

575.68

๑ ๔๓

๖ ๖

การศึกษาการผสมพันธุ์และความแตกต่างทางพันธุกรรมของนมลงหวี

Drosophila leontia สายพันธุ์ต่าง ๆ ในประเทศไทย

ปริศนา นิพนธ์

ชอง

อภิเษก วรรณเรศ

๕๗ พ.ค. ๒๕๓๕

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประถมมิตร

เพื่อเป็นวิทยานิพนธ์ของการศึกษาระดับปริญญาตรี

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต

ตุลาคม ๒๕๓๗

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

178416

การศึกษาการผสมพันธุ์และความแตกต่างทางพันธุกรรมของแมลงหวี่
Drosophila leontia สายพันธุ์ต่าง ๆ ในประเทศไทย

บทคัดย่อ
ของ
อติเทพ วรรณไชย

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต
ตุลาคม 2527

จากการทดลองผสมพันธุ์เพื่อศึกษาความแตกต่างทางพันธุกรรมของแมลงหวี่

D. leontia จำนวน 6 สายพันธุ์ ในประเทศไทย พบว่าบางสายพันธุ์มีความแตกต่างทางพันธุกรรมเกิดขึ้น โดยเฉพาะสายพันธุ์ที่อยู่ห่างไกลกันมาก ๆ เช่น เชียงใหม่กับสงขลา หรือ เชียงใหม่กับภูเก็ต ส่วนสายพันธุ์ที่อยู่ใกล้กันจะไม่พบความแตกต่างทางพันธุกรรม เช่น ภูเก็ตกับสงขลา โดยพิจารณาจากจำนวนลูกผสมทั้งรุ่นแรก และรุ่นที่สอง ที่ได้จากการผสมพันธุ์แบบพบกันหมดทุกสายพันธุ์ (crosses and reciprocal crosses) ซึ่งมีค่าเฉลี่ยของลูกผสมต่อหนึ่งแม่ค่อนข้างต่ำกว่าลูกผสมที่ได้จากพ่อแม่สายพันธุ์อื่น ๆ ($P < .01$) นอกจากนี้พฤติกรรมในการเลือกคู่ผสมพันธุ์ระหว่างสายพันธุ์ เชียงใหม่กับภูเก็ตหรือ เชียงใหม่กับสงขลาไม่ว่าจะใช้สายพันธุ์ใดเป็นพ่อหรือแม่ จะมีค่าดัชนีการแยกตัวออกจากกันทางเพศ (isolation index) สูง ($I = 0.13 - 0.22$) ขณะที่คู่ผสมจากสายพันธุ์อื่น ๆ มีค่าต่ำ ($I = 0.01 - 0.08$) สรุปได้ว่าสภาพแวดล้อมทางภูมิศาสตร์ที่แตกต่างกันนั้นมีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงให้เกิดความผันแปรทางพันธุกรรมในระหว่างแมลงหวี่ D. leontia สายพันธุ์ เชียงใหม่กับสงขลา หรือ เชียงใหม่กับภูเก็ต ทำให้สายพันธุ์ดังกล่าวเริ่มมีการแยกตัวออกจากกันตามกลไกของการแยกสปีชีส์

A STUDY ON HYBRIDIZATION AND GENETIC INCOMPATIBILITY AMONG
DIFFERENT STRAINS OF Drosophila leontia IN THAILAND

AN ABSTRACT

BY

ADITPEP WANNARES

Presented in partial fulfillment of the requirements
for the Master of Education degree
at Srinakharinwirot University

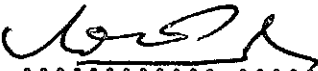
October 1964

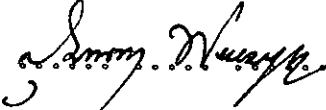
The results of hybridization experiments and genetic incompatibility tests among the six strains of Drosophila leontia in Thailand showed that the Chiangmai strain exhibited a considerable degree of genetic differentiation at submicroscopic level from the Songkhla and the Phuket strains. Such a genetic differentiation seems to be due to geographical isolation of the northern and the southern populations of D. leontia. If this was the case, the lack of gene flow between these populations would be apparently evident.

Thus sexual preferences between Chiangmai and Songkhla or Chiangmai and Phuket were considerably high ($I = 0.13 - 0.22$) when compared with other combinations. ($I = 0.01 - 0.08$) Furthermore crosses between Chiangmai and Songkhla or between Chiangmai and Phuket yielded relatively small number of F_1 and F_2 offspring compared with the other combination of crosses. The data in this study seem to indicate that genetic variation and genetic differentiation of D. leontia in northern (like Chiangmai) and southern (like Songkhla and Phuket) Thailand populations are undergoing through the process of speciation.

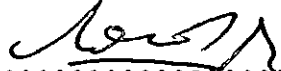
คณะกรรมการที่ปรึกษาประจำตัวนิสิตคณะกรรมการสอบ ได้พิจารณาปฏิญานิพนธ์
ฉบับนี้แล้วเห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิตของ
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้

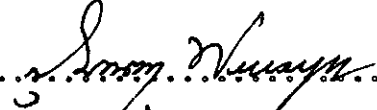
คณะกรรมการที่ปรึกษา

..... ประธาน

..... กรรมการ

คณะกรรมการสอบ

..... ประธาน

..... กรรมการ

..... กรรมการ

ประกาศคุณูปการ

ขอกราบขอบพระคุณ ศาสตราจารย์ ดร. วิสุทธิ์ ใบไม้ หัวหน้าภาควิชาชีววิทยา
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล รองศาสตราจารย์ ดร. สุเมธพา นรหมบุญ
ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
ที่ท่านอาจารย์ผู้ทรงคุณวุฒิทั้งสองได้กรุณาถ่ายทอดความรู้ ให้คำปรึกษา แนะนำ และสนับสนุน
งานวิจัยชิ้นนี้สามารถสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ผู้วิจัยขอรำลึกถึงพระคุณในความกรุณาครั้งนี้
และขอจดจำ ความดีของท่านอาจารย์ทั้งสองไว้ตลอดไป

ท้ายที่สุดนี้ผู้วิจัยขอขอบคุณ คุณสังวรณ กิจทวี ที่กรุณาให้คำแนะนำเกี่ยวกับการเลี้ยง
แมลงสำหรับงานวิจัยชิ้นนี้ และขอบคุณ คุณฉวีจิมา ไตรภาควาสิน ที่กรุณาแนะนำเกี่ยวกับ
วิธีการถ่ายภาพจากกล้องจุลทรรศน์ ซึ่งช่วยให้งานวิจัยครั้งนี้สำเร็จโดยสมบูรณ์

อคิเทพ วรรณเรศ

สารบัญ

บทที่		หน้า
1	บทนำ	1
	ภูมิหลัง	1
	ความมุ่งหมายของการวิจัย	2
	ความสำคัญของการวิจัย	2
	ขอบเขตของการวิจัย	3
	คำนิยามศัพท์เฉพาะ	3
2	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	5
3	อุปกรณ์และวิธีดำเนินการ . . .	9
	การเก็บรวบรวมสายพันธุ์แมลงหวี่ <u>D. leontia</u>	9
	✓ การเลี้ยงแมลงหวี่ <u>D. leontia</u> ในห้องปฏิบัติการ	9
	✓ การศึกษาความสมบูรณ์ทางเพศของแมลงหวี่ <u>D. leontia</u> . . .	11
	✓ การทดสอบหาพฤติกรรมการเลือกคู่ของแมลงหวี่ <u>D. leontia</u> ...	14
	วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล	15
	การวิเคราะห์ข้อมูล	15
4	ผลการทดลองและวิเคราะห์ข้อมูล	17
	ข้อมูลที่ใช้มาวิเคราะห์	17
	สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	17
	ผลการทดลอง	18

5 สรุป อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ	36
จุดมุ่งหมายของการวิจัย	36
วิธีดำเนินการวิจัย	36
สรุปผลการวิจัย	36
อภิปรายผล	38
ข้อเสนอแนะ	40
บรรณานุกรม	42
ภาคผนวก	46

บัญชีตาราง

ตาราง

หน้า

- 1 แมลงหวี่ D. leontia จำนวน 6 สายพันธุ์ ที่ใช้ในการทดลอง . 3
- 2 จำนวนลูกผสมรุ่นแรก (F_1) เฉลี่ยต่อแม่ 1 ตัว จากการผสมพันธุ์
ระหว่างแมลงหวี่ D. leontia จำนวน 6 สายพันธุ์ 20
- 3 ความแปรปรวนของจำนวนลูกผสมรุ่นแรก (F_1) ระหว่างสายพันธุ์
ของแมลงหวี่ D. leontia 6 สายพันธุ์ 21
- 4 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของจำนวนลูกผสมรุ่นแรก (F_1) จากคู่ผสม
ในกลุ่มทดลอง 22
- 5 จำนวนลูกผสมรุ่นที่ 2 (F_2) เฉลี่ยต่อแม่ 1 ตัว จากการผสมพันธุ์
กันเอง (self - crosses) ในลูกผสมรุ่นแรกของแมลงหวี่ 23
- 6 ความแปรปรวนของจำนวนลูกผสมรุ่นที่ 2 (F_2) จากพ่อแม่รุ่นแรก
ที่ผสมพันธุ์กันเอง (self - crosses) 25
- 7 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของจำนวนลูกผสมรุ่นที่ 2 (F_2) จากคู่ผสม
ผสมพันธุ์กันเอง (self - crosses) ระหว่างลูกผสมรุ่นแรก ... 26
- 8 แสดงจำนวนเปอร์เซ็นต์ของการเลือกคู่ผสมพันธุ์ และค่าดัชนี
การแยกตัวทางเพศออกจากกัน (sexual isolation index)
ในการผสมพันธุ์แมลงหวี่ D. leontia จำนวน 6 สายพันธุ์ ... 28

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ

หน้า

- 1 แสดงลักษณะของแมลงหวี่ D. leontia ที่ยังบริสุทธิ์ (virgin) 12
- 2 ตัวเต็มวัยของแมลงหวี่ D. leontia เพศผู้และเพศเมีย 13
- 3 ท่อเก็บไข่อสุจิในแมลงหวี่ D. leontia เพศเมีย 34

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

แมลงหวี่ จัดจำแนกไว้ตามหลักอนุกรมวิธานดังนี้ คือ

Phylum	Arthropoda
Subphylum	Mandibulata
Class	Insecta
Subclass	Pterygota
Order	Diptera
Suborder	Cyclorrhapha
Superfamily	Drosophiloidea
Family	Drosophilidae
Genus	<u>Drosophila</u>

(borror et. al. 1976 : 1 - 852)

แมลงหวี่เห่าที่พบมีอยู่ประมาณ 1,500 สปีชีส์ ทั่วโลก ที่นักวิทยาศาสตร์ได้ทำการศึกษาค้นคว้าและแบ่งแยกออกเป็นกลุ่มต่าง ๆ ตามรูปร่างลักษณะภายนอก สภาพที่อยู่อาศัย พฤติกรรมการผสมพันธุ์ และรูปร่างลักษณะของโครโมโซมในระยะเมตาเฟส เป็นต้น สำหรับการเก็บเอาตัวอย่างของแมลงหวี่เพื่อนำมาใช้ในการศึกษานั้น วิลเลอร์ และแคมป์เชลลิส (Wheeler and Kambyzellis. 1966 : 533 - 563) ได้รายงานเกี่ยวกับการเก็บตัวอย่างแมลงหวี่โดยวิธีใช้สวิงกวาดจับจากบริเวณกองขยะมูลฝอย ส่วน เบอรูกา และ โอเลมโบ (Buruga and Olembo. 1971 : 151 - 153) ใช้วิธีเก็บรวบรวมตัวอย่างแมลงหวี่จากผลไม้ที่สุกงอมที่ใช้เป็นเหยื่อ นอกจากนี้ การ์สัน และวิลเลอร์ (Carson and Wheeler. 1973 : 199 - 208) ได้พบการพัฒนาของระยะตัวหนอนแมลงหวี่ในผลไม้ที่สุกงอมตกหล่นเน่าและบนพื้นดิน

เนื่องจากแมลงหวี่มีขนาดเล็ก, สามารถนำมาเลี้ยงในอาหารที่เตรียมขึ้นเอง ในห้องทดลองได้เป็นอย่างดี มีวงจรชีวิตสั้นและให้ลูกจำนวนมาก มีจำนวนโครโมโซมเพียง 4 - 6 คู่ จึงนิยมใช้เป็นตัวแทนในการศึกษาทางพันธุศาสตร์เรื่อยมา และ โทมัส ฮันท์ มอร์แกน (Thomas Hunt Morgan) ได้ค้นพบการกลายพันธุ์ หรือมิวเตชัน (mutation) เป็นครั้งแรกในแมลงหวี่ Drosophila melanogaster โดยพบแมลงหวี่ตาสีขาวจากแมลงหวี่ปกติทั่วไปที่มีตาสีแดง

การศึกษาทางพันธุศาสตร์และวิวัฒนาการในแมลงหวี่ได้ทำกันมาเป็นเวลานานแล้ว ในหมู่นักพันธุศาสตร์ทั่วโลก, ศึกษาในแมลงหวี่มากมายหลายร้อยสปีชีส์ แต่การศึกษาแมลงหวี่ที่มีอยู่ในประเทศไทยของเรานั้นยังมีอยู่น้อยมาก ทั้งที่ประเทศไทยของเรามีแมลงหวี่อาศัยอยู่อย่างชุกชุม มีสภาพแวดล้อมต่าง ๆ เช่น ภูมิอากาศ อุณหภูมิ ความชื้น ซึ่งเหมาะสมต่อการดำรงชีวิตและการกระจายพันธุ์ นอกจากนี้ยังมีผลไม้สุดุดมสมบูรณ์เป็นอาหารได้ตลอดปี

ในการวิจัยครั้งนี้ทำการศึกษาในแมลงหวี่ Drosophila leontia ในด้านการผสมพันธุ์เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างเชิงพันธุกรรม เพื่อเป็นประโยชน์ต่อการศึกษาค้นคว้าทางด้านพันธุศาสตร์ และวิวัฒนาการต่อไปในอนาคต

ความมุ่งหมายของการวิจัย

เพื่อศึกษาเปรียบเทียบความแตกต่างในเชิงพันธุกรรมของแมลงหวี่ Drosophila leontia จำนวน 6 สายพันธุ์ในประเทศไทย ใน 2 กรณี คือ

1. ความสมบูรณ์ในลูกผสม (hybrid fertility)
2. พฤติกรรมการเลือกคู่ (sexual preferences)

ความสำคัญของการวิจัย

1. ผลการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้จะทำให้ทราบถึงความผันแปรทางพันธุกรรมที่เกิดขึ้นในแมลงหวี่ Drosophila leontia ในประเทศไทย
2. เพื่อเป็นความรู้พื้นฐานทางพันธุศาสตร์และวิวัฒนาการต่อไปในอนาคต

ขอบเขตของการวิจัย

ทำการศึกษาในแมลงหวี่ Drosophila leontia จำนวน 6 สายพันธุ์ที่เก็บตัวอย่างจากแหล่งต่าง ๆ ในประเทศไทย โดย ศาสตราจารย์ ดร. วิสุทธิ์ ใบไม้ และนำมาเลี้ยงในห้องปฏิบัติการทางพันธุศาสตร์ ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ดังรายละเอียดในตาราง 1

ตาราง 1 แมลงหวี่ Drosophila leontia จำนวน 6 สายพันธุ์ที่ใช้ในการทดลอง

รหัสสายพันธุ์	สถานที่เก็บตัวอย่าง	ผู้เก็บรวบรวม	วัน-เดือน-ปี
A 02-CM 3	เชียงใหม่	ดร. วิสุทธิ์ ใบไม้	29/5/14
K -PK 1	ภูเก็ต		12-14/1/19
K -SK 9	สงขลา		15/1/19
A 78-K 18	กาญจนบุรี		26-28/6/24
A 99-K 19	ระนอง		26/1/26
B 01-K 22	หาดส้มแป้น (ระนอง)		26/1/26

คำนิยามศัพท์เฉพาะ

ความสมบูรณ์ในลูกผสม (hybrid fertility) วัดได้จากจำนวนลูกผสมที่เกิดขึ้นต่อแม่ 1 ตัว แล้วนำมาเปรียบเทียบความแตกต่างของแต่ละคู่ ในจำนวนกลุ่มผสมทั้งหมด 30 คู่ ของ 6 สายพันธุ์

