้ง) ถ้าแมลงวันผลไม้ถูกโจมตีโดยการวางไข่ของแมลงเบียนมากกว่า 1 ครั้ง (หรือถูกแมลงเบียนหลายตัวโจมตี) พบว่ามีแมลงเบียนเพียงตัวเดียวเท่านั้นที่สามารถอยู่รอด ตัวอ่อนแมลงเบียนจะเจริญเติบโตโดยอาศัย เนื้อเยื่อและน้ำเลี้ยงของแมลงวันผลไม้เป็นอาหาร จนกระทั่งทำลายชีวิตแมลงวันผลไม้ นั้น ขณะเดียวกันก็ยังคงอาศัยอยู่ในคราบไหมของแมลงวันผลไม้ นั้น จนในที่สุดเติบโตเป็นตัวเต็มวัยจึงออกจากคราบไหมของแมลงวันผลไม้ และจะผสมพันธุ์ได้ทันที แมลงเบียนเพศเมียสามารถวางไข่ได้ทันที หลังจากออกจากคราบ ไข่ที่ไม่ได้รับการผสม จะพัฒนาเป็นแมลงเบียนเพศผู้ ส่วนแมลงเบียนเพศเมียจะพัฒนา จากไข่ที่ได้รับ การผสมพันธุ์

สำหรับการเพาะเลี้ยงแมลงเบียน *B. arisanus*, *B. vandenboshi* และ *P. incisi* กำลังอยู่ในระหว่างการพัฒนาการเลี้ยงโดยใช้หลักการเลี้ยงคล้ายคลึงกับ การเลี้ยงแมลง

เบียนชนิด *D. longicaudata*-like ขณะนี้สามารถพัฒนาการเลี้ยงได้ประมาณ 1-2 รุ่น เท่านั้นจึงต้องทำการพัฒนาการเลี้ยงต่อไป

จากการศึกษาชีววิทยาของแมลงเบียน โดยเฉพาะการศึกษาประสิทธิภาพ ของแมลงเบียนชนิด *D. longicaudata*-like ในการทำลายตัวหนอนแมลงวันผลไม้ใน ระยะต่าง ๆ พบว่า แมลงเบียนทำลายตัวหนอนแมลงวันผลไม้ระยะที่ 3 ได้ดีที่สุด แมลงเบียนสามารถวางไข่ที่พัฒนาเต็มที่แล้วได้จำนวนสูงสุดเมื่อมีอายุประมาณ 4-5 วัน หลังจากออกจากคราบไหม

3. ในการศึกษาประชากรของแมลงเบียนในแปลงทดลอง ผลการศึกษาแมลงเบียนชนิด *D. longicaudata*-like ในธรรมชาติ พบเพศเมียมากกว่าเพศผู้ในอัตราส่วนประมาณ เพศผู้:เพศเมีย = 3:4 จำนวนประชากรของแมลงเบียนมีความสัมพันธ์กับจำนวนแมลงวันผลไม้ ซึ่งจำนวนแมลงวันผลไม้จะมีความสัมพันธ์โดยตรงกับจำนวนผลไม้แต่ขนาดของผลไม้ และระดับความสูงของผลไม้ (ที่มีแมลงวันผลไม้อยู่) ไม่มีผลต่อการโจมตีของแมลงเบียน แต่แมลงเบียนจากผลไม้มีขนาดใหญ่กว่าแมลงเบียนจากผลไม้ขนาดเล็ก ($F = 17.05$; $df = 1,1337$; $P \leq 0.01$) จำนวนแมลงเบียนสัมพันธ์กับจำนวนผลไม้ และจำนวนแมลงวันผลไม้ต่อผลค้างสมการ จำนวนแมลงเบียน = $1.79 (\text{จำนวนผลไม้}) + 0.82 (\text{จำนวนแมลงวันผลไม้ต่อผล}) - 16.48$ จากการศึกษาสภาพแวดล้อมของถิ่นอาศัยพบว่า ความชื้นเฉลี่ยสูงสุดเป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อประชากรของแมลงวันผลไม้ ขณะที่อุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุดก่อนเก็บผล 1 เดือน มีความสำคัญต่อประชากรของแมลงเบียน อย่างไรก็ตามทั้งอุณหภูมิ ความชื้นและน้ำฝนก็มีความสัมพันธ์กันโดยตรง

4. การจำแนกชนิดของแมลงเบียน เป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญในการค้นหาแมลงเบียนที่มีประสิทธิภาพเพื่อการควบคุมและกำจัดแมลงวันผลไม้ การศึกษาจำแนกชนิดของแมลงเบียนโดยใช้วิธีทางสัณฐานวิทยายังคงเป็นปัญหาสำหรับผู้ที่ไม่ชำนาญ

ฉะนั้นเทคนิคทาง Electrophoresis จากระบบ Enzyme :- G3PDH, GPI, IDH, ME, MDH, MPI, PGD, และ PGM สามารถใช้จำแนกชนิดของแมลงเบียนได้ดี นอกจากนี้ยังสามารถใช้ศึกษาความผันแปรทางพันธุกรรมของแมลงเบียน ชนิด *D. longicaudata* จากท้องถิ่นต่างกัน ทั้งที่มีรูปร่างลักษณะเหมือนกัน

Abstract

Population biology of fruit-fly parasitoids in Thailand

The study of population biology of fruit-fly parasitoids requires information on the results of these main objectives:-

1. Exploration of parasitoid from the natural population was done in the areas untreated with insecticide. The parasitized fruit flies can not be distinguished at all from unparasitized ones by the external examination. Therefore, the appropriated method for detection of parasitoids in this study is to collect the rotten fruit infested with fruit flies and maintain them in the laboratory until the adult parasitoids emerge. Examination of the following fruit : *Artabotrys siamensis* Miq., *Ficus pubilimba* Merr., *Syzygium samarangense*, *Luffa cylindrica*, *Psidium guajava* Linn., *Zizyphus mauritiana* Lamk., *Averrhoa carambola* Linn., *Mangifera indica* Linn., *Spondius pinnata* Kurz, *Pentace burnanica* Kurz, *Terminalia catappa* Linn. from different localities in Thailand indicates that the common parasitoid is *Diachasmimorpha longicaudata*-like. However, *Diachasmimorpha longicaudata*, *Biosteres arisanus*, *Biosteres vandenboshi*, *Psytalia incisi* and etc. were also found with low density.

