

การวิเคราะห์ทางเคมีโพลีเมอร์ของผึ้ง *Apis florea* Fabricius, 1787
ในประเทศไทย

นางสาวทรงสิทธิ์ ไชยวงศ์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาสัตววิทยา ภาควิชาชีววิทยา

คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2544

ISBN 974-17-0213-2

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การวิเคราะห์ทางมอร์โฟเมตริกของผึ้งมัม *Apis florea* Fabricius, 1787
ในประเทศไทย

นางสาวพรรณนีย์ ไชยวงศ์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาสัตววิทยา ภาควิชาชีววิทยา
คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2544
ISBN 974-17-0213-2
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

MORPHOMETRIC ANALYSIS OF THE DWARF HONEY BEE
***Apis florea* Fabricius, 1787 IN THAILAND**

Miss Thadsanee Chaiyawong

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science in Zoology

Department of Biology
Faculty of Science
Chulalongkorn University

Academic Year 2001
ISBN 974-17-0213-2

หัวข้อวิทยานิพนธ์

การวิเคราะห์ทางมอร์โฟเมตริกของผึ้งมัม *Apis florea* Fabricius, 1787
ในประเทศไทย

โดย

นางสาวพรรณนีย์ ไชยวงศ์

สาขาวิชา

สัตววิทยา

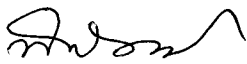
อาจารย์ที่ปรึกษา

ศาสตราจารย์ ดร. สิริวัฒน์ วงษ์ศิริ

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

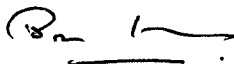
อาจารย์ ดร. สุรรัตน์ เตียววานิชย์

คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยรับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโท



รองคณบดีฝ่ายบริหาร
(รองศาสตราจารย์ ดร. พิชัน การเที่ยง) รักษาการแทนคณบดีคณะวิทยาศาสตร์

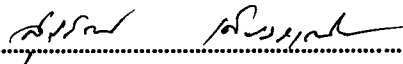
คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์



ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ จรียา เล็กประยูร)



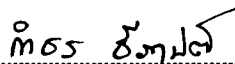
อาจารย์ที่ปรึกษา
(ศาสตราจารย์ ดร. สิริวัฒน์ วงษ์ศิริ)



อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(อาจารย์ ดร. สุรรัตน์ เตียววานิชย์)



กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ สีม่า ชัยสวัสดิ์)



กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กังธร ธีรคุปต์)

BR1-144007

พรรณานิย์ ไชยวงศ์ : การวิเคราะห์ทางมอร์โฟเมตริกของผึ้งมัม *Apis florea* Fabricius, 1787 ในประเทศไทย. (MORPHOMETRIC ANALYSIS OF THE DWARF HONEY BEE *Apis florea* Fabricius, 1787 IN THAILAND) อ. ที่ปรึกษา : ศ. ดร. สิริวัฒน์ วงษ์ศิริ, อ. ที่ปรึกษาร่วม : อ. ดร. สุรรัตน์ เตียววานิชย์ จำนวนหน้า 108 หน้า. ISBN 974-17-0213-2.

ผึ้งมัม *Apis florea* Fabricius, 1787 เป็นผึ้งพื้นเมืองชนิดหนึ่งของประเทศไทย ซึ่งมีการศึกษาทางด้านมอร์โฟเมตริกน้อยมาก การศึกษาครั้งนี้ได้สุ่มเก็บตัวอย่างผึ้งงานจากรังผึ้งมัมที่อยู่ในพื้นที่ต่าง ๆ ของประเทศไทยจำนวน 50 รัง ๆ ละ 15 ตัว เก็บรักษาด้วยอย่างในแอลกอฮอล์เข้มข้น 70 เปอร์เซ็นต์เพื่อการผ่าตัด เลือกผ่าตัดส่วนต่าง ๆ ที่ใช้ศึกษาลักษณะ 9 ชนิดได้แก่ โพรบอสซิส หนวด ปีกหน้า ปีกหลัง ขาหลัง สเตอร์ไนต์ที่ 3 และ 6 และเทอร์โกดที่ 3 และ 4 ตัดตัวอย่างบนสไลด์ วัดขนาดความกว้าง ความยาวและมุมของลักษณะที่ศึกษา 22 ลักษณะภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอและบันทึกภาพลงในคอมพิวเตอร์

ผลการวิเคราะห์ปัจจัยพบว่า มี 14 ลักษณะที่ถูกคัดเลือกเป็นปัจจัยใหม่ได้ 4 กลุ่ม คือ ปัจจัยที่ 1 มีความสัมพันธ์กับความยาวลำตัว ขาหลังและหนวด ปัจจัยที่ 2 มีความสัมพันธ์กับความยาวเส้นปีกหน้าและปีกหน้า ปัจจัยที่ 3 มีความสัมพันธ์กับจำนวนฮามูไลและขนาดมุมที่ 37 และปัจจัยที่ 4 มีความสัมพันธ์กับขนาดมุมที่ 34 ผลการวิเคราะห์ปัจจัยและการจำแนกกลุ่มโดยใช้ลักษณะทางสัณฐานวิทยาทั้ง 22 ลักษณะ พบว่าไม่สามารถจำแนกกลุ่มตัวอย่างผึ้งมัมได้ แต่สามารถจำแนกตัวอย่างผึ้งมัมจากหมู่เกาะออกจากแผ่นดินใหญ่ของประเทศไทยได้จากลักษณะทางสัณฐานวิทยา 4 ลักษณะ ได้แก่ forewing-length of radial cell (RCL) length of metatarsus (ML) total length of 3rd sternite (SL3) และ total length of antenna (AL) โดยการใช้การทดสอบเปรียบเทียบเชิงซ้อนด้วยสถิติ Student-Newman-Keuls ซึ่งอาจจะอธิบายได้จากเหตุผลที่ผึ้งมัมมีพฤติกรรมการอพยพตามฤดูกาล การแยกรังและการหนีรังค่อนข้างสูง ทำให้ผึ้งมัมมีการแพร่กระจายในธรรมชาติอย่างรวดเร็วและครอบคลุมทั่วทั้งประเทศมากกว่าการจำกัดอยู่ภายในท้องถิ่น

ภาควิชา ชีววิทยา

สาขาวิชา สัตววิทยา

ปีการศึกษา 2544

ลายมือชื่อนิสิต

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

นางสาว อรุณ

นางสาว อรุณ

นางสาว อรุณ

##4172296523 : MAJOR ZOOLOGY

KEY WORD: dwarf honey bee / *Apis florea* / morphometric analysis / Thailand

THADSANEE CHAIYAWONG : MORPHOMETRIC ANALYSIS OF THE DWARF HONEY BEE *Apis florea* Fabricius, 1787 IN THAILAND. THESIS ADVISOR : PROF. SIRIWAT WONGSIRI, Ph.D., THESIS CO-ADVISOR : LECTURER SUREERAT DEOWANISH, D.Agr., 108 pp. ISBN 974-17-0213-2.