พฤติกรรมกาเลือกคู่ (sexual preferences) หมายถึงความสามารถของแมลงหวี่ตัวผู้ ในการที่จะเลือกจับคู่ผสมพันธุ์กับตัวเมียของแต่ละสายพันธุ์ได้มากน้อยต่างกันเพียงใด โดยวัดจากจำนวนตัวเมียที่ได้รับเชื้อสุมิจากตัวผู้ในแต่ละกลุ่มผสม

กลไกการแยกสปีชีส์ หมายถึง กลไกทางพันธุกรรมที่ทำให้สิ่งมีชีวิต ที่จัดอยู่ในสปีชีส์เดียวกัน เริ่มมีการแยกตัวออกจากกัน เนื่องจากธรรมชาติหรือสภาพแวดล้อม และส่งผลให้

ขอบเขตของการวิจัย

ทำการศึกษาในแมลงหวี่ Drosophila leontia จำนวน 6 สายพันธุ์ที่เก็บตัวอย่างจากแหล่งต่าง ๆ ในประเทศไทย โดย ศาสตราจารย์ ดร. วิสุทธิ์ ใบไม้ และนำมาเลี้ยงในห้องปฏิบัติการทางพันธุศาสตร์ ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ตั้งรายละเอียดในตาราง 1

ตาราง 1 แมลงหวี่ Drosophila leontia จำนวน 6 สายพันธุ์ที่ใช้ในการทดลอง

รหัสสายพันธุ์	สถานที่เก็บตัวอย่าง	ผู้เก็บรวบรวม	วัน-เดือน-ปี
A 02-CM 3	เชียงใหม่	} ดร. วิสุทธิ์ ใบไม้	29/5/14
K -PK 1	ภูเก็ต		12-14/1/19
K -SK 9	สงขลา		15/1/19
A 78-K 18	กาญจนบุรี		26-28/6/24
A 99-K 19	ระนอง		26/1/26
B 01-K 22	หาดส้มแป้น (ระนอง)		26/1/26

คำนิยามศัพท์เฉพาะ

ความสมบูรณ์ในลูกผสม (hybrid fertility) วัดได้จากจำนวนลูกผสมที่เกิดขึ้นต่อแม่ 1 ตัว แล้วนำมาเปรียบเทียบความแตกต่างของแต่ละคู่ ในจำนวนคู่ผสมทั้งหมด 30 คู่ ของ 6 สายพันธุ์

พฤติกรรมการเลือกคู่ (sexual preferences) หมายถึงความสามารถของแมลงหวี่ตัวผู้ ในการที่จะเลือกจับคู่ผสมพันธุ์กับตัวเมียของแต่ละสายพันธุ์ได้มากน้อยต่างกันเพียงใด โดยวัดจากจำนวนตัวเมียที่ได้รับเปื้อนสเปิร์ม จากตัวผู้ในแต่ละกลุ่มผสม

กลไกการแยกสปีชีส์ หมายถึง กลไกทางพันธุกรรมที่ทำให้สิ่งมีชีวิต ที่จัดอยู่ในสปีชีส์เดียวกัน เริ่มมีการแยกตัวออกจากกัน เนื่องจากธรรมชาติหรือสภาพแวดล้อม และส่งผลให้

ระดับความสามารถในการผสมพันธุ์ลดลงไป จนในที่สุดไม่สามารถผสมพันธุ์กันได้อีกต่อไป กลายเป็นสิ่งมีชีวิตสปีชีส์ใหม่ขึ้นจากสปีชีส์เดิม

การแยกตัวออกจากกันทางเพศ (sexual isolation) หมายถึง การผสมพันธุ์ของแมลงหวี่ที่มีเปอร์เซ็นต์การผสมระหว่างสายพันธุ์ต่ำกว่าการผสมในสายพันธุ์อย่างเห็นได้ชัด ซึ่งเป็นผลเนืองมาจากความแตกต่างของวงจรรอบทางพันธุกรรมเชิงการสืบพันธุ์

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

แมลงหวี่ D. leontia เป็น 1 ใน 3 sibling species ของแมลงหวี่กลุ่ม D. kikkawai complex และจัดจำแนกอยู่ในกลุ่มย่อยของ D. montium ภายในกลุ่มใหญ่ของ D. melanogaster แมลงหวี่กลุ่ม D. kikkawai complex นี้ปัจจุบันพบแล้วว่าประกอบด้วย 3 sibling species คือ D. kikkawai, D. leontia และ D. bocki ซึ่งมีรูปร่างลักษณะทางสัณฐานวิทยา (morphology) คล้ายคลึงกันมากจนไม่สามารถใช้การสังเกตความแตกต่างของลักษณะ male genitalia ได้ แต่ถึงอย่างไรก็ตามทั้ง 3 sibling species นี้สามารถแยกออกจากกันโดยดูจากความแตกต่างทางเซลล์วิทยา เช่น ลักษณะของโครโมโซมคู่ที่ 4 ในระยะเมตาเฟส หรือจากความสามารถในด้านการผสมพันธุ์ (Burla. 1954 : 41 - 54, Tsacas and David. 1977 : 675 - 693, Baimai. 1979 : 235 - 240, Baimai. et. al. 1980 : 177 - 187, Toranathumkul. 1983 : 1)

ความผันแปรทางพันธุกรรมของแมลงหวี่ โดยเฉพาะรูปแบบของโครโมโซมระยะเมตาเฟส นั้น สามารถพบได้ทั้งในสปีชีส์ที่อาศัยอยู่ในป่า หรือแม้กระทั่งมีชีวิตที่จำแนกอยู่ในสปีชีส์เดียวกัน เช่นที่พบในแมลงหวี่ D. kikkawai complex (Baimai. et. al. 1980 : 177 - 187, Baimai and Chumchong 1980 : 113 - 120, Tripakvasin. 1983 : 1) นอกจากนี้เบเวอร์สตอค (Baverstock. et. al. 1982 : 517 - 533) ยังค้นพบความผันแปรในรูปแบบของโครโมโซมระยะเมตาเฟสในสัตว์ทะเลบางชนิดอีกด้วย

แมลงหวี่ D. kikkawai นั้นสามารถพบได้ทั่วไปมากที่สุดสปีชีส์หนึ่ง มีการกระจายพันธุ์ ตั้งแต่แถบเอเชียจนถึงหมู่เกาะแปซิฟิกและอเมริกาใต้ (Bock and wheeler. 1972 : 1 - 102) ในขณะที่แมลงหวี่ D. leontia และ D. bocki พบเฉพาะในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้เท่านั้น (Baimai. et. al. 1980 : 177 - 187)

เมเยอร์ (Mayr, 1963) เคยกล่าวไว้ว่า "สิ่งมีชีวิตสปีชีส์เดียวกันจะสามารถผสมพันธุ์ให้ลูกหลานสืบต่อไปได้ทุกชั่วอายุ แต่จะไม่สามารถผสมพันธุ์ข้ามสปีชีส์ได้ "อย่างไรก็

ตาม ปัจจุบันจากการศึกษาในแมลงหีพบว่า การผสมพันธุ์ข้ามสปีชีส์อาจเกิดขึ้นได้ขึ้นอยู่กับระดับความแตกต่างในกลไกการแยกสปีชีส์"

การแยกตัวทางเพศ (sexual isolation) และความเป็นหมันในลูกผสม (hybrid sterility) นับเป็นกลไกสำคัญของการแยกตัวจากระบบสืบพันธุ์ ทำให้เกิดแยกตัวออกมาเป็นสปีชีส์ใหม่ขึ้นได้ และกลไกอันนี้พบได้ทั้งในระหว่างสปีชีส์ย่อยที่มีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกันมาก เช่น ในแมลงหี D. kikkawai complex (Patterson and Stone 1952 : อ้างอิงมาจาก Baimai. et. al. 1980 : 177 - 187) และภายในสปีชีส์เดียวกันเอง เช่นกรณีของแมลงหี D. birchii สายพันธุ์ต่าง ๆ ที่ศึกษาโดย ดร. วิสุทธิ ใบไม้ พบว่า สายพันธุ์จากราบูล (rabaul) และแคร์น (cairns) ในประเทศออสเตรเลีย เริ่มมีการแยกตัวออกจากสายพันธุ์อื่น ๆ ในสปีชีส์เดียวกัน และยังให้ลูกผสมที่เป็นหมันด้วย (Baimai 1970 : 149 - 155)

ในด้านความสามารถในการผสมพันธุ์และความสมบูรณ์ในลูกผสม ดร. วิสุทธิ ใบไม้ และคณะ (Baimai. et. al. 1980 : 177 - 187) ได้ทำการศึกษาในแมลงหีจำนวน 24 สายพันธุ์ของ D. kikkawai complex พบว่า ในการผสมพันธุ์ระหว่าง D. bocki กับ D. leontia หรือ D. kikkawai ทั้ง cross และ reciprocal cross ไม่สามารถให้ลูกผสมรุ่น F_1 ได้ ถึงแม้จะใช้คู่ผสมจำนวนมากถึง 30 คู่ก็ตาม แสดงให้เห็นว่า D. bocki มีองค์ประกอบทางพันธุกรรมเชิงการสืบพันธุ์แยกออกจาก D. kikkawai และ D. leontia อย่างดีเยี่ยม และเมื่อถึงเอาตุงเก็บอสุจิของตัวเมียออกมาตรวจสอบภายใต้กล้องจุลทรรศน์พบว่าไม่มีอสุจิที่มีชีวิตอยู่เลย นอกจากนี้การสังเกตพฤติกรรมในการทำคู่ผสมกันของ D. bocki ก็พบว่าต่างจากอีก 2 sibling species และแมลงหี D. bocki ก็ไม่เคยพบอยู่ร่วมกับ D. kikkawai หรือ D. leontia ในธรรมชาติ จึงน่าจะเป็นไปได้ว่าไม่มีการผสมพันธุ์ในสภาพแวดล้อมตามธรรมชาติมานานแล้ว ส่วนในการผสมพันธุ์ระหว่าง D. kikkawai กับ D. leontia พบสิ่งที่น่าสนใจ 2 ประการคือ ประการแรก ในการผสมพันธุ์ระหว่าง D. kikkawai ตัวเมีย กับ D. leontia ตัวผู้ นั้น สามารถให้จำนวนลูกผสมมากกว่าใช้ D. kikkawai ตัวผู้ กับ D. leontia ตัวเมีย ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.001$)

ประการที่สอง ระดับของความแตกต่างทางพันธุกรรม การผสมพันธุ์ระหว่าง

D. kikkawai ตัวเมีย กับ D. leontia ตัวผู้ พบว่าขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ของตัวผู้ที่ใช้ดังนี้ คือ

- สายพันธุ์จากภูเก็ต ให้จำนวนลูกผสมเฉลี่ยเท่ากับ 32.52 ต่อ 1 แม่
- สายพันธุ์จากสงขลา ให้จำนวนลูกผสมเฉลี่ยเท่ากับ 13.76 ต่อ 1 แม่
- สายพันธุ์จากเชียงใหม่ ให้จำนวนลูกผสมเฉลี่ยเท่ากับ 5.52 ต่อ 1 แม่

เมื่อนำมาวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติ พบว่ามีความสำคัญทางสถิติ ($P < 0.001$)

ในทางตรงข้ามเมื่อใช้ D. kikkawai ตัวผู้ กับ D. leontia ตัวเมียจะให้ลูกผสมออกมาน้อยมากไม่ว่าจะใช้ D. leontia สายพันธุ์ใดก็ตาม จากผลทดลองนี้แสดงให้เห็นว่า สายพันธุ์ของ D. leontia ทางตอนเหนือของประเทศไทยเริ่มมีการแยกตัวกลไกการแยกสปีชีส์มากกว่าทางตอนใต้ และกลไกอันนี้มีผลกระทบต่องานสองเพศของแมลงหี D. leontia ในระดับต่างกัน จะยังพบอีกว่าลูกผสมระหว่าง D. kikkawai กับ D. leontia เมื่อทดสอบหาความสมบูรณ์ในลูกผสมโดยใช้ F_1 ผสมกันเอง (self-crosses) พบว่าไม่สามารถให้ลูกผสมต่อไปได้เนื่องจากตัวผู้เป็นหมัน ส่วนตัวเมียปกติ

อย่างไรก็ตามจากการศึกษาโครโมโซมต่อมน้ำลายของลูกผสมรุ่น F_1 ที่ได้ระหว่าง D. kikkawai กับ D. leontia พบว่า แตกต่างกันในการเรียงลำดับของยีนบนโครโมโซม 2L, 2R, 3L และมากที่สุดจนไม่สามารถเข้าคู่กันได้ ในโครโมโซม X ส่วนโครโมโซม 3R และโครโมโซมคู่ที่ 4 ไม่มีความแตกต่างในการเรียงลำดับของยีนตลอดทั้งโครโมโซม

สำหรับรายละเอียดในวิธีการผสมพันธุ์แมลงหี จีวีเวดีและกัทตา (Dwivedi and Gupta, 1982 : 87 - 92) อธิบายไว้ดังนี้ คือ เมื่อตัวอ่อนเริ่มออกจากดักแด้ให้ทำการแยกเพศแล้วนำไปเลี้ยงแยกไว้เป็นเวลา 4 - 5 วัน จนเป็นตัวเต็มวัยสมบูรณ์จึงนำมาผสมพันธุ์กันตามต้องการ การผสมพันธุ์ใช้วิธีผสมแบบกลุ่มขนาดเล็ก โดยให้พ่อแม่จำนวน 10 - 15 คู่ เลี้ยงในขวดอาหารโดยใช้เวลาในการผสมนาน 1 สัปดาห์ จึงย้ายเอาพ่อแม่ออก คอยนับจำนวนลูกผสมที่ได้แยกเป็นเพศผู้และเพศเมีย

และเกิดเฉลี่ยต่อ 1 แม่

สำหรับการผสมพันธุ์ข้ามสปีชีส์ในแมลงหวี่นั้น คอบซานสกี (Dobzhansky. 1947 : 158 - 176) ได้รายงานการผสมพันธุ์ระหว่าง D. pseudoobscura กับ D. persimilis ว่าลูกผสมที่ได้มีจำนวนน้อยกว่าลูกผสมที่เกิดจากการผสมพันธุ์ภายในสปีชีส์เดียวกันและลูกผสมตัวผู้ที่ได้ยังเป็นหมันอีกด้วย วาสเซอร์แมน และ โคปเฟอร์ (Wasserman and Koepfer. 1977 : 557 - 568) ทำการผสมพันธุ์แมลงหวี่ 3 สปีชีส์ที่มีความใกล้เคียงกันมากทางพันธุกรรมคือ D. longicornis, D. propachuca และ D. pachuca ผลปรากฏว่าจำนวน 34 คู่ผสมจากหลายสายพันธุ์ในจำนวน 3 สปีชีส์ มี 25 คู่ผสมไม่สามารถให้ลูกผสมรุ่น F_1 ได้ ส่วนอีก 9 คู่ผสม ให้ลูกผสมรุ่น F_1 ได้ แต่ไม่สามารถให้ลูกผสมรุ่น F_2 และเมื่อศึกษา 9 คู่ผสมนี้พบว่า มี 6 คู่ผสมที่ ลูกผสม F_1 ตัวเมียปกติ ส่วนตัวผู้เป็นหมัน เช่นเดียวกับ ฮีด (Heed. 1957 15 - 16) ได้ทำการผสมพันธุ์ในแมลงหวี่ D. crocina ซึ่งมีลักษณะภายนอกแตกต่างกันไปตามแหล่งที่อาศัย คือ เอล ซัลวาดอร์ (El Salvador) ตรินิแดด (Trinidad) และเปอร์ตริโก (Puerto Rico) เพื่อศึกษาความผันแปรทางพันธุกรรมที่เกิดขึ้น ผลปรากฏว่า ในการผสมแบบจับคู่นี้ เอล ซัลวาดอร์ ตัวผู้ไม่สามารถผสมพันธุ์กับตรินิแดดหรือเปอร์ตริโกตัวเมีย ในขณะที่คู่ผสมระหว่างตรินิแดดกับเปอร์ตริโก ทั้ง cross และ reciprocal cross ให้ลูกผสมรุ่น F_1 ได้ แต่ไม่สามารถให้ลูกผสมรุ่น F_2