2. Method for rearing parasitoid, *D. longicaudata*-like, in the laboratory was developed and successful more than 20 generations. Adult parasitoids were held in the cage (30X30X30 cm.) at temperature of 25-29°C and 60-70% relative humidity under fluorescent light (12L:12D) in the laboratory. Banana fruits were infested with fruit flies, *Bactrocera correcta*. Infested fruits were held for 5-6 days or till the third-instar fruit fly larvae were moulted then exposed to the parasitoid population. *Diachasmimorpha longicaudata*-like is a solitary parasitoid. When more than one egg were laid in an already parasitized host, only one survived. Both the host and the parasitoid developed simultaneously but parasitoid development in early instar host

was limited. When the host reached pupa, the parasitoid developed rapidly (because the host provided sufficient food materials). The achieved parasitoid lived under the pupal skin. The emerged female parasitoid can either be mated or lay her egg (without mated) into the host immediately. Female progeny developed from fertilized (diploid) egg but male progeny developed from unfertilized (haploid) egg.

Similarly, rearing methods for *D. longicaudata*, *B. arisanus*, *B. vandenboshi* and *P. Incisi* have been developed but these parasitoids are more difficult to adapt to laboratory condition. They need further studies.

3. Studies of *D. longicaudata*-like in natural population were conducted on the guava orchard at Nakornpathom Province, central part of Thailand, where no insecticide has been used. A total of 5075 *D. longicaudata*-like were collected. The sex ratio of male : female was 3:4 (from the total 2026:3013). The main fruit fly collected was *B. correcta* whereas *B. dorsalis* occurred at low density throughout 2 years studies. *Bactrocera correcta* is the major pest of guava fruit. The number of *B. correcta* was associated with number of guava fruits. There was relationship between the infestation of *B. correcta* pest and *D. longicaudata*-like parasitoid. The regression equation of *D. longicaudata*-like number is described by $\text{no. parasitoids} = 1.79 (\text{no. fruits}) + 0.82(\text{no. fruit flies/ fruit}) - 16.48$; ($F=16.43$; $df = 1,186$; $P<0.01$; $R^2 = 0.15$).

The number of *B. correcta* and *D. longicaudata*-like was not correlated with fruit size and was also not correlated with fruit position (higher 150 cm. vs. lower 75 cm.). However, *D. longicaudata*-like size was significantly different with the fruit size ($F = 17.05$; $df = 1,1337$; $P< 0.01$).

Analysis of the data on habitat characteristics (eg. temperature, humidity, rain and etc.) obtained indicated that fruit density was associated with the average maximum humidity ($r = 0.64$; $P< 0.01$). The average maximum temperature was important and correlated with parasitization ($r= 0.53$; $P<0.01$) identified from a natural population of newly emerged adult parasitoids. Although some physical

factors were not important, they were directly correlated with each others (eg. temperature was correlated with humidity and rain).

4. Taxonomic determination of fruit fly parasitoids usually using morphological characters is often difficult for non specialist. The potential of polyacrylamide gel electrophoresis have been modified and used as a tool in taxonomy. The results of the electrophoresis analysis of eight enzyme systems (G3PDH, GPI, IDH, ME, MDH, MPI, PGD, and PGM) indicate that all of the enzyme systems tested can be used to distinguish between species. This electrophoresis technique also has been reliable means to investigate the complex species which has been considered as useful information in search for superior parasitoid for the future biological control program.

ผลงานวิจัย

วัตถุประสงค์หลักของโครงการประกอบด้วย

1. ทำการสำรวจและค้นหาแมลงเบียน
2. ปรับปรุงการเพาะเลี้ยงและศึกษารายละเอียดของแมลงเบียนที่พบ
 - 2.1 เพาะเลี้ยงและขยายพันธุ์แมลงเบียนชนิด *D. longicaudata-like* และศึกษารายละเอียดของแมลงเบียนชนิด *D. longicaudata-like* ที่เลี้ยงได้
 - 2.2 หาวิธีเพาะเลี้ยงและขยายพันธุ์แมลงเบียนชนิด อื่นๆที่พบ
3. ทำการศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อประชากรแมลงเบียนชนิด *D. longicaudata-like* ในแปลงทดลอง
4. การจัดจำแนกชนิดของแมลงเบียนที่สำรวจได้ และศึกษาความผันแปรทางพันธุกรรม ของแมลงเบียนชนิด *D. longicaudata-like* โดยเทคนิค Electrophoresis

ผลการดำเนินงานของโครงการวิจัย

1. ทำการสำรวจและเก็บตัวอย่างแมลงเบียน โดยการเก็บไม้ผลที่เน่าเสียจากการทำลาย ของด้วงหนอน(ด้วงอ่อน) ของแมลงวันผลไม้ ทำการแยกชนิดแมลงวันผลไม้ โดยอนุกรมวิธานของ White and Harris; 1992 และจำแนกชนิดของแมลงเบียน โดยวิธีการสัณฐานวิทยา ด้วยอนุกรมวิธานของ Wharton and Gilstrap; 1983 ,1989 ได้ผลดัง Table 1.

Table 1. Natural host plants, host flies and parasitoids from several localities in Thailand.

ผลไม้	ชนิดของ แมลงวันผลไม้	แมลงเบียน	จังหวัดที่สำรวจ (* พบแมลงเบียน)
กล้วยน้ำว้า <i>Musa sapientum</i>	<i>B. dorsalis</i>	-	นครปฐม
การเวก <i>Artabotrys siamensis</i> Miq.	<i>B. dorsalis</i> <i>B. kanchanaburi</i>	<i>D. longicaudata</i> -like <i>B. arisanus</i>	นครปฐม สระบุรี*
ไทร <i>Ficus pubilimba</i> Merr.	<i>B. dorsalis</i>	-	นครราชสีมา
ชมพู <i>Syzgium samarangense</i>	<i>B. dorsalis</i> <i>B. correcta</i>	<i>D. longicaudata</i> -like	กรุงเทพฯ* นครปฐม* ราชบุรี สิงห์บุรี
ชมพู มะเหมี่ยว <i>Syzgium malaccene</i>	<i>B. dorsalis</i>	-	สงขลา
ตำลึง <i>Coccinia grandis</i>	<i>B. cucurbitae</i>	-	สมุทรปราการ สมุทรสาคร
บวบหอม <i>Luffa cylindrica</i>	<i>B. cucurbitae</i>	<i>P. fletcheri</i> (?)	หนองคาย*
ฝรั่ง <i>Psidium guajava</i> Linn.	<i>B. dorsalis</i> <i>B. correcta</i>	<i>D. longicaudata</i> -like <i>B. arisanus</i> <i>P. incisi</i>	กรุงเทพฯ นครปฐม* ราชบุรี ปทุมธานี สงขลา นครราชสีมา* เพชรบุรี