Apis florea Fabricius, 1787 is a native honey bee species of Thailand. Little data on morphometric analysis of this species has been reported. Worker bees of *A. florea* from different location of Thailand were randomly collected with fifteen bees per colony from fifty colonies. These bees were preserved in 70% alcohol until they were dissected. The nine body parts selected were: proboscis, antenna, forewing, hindwing, hind leg, the third and sixth sternites, and the third and fourth tergites. These parts were mounted on slides. The measurements of width, length and angle of 22 characters were carried out using a stereo microscope and recorded into a computer.

Factor analysis selected 14 characters of worker bees into four factors. Factor 1: characters associated with the size, hind leg and antenna of the honey bees; Factor 2: length of wing venation and forewing; Factor 3: number of hamuli and angle 37 of venation; and Factor 4: angle 34 of venation. The results of factor and cluster analyses using 22 characters revealed *A. florea* of Thailand distributed into one group. Only 4 characters; forewing-length of radial cell (RCL) length of metatarsus (ML) total length of 3rd sternite (SL3) and total length of antenna (AL) can be used to separate *A. florea* of Islands from the mainland samples by Student-Newman-Keuls Statistics. This might be explained from the behavior of *A. florea*, such as the seasonal migration, swarming, and absconding, that they distribute very widely and rapidly throughout the country, rather than restricting to local populations.

Department	Biology	Student's signature	Thadsanee Chaiyawong
Field of study	Zoology	Advisor's signature	Siriwat Wongsiri
Academic year	2001	Co-advisor's signature	Sureerat Deowanish

กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณ ศาสตราจารย์ ดร. สิริวัฒน์ วงษ์ศิริ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ อาจารย์ ดร. สิริวัฒน์ เตียววานิชย์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม เป็นอย่างสูงที่ได้ให้คำปรึกษา คำแนะนำ ตลอดจนการสนับสนุนในด้านต่าง ๆ และช่วยแก้ไขข้อบกพร่องของวิทยานิพนธ์ให้ถูกต้องและสมบูรณ์ ตั้งแต่เริ่มต้นจนกระทั่งสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

กราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ จริยา เล็กประยูร ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ สีมา ชัยสวัสดิ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กำธร อีร์คุตต์ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำและตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ให้ถูกต้องและสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

กราบขอบพระคุณอาจารย์ ดร. ศุภิชัย ตั้งใจตรง ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อัจฉราภรณ์ เปี่ยมสมบูรณ์ และอาจารย์ อัมมิกา หรหมทอง ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำและความอนุเคราะห์ในการใช้สถานที่และเครื่องมือ จนกระทั่งสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

กราบขอบพระคุณ Prof. Dr. Randall Hepburn Dr. Allen Sylvester ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นันทนา คชเสนี อาจารย์เล็ก และอาจารย์ยุคล ทองตัน อาจารย์ ดร. วันดี และอาจารย์เดช วัฒนชัยยิ่งเจริญ อาจารย์ ดร. กันทิมา สุวรรณพงศ์ อาจารย์ธงชัย งามประเสริฐวงศ์ นายสุรัช และนางวริษา ลิพิทักษ์รัตน์ และนายบุญมี กวินเสกสรรค์ ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา คำแนะนำและการสนับสนุนในด้านต่าง ๆ อันเป็นประโยชน์ในการศึกษาเป็นอย่างยิ่ง

ขอบพระคุณนางสาวสุชีรา อินทร์ศวร นางสาวปิยมาศ นานอก นายวชิระ กิตติมงคลดี นางสาวทิพย์วรรณ สรรพสิทธิ์ นางสุภาภรณ์ กิจจินดา ตลอดจนพี่ ๆ เพื่อน ๆ และน้อง ๆ รวมทั้งเจ้าหน้าที่ในภาควิชาชีววิทยาและวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ซึ่งมีอาจจะกล่าวนามได้หมดทุกท่าน ที่กรุณาให้ความช่วยเหลือ อำนวยความสะดวก และให้กำลังใจ อันเป็นแรงผลักดันให้วิทยานิพนธ์สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอบพระคุณผู้ที่มีอาจจะกล่าวนามได้ ที่กรุณาให้ความช่วยเหลือ ความอนุเคราะห์ในการใช้สถานที่และอุปกรณ์ และอำนวยความสะดวกในการเก็บตัวอย่างจนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ผลการวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย (BRT) ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ T_144007

ขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัยและหน่วยวิจัยชีววิทยาของฝั่ง ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่เอื้อเฟื้อเงินทุนสนับสนุนการวิจัย ตลอดจนให้ความอนุเคราะห์ในการใช้สถานที่ วัสดุอุปกรณ์ และอำนวยความสะดวกในการทำวิจัยจนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ท้ายที่สุดนี้ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และญาติ ๆ ที่ให้ความรักและความเข้าใจอันมีค่ายิ่ง และให้การสนับสนุนในทุกด้านอย่างสม่ำเสมอมาโดยตลอด

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฌ
สารบัญภาพ.....	ญ
สารบัญกราฟ.....	ฎ
คำอธิบายตัวย่อ.....	ฐ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
บทที่ 2 สอบสวนเอกสาร.....	6
2.1 อนุกรมวิธานของผึ้ง.....	6
2.2 ชีวิตและสังคมของผึ้งทั่วไป.....	6
2.3 ชนิดของผึ้ง.....	8
2.4 ชีวิตวิทยาและการกระจายของผึ้งมีม.....	8
2.5 มอร์โฟเมตรี.....	10
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	11
บทที่ 3 วัสดุอุปกรณ์และวิธีการศึกษา.....	16
3.1 วัสดุอุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในภาคสนาม.....	16
3.2 วัสดุอุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ.....	16
3.3 วิธีการศึกษา.....	18
บทที่ 4 ผลการศึกษา.....	34
4.1 ผลการจำแนกกลุ่มตัวแปรด้วยสถิติ Factor Analysis.....	34
4.2 ผลการจำแนกกลุ่มตัวอย่างผึ้งมีมด้วยสถิติ Cluster Analysis.....	36
4.3 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบมีปัจจัยเดียว.....	46

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.4 ผลการเปรียบเทียบเชิงซ้อน.....	47
บทที่ 5 อภิปรายผลการศึกษา.....	53
บทที่ 6 สรุปผลการศึกษา.....	57
รายการอ้างอิง.....	59
ภาคผนวก.....	65
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....	108