อุปกรณ์และวิธีดำเนินการ

การเก็บรวบรวมสายพันธุ์แมลงหวี่ D. leontia

ประชากรแมลงหวี่ D. leontia เก็บตัวอย่างโดยวิธีสวิงตาข่ายกวาดจับบนเหยื่อ ซึ่งใช้พวกผลไม้ที่สุกงอม เช่น กล้วย สับปะรด โดยจะวางเหยื่อล่อไว้ในบริเวณที่ค่อนข้างเงียบห่างไกลจากบริเวณที่คนอยู่ตลอดเวลา มีแสงแดดรำไร อุณหภูมิค่อนข้างต่ำและความชื้นพอเหมาะ การเก็บตัวอย่างนิยมทำตอนช่วงเช้าและเย็น แมลงหวี่ที่เก็บรวบรวมได้จะเก็บไว้ในกระบอกสำหรับเก็บแมลงหวี่ก่อนที่จะถ่ายต่อไปยังขวดที่มีอาหาร เพื่อนำกลับไปศึกษาในห้องทดลองต่อไป

การเลี้ยงแมลงหวี่ D. leontia ในห้องปฏิบัติการ

การเตรียมอาหารสำหรับเลี้ยงแมลงหวี่

ส่วนผสม

น้ำกลั่น	(distilled water)	1,200	มิลลิลิตร
วุ้น	(agar)	7.5	มิลลิลิตร
ยีสต์แห้ง	(dry yeast)	5.0	มิลลิลิตร
น้ำตาล	(molasses)	33	มิลลิลิตร
ข้าวโพดบด	(cornmeal)	115	กรัม
ยากำจัดเชื้อรา	(fugosept)	12	มิลลิลิตร
การเตรียมยากำจัดเชื้อราให้อยู่ในรูปของสารจะลาย ทำดังนี้			
ยากำจัดเชื้อรา	(fugosept powder)	95	กรัม
เอทิลแอลกอฮอล์ 95%		700	มิลลิลิตร
น้ำกลั่น		250	มิลลิลิตร

วิธีการ

1. เติมน้ำลงในน้ำกลั่นที่ฆ่าเชื้อแล้ว 1,000 มิลลิลิตร นำไปต้มให้เดือดจนวันละลาย
 2. ใส่ข้าวโพดคั่วในน้ำกลั่น 200 มิลลิลิตร ที่เหลือจากส่วนแรก
 3. ผสมส่วนผสมในข้อ 2. รวมกับ ข้อ 1.
 4. เติมน้ำตาลและยีสต์แห้งที่ละลายน้ำลงในส่วนผสม คนให้เข้ากัน ปล่อยให้เย็นลง
 5. เติมน้ำตาลละลายป้องกันเชื้อราลงไป แล้วคนให้เข้ากันจนทั่ว
 6. เทอาหารที่เตรียมเสร็จแล้วในขณะที่ยังร้อนพอประมาณลงในขวดหรือหลอดแก้วพร้อมกับปิดจุกฟองน้ำ วางขวดหรือหลอดอาหารเอียงไว้ในที่วางจนอาหารเย็นและแข็งตัวดีแล้วจึงนำเข้าไปเก็บไว้ในตู้เย็น (ขวดหรือหลอดแก้วสำหรับเลี้ยงแมลงหวี่ จะต้องผ่านการฆ่าเชื้อโดยอบในตู้อบอุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส นาน 45 - 60 นาที และอาหารที่เตรียมแล้วไม่ควรเก็บไว้นานเกินไปเพราะผิวหนังอาหารจะแห้ง)
- (Kitthawee. 1979 : 13 - 14)

การเลี้ยงสายพันธุ์แม่ในห้องปฏิบัติการ

แมลงหวี่ที่คัดเลือกเป็นสายพันธุ์แม่ที่บริสุทธิ์จะถูกแยกเลี้ยงในขวดอาหาร ในห้องที่มีอุณหภูมิประมาณ 25 องศาเซลเซียส และมีการเปลี่ยนถ่ายอาหารใหม่ทุก ๆ 3 สัปดาห์ต่อครั้ง

ปัญหาที่เกิดขึ้นในการเลี้ยงแมลงหวี่ คือ

1. ไร (mites) ซึ่งจะทำอันตรายต่อแมลงหวี่จนถึงตายได้ถ้ามีจำนวนมาก การป้องกันนิยมใช้สารเคมี ชื่อ เบนซิล เบนโซเอต (benzyl benzoate) ชุบกระดาษชำระวางไว้ในถาดที่สำหรับวางขวดเลี้ยงแมลงหวี่ และถ้าพบว่ามีไรเกิดขึ้นในขวดเลี้ยงแมลงหวี่ขวดใด ต้องรีบถ่ายแมลงหวี่ไปยังขวดอาหารใหม่ทันที
2. รา (fungi) ทำความรบกวนต่อแมลงหวี่ ถ้าพบว่ามีราเกิดขึ้นในขวดอาหาร จะต้องรีบทำการเปลี่ยนถ่ายแมลงหวี่ไปยังขวดอาหารใหม่ และนำขวดที่มีราไปอบฆ่าเชื้อใน

ตูบใช้อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง

นอกจากนี้ขบวนการที่ใช้เลี้ยงแมลงหีวักเก่าที่ถ่ายแมลงหีวักไปแล้วจะต้องนำไปเข้าตูบเพื่อมิให้หลุดรอดไปผสมกับสายพันธุ์อื่นโดยบังเอิญ

ตอนที่ 1. การศึกษาความสมบูรณ์ในลูกผสมของแมลงหีวัก D. leontia

1. การแยกแมลงหีวักตัวเมียที่ยังไม่เคยผสมพันธุ์ (virgin)

เลี้ยงสายพันธุ์ของแมลงหีวัก D. leontia ทั้ง 6 สายพันธุ์ จนกระทั่งได้ตัวอ่อนที่เริ่มออกมาจากคักแต่ใหม่ ๆ การแยกตัวอ่อนใช้กระบอกสำหรับสลบแมลงหีวักซึ่งมีอีเทอร์บรรจุอยู่ด้วย (etherizing bottle) เกาะเอาตัวอ่อนจากขวดที่เลี้ยงแมลงหีวักให้หล่นลงในกระบอกแมลงหีวักจะสลบเมื่อสัมผัสกับไอระเหยของอีเทอร์ (เวลาที่ใช้ต้องไม่นานเกินไปเพราะแมลงหีวักอาจถึงตายได้) จากนั้นจึงถ่ายแมลงหีวักลงบนแผ่นกระเบื้องเคลือบสีขาว ตรวจหาตัวอ่อนที่สมบูรณ์และแยกเพศในแต่ละสายพันธุ์ เพื่อนำไปเลี้ยงให้เป็นตัวเต็มวัยในหลอดอาหาร (ภาพประกอบ 1)

2. การสังเกตเพศในแมลงหีวัก

การแยกเพศในแมลงหีวักที่กระทำภายใต้กล้องสแตริโอ โดยสังเกตลักษณะต่อไปนี้

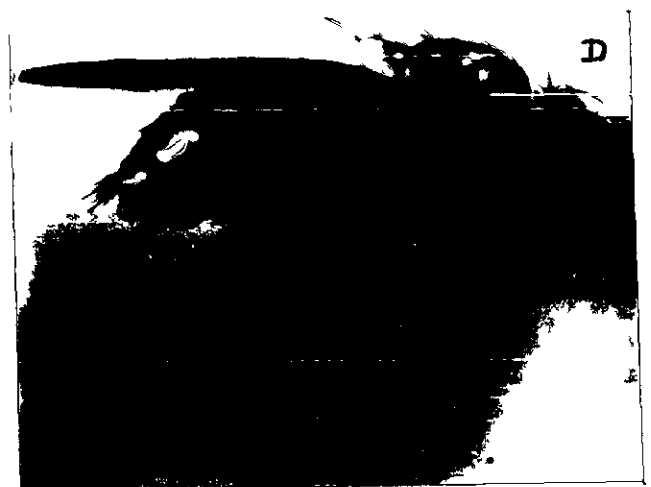
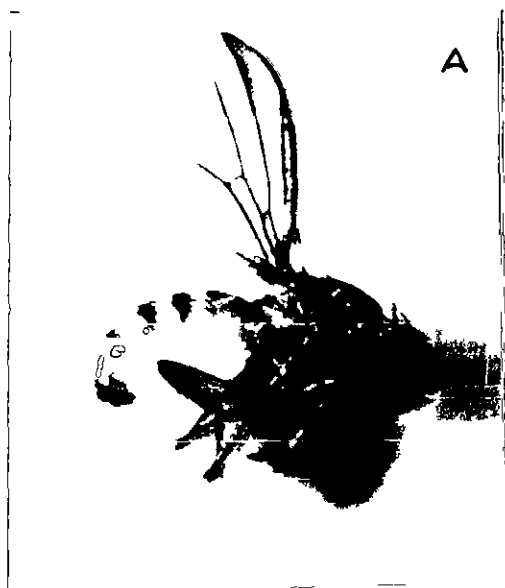
1. เขกโคมบ์ (sex comb) ประกอบด้วยขน (bristle) สีดำประมาณ 10 แถว อยู่ทางส่วนหน้าของทาร์ซัล (tarsal) ติดกับขาคู่แรก ซึ่งพบในแมลงหีวักตัวผู้เท่านั้น

2. ลำตัว (abdomen) ในตัวผู้จะมีจำนวน 5 ปล้อง (segment) ตัวเมียมี 7 ปล้อง

3. ส่วนของก้น (genital region) ตัวเมียจะมีแผ่นที่ก้น (anal plates) และอวัยวะสำหรับวางไข่ (ovipositer plates) สีขาว ส่วนตัวผู้จะมี เจนิทอล อาร์ค (genital arch) กับ เพนนิส (penis) สีเข้ม (Lewine. 1973 65 - 68) (ภาพประกอบ 2)



ภาพประกอบ 1 แสดงลักษณะของแมลงหัว D. leontia ที่ยังบริสุทธิ์ (virgin)
 (A) ลักษณะของตัวอ่อนที่ออกจากดักแด้ใหม่ ๆ กำลังขยาย 400 เท่า
 (B) และ (C) ตัวอ่อนเพศผู้และเพศเมียของแมลงหัว D. leontia
 กำลังขยาย 160 เท่า



ภาพประกอบ 2 ตัวเต็มวัยของแมลงหวี่ D. leontia ตัวผู้ (A) (C)
และตัวเมีย (B) (D) กำลังขยาย 160 เท่า และ 400 เท่า

3. การผสมพันธุ์แมลงหวี่ *D. leontia*

ดำเนินการตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

3.1 ทำการคัดเลือกและแยกเพศตัวอ่อนของแมลงหวี่ทั้ง 6 สายพันธุ์ นำไปเลี้ยงไว้ในหลอดอาหารขนาดเล็กเป็นเวลา 4 - 5 วัน เพื่อจะได้โตเป็นตัวเต็มวัยที่สมบูรณ์พร้อมที่จะนำมาผสมพันธุ์ และเพื่อที่จะได้แน่ใจว่าตัวเมียที่แยกออกมานั้นไม่ได้รับการผสมพันธุ์มาก่อน

3.2 ทำการผสมพันธุ์แมลงหวี่ โดยแบ่งการผสมเป็น 2 ชุด คือ

1. ชุดควบคุม (control) ทำการผสมพันธุ์ภายในสายพันธุ์เดียวกัน
2. ชุดทดลอง (experiment) ทำการผสมพันธุ์ในระหว่างสายพันธุ์ทั้ง 6 แบบพบกันหมดทั้ง cross และ reciprocal cross

ในการผสมพันธุ์จะใช้คู่ผสมจำนวน 10 คู่ ทำการทดลอง 3 ซ้ำ ใช้ระยะเวลาในการผสมพันธุ์ 2 วัน จึงทำการแยกตัวผู้ออกปล่อยให้ตัวเมียวางไข่ต่อไปเป็นเวลา 4 - 5 วัน จึงแยกเอาตัวเมียออกจากขวด ปล่อยให้ไข่พัฒนาเป็นตัวหนอน เข้าคักแด่ จนกระทั่งได้ตัวเต็มวัย

3.3 ทำการตรวจนับแยกเพศลูกผสมรุ่น 1 (F_1) ที่ได้จากแต่ละคู่ผสม เพื่อหาว่าเฉลี่ยต่อแม่ 1 ตัว

3.4 ลูกผสมรุ่น 1 (F_1) เพศผู้และเพศเมียจำนวน 10 คู่ จากแต่ละคู่ผสมนำไปเลี้ยงต่อในขวดอาหาร เพื่อดูความสามารถในการได้ลูกผสมรุ่น 2 (F_2) และทำการตรวจนับแยกเพศเหมือนในตอนแรก

ตอนที่ 2. การทดสอบหาพฤติกรรมการเลือกคู่ของแมลงหวี่ *D. leontia*

แมลงหวี่ *D. leontia* ทั้ง 6 สายพันธุ์นำมาทดสอบหาพฤติกรรมการเลือกคู่โดยวิธี male - choice method (โดยนำเอาตัวผู้จากสายพันธุ์หนึ่งผสมกับตัวเมียจากสองสายพันธุ์ซึ่งหนึ่งในสองสายพันธุ์ตรงกับสายพันธุ์ของตัวผู้ที่ใช้ผสม)

ขั้นตอนในการทดลองมีดังนี้ คือ

1. ทำการคัดเลือกและแยกเพศตัวอ่อนจากแต่ละสายพันธุ์ นำมาเลี้ยงในหลอดอาหารขนาดเล็กประมาณ 8 - 10 วัน เพื่อให้แมลงหวี่สมบูรณ์เต็มที่และแน่ใจได้ว่าตัวเมีย

ไม่ได้รับการผสมพันธุ์มาก่อน

2. ในแต่ละกลุ่มผสมใช้ตัวเมียจากสองสายพันธุ์ สายพันธุ์ละ 10 ตัว กับตัวผู้จำนวน 10 ตัว จากหนึ่งในสองสายพันธุ์ที่ใช้เป็นตัวเมีย ผสมกันภายในชามอาหารขนาดใหญ่น้ำ

3. ตัวเมียจากสายพันธุ์หนึ่งในสองสายพันธุ์ทำเครื่องหมายที่ปีกเพื่อสังเกตความแตกต่างได้หลังจากผสมแล้ว

4. ใช้เวลาในการปล่อยยให้ผสมพันธุ์นาน 24 ชั่วโมง แล้วทำการแยกตัวผู้ออก นำตัวเมียจากทั้งสองสายพันธุ์มาผ่าเพื่อตรวจหาอสุจิภายในถุงเก็บอสุจิในน้ำยา Ringer's solution โดยทำภายใต้กล้องสเตอริโอ แล้วนำมาตรวจหาตัวอสุจิภายใต้กล้องจุลทรรศน์

5. จกบันทึกจำนวนตัวเมียทั้งสองสายพันธุ์ที่ได้รับการผสม

ในการทดสอบนี้ทำทุกกลุ่มผสม กลุ่มผสมละ 10 ซ้ำ

วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลแบ่งออกเป็น 2 ตอน คือ

ตอนที่ 1 รวบรวมข้อมูลจากจำนวนลูกผสมรุ่น F_1 และ F_2 จากทุกกลุ่มผสม โดยแยกเพศ และกิตจำนวนลูกผสมเฉลี่ยต่อ แม่ 1 ตัว

ตอนที่ 2. รวบรวมข้อมูลจากจำนวนตัวเมียที่ได้รับการผสมพันธุ์ ทั้งสายพันธุ์เดียวกับตัวผู้ และต่างสายพันธุ์กับตัวผู้ ทุกกลุ่มผสม

การวิเคราะห์ข้อมูล

แยกวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็น 2 ตอน คือ

ตอนที่ 1. วิเคราะห์หาความแตกต่างของ

- จำนวนลูกผสมรุ่น F_1 จากทุกกลุ่มผสมที่กิตเฉลี่ยต่อ แม่ 1 ตัว

- จำนวนลูกผสมรุ่น F_2 จากทุกกลุ่มผสมที่กิตเฉลี่ยต่อ แม่ 1 ตัว

โดยใช้ One - way analysis of variance และถ้ามีนัยสำคัญทางสถิติแล้วจะทำ

ทำการวิเคราะห์ข้อมูลต่อไปโดยใช้ Newman Keuls method

ตอนที่ 2. วิเคราะห์หาความแตกต่างของจำนวนตัวเมียที่ได้รับการผสม ระหว่างตัวเมียที่มีสายพันธุ์เดียวกับตัวผู้และต่างสายพันธุ์กับตัวผู้จากทุกกลุ่มผสมโดยใช้ Chi-square test (x^2) แล้ววิเคราะห์หา sexual isolation index ด้วยสูตรของ สตอลค์เกอร์ (Stalker. 1942 : 238 - 257)

$$(I) \text{ Isolation Index} = \frac{\% \text{ Homogamic matings} - \% \text{ Heterogamic matings}}{\% \text{ Homogamic matings} + \% \text{ Heterogamic matings}}$$