ผลไม้	ชนิดของ แมลงวันผลไม้	แมลงเบียน	จังหวัดที่สำรวจ (พบ*)
พุทรา <i>Zizyphus mauritiana</i> Lamk.	<i>B. dorsalis</i> <i>B. correcta</i>	<i>D. longicaudata</i> -like <i>B. arisanus</i>	กาญจนบุรี* อยุธยา* ราชบุรี อุทัยธานี* ประจวบคีรีขันธ์* นครราชสีมา*
มะเฟือง <i>Averrhoa carambola</i> Linn.	<i>B. dorsalis</i> <i>B. correcta</i>	<i>D. longicaudata</i> -like <i>B. arisanus</i> <i>B. vandenboshi</i> <i>P. incisi</i>	สงขลา* สมุทรปราการ อุดรธานี*
มะม่วง <i>Mangifera indica</i> Linn.	<i>B. dorsalis</i> <i>B. dorsalis-like</i>	<i>D. longicaudata</i> <i>D. longicaudata</i> -like	ขอนแก่น* นครปฐม ราชบุรี ชัยนาท สมุทรปราการ
มะกอกป่า <i>Spondias pinnata</i> Kurz.	<i>B. auxillaris</i>	<i>D. longicaudata</i> (?) <i>B. arisanus</i>	กาญจนบุรี*
มังคุดป่า <i>Gascinia costata</i> Hemsl.	<i>B. dorsalis</i> -like	<i>D. longicaudata</i>	ระยอง*
ยางโตน <i>Polyalthia virides</i>	<i>B. dorsalis</i> -like	<i>D. longicaudata</i> <i>B. arisanus</i>	นครราชสีมา*
สีเสียดเทศ <i>Pentace burnanica</i> Kurz.	<i>B. dorsalis</i> -like	<i>D. longicaudata</i>	นครราชสีมา*
ทุกวาง <i>Terminalia catappa</i> Linn.	<i>B. dorsalis</i> <i>B. correcta</i>	<i>D. longicaudata</i> -like <i>D. longicaudata</i>	กรุงเทพฯ* นครปฐม* อรัญประเทศ* สมุทรสาคร* ระยอง*

พบว่าแมลงเบียนดังกล่าวข้างต้นจัดอยู่ใน Order : Hymenoptera, Family :
Braconidae

2. ปรับปรุงการเพาะเลี้ยงและศึกษารายละเอียดของแมลงเบียน *D. longicaudata-like*

2.1 ทำการเพาะเลี้ยงและศึกษารายละเอียดของแมลงเบียนชนิด *D. longicaudata-like* พบว่า สามารถเลี้ยง *D. longicaudata-like* โดยวิธีการให้น้ำผึ้ง 10% น้ำ และวิตามินรวมชนิดน้ำเชื่อม 10 % ณ ที่อุณหภูมิ 25-29 °C ความชื้นสัมพัทธ์ประมาณ 60-70 % *D. longicaudata-like* จะเลือกวางไข่ในตัวอ่อนแมลงวันผลไม้ ชนิด *B. correcta* ไข่ของแมลงเบียนจะ พัฒนาเป็นตัวอ่อน ในการศึกษา ตัวอ่อนแมลงวันผลไม้ 1 ตัว อาจถูกแมลงเบียนมากกว่า 1 ตัวโจมตีโดยการวางไข่ครั้งละ 1 ฟอง ไข่ของแมลงเบียนจะพัฒนาเป็นตัวอ่อนระยะที่ 1 ถ้าแมลงเจ้าบ้าน (แมลงวันผลไม้) มีตัวอ่อนของแมลงเบียนระยะคั่นๆมากกว่า 1 ตัว จะเกิดการต่อสู้ จนในที่สุดเหลือผู้ชนะเพียงตัวเดียว ตัวอ่อนแมลงเบียนจะเจริญเติบโต และมีลักษณะที่แตกต่างกันไปในแต่ละระยะ โดยอาศัยเนื้อเยื่อ และน้ำเลี้ยงจากแมลงวันผลไม้เป็นอาหาร จนกระทั่ง ทำลายชีวิตของแมลงวันผลไม้ แต่ก็ยังอาศัยคราบของแมลงวันผลไม้เป็นบ้านและเกราะป้องกันภัย เมื่อเติบโตเป็นตัวเต็มวัย ก็จะออกจากคราบโม่ของแมลงวันผลไม้ (Fig. 1)

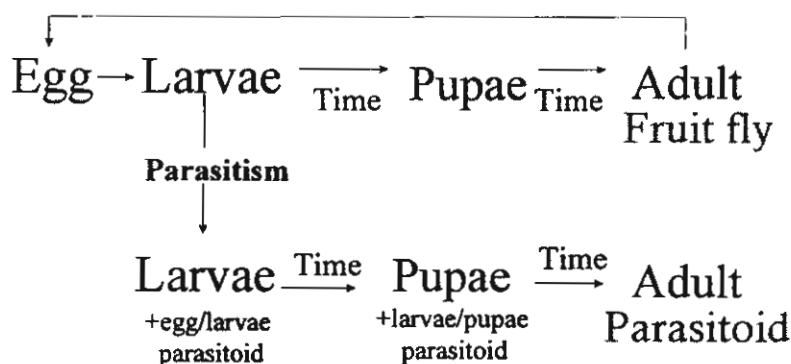


Fig. 1. Diagram of a parasitoid-fruit fly model.

แมลงเบียนเพศผู้และเพศเมีย สามารถผสมกันทันทีหลังจากที่ออกมาเป็นตัวเต็มวัย นอกจากนี้ ตัวเมียสามารถวางไข่ ไข่สามารถพัฒนาเป็นตัวอ่อนได้ ทั้งที่ไม่มีการผสมพันธุ์ แต่ลูกที่ได้จะพัฒนาเป็นแมลงเบียนเพศผู้ ส่วนแมลงเบียนเพศเมียนั้น พัฒนามาจากไข่ ที่ได้รับการ

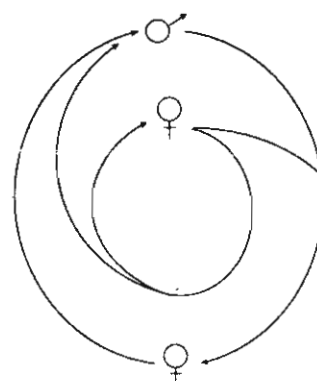


Fig. 2 The Basic life cycle.