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
1. แสดงจังหวัดและจำนวนรังของตัวอย่างผึ้งมัมเมื่อแยกตามบริเวณที่มีสภาพภูมิอากาศแตกต่างกันและหมู่เกาะ.....	20
2. แสดงจังหวัดและจำนวนรังของตัวอย่างผึ้งมัมเมื่อแยกตามบริเวณที่อยู่เหนือและใต้เส้นละติจูดที่ 12°N.....	21
3. แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความยาว RCL ของตัวอย่างผึ้งมัมตามสภาพภูมิอากาศและหมู่เกาะ.....	47
4. แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความยาว ARCL ของตัวอย่างผึ้งมัมตามสภาพภูมิอากาศและหมู่เกาะ.....	48
5. แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยขนาดมด AN37 ของตัวอย่างผึ้งมัมตามสภาพภูมิอากาศและหมู่เกาะ.....	48
6. แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความยาว FEL ของตัวอย่างผึ้งมัมตามสภาพภูมิอากาศและหมู่เกาะ.....	49
7. แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความยาว ML ของตัวอย่างผึ้งมัมตามสภาพภูมิอากาศและหมู่เกาะ.....	50
8. แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความยาว TL3 ของตัวอย่างผึ้งมัมตามสภาพภูมิอากาศและหมู่เกาะ.....	50
9. แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความยาว TL4 ของตัวอย่างผึ้งมัมตามสภาพภูมิอากาศและหมู่เกาะ.....	51
10. แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความยาว SL3 ของตัวอย่างผึ้งมัมตามสภาพภูมิอากาศและหมู่เกาะ.....	51
11. แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความยาว SL6 ของตัวอย่างผึ้งมัมตามสภาพภูมิอากาศและหมู่เกาะ.....	52
12. แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความยาว AL ของตัวอย่างผึ้งมัมตามสภาพภูมิอากาศและหมู่เกาะ.....	52

สารบัญภาพ

รูปภาพ	หน้า
1. แสดงภาพทางสัณฐานวิทยาของผึ้งเป็นครั้งแรก.....	2
2. แสดงภาพวาดการเก็บน้ำผึ้งใส่ภาชนะ.....	3
3. แสดงรังผึ้งมีม <i>A. florea</i> ที่นำมาขายในจังหวัดนครสวรรค์.....	3
4. แสดงลักษณะของผึ้ง 3 วรรณะ.....	7
5. แสดงการกระจายของผึ้งมีมจากทุกประเทศแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้จนถึง จีนตอนใต้.....	10
6. แสดงรังของผึ้งมีม <i>A. florea</i>	18
7. แผนที่ประเทศไทยแสดงตำแหน่งจังหวัดที่เก็บตัวอย่างผึ้งงานของผึ้งมีม.....	19
8. แสดงส่วนต่าง ๆ ของผึ้งที่ทำการผ่าตัด.....	22
9. แสดงหมวดผึ้งงานของผึ้งมีม.....	26
10. แสดงโพรบอสซิสผึ้งงานของผึ้งมีม.....	27
11. แสดงปีกหน้าผึ้งงานของผึ้งมีม.....	27
12. แสดงปีกหลังผึ้งงานของผึ้งมีม.....	28
13. แสดงฟีเมอร์และทิเบียผึ้งงานของผึ้งมีม.....	28
14. แสดงเมตาทาร์ซัสผึ้งงานของผึ้งมีม.....	29
15. แสดงสเตอร์ไนต์ที่ 3 ของผึ้งงานของผึ้งมีม.....	29
16. แสดงสเตอร์ไนต์ที่ 6 ของผึ้งงานของผึ้งมีม.....	30
17. แสดงเทอร์โกดที่ 3 ของผึ้งงานของผึ้งมีม.....	30
18. แสดงเทอร์โกดที่ 4 ของผึ้งงานของผึ้งมีม.....	31

สารบัญกราฟ (ต่อ)

กราฟ	หน้า
และหมู่เกาะ.....	44
15. กราฟเดนโตรแกรมแสดงการรวมกลุ่มตัวอย่างผึ้งมัมที่อยู่เหนือและใต้เส้นละติจูด ที่ 12°N.....	45

คำอธิบายตัวย่อ

RCL = forewing-length of radial cell

ARCL = length of apical portion of radial cell

FWL = length of forewing

AN34 = angle 34 of venation

AN35 = angle 35 of venation

AN37 = angle 37 of venation

BRVL = hindwing-length of basal portion of radial vein

NH = number of hamuli

VL = length of vannal lobe

FEL = hind leg-length of femur

TL = length of tibia

ML = length of metatarsus

TONGL = tongue-total length of tongue

LPL = length of labial palp

TL3 = abdomen-total length of 3rd tergite

DTL4 = length of dark band of 4th tergite

TL4 = total length of 4th tergite

WSL3 = length of wax mirror on 3rd sternite

SL3 = total length of 3rd sternite

SL6 = length or depth of 6th sternite

FL = antenna-length of flagellum

AL = total length of antenna

บทที่ 1

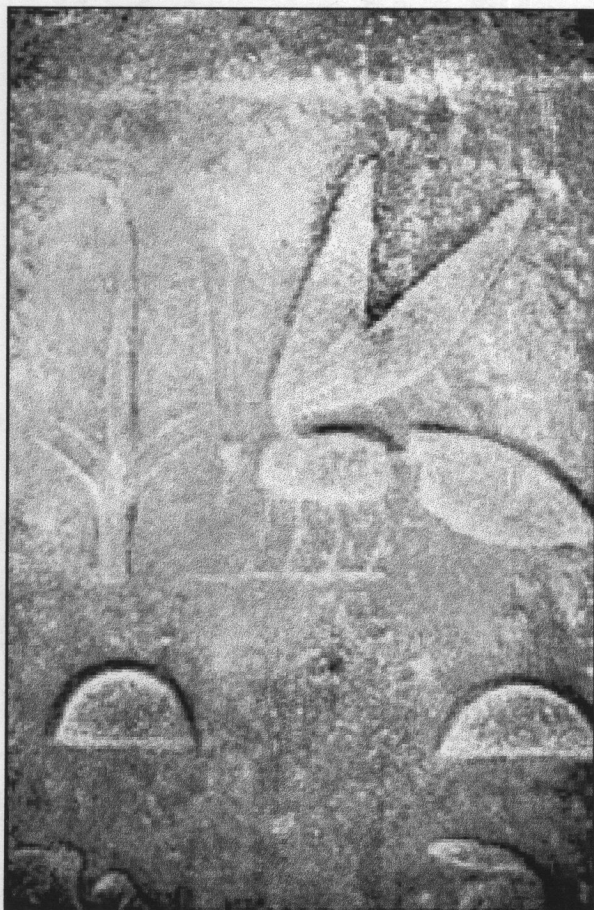
บทนำ

เรื่องราวเกี่ยวกับผึ้งและน้ำผึ้งเป็นที่รู้จักกันอย่างกว้างขวางตั้งแต่สมัยก่อนประวัติศาสตร์ จากหลักฐานภาพวาดบนผนังปิรามิดในประเทศอียิปต์ที่แสดงภาพทางสัณฐานวิทยาของผึ้งเป็นครั้งแรก (รูปภาพที่ 1) และการเก็บน้ำผึ้งใส่ภาชนะ ซึ่งเป็นภาพที่มีอายุประมาณ 3,000 ปีก่อนคริสตกักราชในสมัยของพระเจ้าเมนิส (Menes) ฟาโรห์ของประเทศอียิปต์ (รูปภาพที่ 2) (Crane, 1999) นอกจากนี้ผึ้งยังเป็นแมลงที่ถูกบันทึกเรื่องราวต่าง ๆ มากกว่าแมลงชนิดอื่น ๆ โดยนักจินตวิและนักปราชญ์โบราณ รวมทั้งถูกบันทึกในนิทานชาดกในศาสนาพุทธ หลายศตวรรษต่อมา มนุษย์ได้เห็นถึงความสำคัญจากประโยชน์ของผึ้งมากขึ้นทั้งในด้านการให้น้ำผึ้ง ไขผึ้ง และเป็นแมลงที่ช่วยในการผสมเกสร เป็นต้น (สิริวัฒน์ วงษ์ศิริ, สุริรัตน์ เดียววานิชย์ และคิรินันท์ เอี่ยมประภา, 2542; Crane, 1999)