- I $\longrightarrow$ 1.0 แสดงว่า ไม่มีการผสมต่างสายพันธุ์
- I $\longrightarrow$ 0 แสดงว่า มีการผสมทั้งสองแบบเท่า ๆ กัน
- I $\longleftarrow$ -1 แสดงว่า มีการผสมต่างสายพันธุ์มากกว่าในสายพันธุ์เดียวกัน

ผลการทดลอง และวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อมูลที่น่าวิเคราะห์

1. จำนวนลูกผสมรุ่นแรก ต่อแม่ 1 ตัว จากคู่ผสมระหว่างพ่อแม่ต่างสายพันธุ์กัน
จำนวน 30 คู่ผสม 6 สายพันธุ์
2. จำนวนลูกผสมรุ่นที่ 2 ต่อแม่ 1 ตัว จากการผสมกันเอง (self cross)
ของลูกผสมรุ่นแรก จำนวน 30 คู่ผสม
3. จำนวนตัวเมียที่ได้รับการผสมพันธุ์จากตัวผู้ ทั้งสายพันธุ์เดียวกับตัวผู้
(homogamic matings) และต่างสายพันธุ์กับตัวผู้ (heterogamic matings)
จำนวน 30 คู่ผสม 6 สายพันธุ์

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

$\bar{x}$	แทน	ค่าเฉลี่ย
SS_w	แทน	ผลบวกกำลังสองภายในกลุ่ม
SS_b	แทน	ผลบวกกำลังสองระหว่างกลุ่ม
MS_w	แทน	ค่าเฉลี่ยของผลบวกกำลังสองภายในกลุ่ม
MS_b	แทน	ค่าเฉลี่ยของผลบวกกำลังสองระหว่างกลุ่ม
df	แทน	ขั้นแห่งความเป็นอิสระ
F	แทน	ค่าวิกฤตที่ใช้พิจารณาใน F - Distribution
I	แทน	กรณีการแยกตัวออกจากกันในด้านพฤติกรรมกรรมการเลือกคู่ผสม พันธุ์ของแมลงหวี่ <u>D. leontia</u> 6 สายพันธุ์
Hom.	แทน	การผสมพันธุ์ภายในสายพันธุ์เดียวกันกับตัวผู้
Het.	แทน	การผสมพันธุ์ต่างสายพันธุ์กับตัวผู้
+	แทน	ตัวเมียที่ได้รับการผสมพันธุ์จากตัวผู้ (inseminated)
-	แทน	ตัวเมียที่ไม่ได้รับการผสมพันธุ์จากตัวผู้

CM3	แทน	สายพันธุ์ที่เก็บตัวอย่างจากเชียงใหม่
PK1	แทน	สายพันธุ์ที่เก็บตัวอย่างจากภูเก็ต
SK9	แทน	สายพันธุ์ที่เก็บตัวอย่างจากสงขลา
K18	แทน	สายพันธุ์ที่เก็บตัวอย่างจากกาญจนบุรี
K19	แทน	สายพันธุ์ที่เก็บตัวอย่างจากระนอง
K22	แทน	สายพันธุ์ที่เก็บตัวอย่างจาก หาดส้มแป้น ระนอง

ผลการทดลอง

1. จำนวนลูกผสมรุ่นแรก (F_1) ต่อแม่ 1 ตัวจากการผสมระหว่างพ่อแม่จำนวน 6 สายพันธุ์ ของแมลงหวี่ D. leontia ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ชุดการทดลอง คือ ชุดควบคุม ซึ่งเป็นการผสมภายในสายพันธุ์ จำนวน 6 คู่ผสม และ ชุดทดลอง เป็นการผสมระหว่างสายพันธุ์ จำนวน 30 คู่ผสม ผลปรากฏว่า ทุกคู่ผสมทั้งชุดควบคุม และชุดทดลองสามารถให้ลูกผสมรุ่นแรกได้ทั้ง 2 เพศ ในอัตราส่วน 1 ต่อ 1 โดยประมาณ ซึ่งเป็นไปตามทฤษฎี เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของจำนวนลูกผสมรุ่นแรกระหว่างชุดควบคุม กับชุดทดลอง พบว่า ค่าเฉลี่ยลูกผสมของชุดทดลองมีค่าต่ำกว่าชุดควบคุมทุกคู่ผสม ดังนั้นคือ ชุดควบคุม ค่าเฉลี่ยสูงสุด สายพันธุ์ CM3 = 80.20 ± 3.68 SD ค่าเฉลี่ยต่ำสุดสายพันธุ์ PK1 = 52.70 ± 2.11 SD ชุดทดลอง ค่าเฉลี่ยสูงสุดระหว่างคู่ผสม ϕ CM3 $\times$ K18 = 46.07 ± 6.18 SD (ตาราง 2) ผลจากความแตกต่างของจำนวนลูกผสมที่ได้จากทั้ง 2 ชุดการทดลองนี้ ชี้ให้เห็นว่า การผสมระหว่างสายพันธุ์ของแมลงหวี่ D. leontia สามารถให้จำนวนลูกผสมได้น้อยลงกว่าการผสมภายในสายพันธุ์เดียวกันอย่างเห็นได้ชัด

เมื่อพิจารณาเฉพาะค่าเฉลี่ยของจำนวนลูกผสมรุ่นแรกของชุดทดลอง (ตาราง 2) พบว่า กลุ่มสมระหว่างพ่อ แม่ ที่มีแหล่งกำเนิดในธรรมชาติอยู่ใกล้กันจึงให้จำนวนเฉลี่ยของลูกผสมได้มากกว่า เช่นกลุ่มสมระหว่างพ่อแม่สายพันธุ์กาญจนาบุรีกับเชียงใหม่ ($9K18 \times 3CM3 = 40.37 \pm 5.68SD$; $9CM3 \times 3K18 = 46.07 \pm 6.18SD$) หรือกาญจนาบุรีกับระนอง ($9K18 \times 3K19 = 38.57 \pm 3.20SD$, $9K19 \times 3K18 = 44.47 \pm 1.14SD$) ในขณะที่กลุ่มสมระหว่างพ่อแม่ที่มีแหล่งกำเนิดในธรรมชาติอยู่ห่างไกลกัน จะให้จำนวนลูกผสมได้ค่อนข้างต่ำ เช่นกลุ่มสมระหว่างพ่อ แม่ สายพันธุ์ เชียงใหม่ กับ สงขลา ($9CM3 \times 3SK9 = 14.43 \pm 2.25SD$, $7SK9 \times 3CM3 = 13.33 \pm 1.75SD$) หรือเชียงใหม่ กับภูเก็ต ($9CM3 \times 3PK1 = 16.70 \pm 3.04SD$, $9PK1 \times 3CM3 = 19.60 \pm 0.66SD$)

นำค่าเฉลี่ยที่ได้จากชุดทดลองทั้งหมด 30 กลุ่มสม มาวิเคราะห์ความแปรปรวน โดยใช้ One way analysis of variance ได้ผลดังตาราง 3

ตาราง 2 จำนวนลูกผสมรุ่นแรก (F_1) เฉลี่ยต่อแม่ 1 ตัว จากการผสมพันธุ์ระหว่างแมลงหวี่ D. leontia จำนวน 6 สายพันธุ์

C_1	C_2	CM3	PK1	SK9	K18	K19	K22
CM3	31 80	* 20+3.68	1 16.70+3.04	2 14.43+2.25	3 46.07+6.18	4 23.57+5.10	5 17.97+2.00
PK1	6 19.60+0.66	* 52.70+2.11	32 52.70+2.11	7 32.20+4.92	8 34.13+4.83	9 33.00+3.24	10 36.30+2.08
SK9	11 13	33+1.75	12 28.57+2.46	33 83.26+2.88	13 27.03+5.99	14 40.43+3.92	15 35.53+0.44
K18	16 40	37+5.68	17 27.17+2.75	18 27.07+3.52	34 67.37+4.21	19 38.57+3.20	20 15.90+2.33
K19	21 34	67+2.15	22 23.67+2.68	23 37.63+4.75	24 44.47+1.14	35 64.50+3.14	25 30.17+2.29
K22	26 24.33+2.10		27 34.30+1.10	28 32.97+4.21	29 35.60+3.04	30 28.60+3.43	36 61.33+3.40

* กลุ่มควบคุม

ตาราง 3 ความแปรปรวนของจำนวนลูกผสมรุ่นแรก (F_1) ระหว่างสายพันธุ์ของ
แมลงหวี่ D. Leontia 6 สายพันธุ์ จำนวน 30 คู่ผสม วิเคราะห์โดย One -
way analysis of variance

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F
ระหว่างกลุ่ม (b)	29	6745.46	232.60	3.18**
ภายในกลุ่ม (w)	60	4390.89	73.18	
รวม	89	11136.35		

** มีนัยสำคัญระดับ.01

$$F_{.01}(29, 60) = 1.60$$

แสดงว่า จำนวนลูกผสมรุ่นแรก (F_1) จากแต่ละคู่ผสม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ดังนั้นจึงใช้ Newman Keuls Method เพื่อทดสอบหาค่าเฉลี่ยคู่ที่แตกต่างกัน ดังตาราง 4

σ	σ	CM3	PK1	SK9	K18	K19	K22
σ	σ						
CM3			1 11.7+1.72	2 10.27+1.76	3 33.10+9.26	4 15.53+1.02	5 13.00+1.07
PK1		6 15.00+0.81		7 29.67+7.27	8 27.93+4.33	9 31.50+1.10	10 37.17+3.15
SK9		11 9.83+3.19	12 27.87+3.18		13 19.63+2.38	14 30.70+3.77	15 39.53+3.14
K12		16 41.10+3.40	17 27.63+3.66	18 16.60+4.51		19 25.37+4.22	20 25.23+5.47
K19		21 15.00+3.55	22 36.33+5.38	23 27.23+4.24	24 27.33+4.00		25 31.67+3.79
K22		26 15.23+3.49	27 32.33+7.38	28 32.17+3.03	29 24.00+0.33	30 26.57+2.20	

2. เมื่อนำเอาลูกผสมรุ่นแรก (F_1) มาผสมตัวเอง (self - cross) ทุกคู่ผสมทั้ง 30 คู่ผสม เพื่อทดสอบความสมบูรณ์ในลูกผสมรุ่นแรก ผลปรากฏว่าทุกคู่ผสมสามารถใช้ลูกผสมรุ่นที่ 2 (F_2) ได้ตามปกติไม่มีคู่ผสมใดที่เป็นหมัน (sterile) และอัตราส่วนระหว่างตัวผู้กับตัวเมียใกล้เคียงกันคือ 1 ต่อ 1

ลูกผสมรุ่นแรกที่ให้จำนวนลูกผสมรุ่นที่ 2 เฉลี่ยสูงสุด คือกลุ่ม 16 มีค่า = 41.10 ± 3.40 SD เฉลี่ยต่ำสุดคือกลุ่ม 11 มีค่า = 9.83 ± 3.19 SD (ตาราง 5) และเมื่อพิจารณาแล้วจะเห็นว่า ค่าเฉลี่ยของจำนวนลูกผสมรุ่นที่ 2 จะลดลงจากรุ่นแรกเล็กน้อย ยกเว้นคู่ผสมในกลุ่ม 9 กลุ่ม 10 กลุ่ม 15 กลุ่ม 16 กลุ่ม 17 กลุ่ม 20 กลุ่ม 22 และกลุ่ม 25 ที่ให้จำนวนลูกผสมเฉลี่ยในรุ่นที่ 2 ใกล้เคียงหรือสูงกว่าลูกผสมเฉลี่ยรุ่นแรกเล็กน้อย

อย่างไรก็ตามค่าเฉลี่ยของลูกผสมรุ่นที่ 2 ที่อยู่ใกล้กับค่าต่ำ หรืออยู่ในเกณฑ์สูง เป็นไปตามแนวโน้มในลูกผสมรุ่นแรกของแต่ละคู่ผสม เมื่อนำเอาค่าความแปรปรวนของจำนวนลูกผสมรุ่นที่ 2 มาวิเคราะห์โดยใช้ One-way analysis of variance ได้ผลดังตาราง 6

ตาราง 6 ความแปรปรวนของจำนวนลูกผสมรุ่นที่ 2 (F_2) จากพ่อแม่รุ่นแรก (F_1) ที่ผสม
 พันธุ์กันเอง (self-cross) จำนวน 30 คู่ผสม
 วิเคราะห์โดย One - way analysis of variance

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F
ระหว่างกลุ่ม (b)	29	7173.63	247.54	2.32**
ภายในกลุ่ม (w)	60	6393.02	106.55	
รวม	89	13571.71		

** มีนัยสำคัญระดับ .01

$$F_{.01} (29, 60) = 1.60$$

แสดงว่า จำนวนลูกผสมรุ่นที่ 2 (F_2) จากแต่ละคู่ผสม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ
 ทางสถิติที่ระดับ .01 ดังนั้นจึงใช้ Newman Kuuls Method เพื่อทดสอบค่าเฉลี่ยคู่
 ที่แตกต่างกัน ดังตาราง 7

ตาราง 7. เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของจำนวนลูกผสมรุ่นที่ 2 (F_2) จากลูกผสมต้นแม่พันธุ์เอง (Self-crossed) ระหว่างลูกผสมขนาด

รุ่น	11	2	1	5	6	26	4	21	18	13	29	20	19	30	23	24	17	12	8	7	14	25	28	27	3	9	22	10	15	16	
$\bar{x}$	9.83	10.27	11.47	13.00	15.00	15.23	15.53	16.00	16.50	19.63	24.00	25.23	26.37	26.57	27.23	27.33	27.63	27.77	27.93	29.67	30.70	31.87	32.17	32.32	33.10	34.60	36.33	37.17	39.53	41.10	
11	9.83	0.66	1.64	3.17	5.17	5.40	5.70	6.17	6.77	9.80	14.17	15.10	16.54	16.74	17.40	17.50	17.80	18.06	18.10	19.84	20.87	22.04	22.34	22.50	23.27	24.77	26.50	27.34	29.70	31.27	
2	10.27	---	1.20	2.73	4.73	4.96	5.26	5.73	6.33	9.36	13.73	14.96	16.10	16.30	16.96	17.06	17.36	17.60	17.66	19.40	20.43	21.60	21.90	22.06	22.83	24.33	26.06	26.90	29.26	30.83	
1	11.47	---	---	1.53	3.53	3.76	4.06	4.53	5.13	8.16	12.53	13.76	14.90	15.10	15.76	15.86	16.16	16.46	16.46	18.20	19.23	20.40	20.70	20.86	21.63	23.13	24.86	25.70	28.06	29.63	
5	13.00	---	---	---	2.00	2.23	2.53	3.00	3.60	6.63	11.00	12.23	13.37	13.57	14.23	14.33	14.63	14.87	14.93	16.67	17.70	18.87	19.17	19.33	20.10	21.60	23.33	24.17	26.53	28.10	
6	15.00	---	---	---	---	0.23	0.53	1.00	1.60	4.63	9.00	10.23	11.37	11.57	12.23	12.33	12.63	12.87	12.93	14.67	15.70	16.87	17.17	17.33	18.10	19.60	21.33	22.17	24.53	26.10	
26	15.23	---	---	---	---	---	0.30	0.77	1.37	4.40	8.77	10.00	11.14	11.34	12.00	12.10	12.40	12.64	12.70	14.44	15.47	16.64	16.94	17.10	17.87	19.37	21.10	21.94	24.30	25.87	
4	15.53	---	---	---	---	---	---	0.47	1.07	4.10	8.47	9.70	10.84	11.04	11.70	11.80	12.10	12.34	12.40	14.14	15.17	16.34	16.64	16.80	17.57	19.07	20.80	21.64	24.00	25.57	
21	16.00	---	---	---	---	---	---	---	0.60	3.63	8.00	9.23	10.37	10.57	11.23	11.33	11.63	11.87	11.93	13.67	14.70	15.87	16.17	16.33	17.10	18.60	20.33	21.17	23.53	25.10	
18	16.60	---	---	---	---	---	---	---	---	3.03	7.40	8.63	9.77	9.97	10.63	10.73	11.03	11.27	11.33	13.07	14.10	15.27	15.57	15.73	16.50	18.00	19.73	20.57	22.93	24.50	
13	19.63	---	---	---	---	---	---	---	---	---	4.37	5.60	6.74	6.94	7.60	7.70	8.00	8.24	8.30	10.04	11.07	12.24	12.54	12.70	13.47	14.97	16.70	17.54	19.90	21.47	
29	24.00	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	1.23	2.37	2.57	3.23	3.33	3.63	3.87	3.93	5.67	6.70	7.87	8.17	8.33	9.10	10.60	12.33	13.17	15.53	17.10	
20	25.23	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
19	26.37	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
23	27.23	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
24	27.33	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
17	27.63	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
12	27.87	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
8	27.93	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
7	29.67	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
14	30.70	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
25	31.87	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
26	32.17	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
27	32.33	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
3	33.10	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
9	34.60	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
22	36.33	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
10	37.17	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
15	39.53	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
16	41.10	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