ผสมพันธุ์ (Fig. 2)

วงชีวิตของ *D. longicaudata*-like นั้นใช้เวลาประมาณ 18-30 วัน ณ ที่อุณหภูมิ 25-29 °C ความชื้นสัมพัทธ์ 60-70 % ในการศึกษาชีววิทยาของแมลงเบียนชนิด *D. longicaudata*-like ยังพบว่า แมลงเบียนชนิดนี้ผสมพันธุ์ได้ทันที หลังจากออกจากคราบโม่ง และเมื่ออายุครบ 24 ชั่วโมงแล้ว ถ้าวางไข่ระหว่างชั่วโมงที่ 24 ถึง ชั่วโมงที่ 48 พบว่าสามารถโจมตีตัวอ่อนของแมลงวันผลไม้ได้ประมาณ 5 % แมลงเบียนนี้สามารถวางไข่ได้ตลอดชีวิต ช่วงที่ไข่พัฒนาเต็มที่และวางไข่ได้มากที่สุด คือ เมื่อแมลงเบียนอายุครบ 5 วัน 19 วัน และ 28 วัน นอกจากนี้ ยังพบว่าแมลงเบียนชอบวางไข่เข้าไปในตัวอ่อนของแมลงวันผลไม้ ระยะที่ 3 ได้ผลดีที่สุด ถ้าแมลงเบียนวางไข่ในตัวอ่อนของแมลงวันผลไม้ ที่มีอายุน้อยกว่าระยะที่ 3 จะได้ผลต่ำ และไข่ที่วางมักจะพัฒนาเป็นเพศผู้สูงกว่าเพศเมีย การเพาะเลี้ยงและขยายพันธุ์ *D. longicaudata*-like จนถึงบัดนี้ ถือว่าประสบความสำเร็จเป็นที่พอใจ แต่ขณะนี้พบ hyperparasitoid ชนิด *Sparlangia* sp. (Family: Pteromalidae) พบว่าเป็นแมลงเบียนเดี่ยว (Solitary parasitoid) ของทั้ง แมลงวันผลไม้ และแมลงเบียน *D. longicaudata*-like แต่การโจมตีแมลงวันผลไม้จะสูงกว่าแมลงเบียน *D. longicaudata*-like

2.2 หาวิธีและปรับปรุงวิธีการเพาะเลี้ยงแมลงเบียนชนิด *B. arisanus* ซึ่งเป็นแมลงเบียนอีกชนิดหนึ่ง ที่สามารถเข้าทำลายแมลงวันผลไม้ในระยะไข่ และตัวอ่อนระยะคืบ จึงทำการเพาะเลี้ยงแมลงวันผลไม้ ชนิด *B. dorsalis* สำหรับตัวอ่อนของ *B. arisanus* ได้ใช้เป็นอาหาร และที่อยู่อาศัย ส่วนตัวเต็มวัย ได้ใช้วิธีการเลี้ยงเช่นเดียวกับ *D. longicaudata*-like ผลปรากฏว่า สามารถเลี้ยงได้ประมาณ 1-2 รุ่น (generations) เท่านั้น ลูกที่ได้ส่วนใหญ่ก็มักจะเป็นเพศผู้ คงต้องทำตรวจสอบและค้นหาวิธี ต่อไป

3. ศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อแมลงเบียนชนิด *D. longicaudata*-like ในแปลงทดลองที่เป็นสวนฝรั่งปราศจากยาฆ่าแมลง เป็นเวลา 2 ปี

จากการศึกษาโดยวิธีสุ่มตัวอย่างเดือนเว้นเดือน ตั้งแต่พฤษภาคม 2538 ถึงมีนาคม 2540 ศึกษาปัจจัยทางธรรมชาติ เช่น อุณหภูมิ ความชื้น น้ำฝน ฯลฯ ของแปลงทดลอง

ซึ่งมีเนื้อที่ประมาณ 2 ไร่ และมีต้นฝรั่งประมาณ 168-170 ต้น ผลจากการสุ่มเก็บตัวอย่างพบว่าแมลงเบียน ชนิด *D. longicaudata*-like ในธรรมชาติ มีอัตราส่วนของจำนวนแมลงเบียน เพศผู้/เพศเมีย 2062 : 3013 หรือเพศผู้ : เพศเมีย $\approx 3 : 4$ ตัว (Table 2) จากการศึกษาวเคราะห์ข้อมูล ที่ได้จากตัวอย่างผลไม้จากระดับสูง-ต่ำ และ ขนาดใหญ่-เล็กพบว่า จำนวนของแมลงวันผลไม้ มีความสัมพันธ์โดยตรงกับจำนวนผลไม้ (Fig. 3)

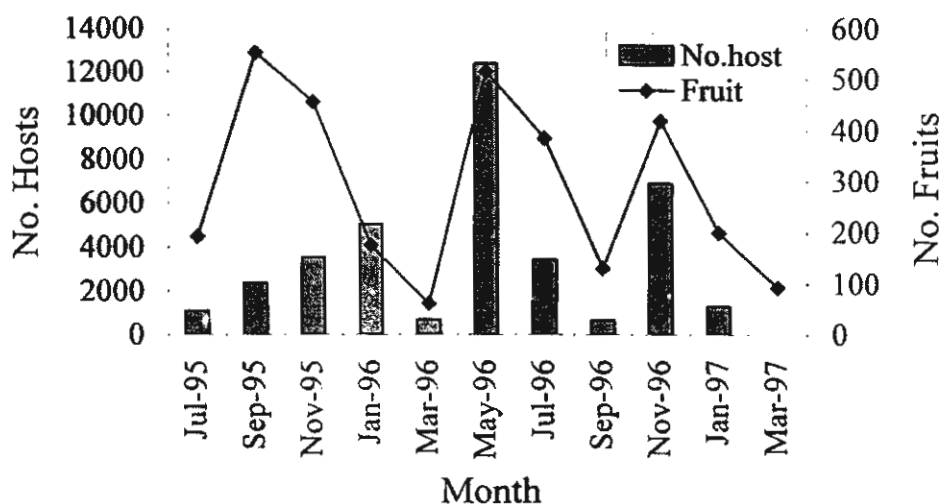


Fig. 3. Variation in no. hosts and no. fruits.