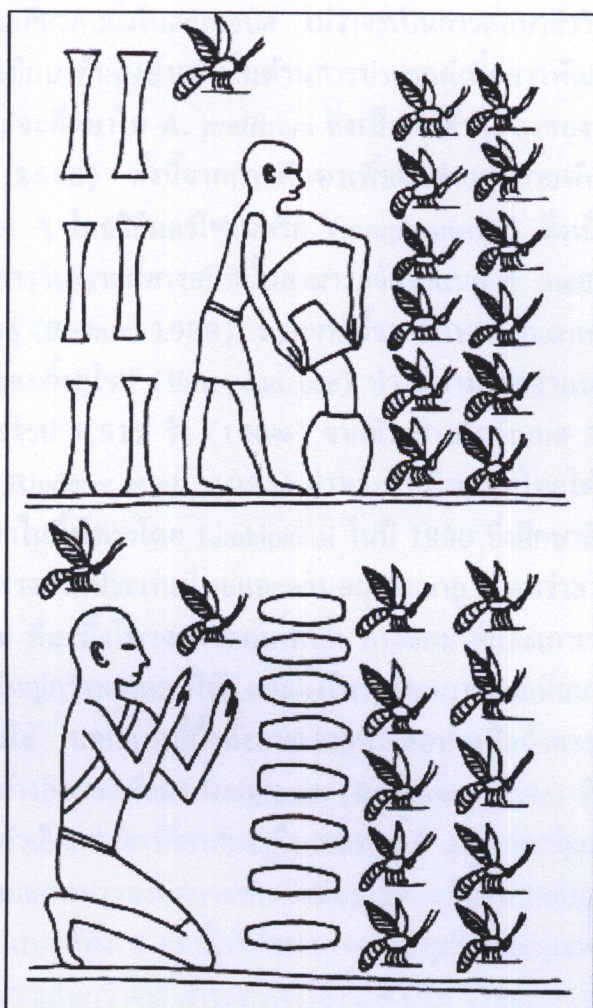
ผึ้งที่ให้น้ำผึ้ง (honey bee) เป็นแมลงที่ถูกจัดอยู่ในอันดับไฮมีนอพเทรา (Order Hymenoptera) สกุลเอปิส (Genus *Apis*) และเป็นแมลงสังคมชั้นสูง (highly eusocial insects) (สิริวัฒน์ วงษ์ศิริ, 2532; Crane, 1990) ในแต่ละรังประกอบด้วย 3 วรณะ คือ ผึ้งนางพญา (queen) 1 ตัว ผึ้งตัวผู้ (drone) หลายร้อยตัว และผึ้งงาน (worker) หลายหมื่นตัว (สิริวัฒน์ วงษ์ศิริ, 2532; Wongsiri, 1988) ปัจจุบันในประเทศไทยพบผึ้งในสกุลเอปิสอยู่ 5 ชนิด คือ ผึ้งมี้ม *Apis florea* Fabricius, 1787 ผึ้งมี้มเล็ก *A. andreniformis* Smith, 1858 ผึ้งหลวง *A. dorsata* Fabricius, 1793 ผึ้งโพรง *A. cerana* Fabricius, 1793 ซึ่งผึ้งทั้ง 4 ชนิดนี้เป็นผึ้งพื้นเมืองของประเทศไทย (สิริวัฒน์ วงษ์ศิริ, 2532; Wongsiri et al., 2000) พบกระจายอยู่ตั้งแต่ที่ราบในระดับความสูง 1-100 เมตรเหนือระดับน้ำทะเลจนถึงบนภูเขาที่สูง 1,600 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล เช่น ดอยอินทนนท์ (Wongsiri et al., 2000) ส่วนผึ้งอีกชนิดหนึ่งคือ ผึ้งพันธุ์ *A. mellifera* Linnaeus, 1758 ซึ่งเป็นผึ้งพื้นเมืองของทวีปยุโรปและแอฟริกาที่นำเข้ามาเพื่อการวิจัยและเพาะเลี้ยงทางด้านอุตสาหกรรมในประเทศไทย (สิริวัฒน์ วงษ์ศิริ, 2532; Wongsiri et al., 2000)

ผึ้งเป็นแมลงเศรษฐกิจที่มีบทบาทสำคัญและเป็นประโยชน์อย่างมากทั้งในด้านอุตสาหกรรม เกษตรกรรม การแพทย์และสิ่งแวดล้อม (สิริวัฒน์ วงษ์ศิริ, 2532; อุบลวรรณ บุญจำ, 2538; Free, 1981) เช่น ผึ้งมี้มเป็นแมลงที่ช่วยในการผสมเกสร (Free, 1981; Lekprayoon and Wongsiri, 1989; Koeniger and Vorwohl, 1979; Pyramam and Wongsiri, 1986; Ruttner, 1988) จึงทำให้พืชไม้ผลของเกษตรกรและพืชป่าในประเทศไทยมีผลผลิตเพิ่มมากขึ้น โดยเฉพาะในสวนมะม่วง (Wongsiri et al., 1996) ซึ่งมะม่วงเป็นพืชผสมข้ามและผสมตัวเอง เพราะดอกมะม่วงมีทั้งดอกสมบูรณ์เพศและดอกแยกเพศ พบว่าผึ้งมี้ม ผึ้งโพรง ชันโรงและแมลงวัน เป็นแมลงที่มีประสิทธิภาพในการช่วยผสมเกสรมะม่วง (อุดม จิรเสวตกุล และสุทธิชัย สุทธิวรารักษ์, 2540) นอกจากนี้น้ำผึ้งและผลิตภัณฑ์จากรังผึ้งมี้มยังช่วยเพิ่มรายได้ให้คนในท้องถิ่นด้วย (Lekprayoon and Wongsiri,

1989; Wongsiri *et al.*, 1996; Wongsiri *et al.*, 2000) เพราะคนไทยนิยมนำตัวอ่อน ดักแด้ และน้ำผึ้งจากผึ้งมิมมาประกอบอาหาร โดยเฉพาะคนที่อาศัยอยู่ทางภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เช่น ในจังหวัดนครสวรรค์เป็นแหล่งที่มีการขายผึ้งมิมมากที่สุด จะเห็นได้จากมีแผงขายผึ้งมิมตั้งอยู่ 2 ข้างทางถนนพิษณุโลก-นครสวรรค์ (รูปภาพที่ 3) โดยในแต่ละปีมีรังผึ้งมิมจำนวน 15,000–20,000 รังที่ถูกนำมาขายในบริเวณนี้ และมีรังผึ้งมิมจำนวน 40,000–50,000 รังที่ถูกตีรังเพื่อนำไปขายทั่วประเทศในแต่ละปี (Chen *et al.*, 1998) ถึงแม้ว่าผึ้งมิมจะมีการกระจายอยู่ทั่วไปในประเทศเขตร้อน ซึ่งเป็นบริเวณที่มีความหลากหลายทางชีวภาพ (biodiversity) สูง (อุบลวรรณ บุญจำ, 2538) แต่ถ้าคนยังคงตีรังผึ้งอย่างต่อเนื่องหรือเพิ่มขึ้นจะทำให้ประชากรของผึ้งลดจำนวนลงได้ ซึ่งส่งผลกระทบต่อปริมาณผลผลิตของพืชไม้ผลทางการเกษตรและตามธรรมชาติ รวมทั้งการรักษาความหลากหลายและสมดุลของระบบนิเวศ (Wongsiri *et al.*, 1996) ซึ่งปัจจุบันนักวิชาการกำลังให้ความสนใจเกี่ยวกับการลดลงของชนิด (species) ในความหลากหลายทางชีวภาพบริเวณเขตร้อนเป็นอย่างมาก