• มีต้นกล้าตาย 05

• มีต้นกล้าตาย 01

3. พฤติกรรมการเลือกคู่ผสมพันธุ์ (sexual preferences) ของแมลงหวี่ *D. leontia* 6 สายพันธุ์ จำนวน 30 คู่ผสม (ตาราง 8) พบว่าสายพันธุ์จากสงขลาตัวเมีย ยอมรับการผสมจากทั้งผู้สายพันธุ์เชียงใหม่ได้น้อยกว่าตัวผู้จากสายพันธุ์อื่น และเปอร์เซ็นต์การผสมในสายพันธุ์กับการผสมต่างสายพันธุ์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 มีค่าดัชนีการแยกตัวออกจากกันเท่ากับ 0.22 เมื่อพิจารณาถึงการผสมกับตัวผู้สายพันธุ์เกิด ($I = -0.02$) กาญจนบุรี ($I = 0.05$) ระนอง ($I = 0.01$) หาดสำเภา (ระนอง) ($I = 0.07$) พบว่ามีค่าดัชนีการแยกตัวออกจากกันต่ำกว่า แสดงว่ามีการผสมภายในสายพันธุ์ ไม่แตกต่างจากการผสมต่างสายพันธุ์ ยกเว้นสายพันธุ์ตัวผู้จาก กาญจนบุรี ($P < .01$)

ในทางกลับกันเมื่อใช้สายพันธุ์จากเชียงใหม่ตัวเมีย กับตัวผู้สายพันธุ์อื่น ๆ ผลปรากฏว่า ยอมรับการผสมจากตัวผู้สายพันธุ์เกิด และ สงขลา ได้น้อยกว่าการผสมจากทั้งผู้ในสายพันธุ์ และมีเปอร์เซ็นต์การผสมในสายพันธุ์แตกต่างจากการผสมต่างสายพันธุ์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 มีดัชนีการแยกตัวออกจากกันเท่ากับ ($I = 0.12$) สูงกว่า เมื่อใช้สายพันธุ์ตัวผู้จาก กาญจนบุรี ($I = 0.01$) ระนอง ($I = 0.10$) และหาดสำเภา (ระนอง) ($I = 0.02$) เมื่อทดลองใช้ตัวเมียสายพันธุ์เกิด กับตัวผู้สายพันธุ์อื่น ๆ พบว่า ตัวผู้สายพันธุ์เชียงใหม่ และ กาญจนบุรี มีการผสมต่างสายพันธุ์ได้น้อยกว่าการผสมในสายพันธุ์อย่างแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ .01 ส่วนตัวผู้สายพันธุ์ ระนองแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.5 เมื่อพิจารณาค่าดัชนีการแยกตัวออกจากกัน พบว่าตัวเมียสายพันธุ์เกิดกับตัวผู้สายพันธุ์เชียงใหม่มีค่าสูงกว่าอีก 4 คู่ผสม ($I = 0.13$) คู่ผสมอื่น ๆ นอกจากที่กล่าวมามีค่าดัชนีการแยกตัวออกจากกลุ่มค่อนข้างต่ำ ($I = 0.01$ ถึง 0.08) แต่พบว่ามีค่าแตกต่างกันของเปอร์เซ็นต์การผสมในสายพันธุ์กับการผสมต่างสายพันธุ์ คือ คู่ผสมระหว่างตัวผู้สายพันธุ์เกิด กับ ตัวเมียสายพันธุ์กาญจนบุรี และระนอง ($P < .05$) ตัวผู้สายพันธุ์ระนอง กับตัวเมียสายพันธุ์กาญจนบุรี ($P < .05$) ตัวผู้สายพันธุ์หาดสำเภา (ระนอง) กับตัวเมียสายพันธุ์กาญจนบุรี ($P < .01$)

ตาราง 8 แสดงจำนวนเปอร์เซ็นต์ของการเลือกผสมพันธุ์ และค่าการแยกตัวออกจากกัน (sexual isolation index) ใน
การผสมพันธุ์แมลงหวี่ D. leontias จำนวน 6 สายพันธุ์ในประเทศไทย (ใช้ตัวเมียในการผสมพันธุ์ทั้งสิ้น 6067 ตัว)

กลุ่ม	ตัวผู้ - ตัวเมีย	การผสมในสายพันธุ์เดียวกัน		การผสมต่างสายพันธุ์		df	χ^2	P	I
		จำนวนตัวเมีย	% การผสมพันธุ์	จำนวนตัวเมีย	% การผสมพันธุ์				
A									
1	CM3	92	92.0	72	70.6	.1	15.1**	<.01	0.13
2	CM3 PK1 CM3 SK9	90	88.2	58	58.6	1	22.9**	<.01	0.22
3	CM3 K18	94	89.5	92	91.1	1	0.14	>.05	0.01
4	CM3 K19	95	95.0	91	92.9	1	0.42	>.05	0.02
5	CM3 K22	93	90.3	85	84.2	1	1.70	>.05	0.05

ตาราง ๒ (ต่อ)

กลุ่ม	ตัวผู้	×	ตัวเมีย	การผสมในสายพันธุ์เดียวกัน				df	χ^2	P	I
				จำนวน ตัวเมีย	% การผสมพันธุ์	จำนวน ตัวเมีย	% การผสมพันธุ์				
B, 1	PK1		PK1 CM3	88	85.4	69	69.0	1	7.8**	<.01	0.12
2	PK1		PK1 SK9	85	85.0	89	89.0	1	0.8	>.05	-0.02
3	PK1		PK1 K18	80	76.9	87	87.9	1	5.1*	<.05	-0.04
4	PK1		PK1 K19	83	83.0	92	92.9	1	4.6*	<.05	-0.05
5	PK1		PK1 K22	81	81.8	89	89.9	1	2.6	>.05	-0.05

ตาราง 8 (ต่อ)

กลุ่ม	ตัวผู้ × ตัวเมีย	การผสมในสายพันธุ์เดียวกัน			การผสมต่างสายพันธุ์กัน			df	χ^2	p	I
		จำนวนตัวเมีย	% การผสมในสายพันธุ์เดียวกัน	จำนวนตัวเมีย	% การผสมต่างสายพันธุ์กัน						
C 1	SK9	96	95.1	75	75.0	1	16.1**	<.01	0.12		
	CM3										
2	SK9	100	55	93	94.9	1	0.02	>.05	0.04		
	PK1										
3	SK9	94	92.4	86	86.0	1	2.0	>.05	0.04		
	L18										
4	SK9	97	97.0	95	95.0	1	0.5	>.05	0.01		
	K19										
5	SK9	98	92.7	94	92.2	1	0.007	>.05	0.02		
	K22										

ตาราง 8 (ต่อ)

กลุ่ม	ตัวผู้ × ตัวเมีย	การผสมในสายพันธุ์เดียวกัน		การผสมต่างสายพันธุ์กัน		df	χ^2	P	I
		จำนวน ตัวเมีย	% การผสมพันธุ์	จำนวน ตัวเมีย	% การผสมพันธุ์				
D									
1	K18 r18 C43	97	92.4	95	96.9	1	2.0	>.05	0.01
2	K18 k18 PK1	99	92.5	82	80.4	1	5.6 ^{ns}	<.01	0.09
3	K18 K18 SK3	93	93.0	79	79.8	1	7.5 ^{**}	< .01	0.03
4	K18 K18 K19	96	92.3	90	87.4	1	1.5	>.05	0.03
5	K18 K18 K22	95	96.0	88	99.7	1	2.3	>.05	0.04

ตาราง 8 (ต่อ)

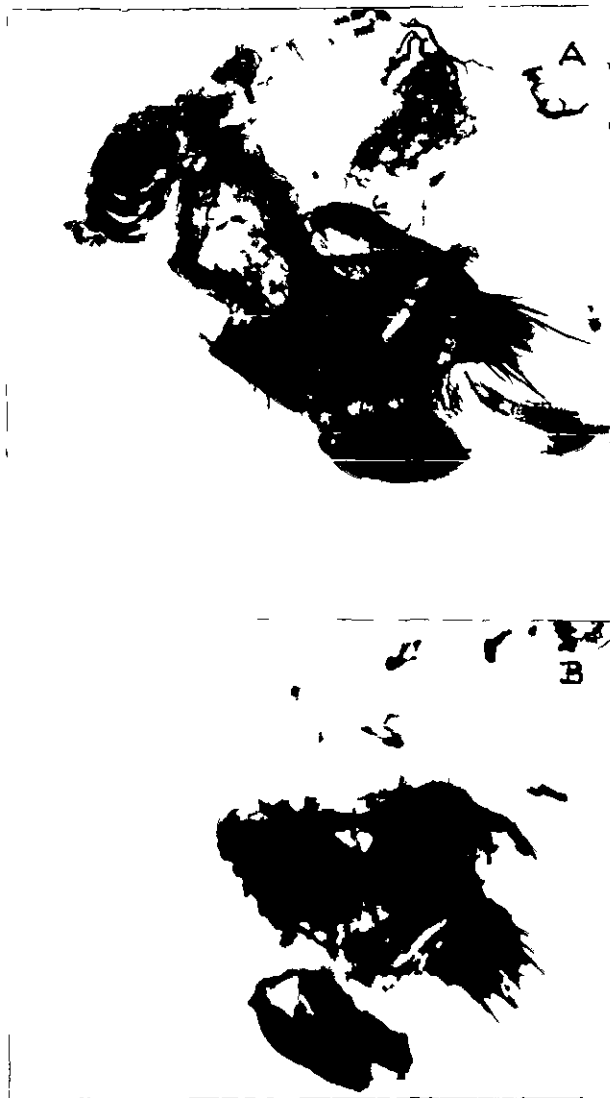
กลุ่ม	ตัวผู้	x	ตัวเมีย	การผสมในสายพันธุ์เดียวกัน		การผสมต่างสายพันธุ์กัน		df	χ ²	p	I
				จำนวน ตัวเมีย	% การผสมใน ตัวผู้	จำนวน ตัวเมีย	% การผสมต่าง สายพันธุ์				
E											
1	K19	119	C43	94	89.5	77	77.8	1	5.2 [*]	< 0.5	0.10
2	K19	119	OK1	98	99.1	91	92.9	1	4.7 [*]	< 0.5	0.04
3	K19	119	SK9	94	94.0	92	93.9	1	0.02	> 0.5	0.01
4	K19	119	K18	97	95.1	85	85.0	1	5.8 [*]	< 0.5	0.07
5	K19	119	K22	95	83.3	91	89.2	1	0.01	> 0.5	0.02

ตาราง 8 (ต่อ)

กลุ่ม	ตัวผู้	x	ตัวเมีย	การผสมในสายพันธุ์เดียวกัน			การผสมต่างสายพันธุ์กัน			df	χ^2	P	I
				จำนวน ตัวเมีย	% การผสมพันธุ์		จำนวน ตัวเมีย	% การผสมพันธุ์					
F 1	K22	K22 CH3		98	89.9		64	85.7		1	0.9	>.95	0.02
				95	92.2		88	86.3		1	2.0	>.05	0.04
3	K22	K22 PK1		95	90.5		82	84.5		1	1.7	>.05	0.07
				93	92.1		80	77.7		1	8.1**	<.01	0.08
5	K22	K22 K18		94	95.0		92	93.9		1	0.2	>.05	0.01

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01



ภาพประกอบ 3 ท่อเก็บไข่ออสุจิในแมลงหัว *Drosophila leontia* เพศเมีย
 A มีอสุจิ B ไม่มีอสุจิ (กำลังขยาย 25 เท่า)

นอกจากนี้ การผสมระหว่างตัวผู้สายพันธุ์ที่เกิดกับตัวเมียสายพันธุ์สงขลา กาญจนบุรี ระนอง หาดส้มแป้น (ระนอง) พบว่าสามารถผสมต่างสายพันธุ์ได้มากกว่า การผสมในสายพันธุ์เดียวกันเอง ทำให้ค่าครอสส์การแยกตัวออกจากกลุ่ม เป็นค่าลบ ($I = -0.02$ ถึง -0.05) แสดงให้เห็นว่า ตัวเมียจากสายพันธุ์เหล่านี้ชอบรับการผสมจาก ตัวผู้สายพันธุ์ที่เกิดดีกว่าการผสมกับตัวผู้สายพันธุ์เดียวกัน หรือในแง่กลับกัน ตัวผู้สายพันธุ์ที่เกิด มีความสามารถในการผสมกับตัวเมียจากสายพันธุ์ถึงกล่าวคือว่าภายในสายพันธุ์ของตัวเอง

จากที่กล่าวมาจะเห็นว่าสายพันธุ์จากเชียงใหม่ กับ สายพันธุ์จากสงขลา และภูเก็ต เริ่มมีการแยกตัวออกจากกันในด้านพฤติกรรมการเลือกคู่ผสมพันธุ์ ถึงแม้ว่ายังผสมพันธุ์กัน ไปได้ก็ตาม และที่น่าสังเกตอีกประการหนึ่งคือ สายพันธุ์กาญจนบุรีซึ่งพบว่ามีความสามารถในการ ผสมกับสายพันธุ์อื่นได้เป็นอย่างดี (ภาคผนวก ง.) ทำให้จะสันนิษฐานได้ว่า กาญจนบุรีน่า จะเป็นจุดเริ่มแรกของแมลงหวี่ D. leontia ก่อนที่จะแพร่กระจายไปยังภูมิภาคต่าง ๆ ในประเทศไทย และในที่สุดเกิดความผันแปรทางพันธุกรรม เนื่องจากการปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมในแต่ละท้องถิ่นเอง

สรุป อภิปราย และข้อเสนอแนะ

จุดมุ่งหมายของการวิจัย

- เพื่อศึกษาเปรียบเทียบความแตกต่างในเชิงพันธุกรรมของแมลงหวี่ D. leontia จำนวน 6 สายพันธุ์ ในประเทศไทย 2 กรณีคือ
1. ความสมบูรณ์ในลูกผสม (hybrid fertility)
 2. พฤติกรรมการเลือกคู่ (sexual preferences)

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ศึกษาความสมบูรณ์ในลูกผสมของแมลงหวี่ D. leontia จำนวน 6 สายพันธุ์ โดยผสมพันธุ์เป็น 2 ชุดการทดลอง คือ
 - 1.1 ชุดควบคุม ทำการผสมพันธุ์ภายในสายพันธุ์เดียวกัน
 - 1.2 ชุดทดลอง ทำการผสมระหว่างสายพันธุ์แบบสุ่มกัน เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของลูกผสมที่ได้จากแต่ละคู่ผสมพ่อแม่ 1 ตัว ทั้งลูกผสมรุ่นแรก (F_1) และลูกผสมรุ่นที่ 2 (F_2)
2. ศึกษาพฤติกรรมการเลือกคู่ผสมพันธุ์ของแมลงหวี่ D. leontia จำนวน 6 สายพันธุ์ โดยวิธีจับคู่ระหว่าง ตัวผู้ 1 สายพันธุ์ กับตัวเมีย 2 สายพันธุ์ โดย 1 ใน 2 สายพันธุ์ของตัวเมียมักต่างจากสายพันธุ์ของตัวผู้ (male - choice method) แล้วนำค่าที่ได้มาเปรียบเทียบความแตกต่างหรือหาค่าความแตกต่างในการแยกตัวออกจากกันในด้านพฤติกรรมการผสมพันธุ์ (sexual isolation index)