ขนาดผลไม้ที่มีขนาดใหญ่ มีแนวโน้มที่จะถูกแมลงวันผลไม้เข้าโจมตี มากกว่าขนาดผลเล็ก ($F = 3.36$; $df = 1, 186$; $P = 0.07$) ไม่ว่าผลไม้ที่อยู่สูงหรือต่ำ จะถูกโจมตีโดยแมลงวันผลไม้ไม่แตกต่างกัน ขณะที่จำนวนของแมลงเบียนจะขึ้นอยู่กับจำนวนผลไม้ และจำนวนแมลงวันผลไม้ต่อผล (Fig. 4) และดังสมการ
 จำนวนแมลงเบียน = $1.79 (\text{จำนวนผลไม้}) + 0.82 (\text{จำนวนแมลงวันผลไม้ต่อผล}) - 16.48$
 ($F = 16.43$; $df = 1, 186$; $P < 0.01$; $R^2 = 0.15$)

จำนวนของแมลงเบียนจะไม่ขึ้นกับขนาดและระดับของผลไม้ แต่กลับพบว่าขนาดของแมลงเบียนจากผลไม้ที่มีผลโตจะขนาดใหญ่กว่าแมลงเบียนจากผลไม้ที่มีผลเล็ก

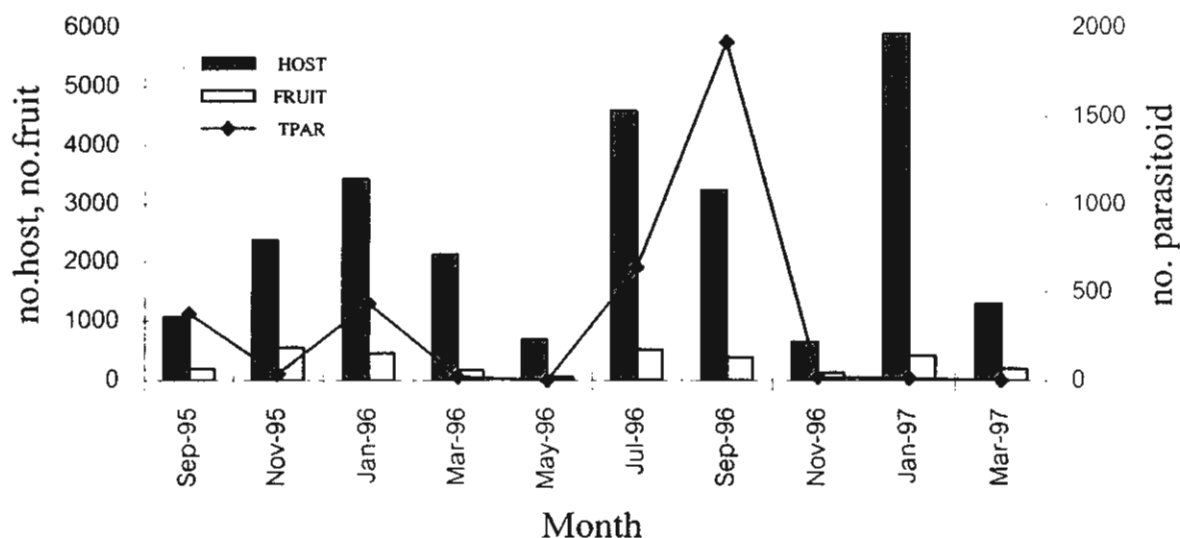


Fig. 4. Variation in no. fruit, no. host per fruit and no. parasitoid.

(Table 2) อาจกล่าวได้ว่า ผลโตส่งผลต่อขนาด และคุณภาพของแมลงวันผลไม้ ซึ่งเป็นทั้งบ้านและอาหารที่ดีของแมลงเบียน ทำให้แมลงเบียนได้อาหารที่ดีและมากเพียงพอทำให้ขนาดของแมลงเบียนใหญ่ตามไปด้วย

Table 2. Statistics recorded for fruit size kept for insect emergences for the whole sampling period.

Fruit size	no. Fruit	no. Host	No. Male Collected	No. Female Collected	Wing Size $\bar{X} \pm SE$ (no. obs.)	Wing-Male $\bar{X} \pm SE$ (no. obs.)	Wing-Female $\bar{X} \pm SE$ (no. obs.)
Large	1840	>27174	1127	1676	3.430 ± 0.011 (726)	3.256 ± 0.013 (354)	3.595 ± 0.012 (372)
Small	1706	>19950	935	1337	3.361 ± 0.013 (613)	3.172 ± 0.015 (291)	3.532 ± 0.014 (322)
Total	3546	>47124	2062	3013	3.398 ± 0.008 (1339)	3.218 ± 0.010 (645)	3.566 ± 0.009 (694)
					One-way ANOVA	F=17.05;df=1, 1337; P=0.0001	F=17.42;df=1, 643; P=0.0001
							F=11.77;df=1, 692; P=0.0008

ในการศึกษาถึงปัจจัยธรรมชาติพบว่าจำนวนผลไม้ขึ้นอยู่กับ อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย ก่อนเก็บผล 1 เดือน สามารถอธิบายได้จากสมการ