รูปภาพที่ 1 แสดงภาพทางสัณฐานวิทยาของผึ้งเป็นครั้งแรก (สิริวัฒน์ วงษ์ศิริ, 2532)



รูปภาพที่ 2 แสดงภาพวาดการเก็บน้ำผึ้งใส่ภาชนะ (ดัดแปลงจาก Crane, 1979)



รูปภาพที่ 3 แสดงรังผึ้งมัม *A. florea* ที่นำมาขายในจังหวัดนครสวรรค์

สำหรับงานวิจัยเกี่ยวกับผึ้งในสกุลเอปิส ไม่ว่าจะเป็นการศึกษาชีววิทยาพื้นฐานเพื่อจำแนกสายพันธุ์ หรือการศึกษาขั้นสูงซึ่งเน้นในด้านการประยุกต์เพื่อการพัฒนาเชิงอุตสาหกรรมและเศรษฐกิจนั้นส่วนใหญ่จะศึกษาใน *A. mellifera* ซึ่งเป็นผึ้งพื้นเมืองของทวีปยุโรปและแอฟริกา (อุบลวรรณ บุญฉ่ำ, 2538) ทั้งนี้จากการศึกษาเพื่อจัดจำแนกสายพันธุ์ของ *A. mellifera* ที่กระจายในถิ่นที่อยู่ต่าง ๆ โดยวิธีมอร์โฟเมตริก (morphometric) ซึ่งเป็นวิธีการใช้ลักษณะทางสัณฐานวิทยาร่วมกับการวิเคราะห์ทางสถิตินั้นสามารถจัดจำแนก *A. mellifera* ออกเป็นสายพันธุ์ต่าง ๆ ได้ 24 สายพันธุ์ (Ruttner, 1988) นอกจากนี้จากลักษณะที่แตกต่างกันของผึ้งแอฟริกัน (Africanized bee) และผึ้งยุโรป (European bee) ทำให้สามารถจำแนกผึ้งแอฟริกัน 565 รัง (95.6%) ออกจากผึ้งยุโรป 1,512 รัง (100%) จากตัวอย่างผึ้งทั้งหมด 2,103 รังได้ด้วยวิธีทางมอร์โฟเมตริกเช่นกัน (Rinderer et al., 1993) สำหรับในประเทศไทยได้เริ่มมีรายงานการศึกษาด้วยวิธีทางมอร์โฟเมตริกในผึ้งโพรงโดย Limbipichai ในปี 1990 ซึ่งศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยา 58 ลักษณะในผึ้งโพรงจากประเทศไทยและคาบสมุทรมลายู พบว่าสามารถจัดกลุ่มผึ้งโพรงที่แตกต่างกันได้ 3 กลุ่ม คือ ผึ้งโพรงทางตอนเหนือ ทางตอนใต้และเกาะสมุย โดยผึ้งโพรงที่พบทางตอนเหนือมีขนาดใหญ่กว่าทางตอนใต้ และผึ้งโพรงจากเกาะสมุยมีขนาดอยู่ระหว่างกลางค่อนข้างไปทางผึ้งที่พบทางตอนใต้ นอกจากนี้ผึ้งทั้งหมดจากทางตอนเหนือถึงทางตอนใต้จะมีขนาดลำตัวเล็กลงตามลำดับ โดยอ้างอิงเกณฑ์ของ Bergmann (Bergmann's rule) ที่ว่า “สัตว์ที่อาศัยอยู่ในเขตอบอุ่นจะมีขนาดลำตัวเล็กกว่าสัตว์ที่อาศัยอยู่ในเขตหนาว” และเกณฑ์ของ Allen (Allen's rule) ที่ว่า “สัตว์ที่อาศัยอยู่ในเขตหนาวจะมีความสัมพันธ์ของสัดส่วนที่ยื่นออกมาจากลำตัวสั้นกว่าสัตว์ที่อาศัยอยู่ในเขตอบอุ่น” เกณฑ์ทั้ง 2 ข้อนี้ใช้อธิบายการควบคุมน้ำและอุณหภูมิของสัตว์ โดยสัตว์ที่อาศัยอยู่ในบริเวณที่หนาวเย็นกว่าจะมีการลดพื้นที่ผิวรับสัมผัส (Daly, 1985; Ruttner, 1988) และมีขนาดลำตัวใหญ่ เพื่อควบคุมน้ำและอุณหภูมิภายในร่างกาย ส่วนการศึกษาผึ้งพื้นเมืองของไทยชนิดอื่น ๆ ได้แก่ ผึ้งหลวง ผึ้งมิมและผึ้งมิมเล็ก ยังไม่มีรายงานการศึกษาทางด้านมอร์โฟเมตริกภายในผึ้งชนิดเดียวกันมาก่อน ทั้งนี้จากบทบาทและความสำคัญของผึ้งมิมดังที่ได้กล่าวไปแล้วในข้างต้น จึงสนใจศึกษาการจัดจำแนกสายพันธุ์ของผึ้งมิมในประเทศไทยซึ่งไม่สามารถจำแนกได้ด้วยสายตานั่น ด้วยวิธีทางมอร์โฟเมตริก เพื่อวัดลักษณะทางสัณฐานวิทยา 22 ลักษณะ จากส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย 9 ส่วน คือ หนวด (antenna) โพรบอสซิส (proboscis) ปีกหน้า (forewing) ปีกหลัง (hindwing) ขาหลัง (hind leg) สเตอไรต์ (sternite) ที่ 3 และ 6 และเทอร์ไรต์ (tergite) ที่ 3 และ 4 ซึ่งส่วนต่าง ๆ เหล่านี้เป็นส่วนที่แสดงขนาดของลำตัวและอวัยวะที่เกี่ยวข้องกับการหาอาหารในพืชอาหารเขตร้อนของประเทศไทยซึ่งมีความหลากหลายสูง นอกจากนี้เมื่อเปรียบเทียบผลการศึกษาของ Limbipichai (1990) กับ Rinderer และคณะ (1995) พบว่าผึ้งมิมมีขนาดของปีกเล็กกว่าผึ้งโพรง และผึ้งมิมยังมีความสามารถในการบินจากแหล่งที่อยู่อาศัยไปยังแหล่งอาหารสั้นกว่าผึ้งโพรง คือ ผึ้งมิมและผึ้งโพรงบินได้ภายในพื้นที่ประมาณ 3 และ 10 ตารางกิโลเมตรตามลำดับ (Buchmann and Shipman, 1993) ดังนั้นลักษณะทางสัณฐานวิทยาของผึ้งมิมในประเทศไทยน่าจะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญเช่นเดียวกับผึ้งโพรง