สรุปผลการวิจัย

1. การผสมพันธุ์แมลงหวี่ D. leontia ทั้ง 6 สายพันธุ์ ในประเทศไทย จำนวน 36 คู่ผสม ในรุ่นพ่อแม่ และ 30 คู่ผสม ในการผสมตัวเองของลูกผสมรุ่นที่ 1 (F_1)

เพื่อศึกษาความสมบูรณ์ในลูกผสม ปรากฏว่า ลูกผสมที่ได้จากการผสมระหว่างสายพันธุ์ มีจำนวนลดลงอย่างเห็นได้ชัดทั้งรุ่นที่ 1 (F_1) และรุ่นที่ 2 (F_2) เมื่อนำไปเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม สรุปได้ว่า ความสมบูรณ์ในลูกผสมลดลง นอกจากนี้จำนวนลูกผสมที่ได้จากการผสมระหว่างสายพันธุ์ยังมีความสมบูรณ์ในลูกผสมแตกต่างกัน ($P < .01$) และที่สำคัญที่สุดพบว่า การผสมระหว่างสายพันธุ์ที่อยู่ห่างไกลกันมาก เช่น เชียงใหม่ กับ สงขลา หรือ เชียงใหม่ กับ ภูเก็ต (ไม่ว่าจะใช้สายพันธุ์ใดเป็นพ่อหรือแม่) จะมีความสมบูรณ์ในลูกผสมค่อนข้างต่ำกว่าการผสมระหว่างสายพันธุ์ที่อยู่ใกล้กันมากกว่า เช่น เชียงใหม่ กับ กาญจนบุรี หรือ กาญจนบุรี กับ ระนอง (ไม่ว่าจะใช้สายพันธุ์ใดเป็นพ่อหรือแม่) ซึ่งแตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัด ($P < .01$) ทำให้สันนิษฐานได้ว่า น่าจะเกิดการเปลี่ยนแปลงทางด้านพันธุกรรมในแมลงหวี่ สายพันธุ์ที่อยู่อย่างใกล้ชิดขึ้นได้ และมีผลกระทบต่อความสมบูรณ์ของลูกผสมดังผลที่ปรากฏออกมา อย่างไรก็ตามไม่พบความเป็นพิษในลูกผสม

2. พฤติกรรมการเลือกผสมพันธุ์ ในแมลงหวี่ *D. leontia* ทั้ง 6 สายพันธุ์ในประเทศไทย จำนวน 30 คู่ผสม โดยวิธีจับคู่ระหว่างตัวผู้ 1 ตัวพันธุ์ กับตัวเมีย 2 สายพันธุ์ โดย 1 ใน 2 สายพันธุ์ของตัวเมียดังจากตัวผู้ (male - choice method) ปรากฏว่า สายพันธุ์ต่าง ๆ เกือบทุกคู่ผสม มีเปอร์เซ็นต์การผสมภายในสายพันธุ์สูงกว่าการผสมต่างสายพันธุ์ และเปอร์เซ็นต์การผสมภายในสายพันธุ์ กับ การผสมต่างสายพันธุ์จะแตกต่างกันมาก ถ้าเป็นการเลือกคู่ผสมพันธุ์ระหว่างสายพันธุ์ที่อยู่ห่างไกลกันมาก เช่น เชียงใหม่ กับ สงขลา หรือ เชียงใหม่ กับ ภูเก็ต ($P < .01$) (ไม่ว่าจะใช้สายพันธุ์ใดเป็นพ่อหรือแม่) นอกจากนี้ค่าดัชนีการแยกตัวออกจากกันในด้านพฤติกรรมการผสมพันธุ์ก็สูงกว่าคู่ผสมอื่น ๆ ($I = 0.12$ ถึง 0.72)

ในทางตรงกันข้าม การเลือกคู่ผสมพันธุ์ระหว่างสายพันธุ์ที่อยู่ใกล้กัน เช่น เชียงใหม่ กับ กาญจนบุรี กาญจนบุรี กับ ระนอง หรือ ระนอง กับ นาดัมปิ่น (ระนอง) จะมีเปอร์เซ็นต์การผสมภายในสายพันธุ์ กับ การผสมต่างสายพันธุ์ ไม่แตกต่างกัน ($P > .05$) ไม่ว่าจะใช้สายพันธุ์ใดเป็นพ่อหรือแม่ก็ตาม และมีกระบวนการแยกตัวออกจากกันทางด้านพฤติกรรมการผสมพันธุ์ ค่อนข้างต่ำ

อย่างไรก็ตามพบว่า การเลือกคู่ผสมพันธุ์ระหว่างตัวผู้สายพันธุ์ภูเก็จ กับตัวเมียสายพันธุ์สงขลา กาญจนบุรี ระนอง และหาดส้มแป้น (ระนอง) มีเปอร์เซ็นต์การผสมต่างสายพันธุ์ สูงกว่าการผสมภายในสายพันธุ์เล็กน้อย ($p > 0.5$) ทำให้ค่าธรรมชาติการแยกตัวออกจากกันทางด้านพฤติกรรมกรรมการผสมพันธุ์ เป็นลบ ($I = -0.02$ ถึง -0.05) บอกให้ทราบว่าตัวผู้สายพันธุ์ภูเก็จมีความสามารถในการผสมพันธุ์กับตัวเมียต่างสายพันธุ์ทั้ง 4 สายพันธุ์ ได้ดีกว่าภายในสายพันธุ์เดียวกัน

จากผลที่ปรากฏออกมาทั้งในด้านความสมบูรณ์ในลูกผสมและพฤติกรรมกรรมการเลือกคู่ผสมพันธุ์ ของแมลงหวี่ D. leontia ทั้ง 6 สายพันธุ์ในประเทศไทย ทำให้พอจะสันนิษฐานได้ว่า แมลงหวี่ D. leontia สายพันธุ์เชียงใหม่ กับ สายพันธุ์สงขลาหรือภูเก็จเริ่มมีการแยกตัวห่างจากกันบ้างแล้ว ความคลาดเคลื่อนของการแยกสายพันธุ์ ถึงแม้ว่ายังสามารถผสมพันธุ์กันได้ อยู่ก็ตาม

อภิปรายผล

จากการผสมพันธุ์แมลงหวี่ D. leontia จำนวน 6 สายพันธุ์ที่ทำการเก็บตัวอย่างในประเทศไทย จะเห็นว่าลูกผสมที่เกิดจากการผสมระหว่างสายพันธุ์ทั้งในรุ่นแรก และรุ่นที่ 2 มีจำนวนน้อยกว่าลูกที่เกิดจากการผสมภายในสายพันธุ์เดียวกันอย่างชัดเจน อีกประการหนึ่ง คือ การผสมระหว่างสายพันธุ์ที่อยู่ห่างไกลกัน เช่น เชียงใหม่กับสงขลา จะให้ปริมาณลูกผสมได้น้อย ขณะที่การผสมระหว่างสายพันธุ์ที่อยู่ใกล้ชิดกัน สามารถให้ปริมาณลูกผสมได้มากกว่า อย่างไรก็ตามลูกผสมรุ่นแรกและ รุ่นที่ 2 ที่ได้จาก พ่อ - แม่แต่ละคู่ มีจำนวนใกล้เคียงกัน แสดงให้เห็นว่า แมลงหวี่ D. leontia ทั้ง 6 สายพันธุ์เริ่มมีความแตกต่างทางพันธุกรรมเกิดขึ้นในสายพันธุ์ที่อยู่ห่างไกลกัน ซึ่งน่าจะมีผลกระทบมาจากความแตกต่างกันของสภาพแวดล้อมที่อยู่อาศัยทำให้เกิดความแปรผันขึ้นกับยีนในโครโมโซม ซึ่งน่าจะได้ทำการศึกษาต่อไปในอนาคต ผลการวิจัยที่คล้ายกับวอปซานสกี (Dobzhansky, 1947 : 158 - 176) ซึ่งทดลองผสมแมลงหวี่ D. pseudoobscura กับ D. persimilis ปรากฏว่าลูกผสมรุ่นแรกมีจำนวนน้อยกว่าลูกผสมในสปีชีส์เดียวกัน และลูกผสมตัวผู้เป็นหมัน

ดร. วิสุทธิ์ ใบไม้ (Baimai, 1970 : 149 - 155) พบว่าความเป็นหมัน

ในลูกผสมตัวผู้ของแมลงหวี่ D. birchii ขึ้นอยู่กับความแตกต่างทางพันธุกรรมในโครโมโซม X กับ Y ที่มาเข้าคู่กันในลูกผสม แต่ในการวิจัยครั้งนี้ไม่พบความเป็นหมันในลูกผสม แสดงว่าความผันแปรของยีนบนโครโมโซมเพศในแมลงหวี่ D. leontia แต่ละสายพันธุ์ยังเกิดขึ้นน้อยมาก หรือไม่เกิดขึ้น จึงไม่มีผลแสดงออกอย่างเด่นชัดในลูกผสมที่เกิดขึ้น

การแยกตัวออกจากกันทางเพศ (sexual isolation) และความเป็นหมันในลูกผสม (hybrid sterility) นับเป็นกลไกหลักที่สำคัญในการแยกตัวออกจากกันทางระบบสืบพันธุ์ ซึ่งมีผลต่อการเกิดสปีชีส์ใหม่แยกตัวออกจากสปีชีส์เดิม กลไกหลักทั้ง 2 ประการนี้พบได้จากการศึกษาเกี่ยวกับพฤติกรรมในการเลือกคู่ผสมพันธุ์ในระหว่างแมลงหวี่สายพันธุ์ต่าง ๆ ที่อยู่ในสปีชีส์เดียวกัน เช่นในแมลงหวี่พวก D. birchii (Balmat, 1970 : 149 - 155) D. virilis complex (Stalker, 1942 : 238 - 257) D. paulistorum (Dobzhansky and Spassky, 1959 419 - 428) D. rubida (Mather, 1963 161 - 162) D. willistoni และ D. equinoxialis (Winge, 1968 : 320) และ D. nasuta complex (Wakahama et. al. 1968 : 329) สำหรับในแมลงหวี่ D. leontia ที่ทำการวิจัยครั้งนี้ พบว่า พฤติกรรมในการเลือกคู่ผสมพันธุ์ในระหว่างตัวเมียสายพันธุ์เดียวกับตัวผู้กับตัวเมียต่างสายพันธุ์กับตัวผู้ นั้น เกือบทุกคู่ผสมมีเปอร์เซ็นต์ของการเลือกผสมพันธุ์ภายในสายพันธุ์เดียวกันมากกว่าต่างสายพันธุ์ โดยเฉพาะสายพันธุ์เชียงใหม่กับสงขลา หรือเชียงใหม่กับภูเก็ต (ไม่ว่าจะใช้สายพันธุ์ใดเป็นพ่อ - แม่) พบว่ามีความแตกต่างของเปอร์เซ็นต์การผสมต่างสายพันธุ์กับภายในสายพันธุ์มาก ($P < .01$) และจากผลที่ตัวเมียต่างสายพันธุ์กับตัวผู้ยอมรับการผสมได้น้อยนี้ แสดงให้เห็นถึงการเริ่มแยกตัวออกจากกันของพฤติกรรมทางเพศ ($I = 0.13 - 0.22$) ซึ่งเป็นกลไกสำคัญของการเกิดสปีชีส์ใหม่ แม้ว่าจะยังไม่แยกตัวออกจากกันอย่างชัดเจน จนให้ลูกที่เป็นหมันก็ตาม

กรณีนี้แมลงหวี่ตัวผู้เลือกผสมพันธุ์กับตัวเมียภายในสายพันธุ์เดียวกันได้ดีกว่าต่างสายพันธุ์นั้น นับว่าเป็นกฎเกณฑ์ของการคัดเลือกโดยธรรมชาติ (natural selection) และพฤติกรรมการเลือกคู่ผสมพันธุ์นี้ ไม่เพียงแต่ช่วยในการดำรงพันธุ์ หรือ สปีชีส์ของแมลงหวี่เอาไว้ แต่ยังมีผลต่อการรักษารูปแบบโครงสร้างทางพันธุกรรมของประชากรแมลงหวี่อีกด้วย (Sturtevant, 1915 : 351 - 366 , Diederich, 1941 : 148 , Dobzhansky

and Mayr, 1944 : 238 - 244 , Tan, 1946 : 558 - 573) นอกจากนี้ศึกษาภาพของพฤติกรรมทางเพศในตัวเมียก็เป็นสิ่งสำคัญมากอย่างหนึ่ง สไตรซิงเจอร์ (Streisinger, 1948 : 187 - 188) ได้พิสูจน์ให้เห็นว่า แมลงหวี่ D. melanogaster ตัวผู้ จะมีความสามารถในการเลือกผสมพันธุ์กับตัวเมียสปีชีส์เดียวกันหรือต่างสปีชีส์ ได้ไม่แตกต่างกัน ถ้าตัวเมียเหล่านี้ถูกสลด้วยอีเซอร์ แต่ถ้าไม่ได้สลตัวเมียด้วยอีเซอร์จะมีการผสมพันธุ์เฉพาะในสปีชีส์เดียวกันเท่านั้น ยิ่งกว่านั้นตัวผู้จะไม่สามารถผสมพันธุ์กับตัวเมียได้เลย ถ้าตัวเมียไม่ยินยอม (Spieth, 1947 : 17 - 31)

สำหรับการเลือกคู่ผสมพันธุ์ระหว่างสายพันธุ์ที่เกิดตัวผู้กับเมียสายพันธุ์สงขลา กาญจนบุรี ระนอง และหาดส้มแป้น (ระนอง) ที่มีเปอร์เซ็นต์การผสมต่างสายพันธุ์สูงกว่าภายในสายพันธุ์ ($I = -0.02 - 0.04$) แสดงว่าตัวเมียต่างสายพันธุ์มีความคุ้นตัวทางเพศและดึงดูดความสนใจของเพศตรงข้าม ได้ดีกว่าตัวเมียสายพันธุ์เดียวกับตัวผู้ ต้น (Tan, 1946 , 558 - 573) พบว่า การเลือกคู่ผสมพันธุ์ในระหว่างสปีชีส์ ขึ้นอยู่กับการจดจำ (recognition) และแรงดึงดูดของเพศตรงข้าม (attraction) ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งที่ถูกควบคุมทางพันธุกรรม ด้วยยีนส์หลายคู่ (polygenes) ซึ่งทำงานเสริมกัน (additive) และยีนส์เหล่านี้มีตำแหน่งอยู่บนโครโมโซม X และโครโมโซมคู่ที่ 2 (Erhman, 1961 : 1025 - 1038) นอกจากนี้ อุณหภูมิยังมีอิทธิพลต่อความสามารถในการเลือกคู่ผสมพันธุ์ของแมลงหวี่อีกด้วย (Mayr and Dobzhansky, 1945 : 75 - 82 ; Mayr, 1946b 128 - 137) อย่างไรก็ตามผลการวิจัยครั้งนี้ชี้ให้เห็นว่า แมลงหวี่ D. Leontia สายพันธุ์เชียงใหม่กับสายพันธุ์สงขลา และภูเก็ต เริ่มมีการแยกห่างออกจากกันตามระบบของกลไกในการแยกสปีชีส์แล้ว

ข้อเสนอแนะทั่วไป

1. ในการหาผลสิ่งที่ควรคำนึงถึงมากที่สุด คือ การเตรียมอาหารสำหรับเลี้ยงแมลงหวี่ จะต้องใช้อัตราส่วนผสมที่คงที่แน่นอนทุกครั้ง ขวดอาหารและจุกจะต้องผ่านการอบฆ่าเชื้ออย่างดี อาหารที่เตรียมแล้วจะต้องนำไปใช้ทันทีไม่ควรทิ้งไว้นานเกินไป เพราะอาจจะทำให้ส่วนผสมของอาหารแห้ง ไม่เหมาะที่แมลงหวี่จะวางไข่ และทำให้ผลการทดลองผิดพลาดได้

2 ควรระวังการเกิดเชื้อรากับอาหารในขวดที่เลี้ยงแมลงหวี่ เพราะจะทำให้แมลงหวี่ถูกรบกวนจากเชื้อรา และไม่สามารถใช้อาหารได้เต็มที่ ถ้ามีเชื้อราเกิดขึ้นจะต้องรีบถ่ายแมลงหวี่ไปยังขวดอาหารใหม่ทันที

3 ขวดอาหารเลี้ยงแมลงหวี่ ควรวางไว้ให้ห่างกันพอสมควร และควรใช้สารเคมีเบนซิลเบนโซเอต (benzyl benzoate) ชุบกระดาษชำระรองในภาชนะที่วางขวดแมลงหวี่ เพื่อป้องกันตัวไร เข้ามาทำลายแมลงหวี่ที่เลี้ยงในภาชนะทดลอง และทำให้การทดลองผิดพลาดได้