$$\text{จำนวนผลไม้} = 48.49 (\text{TMINBE}) - 858.82 + 48.49$$

$$(F = 4.69; df = 1, 12; P < 0.05; R^2 = 0.34)$$

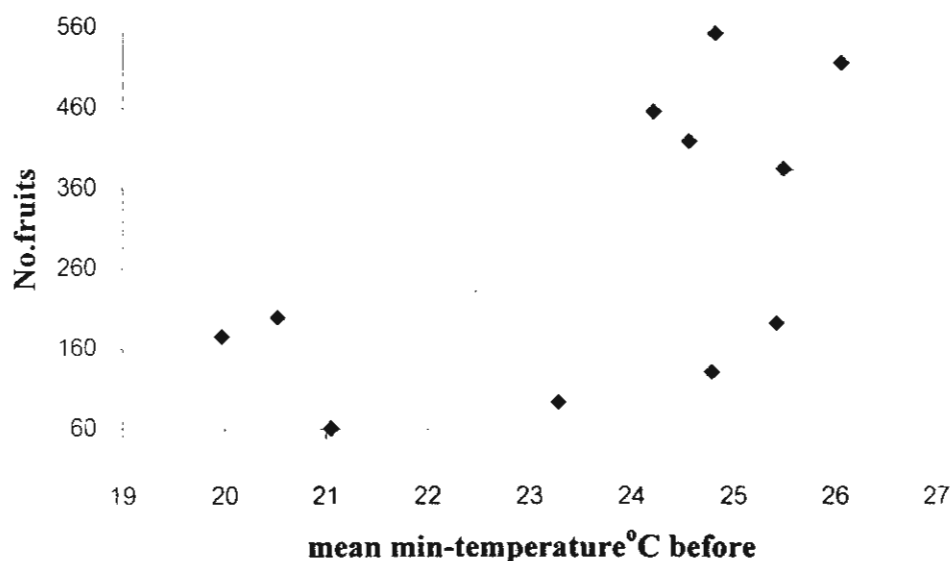


Fig. 5. Relationship between no. fruits and minimum temperature °C one month before collection.

ขณะที่ จำนวนแมลงวันผลไม้ สัมพันธ์กับจำนวนผลไม้ (Fig. 3) ($R = 0.64$; $P \leq 0.01$) และเปอร์เซ็นต์ความชื้นสูงสุดเฉลี่ย ก็มีอิทธิพลต่ออัตราส่วนจำนวนแมลงวันผลไม้ ต่อผล ดังสมการ จำนวนแมลงวันผลไม้ต่อผล = $5.79 (\%RHMAX) - 526.01$ ($F = 7.32$; $df = 1, 11$; $P \leq 0.011$)

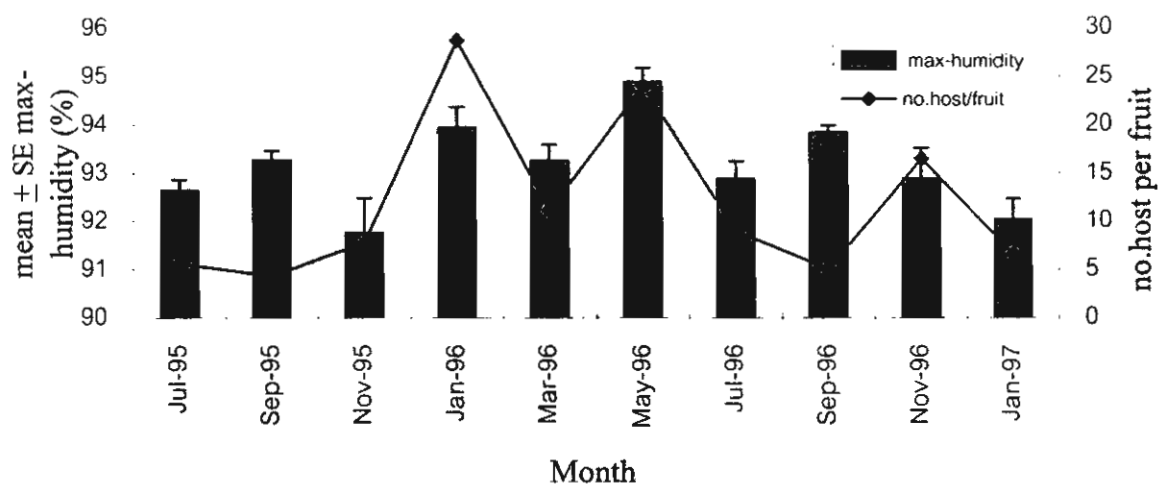


Fig. 6.Variation in no.host per fruit and mean max-humidity (%).

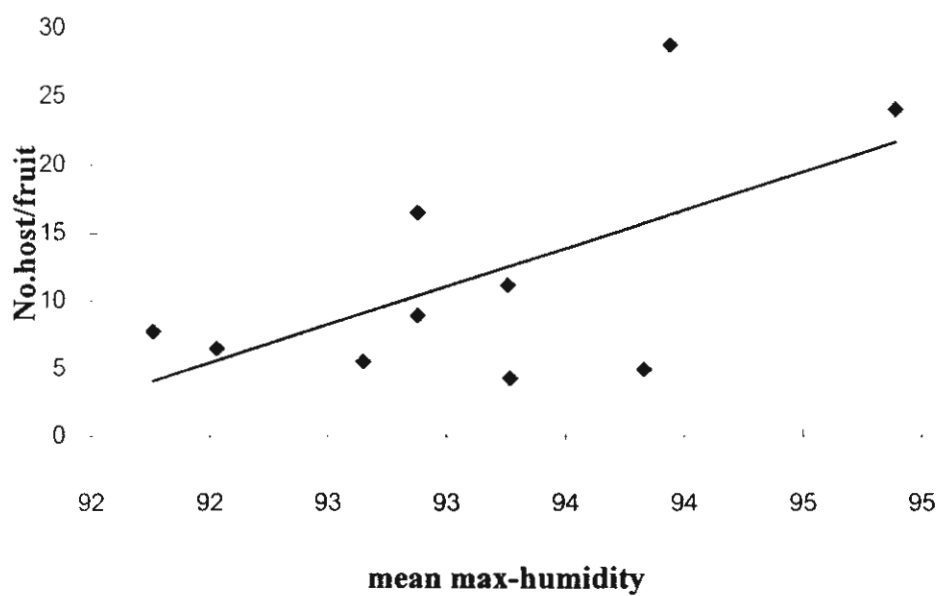


Fig. 7. Relationship between no. host flies per fruit and mean maximum humidity.