วัตถุประสงค์

1. ศึกษาความแตกต่างทางสัณฐานวิทยาของผึ้งมี้ม *Apis florea* ในประเทศไทยโดยการวิเคราะห์ทางมอร์โฟเมตริก
2. เพื่อจัดกลุ่มผึ้งมี้มของประเทศไทย

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถจัดกลุ่มผึ้งมี้มของประเทศไทยโดยอาศัยลักษณะทางสัณฐานวิทยา
2. ได้ข้อมูลเพื่อนำไปใช้ประกอบการศึกษาทางสัณฐานวิทยา อนุกรมวิธาน ชีววิทยา วิวัฒนาการ นิเวศวิทยา การกระจายตัวทางภูมิศาสตร์และพันธุศาสตร์
3. สามารถนำข้อมูลไปประยุกต์ใช้ประกอบการศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของผึ้งชนิดต่าง ๆ ของประเทศไทยเพื่อการอนุรักษ์ต่อไป

บทที่ 2

สอบสวนเอกสาร

2.1 อนุกรมวิธานของผึ้ง

ผึ้งประเภทที่ให้น้ำผึ้ง (*Apis* spp.) เป็นแมลงที่มีวิวัฒนาการสูง (สิริวัฒน์ วงษ์ศิริ, 2532) พบกระจายอยู่ทั่วโลกตามแหล่งกำเนิดทั้งในทวีปยุโรป แอฟริกาและเอเชีย และถูกนำเคลื่อนย้ายไปเลี้ยงในทวีปอื่น ๆ ได้ เช่น ทวีปออสเตรเลียและอเมริกา (พงศ์เทพ อัครธกุล, 2534; Ruttner, 1988) การสืบทอดเผ่าพันธุ์ของผึ้งในสกุลเอปิสที่มีติดต่อกันมานานไม่ต่ำกว่า 30 ล้านปี โดยมีหลักฐานจากการค้นพบฟอสซิลของ *A. javana* Enderlein ปรากฏอยู่ในมหายุคซีโนโซอิก (Cenozoic Era) ซึ่งเป็นฟอสซิลของผึ้งและรวงรังครั้งแรกที่พบในประเทศมาเลเซีย (Stauffer, 1979 อ้างถึงใน สิริวัฒน์ วงษ์ศิริ, 2532) ด้วยเหตุนี้ นักวิทยาศาสตร์จึงเชื่อว่ามีความเป็นไปได้ที่ผึ้งในสกุลเอปิสมีถิ่นกำเนิดดั้งเดิมในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (สิริวัฒน์ วงษ์ศิริ, 2532)

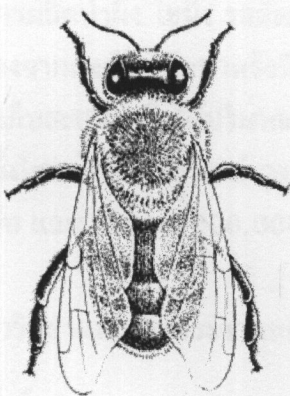
นักกีฏวิทยาด้านอนุกรมวิธานได้จัดเรียงลำดับชั้น (Taxonomic hierarchy) ของผึ้งในสกุลเอปิสไว้ดังนี้ (Elzinga, 1997)

อาณาจักร (Kingdom)	เมตาซัว (Metazoa)
ไฟลัม (Phylum)	อาร์โทรพอดา (Arthropoda)
ชั้น (Class)	อินเซคตา (Insecta)
อันดับ (Order)	ไฮมีนอพเทรา (Hymenoptera)
วงศ์ใหญ่ (Super-family)	เอปอยเดีย (Apoidea)
วงศ์ (Family)	เอปิดี (Apidae)
วงศ์ย่อย (Subfamily)	เอปินี (Apinae)
สกุล (Genus)	เอปิส (<i>Apis</i>)

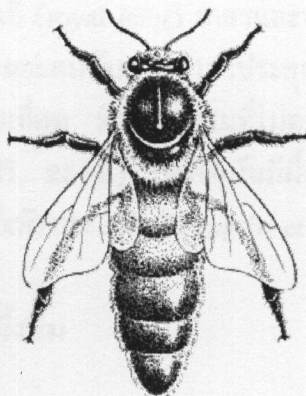
2.2 ชีวิตและสังคมของผึ้งทั่วไป

ผึ้งมีการดำรงชีวิตอยู่ร่วมกันหลาย ๆ ตัวเป็นสังคมภายในรังเดียวกันและแบ่งหน้าที่กันทำงาน ซึ่งแต่ละรังจะเป็นหนึ่งครอบครัว (colony) ที่ประกอบด้วยผึ้ง 3 วรรณะ (รูปภาพที่ 4) คือ ผึ้งนางพญาหนึ่งตัว ผึ้งตัวผู้หลายร้อยตัว และผึ้งงานหลายหมื่นตัว ทั้งนี้จำนวนสมาชิกภายในรังยังขึ้นอยู่กับขนาดของรังผึ้งด้วย (สิริวัฒน์ วงษ์ศิริ, 2532) ไม่มีผึ้งตัวใดตัวหนึ่ง หรือวรรณะใดวรรณะหนึ่งที่สามารถดำรงชีวิตอยู่อย่างโดดเดี่ยวเป็นระยะเวลาสั้น ๆ ได้ หรือไม่มียุคหนึ่งจำนวนหนึ่งในวรรณะใด ๆ จะดำรงชีวิตอยู่ได้โดยขาดความสัมพันธ์กับวรรณะอื่น ๆ ภายในสังคมเดียวกัน