4. ห้องที่ใช้เลี้ยงแมลงหวี่ ควรควบคุมอุณหภูมิ และความชื้นให้คงที่

5. การสลับแมลงหวี่ด้วยฮีเตอร์ ควรใช้เวลาที่เหมาะสม มิฉะนั้นถ้านานเกินไปแมลงหวี่จะตาย หรือไข่จะกินไปหมด หวีจะขึ้นกว่ากำหนด ทำให้การตรวจนับ หรือการแยกเพศผิดพลาดได้ นอกจากนี้การเคาะแมลงหวี่ออกจากขวดอาหารไม่ควรเคาะแรงเกินไป เพราะจะทำให้อาหารหล่นออกมาจากขวด และมีโอกาสเกิดเชื้อราได้

ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัย

1 ควรทำการสุ่มตัวอย่างประชากรแมลงหวี่ D. leontia จากที่ต่าง ๆ ให้มีขอบเขตกว้างขวางมากที่สุดเท่าที่จะทำได้ เพื่อนำมาศึกษาเปรียบเทียบความแตกต่างทางพันธุกรรมที่เกิดขึ้นกับงานวิจัยชิ้นนี้

2 ควรศึกษาแมลงหวี่ D. leontia ในด้านอื่น ๆ ประกอบ เช่น ทางด้านพันธุศาสตร์ของเซลล์ (cytogenetics) เพื่อเปรียบเทียบผลการศึกษาลักษณะ หรือต่างกันอย่างใด

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- Baimai, V. "Additional Evidence on Sexual Isolation within Drosophila birchii," Evolution. 24 149 - 155, 1970.
- _____. "A New Species of the Drosophila kikkawai complex from Thailand (Diptera Drosophilidae)," Pacific Insect. 21 235 - 240, 1979.
- Baimai, V. and Chumchong, C. "Karyotype Variation and Geographic Distribution of the Three Sibling Species of the Drosophila kikkawai complex," Genetics. 54 113 - 120, 1980.
- Baimai, V., Kitthawee, S. and Chumchong, C. "Cytogenetic Relationships of Three Sibling Species of the Drosophila kikkawai complex," Japan. J. Genetics. 55(3) 177 - 187, 1980.
- Baverstock, D.R., Gelder, M. and Jannke, A. Cytogenetic Studies of the Australian Rodent , Uromys caudimaculatus, a Species Showing Extensive Meterochromatin Variation," Chromosoma(Berl.) 84 517 - 533, 1982.
- Bock, I.R. and Wheeler, M.R. "The Drosophila melanogaster Species Group," Stud. Genetic.VII Univ. of Texas Publ. 7213 1 - 102, 1972.
- Borror, D J., De Long, D M. and Triplehorn, C.A. An Introduction to the Studies of Insects. Fourth Edition, 1976. 852 pp.
- Burla, H. "Distinction between Four Species of the "melanogaster" Group "Drosophila seguyi," "D. montium," "D. kikkawai" sp.n. and 'D auraria' (Drosophilidae Diptera)," Rev.Brazil,Bio. 14 41 - 54, 1954a.
- Buruga, J.H. and Olembo, R.J. "Plant Food Preference of Some Sympatric Drosophilids of Tropical Africa," Biotropica. 3 151 - 158, 1971.
- Carson, H.L. and Wheeler, M.R. "A New Crab Fly from Christmas Island, Indian Ocean (Diptera Drosophilidae,) Pacific Insects. 15(2) . 199 - 208, 1973.
- Diederich, G.W. "Non-random Mating between Yellow-White and Wild type D. melanogaster," Genetics. 26 148, 1941.
- Dobzhansky, Th. "Genetics of Natural Population. XIV." A Responses of Certain Gene Arrangements in the Third Chromosome of Drosophila pseudoobscura to Natural Selection," Genetics. 33 158 - 176, 1947.

- Dobzhansky, Th. and Mayr, E. "Experiment on Sexual Isolation in Drosophila. I. Geographical Strains of D. willistoni", Proc. nat. Acad. Sci. 30 238 - 244, 1944.
- _____, and Spassky, B. "Drosophila paulistorum, a Cluster of Species in Statunascendi," Proc. nat. Acad. Sci. 45 419 - 428, 1959.
- Dwivedi, Y.N. and Gupta, J.P. "Phylogenetic Relationships between Drosophila takahashii Sturtevant. and Drosophila pseudotakahashii Mather." Genetica 57 87 - 92, 1982.
- Erhman, L. "Genetics of Sexual Isolation in Drosophila paulistorum," Genetics. 46 1025 - 1038, 1961.
- Heed, W.B. "Intraspecific Relationships of Drosophila crocina Patterson. and Mainland. from Three Localities," Stud. Genetic. IX. Univ. of Texas Publ. 5721 15 - 16 1957.
- Kitthawee, S. Cytogenetics Studies in Drosophila kikkawai complex. Master Thesis, Mahidol University, 1979. 76 pp.
- Lewine, L. "Salivary Gland Chromosome Preparation" Laboratory Exercises in Genetics. U.S.A 65 - 68, 1973
- Mather, W.R. "The Races of Drosophila subobscura," Proc 11th Int. Cong. Genet. (The Hague), 1 161 - 162, 1963d
- Mayr, E. Animal Species and Evolution Harvard University Press. Cambridge Mass. no page
- _____, "Experiment on Sexual Isolation in Drosophila VII. Nature of the Isolating Mechanisms between D. pseudoobscura and D. persimilis," Proc. nat. Acad. Sci. 32 128 - 137, 1946b.
- _____, and Dobzhansky, Th. "Experiments on Sexual Isolation in Drosophila. IV. Modification of the Degree of Isolation between D. pseudoobscura and D. persimilis and of Sexual Preferences in D. prosaltans," Proc. nat. Acad. Sci. 31 75 - 82, 1945.
- Patterson, J.T. and Stone, W.S. Evolution in the Genus Drosophila Macmillan Co., New York. 1952.
- Spieth, H.T. "Sexual Behavior and Isolation in Drosophila. I. The Mating Behavior of Species of the willistoni Group," Evolution. 1 17 - 31, 1947.
- Stalker, H.D. "Sexual Isolation Studies in the Species Complex Drosophila virilis," Genetics. 27 238 - 257, 1942.

- Streisinger, G. "Experiments on Sexual Isolation in *Drosophila*. IX. Behavior of Males with Etherized Females," Evolution. 2 187 - 188 1948.
- Sturtevant, A.H. "Experiments in Sex Recognition and the Problem of Sexual Selection in *Drosophila*," J. Animal Behavior. 5 351 - 366, 1915.
- Tan, C.C. "Genetics of Sexual Isolation between *D. pseudoobscura* and *D. persimilis*," Genetics. 31 558 - 573, 1946.
- Toranathumkul, T. A Study of Electromorph in the *Drosophila kikkawai* complex Master Thesis, Mahidol University, 1983. 109 pp.
- Tripakvasin, A. Karyotypic Variation in the *Drosophila kikkawai* complex. Master Thesis, Mahidol University, 1983. 58 pp.
- Tsacas, L. and David, J. "Systematics and Biography of *Drosophila kikkawai* complex with Descriptions of New Species (Diptera Drosophilidae)," Annls. Soc. Ent. Fr. (N.S.) 13 675 - 693, 1977.
- Wakahama, K., Kitakawa, O. and Kastritsis, C.D. "Chromosomal Variations and The Sexual Isolation in *Drosophila nasuta* complex., Proc. 12th Int. Cong. Genet. (Tokyo), 1 - 329, 1968.
- Wasserman, M. and Keefer H.F. "Phylogenetic Relationships among *Drosophila longicornis*, *D. propachuca* and *D. pachuca* a Triad of Sibling Species," Genetics 87 557 - 568, 1977.
- Wheeler, M.R. and Kambysellis, M.P. "Notes on the Drosophilidae (Diptera) of Samoa," Scud Genetic. III. Univ. of Texas. Publ. 6615 533 - 563, 1966.
- Winge, H. "New Races of *Drosophila willistoni* Sibling Species," Proc. 12th Int. Cong. Genet. (Tokyo), 1 320, 1968.

ကာလအတွက်

ภาคผนวก ก.

จำนวนลูกผสมรุ่นแรก (F_1) ของแมลงหวี่ D. leontia 6 สายพันธุ์

จำนวนลูกผสมรุ่นแรก (F_1) ของแมลงหวี่ D. leontia 6 สายพันธุ์

กลุ่ม	สายพันธุ์พ่อแม่ที่ใช้เป็นลูกผสม		จำนวนครั้ง ในการผสมพันธุ์	จำนวนลูกผสม ตัว		จำนวนลูกผสมรุ่นแรก (F_1)		จำนวนลูกผสมรุ่นแรก (F_1) เฉลี่ยต่อแม่ 1 ตัว
	ตัวเมีย	ตัวผู้		1	2	ตัวเมีย	ตัวผู้	
กลุ่มทดลอง								
1	CM3	P-1	3	10		252	249	16.70 ± 3.04
2	CM3	SK9	3	10		244	189	14.43 ± 2.25
3	CM3	K18	3	10		693	669	46.07 ± 6.18
4	CM3	K19	3	10		373	534	23.57 ± 5.10
5	CM3	K22	3	10		300	239	17.97 ± 2.00

(ต่อ)

กลุ่ม	สายพันธุ์พ่อแม่ที่ใช้ในการผสม		จำนวนคู่ผสม ต่อ 1 ขวดอาหาร	จำนวนครั้ง ในการผสมพันธุ์	จำนวนลูกผสมรุ่นแรก (F ₁)		จำนวนลูกผสมรุ่นแรก (F ₁) เฉลี่ยต่อแม่ 1 ตัว
	ตัวเมีย	ตัวผู้			ตัวเมีย	ตัวผู้	
กลุ่ม - ทดลอง							
5	PK1	CH3	10	3	311	277	19.50 ± 0.66
7	PK1	SK9	10	3	502	164	32.20 ± 4.92
8	PK1	K18	10	3	533	491	34.13 ± 4.83
9	PK1	K19	10	3	498	492	33.00 ± 3.24
10	PK1	K22	10	3	576	513	36.30 ± 2.08

(ต่อ)

กลุ่ม	สายพันธุ์ไก่ที่ใช้เป็นต้นแบบ		จำนวนผู้ผสม ต่อ 1 ภาชนะ	จำนวนตัว ในการผสม	จำนวนลูกผสมรุ่นแรก (F ₁)		จำนวนลูกผสมรุ่นแรก (F ₁) เฉลี่ยต่อแม่ 1 ตัว
	ตัวเมีย	ตัวผู้			ตัวเมีย	ตัวผู้	
กลุ่มทดลอง							
11	SK9	CM3	10	3	212	188	13.33 ± 1.75
12	SK9	PK1	10	3	154	403	28.57 ± 2.46
13	SK9	K18	10	3	410	401	27.03 ± 5.99
14	SK9	K19	10	3	662	551	40.43 ± 3.92
15	SK9	K22	10	3	556	506	35.53 ± 0.42

(ต่อ)

กลุ่ม	สายพันธุ์พ่อแม่ที่ใช้เป็นต้นผสม		จำนวนกลุ่มผสม ต่อ 1 ขวดอาหาร	จำนวนครั้ง ในการผสมพันธุ์	จำนวนผลผสมรุ่นแรก (F ₁)		จำนวนลูกผสมรุ่นแรก (F ₁) เฉลี่ยต่อแม่ 1 ตัว
	ตัวเมีย	ตัวผู้			ตัวเมีย	ตัวผู้	
กลุ่มทดลอง							
	K18	CM3	10	3	599	612	40.37 ± 5.68
	K18	PK1	10	3	446	369	27.17 ± 2.75
	K18	SK9	10	3	406	406	27.07 ± 3.52
	K18	K19	10	3	603	554	38.57 ± 3.20
	K18	K22	10	3	233	241	15.90 ± 2.33

(ต่อ)

กลุ่ม	สายพันธุ์พ่อแม่ที่ใช้เป็นคู่ผสม		จำนวนคู่ผสม ต่อ	จำนวนครั้ง ในการผสม	จำนวนลูกผสมรุ่นแรก (F ₁)		จำนวนลูกผสมรุ่นแรก (F ₁) เฉลี่ยต่อแม่ 1 ตัว
	ตัวเมีย	ตัวผู้			ตัวเมีย	ตัวผู้	
กลุ่มทดลอง							
21	K19	CM3	10	3	545	495	34.67 ± 2.15
22	K19	PK1	10	3	359	351	23.67 ± 2.68
23	K19	SM9	10	3	588	531	37.63 ± 4.75
24	K19	K18	10	3	682	632	44.47 ± 1.14
25	K19	K22	10	3	460	445	30.17 ± 2.29

(ต่อ)

กลุ่ม	จ่ายพันธุ์พ่อแม่ที่ใช้เป็นคู่ผสม		จำนวนคู่ผสม ต่อ 1 ซวอาหาร	จำนวนตรัง ในการผสมพันธุ์	จำนวนลูกผสมรุ่นแรก (F ₁)		จำนวนลูกผสมรุ่นแรก (F ₁) เฉลี่ยต่อแม่ 1 ตัว
	ตัวเมีย	ตัวผู้			ตัวเมีย	ตัวผู้	
กลุ่มทดลอง							
26	K22	CM3	10	3	377	353	24.33 ± 2.10
27	K22	PK1	10	3	553	476	34.30 ± 1.10
28	K22	SK9	10	3	508	481	32.97 ± 4.21
29	K22	K18	10	3	559	509	35.60 ± 3.0
30	K22	K19	10	3	56	402	28.60 ± 3.43

(ต่อ)

กลุ่ม	สายพันธุ์พ่อแม่ที่ใช้เป็นคู่ผสม		จำนวนคู่ผสม ต่อ	จำนวนครั้ง ในการผสมพันธุ์	จำนวนลูกผสมรุ่นแรก (F ₁)		จำนวนลูกผสมรุ่นแรก (F ₁) เฉลี่ยต่อแม่ 1 ตัว
	ตัวเมีย	ตัวผู้			ตัวเมีย	ตัวผู้	
กลุ่ม 2-กลุ่ม							
31	CM3	C'3	10	3	1217	1189	80.20 ± 3.68
32	PK1	PK1	10	3	816	765	52.70 ± 2.11
33	SK9	SK9	10	3	1218	1220	83.26 ± 2.88
34	K18	K18	10	3	1025	996	67.37 ± 4.21
35	K19	K19	10	3	933	952	64.50 ± 3.14
36	K22	K22	10	3	947	893	61.33 ± 3.40
							54

ภาคผนวก ข.