ส่วนอัตราส่วนของแมลงเบียนต่อผลนั้น มีแนวโน้มว่าจะได้รับอิทธิพลโดยตรงจากอุณหภูมิสูงสุดของเดือน ก่อนเก็บผล 1 เดือน ($R = 0.53$; $P \leq 0.05$) (Fig. 8)

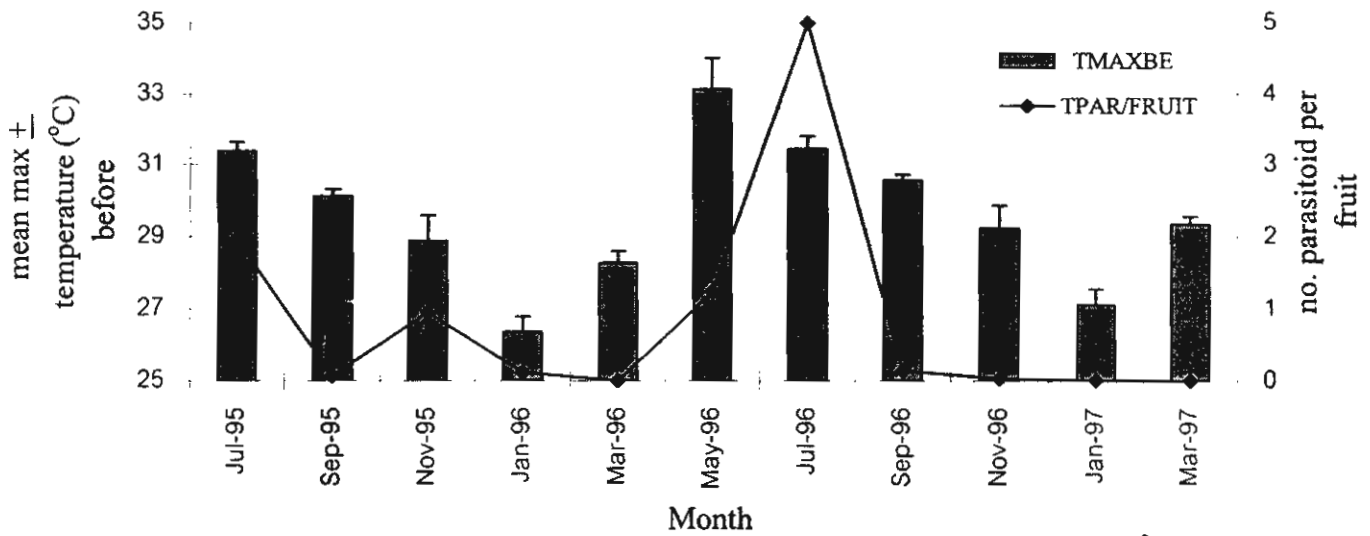


Fig. 8. Variation in no. parasitoid per fruit and mean max-temperature (°C) one month before collection.

4. ศึกษาชนิดของแมลงเบียน และความผันแปรทางพันธุกรรมของแมลงเบียนชนิด *D. longicaudata* โดยเทคนิค Electrophoresis

จากการพัฒนา enzyme systems โดยพัฒนาเทคนิคมาจากวิธีของ Harris และ Hopkinson; 1976 ร่วมกับ Steiner และ Joslyn; 1979 พบ enzyme systems 8 ระบบ ที่มีประโยชน์สามารถใช้ในการศึกษาจัดจำแนกแมลงเบียนได้ดี ดังนี้

Glycerol-3-phosphate dehydrogenase (G3PDH)

Glucose phosphate isomerase (GPI)

Isocitrate dehydrogenase (IDH)

Malic enzyme (ME)

Malate dehydrogenase (MDH)

Mannose phosphate isomerase (MPI)

Phosphogluconate dehydrogenase (PGD)

Phosphoglucomutase (PGM)

พบ enzyme ทั้ง 8 ระบบควบคุมโดย gene 12 locus สามารถใช้จัดจำแนกแมลงเบียนในระดับ species ต่างๆ ได้ดี และบอกความผันแปรทางพันธุกรรมภายใน species ของแมลงเบียน *D. longicaudata* ได้ดี

จากการศึกษาความผันแปรทางพันธุกรรมของแมลงเบียนชนิด *D. longicaudata*-like จากจังหวัดอยุธยา นครปฐม ประจวบคีรีขันธ์ กาญจนบุรี สระบุรี นครราชสีมา (เขาใหญ่) เปรียบเทียบกับ colony ของ *D. longicaudata* จาก Hawaii ด้วย enzyme systems ดังกล่าวข้างต้น พบเปอร์เซ็นต์ polymorphism ของแมลงเบียนจากจังหวัดนครราชสีมา (เขาใหญ่) มีค่าสูงสุดถึง 83.30% และจากประจวบคีรีขันธ์มีค่าต่ำสุดคือ 33.30% (Table 3) เมื่อแยกวิเคราะห์เฉพาะข้อมูลของแมลงเบียนเพศเมียพบเปอร์เซ็นต์ polymorphism โดยทั่ว ๆ ไปสูงกว่าข้อมูลทั้งสองเพศรวมกัน ทั้งนี้เนื่องจากข้อมูลที่น่าออกจากการวิเคราะห์เป็นของแมลงเบียนเพศผู้ ซึ่งเป็น haploid (n) ทำให้ประชากรของแมลงเบียนเพศเมียที่มาจาก อยุธยา นครปฐม สระบุรี และ Hawaii มีค่าเปอร์เซ็นต์ polymorphism สูงกว่าจากประชากรรวมทั้งสองเพศ และจัดอยู่ในระดับปานกลางคือ 41.70% ค่า direct-count mean heterozygosity ของแมลงเบียนทั้งสองเพศจากทุกประชากรมีค่าตั้งแต่ 0.028-0.070

ต่ำกว่าจากประชากรเพศเมียซึ่งมีค่าตั้งแต่ 0.032-0.119 ขณะที่ค่า Hardy Weinberg expected mean heterozygosity ของแมลงเบียนทั้งสองเพศจากทุกประชากรมีค่าตั้งแต่ 0.128-0.395 ซึ่งสูงกว่าจากประชากรเพศเมีย ซึ่งค่าตั้งแต่ 0.119-0.358 (Table 3) แสดงให้เห็นว่าการใช้ข้อมูลเฉพาะประชากรแมลงเบียนเพศเมียที่มากพอ จะให้ผลเป็นที่น่าเชื่อถือและแม่นยำยิ่งขึ้น

Table 3. แสดงเปอร์เซ็นต์ Polymorphism และค่า Heterozygosity ของประชากรแมลงเบียนชนิด *D. longicaudata*-like จาก 6 จังหวัดกับ colony จาก Hawaii

Population		Sample size	Percentage of loci polymorphics*	Direct-count heterozygosity	HdyWbg expected**
AC	Pool	128	33.3	0.044	0.142
	Female	52	41.7	0.097	0.153
NPC	Pool	321	33.3	0.070	0.187
	Female	178	41.7	0.119	0.153
PJC	Pool	70	33.3	0.028	0.128
	Female	26	33.3	0.073	0.129
KBC	Pool	20	41.7	0.070	0.140
	Female	15	33.3	0.093	0.119
SRC	Pool	61	58.3	0.038	0.203
	Female	26	41.7	0.090	0.191
NRC	Pool	22	83.3	0.033	0.395
	Female	13	83.3	0.032	0.358
HWC	Pool	18	41.7	0.068	0.187
	Female	14	41.7	0.092	0.193