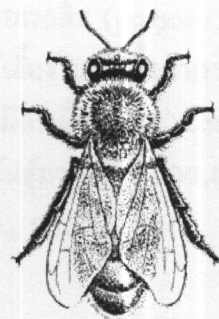
(พงศ์เทพ อัครธนกุล, 2534) ผึ้งนางพญาเจริญมาจากไข่ที่ถูกผสม มีโครโมโซม $2n$ เป็นเพศเมีย มีปีกสั้นเมื่อเทียบกับความยาวลำตัว แต่มีขนาดใหญ่ที่สุดเมื่อเทียบกับผึ้งอีก 2 วรรณะ มีอวัยวะวางไข่ (ovipositor) ที่เปลี่ยนแปลงไปเป็นเหล็กใน (sting) เพื่อใช้ป้องกันตัว ผึ้งนางพญาจะทำหน้าที่วางไข่เมื่อผสมพันธุ์กับผึ้งตัวผู้แล้ว นอกจากนี้ยังมีความสำคัญต่อสังคมผึ้งโดยเป็นตัวผลิตเฟอโรโมน (pheromone) ที่ใช้ควบคุมกลไกการทำงานของสมาชิกภายในรัง ผึ้งนางพญาจะมีผึ้งงานคอยดูแลรับใช้โดยให้อาหารและนำของเสียไปทิ้ง ปกติผึ้งนางพญาจะมีอายุประมาณ 2-3 ปี สำหรับผึ้งงานเจริญมาจากไข่ที่ถูกผสม มีโครโมโซม $2n$ และเป็นเพศเมียเช่นเดียวกับผึ้งนางพญา แต่มีรังไข่ขนาดเล็กและไม่สามารถสร้างไข่ได้ในสภาวะปกติ ยกเว้นในกรณีที่รังนั้นขาดผึ้งนางพญา ผึ้งงานมีขนาดเล็กที่สุดในบรรดาผึ้งทั้ง 3 วรรณะ มีอวัยวะที่แตกต่างจากผึ้งในวรรณะอื่น ๆ คือ ที่ส่วนท้องมีต่อมสร้างไขผึ้งเพื่อใช้สร้างและซ่อมแซมรัง มีต่อมผลิตกลิ่นประจำรัง (Nassanoff's pheromone) ต่อมผลิตสารเตือนภัย (alarm pheromone) มีเหล็กใน (sting) มีตระกร้าเก็บเกสร (pollen basket) ที่ขาหลัง มีกระเพาะเก็บน้ำผึ้ง (honey stomach) ที่เกิดจากอวัยวะทางเดินอาหารส่วนหน้าขยายเป็นถุงเพื่อเก็บน้ำหวานที่ดูดจากดอกไม้ เป็นต้น ซึ่งอวัยวะเหล่านี้มีความสำคัญต่อหน้าที่การทำงานของผึ้งงาน ได้แก่ การสร้างและซ่อมแซมรัง การทำความสะอาดรัง การหาอาหารและนำตลอดจนการป้องกันรัง เป็นต้น ผึ้งงานมักมีอายุสั้นเพียง 10-12 สัปดาห์ ส่วนผึ้งตัวผู้เจริญมาจากไข่ที่ไม่ได้ถูกผสม มีโครโมโซม n มีขนาดเล็กตัวอ้วนและใหญ่กว่าผึ้งนางพญาและผึ้งงาน มีปลายท้องมนและไม่มีเหล็กใน มีตาขนาดใหญ่และหนวดที่พัฒนาเป็นพิเศษเพื่อเพิ่มความสามารถในการมองเห็นและรับกลิ่น เพราะผึ้งตัวผู้มีหน้าที่บินออกไปหาผึ้งนางพญาเพื่อการผสมพันธุ์ในฤดูผสมพันธุ์ มีโพรบอสซิสสำหรับรับอาหารจากผึ้งงานและจากเซลล์เก็บน้ำผึ้งในรัง อายุของผึ้งตัวผู้ขึ้นอยู่กับความต้องการของผึ้งงาน คือ เมื่อหมดความจำเป็นต่อรังผึ้งงานจะหยุดป้อนอาหารและคาบออกมานอกรัง ป่วยให้อดตายในที่สุด (สิริวัฒน์ วงษ์ศิริ, 2532)



ผึ้งตัวผู้



ผึ้งนางพญา



ผึ้งงาน

รูปภาพที่ 4 แสดงลักษณะของผึ้ง 3 วรรณะ (Gould and Gould, 1988)

2.3 ชนิดของผึ้ง

ปัจจุบันผึ้งในสกุลเอปิสถูกจำแนกออกเป็น 9 ชนิด (Koeniger and Koeniger, 2000) คือ *A. laboriosa* F. Smith, 1871 (Sakagami, Matsumura, and Ito, 1980) *A. dorsata* Fabricius, 1793 (Ruttner, 1988) *A. mellifera* Linnaeus, 1758 (Ruttner, 1988; Ruttner, Milner, and Dews, 1990) *A. nigrocincta* Smith, 1861 (Otis, 1991; 1996) *A. koschevnikovi* Buttel-Reepen, 1906 (Koeniger et al., 1988; Rinderer et al., 1989) *A. nuluensis* Tingek, Koeniger and Koeniger, 1996 (Fuchs, Koeniger, and Tingek, 1996; Otis, 1991; 1996) *A. cerana* Fabricius, 1793 (Rinderer et al., 1989; Ruttner, 1988) *A. florea* Fabricius, 1787 (Ruttner, 1988) และ *A. andreniformis* Smith, 1858 (Wu and Kuang, 1987; Wongsiri et al., 1990) สำหรับประเทศไทยมีผึ้งในสกุลเอปิสอยู่ 5 ชนิด คือ ผึ้งมัม *A. florea* ผึ้งมัมเล็ก *A. andreniformis* ผึ้งหลวง *A. dorsata* ผึ้งโพรง *A. cerana* และผึ้งพันธุ์ *A. mellifera* (สิริวัฒน์ วงษ์ศิริ, 2532; Wongsiri et al., 2000)

ผึ้งมัม ผึ้งมัมเล็ก และผึ้งหลวง พบกระจายอยู่ในเขตร้อนบริเวณเอเชียตอนใต้และทุกประเทศในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้จนถึงจีนตอนใต้ และเป็นผึ้งพื้นเมืองของประเทศไทย ซึ่งมีลักษณะการสร้างรังในที่โล่งและมีรวงรังชั้นเดียว ส่วนผึ้งโพรงเป็นผึ้งพื้นเมืองของประเทศไทยเช่นเดียวกันและมีขอบเขตการกระจายเกือบทั่วทุกประเทศในทวีปเอเชีย แต่มีลักษณะการสร้างรังในโพรงและมีรวงรังหลายชั้น (สิริวัฒน์ วงษ์ศิริ, 2532; อุบลวรรณ บุญจำ, 2538; Wongsiri et al., 2000) สำหรับผึ้งพันธุ์มีลักษณะการสร้างรังในโพรงและมีรวงรังหลายชั้นเช่นเดียวกับผึ้งโพรง (สิริวัฒน์ วงษ์ศิริ, 2532; Ruttner, 1988) แต่เป็นผึ้งพื้นเมืองของทวีปยุโรปและแอฟริกาที่นำเข้ามาเมื่อประมาณปี ค.ศ. 1940 เพื่อการวิจัยที่จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และต่อมาได้นำเข้ามาเพื่อการเพาะเลี้ยงทางด้านอุตสาหกรรมในประเทศไทย (Sylvester and Wongsiri, 1986; Wongsiri et al., 2000) ได้แก่ การผลิตน้ำผึ้ง ไขผึ้ง รอยัลเยลลี (royal jelly) เกสรและพรอพอลิส (propolis) หรือยางไม้ ทั้งนี้เนื่องจากผึ้งพันธุ์มีขนาดรังที่เหมาะสมกับการนำมาประยุกต์เลี้ยงในทึบผึ้งมาตรฐานได้พอดี สามารถเก็บสะสมน้ำผึ้งได้ปริมาณมากที่สุด มีพฤติกรรมที่ไม่ดุเหมือนผึ้งหลวง และไม่ทิ้งรังง่ายเหมือนผึ้งโพรงไทย (สิริวัฒน์ วงษ์ศิริ, 2532) ซึ่งปัจจุบันมีผึ้งพันธุ์มากกว่า 100,000 รังอยู่ที่ภาคเหนือ และประมาณ 200,000 รังทั่วประเทศ (Wongsiri et al., 2000)