จำนวนลูกผสมรุ่นที่ 2 (F_2) ของแมลงหวี่ D. leontia 6 สายพันธุ์

จำนวนลูกผสมรุ่นที่ 2 (F_2) ของแมลงหวี่ D. leontia 6 สายพันธุ์

กลุ่ม	สายพันธุ์ลูกผสมรุ่นแรก (F_1) ที่ผสมกันเอง (self-cross)	จำนวนคู่ผสม ตัว 1 ขาวอาหาร	จำนวนครั้ง ในการผสมพันธุ์	จำนวนลูกผสมรุ่นที่ 2 (F_2)		จำนวนลูกผสมรุ่นที่ 2 (F_2) เฉลี่ยก่อนแม่ 1 ตัว
				ตัวเมีย	ตัวผู้	
1	(CM3 - PK1)	10	3	167	177	11.07 ± 1.72
2	(CM3 - SK9)	10	3	152	156	10.27 ± 1.76
3	(CM3 - K18)	10	3	513	480	33.10 ± 9.26
4	(CM3 - K19)	10	3	247	219	15.53 ± 1.62
5	(CM3 - K22)	10	3	219	171	13.00 ± 1.07

(ต่อ)

กลุ่ม	สายพันธุ์ผสมรุ่นแรก (F_1) ที่ผสมกันเอง (Self-cross)	จำนวนกลุ่มผสม ต่อ 1 ขวดอาหารในการผสมพันธุ์	จำนวนตรง	จำนวนลูกผสมรุ่นที่ 2 (F_2)		จำนวนลูกผสมรุ่นที่ 2 (F_2) เฉลี่ยต่อแม่ 1 ตัว
				ตัวเมีย	ตัวผู้	
6	(PK1 - CM3)	10	3	237	213	15.00 ± 0.81
7	(PK1 - SK9)	10	3	449	441	29.67 ± 7.27
8	(PK1 - K13)	10	3	434	404	27.93 ± 4.83
9	(PK1 - K19)	10	3	516	522	34.60 ± 1.10
10	(PK1 - K22)	10	3	592	523	37.17 ± 3.15

(ต่อ)

กลุ่ม	สายพันธุ์ลูกผสมรุ่นแรก (F_1) ที่ผสมกันเอง (self-cross)	จำนวนคู่ผสม ต่อ 1 ซวคอาหาร	จำนวนตรัง ในการผสมพันธุ์	จำนวนลูกผสมรุ่นที่ 2 (F_2)		จำนวนลูกผสมรุ่นที่ 2 (F_2) เฉลี่ยต่อแม่ 1 ตัว
				ตัวเมีย	ตัวผู้	
11	(SK9 - CM3)	10	3	151	144	9.83 ± 3.19
12	(SK9 - PK1)	10	3	442	391	27.87 ± 3.48
13	(SK9 - K18)	10	3	293	296	19.63 ± 2.38
14	(SK9 - K19)	10	3	452	429	30.70 ± 5.77
15	(SK9 - K22)	10	3	580	606	39.53 ± 3.14

(ต่อ)

กลุ่ม	สายพันธุ์ผสมรุ่นแรก (F_1) ผสมกันเอง (Self-cross)	จำนวนคู่ผสม ต่อ 1 ชาวตาหาร	จำนวนครั้ง ในการผสมพันธุ์	จำนวนลูกผสมรุ่นที่ 2 (F_2)		จำนวนลูกผสมรุ่นที่ 2 (F_2) เฉลี่ยต่อแม่ 1 ตัว
				ตัวเมีย	ตัวผู้	
16	(K18 - C13)	10	3	621	612	11.10 ± 3.40
17	(K18 - P41)	10	3	413	116	27.63 ± 3.66
18	(K18 - SK9)	10	3	263	235	16.60 ± 4.51
19	(K18 - K19)	10	3	413	378	26.37 ± 4.22
20	(K18 - K22)	10	3	393	396	25.23 ± 5.47

(ต่อ)

กลุ่ม	สายพันธุ์ลูกผสมรุ่นแรก (F_1) ผสมกันเอง (Self-cross)	จำนวนคู่ผสม ตัว	จำนวนตรง ในการผสมพันธุ์	จำนวนลูกผสมรุ่นที่ 2 (F_2)		จำนวนลูกผสมรุ่นที่ 2 (F_2) เฉลี่ยต่อแม่ 1 ตัว
				ตัวเมีย	ตัวผู้	
21	(K19 - CI3)	10	3	246	234	16.00 ± 3.55
22	(K19 - PR1)	10	3	570	520	36.33 ± 5.38
23	(K19 - SK9)	10	3	446	371	27.23 ± 4.24
24	(K19 - K18)	10	3	424	396	27.33 ± 1.00
25	(K19 - K22)	10	3	477	479	31.97 ± 3.79

(ต่อ)

กลุ่ม	สายพันธุ์ลูกผสมรุ่นแรก (F ₁) ผสมกันเอง (Self-cross)	จำนวนคู่ผสม ต่อ 1 ขวดอาหาร	จำนวนทรง ในการผสมพันธุ์	จำนวนลูกผสมรุ่นที่ 2 (F ₂)		จำนวนลูกผสมรุ่นที่ 2 (F ₂) เฉลี่ยต่อแม่ 1 ตัว
				ตัวเมีย	ตัวผู้	
25	(K22 - C13)	10	3	246	211	15.23 ± 3.49
27	(K22 - P41)	10	3	489	481	32.33 ± 7.38
28	(K22 - SK9)	10	3	507	452	32.17 ± 3.03
29	(K22 - K18)	10	3	398	322	24.00 ± 0.33
30	(K22 - K19)	10	3	437	360	26.57 ± 2.20

ภาคผนวก ค

เปรียบเทียบการเลือกคู่ผสมพันธุ์ของแมลงหวี่ D. leontia 6 สายพันธุ์

เปรียบเทียบการเลือกคู่ผสมพันธุ์ของแมลงหวี่ D. Leontia จำนวน 6 สายพันธุ์

A. การเลือกคู่ผสมพันธุ์ โดยใช้สายพันธุ์ตัวผู้จากเชียงใหม่ กับ

1 สายพันธุ์ตัวเมียจาก เชียงใหม่ และ ภูเก็ต

	+	-	รวม
Hom.	92	8	100
Het.	72	30	102
รวม	164	38	202

$$\chi^2 = 1.4 + 6.2 + 1.4 + 6.1 = 15.1$$

$$P = <.001$$

2. สายพันธุ์ตัวเมียจาก เชียงใหม่ และ สงขลา

	+	-	รวม
Hom.	90	12	102
Het.	58	41	99
รวม	148	53	201

$$\chi^2 = 3.0 + 8.3 + 3.1 + 8.5 = 22.9$$

$$P = <.001$$

3. สายพันธุ์ตัวเมียจาก เชียงใหม่ และ กาญจนบุรี

	+	-	รวม
Hom.	94	11	105
Het	92	9	101
รวม	186	20	206

$$\chi^2 = 0.006 + 0.06 + 0.007 + 0.06 = 0.14$$

$$P = >.20$$

4. สายพันธุ์ตัวเมียจาก เชียงใหม่ และ ระนอง

	+	-	รวม
Hom	95	5	100
Het	91	7	98
รวม	186	12	198

$$\chi^2 = 0.01 + 0.2 + 0.01 + 0.2 = 0.42$$

$$P = >.20$$

5 สายพันธุ์ตัวเมียจาก เชียงใหม่ และ หาดสัมปaign (ระนอง)

	+	-	รวม
Hom.	93	10	103
Het.	85	16	101
รวม	178	26	204

$$\chi^2 = 0.1 + 0.7 + 0.1 + 0.8 = 1.70$$

$$P = < .20$$

B. การเลือกคู่ผสมพันธุ์ โดยสายพันธุ์ตัวผู้จาก ภูเก็ต กับ

1 สายพันธุ์ตัวเมียจาก ภูเก็ต และ เชียงใหม่

	+	-	รวม
Hom.	88	15	103
Het	69	31	100
รวม	157	46	203

$$\chi^2 = 0.9 + 3.0 + 0.9 + 3.0 = 7.8$$

$$P = < .01$$

2. สายพันธุ์ตัวเมียจาก ภูเก็ต และ สงขลา

	+	-	รวม
Hom.	85	15	100
Het.	89	11	100
รวม	174	26	200

$$\chi^2 = 0.1 + 0.3 + 0.1 + 0.3 = 0.8$$

$$P = > 20$$

3. สายพันธุ์ตัวเมียจาก ภูเก็ต และ กาญจนบุรี

	+	-	รวม
Hom.	80	24	104
Het.	87	12	99
รวม	167	36	203

$$\chi^2 = 1.2 + 1.7 + 0.4 + 1.8 = 5.1$$

$$P = < .05$$

4 สายพันธุ์ตัวเมียจาก ภูเก็ต และ ระนอง

	+	-	รวม
Hom.	83	17	100
Het.	92	7	99
รวม	175	24	199

$$\chi^2 = 0.3 + 2.0 + 0.3 + 2.0 = 4.6$$

$$P = < .05$$

5 สายพันธุ์ตัวเมียจาก ภูเก็ต และหาดส้มแป้น (ระนอง)

	+	-	รวม
Hom.	81	18	99
Het.	89	10	99
รวม	170	28	198

$$\chi^2 = 0.2 + 1.1 + 0.2 + 1.1 = 2.6$$

$$P = < .20$$

c. การเลือกคู่ผสมพันธุ์ โดยใช้สายพันธุ์ตัวผู้จากสงขลา กับ

1 สายพันธุ์ตัวเมียจาก สงขลา และ เชียงใหม่

	+	-	รวม
Hom	96	5	101
Het	75	25	100
รวม	171	30	201

$$\chi^2 = 1.2 + 6.8 + 1.2 + 6.9 = 16.1$$

$$P = <.001$$

2 สายพันธุ์ตัวเมียจาก สงขลา และ

	+	-	รวม
Hom.	100	5	105
Het	93	5	98
รวม	193	10	203

$$\chi^2 = 0.000 + 0.007 + 0.000 + 0.008 = 0.02$$

$$P = >.20$$

3 สายพันธุ์ตัวเมียจาก สงขลา และ ภาณุพนบุรี

	+	-	รวม
Hom	94	3	102
Het	86	14	100
รวม	180	22	202

$$\chi^2 = 0.1 + 0.9 + 0.1 + 0.9 = 2.0$$

$$P = < 20$$

4. สายพันธุ์ตัวเมียจาก สงขลา กับ ระนอง

	+	-	รวม
Hom.	97	3	100
Het.	95	5	100
รวม	192	8	200

$$\chi^2 = 0.001 + 0.25 + 0.001 + 0.25 = 0.50$$

$$P = > .20$$

2. สายพันธุ์ตัวเมียจาก กาญจนบุรี และ ภูเก็ต

	+	-	รวม
Hom.	95	8	107
Het.	82	20	102
รวม	181	28	209

$$\chi^2 = 0.4 + 2.8 + 0.5 + 2.9 = 6.6$$

$$P = < .01$$

3. สายพันธุ์ตัวเมียจาก กาญจนบุรี และ สงขลา

	+	-	รวม
Hom.	93	7	100
Het.	79	20	99
รวม	172	27	199

$$\chi^2 = 0.5 + 3.2 + 0.5 + 3.3 = 7.5$$

$$P = < .01$$

5. สายพันธุ์ตัวเมียจาก สงขลา และ หาดสิงห์ (ระนอง)

	+	-	รวม
Hom.	9	2	106
Het.	94	8	102
รวม	192	16	208

$$\chi^2 = 0.0001 + 0.001 + 0.0004 + 0.005 = 0.007$$

$$P = >.20$$

D. การเลือกคู่ผสมพันธุ์ โดยใช้สายพันธุ์ตัวผู้จากกาญจนบุรี กับ

1. สายพันธุ์ตัวเมียจาก กาญจนบุรี และ เชียงใหม่

	+	-	รวม
Hom.	97	8	105
Het	95	3	98
รวม	192	11	203

$$\chi^2 = 0.05 + 0.9 + 0.06 + 1.0 = 2.0$$

$$P = <.20$$

4 สายพันธุ์ตัวเมียจาก กาญจนบุรี และ ระนอง

	+	-	รวม
Hom.	96	8	104
Het.	90	13	103
รวม	186	21	207

$$\chi^2 = 0.1 + 0.6 + 0.1 + 0.7 = 1.5$$

$$P = >.20$$

5 สายพันธุ์ตัวเมียจาก กาญจนบุรี และ หาดสำเภา (ระนอง)

	+	-	รวม
Hom.	95	4	99
Het.	88	9	97
รวม	183	13	196

$$\chi^2 = 0.1 + 1.0 + 0.1 + 1.1 = 2.3$$

$$P = <.20$$

๕. การเลือกคู่ผสมพันธุ์ โดยใช้สายพันธุ์ตัวผู้จาก ระนอง กับ

1 สายพันธุ์ตัวเมียจาก ระนอง และ เชียงใหม่

	+	-	รวม
Hom.	94	11	105
Het.	77	22	99
รวม	171	33	204

$$\chi^2 = 0.4 + 2.1 + 0.4 + 2.3 = 5.2$$

$$P = < 05$$

2. สายพันธุ์ตัวเมียจาก ระนอง และ ภูเก็ต

	+	-	รวม
Hom.	98	1	99
Het.	91	7	98
รวม	189	8	197

$$\chi^2 = 0.1 + 2.25 + 0.1 + 2.25 = 4.7$$

$$P = < .05$$

3 สายพันธุ์ตัวเมียจาก ระนอง และ สงขลา

	+	-	รวม
Hom	91	6	100
Het	92	6	98
รวม	186	12	198

$$\chi^2 = 0.0001 + 0.001 + 0.0001 + 0.001 = 0.0022$$

$$P = >.20$$

4. สายพันธุ์ตัวเมียจาก ระนอง และ กาญจนบุรี

	+	-	รวม
Hom	97	5	102
Het	85	15	100
รวม	182	20	202

$$\chi^2 = 0.3 + 2.6 + 0.3 + 2.6 = 5.8$$

$$P = <.05$$

5 สายพันธุ์ตัวเมียจาก ระนอง และ หาดส้มแป้น (ระนอง)

	+	-	รวม
Hcm	95	12	107
Het.	91	11	102
รวม	186	23	209

$$x^2 = 0.0004 + 0.003 + 0.0001 + 0.003 = 0.0068$$

$$P = >.20$$

F. การเลือกคู่ผสมพันธุ์ โดยใช้สายพันธุ์ตัวผู้จากหาดส้มแป้น (ระนอง) กับ

1. สายพันธุ์ตัวเมียจาก หาดส้มแป้น (ระนอง) และ เขียงใหม่

	+	-	รวม
Hom.	98	11	109
Het.	84	14	98
รวม	182	25	207

$$x^2 = 0.05 + 0.36 + 0.06 + 0.41 = 0.88$$

$$P = >.20$$

2 สายพันธุ์ตัวเมียจาก หาดส้มแป้น (ระนอง) และ ภูเก็ต

	+	-	รวม
Hom.	95	8	103
Het.	88	14	102
รวม	183	22	205

$$\chi^2 = 0.1 + 0.9 + 0.1 + 0.9 = 2.0$$

$$P = < .20$$

3 สายพันธุ์ตัวเมียจาก หาดส้มแป้น (ระนอง) และ สงขลา

	+	-	รวม
Hom	95	10	105
Het.	82	15	97
รวม	177	25	202

$$\chi^2 = 0.1 + 0.7 + 0.1 + 0.8 = 1.7$$

$$P = < .20$$

4. สายพันธุ์ตัวเมียจาก หาดส้มแป้น (ระนอง) และ กาญจนบุรี

	+	-	รวม
Hom.	93	8	101
Het.	80	23	103
รวม	173	31	204

$$\chi^2 = 0.6 + 3.5 + 0.6 + 3.4 = 8.1$$

$$P = < .01$$

5 สายพันธุ์ตัวเมียจาก หาดส้มแป้น (ระนอง) และ ระนอง

	+	-	รวม
Hom.	94	5	99
Het.	92	6	98
รวม	186	11	197

$$\chi^2 = 0.002 + 0.1 + 0.002 + 0.1 = 0.2$$

$$P = > .20$$

ภาคผนวก ง

สรุปผลการเลือกคู่ผสมพันธุ์ และ ครรชนีการ ปรากฏออกจากรังทางเพศ
ของแมลงหวี่ D. leontia ๖ สายพันธุ์

ตารางสรุป แสดงจำนวนเปอร์เซ็นต์ของการเลือกผู้สมัครผู้ ของแต่ละทวี D. leontia 6 สายพันธุ์

สายพันธุ์	CH3	PK1	SH9	K18	K19	K22
สายพันธุ์	CH3	PK1	SH9	K18	K19	K22
CH3		92.0-70.6**	88.2-58.6**	89.5-91.1	95.0-92.9	90.3-84.2
PK1	95.4-69.0**		95.0-89.0	76.9-87.9	83.0-92.9	81.8-89.9
SH9	95.1-75.0*	95.2-94.9		92.2-86.0	97.0-95.0	92.5-92.2
K18	92.4-96.9	92.5-80.4*	93.0-79.8**		92.4-87.4	96.0-90.7
K19	89.5-77.8*	99.0-92.9	94.0-93.9	95.1-85.0*		88.8-89.2
K22	89.9-85.7	92.2-86.3	90.5-84.5	92.1-77.7	95.0-93.9	

เลขจำนวนแรก คือ เปอร์เซนต์ของการผสมภายในสายพันธุ์

เลขจำนวนหลัง คือ เปอร์เซนต์ของการผสมต่างสายพันธุ์

* มีนัยสำคัญที่ระดับ .05

** มีนัยสำคัญที่ระดับ .01

SA	CH3	PK1	SK9	K18	K19	K22
CH3		0.13	0.22	0.01	0.02	0.05
PK1	0.12		-0.02	-0.04	-0.05	-0.05
SK9	0.12	0.04		0.04	0.01	0.02
K18	0.01	0.09	0.03		0.03	0.04
K19	0.50	0.04	0.01	0.07		0.02
K22	0.02	0.04	0.07	0.08	0.01	