* A locus is considered polymorphic if the frequency of the most common allele does not exceed .95

** Unbiases estimate (see Nei, 1978)

เมื่อวิเคราะห์เปรียบเทียบ genetic distances (Table 4) โดยวิธีของ Rogers, 1972 และ คำนวณหาความสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มตลอดจนนำมาสร้าง phylogentic tree อาศัยวิธี UPGMA (unweighted pair group method with arithmetic averaging) (Fig. 9) พบว่า

แมลงเบียนชนิด *D. longicaudata*-like ที่มาจากจังหวัดอยุธยา นครปฐม ประจวบคีรีขันธ์ กาญจนบุรี และสระบุรี มีค่า identity แสดงความแตกต่างกันต่ำระหว่าง 0.003-0.083 ขณะที่ประชากรแมลงเบียนจากนครราชสีมา (เขาใหญ่) กับ colonyจากHawaii มีความแตกต่างกัน 0.314 (Table 4-Female) ซึ่งทั้งสองประชากรนี้แตกต่างจากประชากรดังกล่าวข้างต้นค่อนข้างสูงกว่า คือ 0.5 อาจแยกออกเป็นคนละ species ได้ (Fig. 9)

Table 4. แสดง Genetic Identity (I) และ Genetic Distance (D).

POOL

I \ D	1AC	2HWC	3NPC	4NRC	5PJC	6SRC	7KBC
1AC		0.657	0.005	0.282	0.004	0.089	0.067
2HWC	0.518		0.664	0.333	0.687	0.589	0.672
3NPC	0.995	0.515		0.291	0.007	0.09	0.044
4NRC	0.754	0.717	0.748		0.247	0.247	0.329
5PJC	0.996	0.503	0.993	0.76		0.093	0.053
6SRC	0.915	0.555	0.914	0.781	0.911		0.156
7KBC	0.936	0.511	0.957	0.72	0.949	0.855	

FEMALE

I \ D	1AC	2HWC	3NPC	4NRC	5PJC	6SRC	7KBC
1AC		0.627	0.003	0.353	0.004	0.083	0.046
2HWC	0.534		0.641	0.314	0.681	0.638	0.677
3NPC	0.997	0.527		0.362	0.012	0.082	0.038
4NRC	0.702	0.731	0.679		0.343	0.385	0.422
5PJC	0.996	0.506	0.988	0.71		0.091	0.054
6SRC	0.92	0.528	0.921	0.68	0.913		0.121
7KBC	0.955	0.508	0.963	0.656	0.948	0.886	

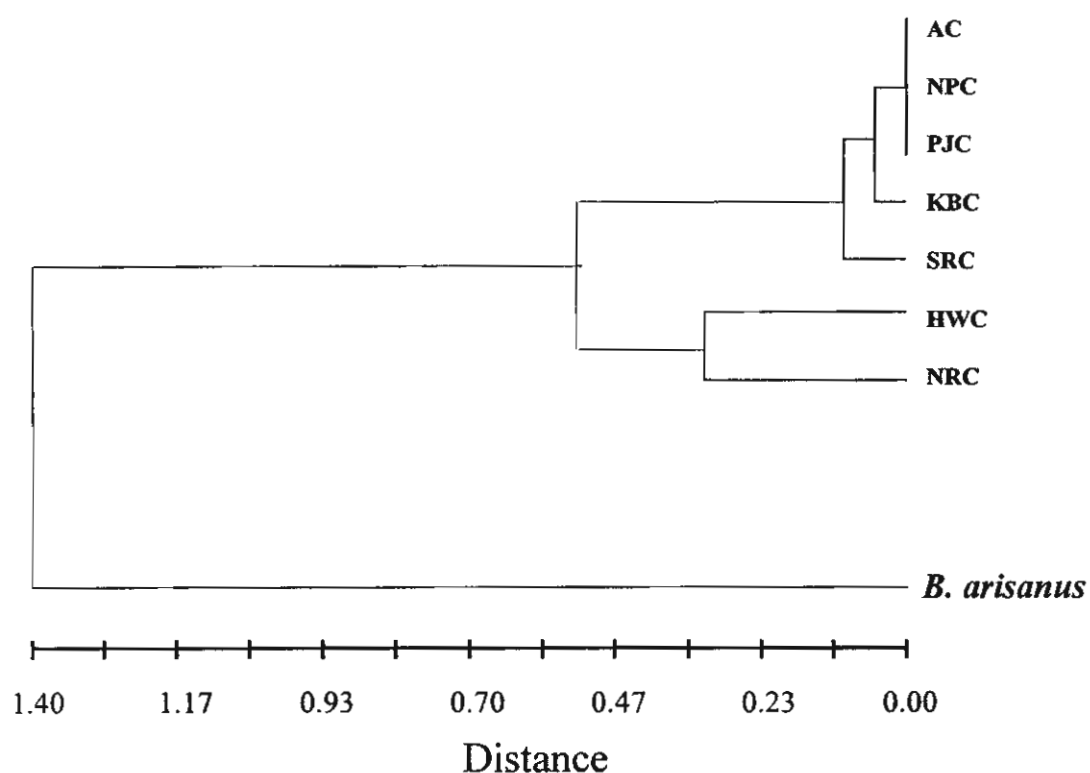


Fig. 9. แสดง Phylogenetic tree ของประชากรแมลงเบียนชนิด *D. longicaudata* เพศเมีย จากที่ต่างๆในประเทศไทยเทียบกับcolony จาก Hawaii

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้ได้รับทุนพัฒนานักวิจัยจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) และทุนอุดหนุนร่วมจาก คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ระหว่าง 1 ธันวาคม 2537 ถึง 1 ธันวาคม 2540

ขอขอบคุณ นางสาวดวงตา จุลศิริกุล นางอัญชลี สุทธาธาร นายบุญเสริม พัฒนานันท์ นางสาวผกามาศ บุญรอด และผู้มีส่วนร่วมในโครงการวิจัยนี้ทุกท่าน ที่ให้ความร่วมมือด้วยดีตลอดมา