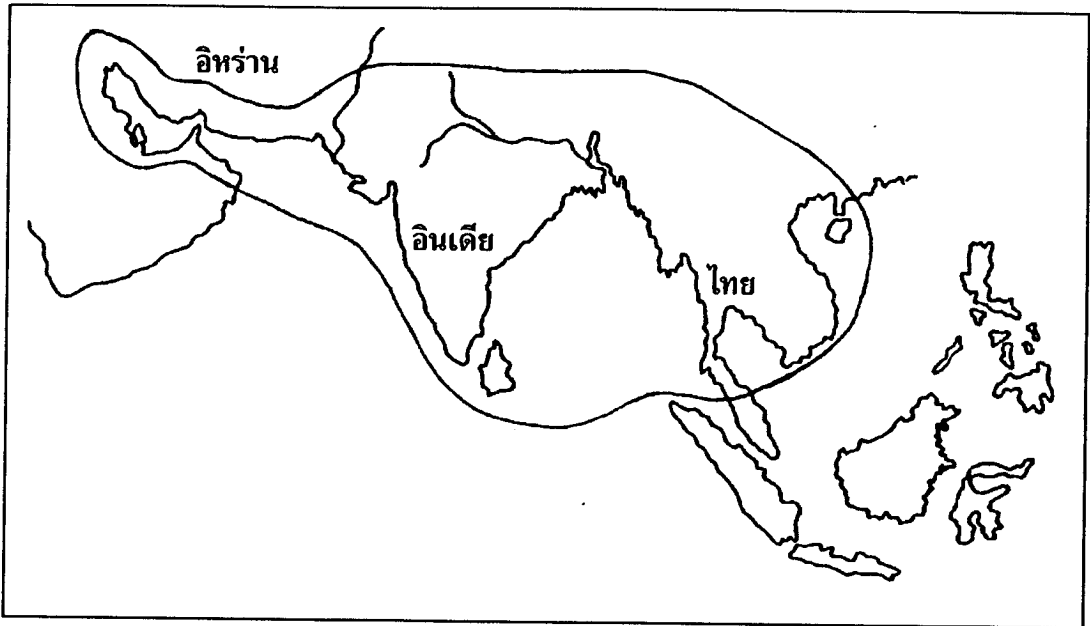
2.4 ชีวิตวิทยาและการกระจายของผึ้งมัม

ผึ้งมัมมีขนาดลำตัวเล็กกว่าผึ้งโพรง คือ 1.0 : 1.33 ตามลำดับ (Ruttner, 1986) แต่มีขนาดใหญ่กว่าผึ้งมัมเล็ก (Rinderer et al., 1995; Wongsiri et al., 1996) ผึ้งโพรงมีความยาว : ความกว้างของปีกหน้าเท่ากับ 7.75 ± 0.14 : 2.70 ± 0.06 และความยาว : ความกว้างของปีกหลังเท่ากับ 3.67 ± 0.08 : 1.51 ± 0.05 (Limbipichai, 1990) ส่วนผึ้งมัมมีความยาว : ความกว้างของปีกหน้าเท่ากับ 6.45 ± 0.16 : 2.25 ± 0.06 และความยาว : ความกว้างของปีกหลังเท่ากับ

$3.17 \pm 0.08 : 1.36 \pm 0.04$ (Rinderer *et al.*, 1995) ผีมีมมีปล้องท้องปล้องแรกสีเหลืองส้มและปล้องถัดไปเป็นสีดำสลับสีเหลืองจนถึงปลายท้อง (สิริวัฒน์ วงษ์ศิริ, 2532; Rinderer *et al.*, 1995; Wongsiri *et al.*, 1996)

ความแตกต่างของบริเวณที่สร้างรังของผึ้งในประเทศไทย พบว่า ผึ้งหลวง ผึ้งโพรงและผึ้งมีมมีการสร้างรังสูงจากพื้นดินแตกต่างกัน นอกจากนี้บางชนิดสร้างรังในโพรงและบางชนิดสร้างรังในที่โล่ง ซึ่งเป็นผลเนื่องมาจากการแก่งแย่งแข่งขันในเรื่องของโพรงที่ใช้สร้างรังมีอยู่อย่างจำกัด เพราะการสร้างรังในโพรงจะได้เปรียบในด้านการรักษาอุณหภูมิภายในรังทำให้สมาชิกและตัวอ่อนเจริญเติบโตได้ดีและประหยัดพลังงาน จึงมีอายุยืนยาวกว่าผึ้งที่สร้างรังในที่โล่ง ดังนั้นการสร้างรังภายในโพรงจึงมีบทบาทสำคัญทำให้ผึ้งมีสายวิวัฒนาการแยกออกไปสร้างรังในที่โล่งเพื่อลดการแก่งแย่งแข่งขันของบริเวณที่สร้างรังลง (Seeley, Seeley and Akwatanakul, 1982 อ้างถึงใน อุบลวรรณ บุญจำ, 2538) ผึ้งมีมมีการสร้างรังแบบเปิดและมีรวงรังชั้นเดียวอยู่บนกิ่งไม้ ต้นไม้เตี้ย ๆ หรือพุ่มไม้ มักซ่อนรังอยู่ในพุ่มไม้และกิ่งไม้เพื่อพรางตาป้องกันภัยจากศัตรู (สิริวัฒน์ วงษ์ศิริ, 2532; อุบลวรรณ บุญจำ, 2538; Free, 1981; Wongsiri *et al.*, 2000) โดยสร้างรังสูงจากพื้นดินประมาณ 1-15 เมตร และมักหันหน้ารังเข้าหาแสงอาทิตย์ บางครั้งจะพบผึ้งมีมทำรังบนผนังกำแพงตึกและหลังคาอาคารบ้านเรือน (Wongsiri *et al.*, 1996) นอกจากนี้ผึ้งมีมยังนำยางไม้มาสะสมเหมือนกาวเหนียว (sticky band) ล้อมรอบกิ่งไม้ใกล้ ๆ บริเวณหัวคอนเพื่อป้องกันศัตรูไม่ให้เดินเข้ามาถึงรังได้ (Free, 1981; Ruttner, 1988) เช่น มดแดง *Oecophylla smaragdina* (Seeley, 1985) และมีผึ้งงานเกาะคลุมรังเพื่อป้องกันศัตรู น้ำฝน และควบคุมอุณหภูมิภายในรังให้อยู่ระหว่าง $33-38^{\circ}\text{C}$ (Free, 1981) เพื่อให้ตัวอ่อนเจริญเติบโตเป็นตัวเต็มวัย (Wongsiri *et al.*, 2000)

ผึ้งมีมมีการกระจายพบได้ทั่วไปในทุกประเทศแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้จนถึงจีนตอนใต้ ได้แก่ ประเทศโอมาน ปากีสถาน ศรีลังกา อินเดีย เมียนมา ไทย ลาว กัมพูชา เวียดนาม จนถึงเกาะปาเลวันของประเทศฟิลิปปินส์ (ไม่รวมหมู่เกาะอื่น ๆ ในประเทศฟิลิปปินส์) แต่ไม่พบผึ้งมีมที่บริเวณคาบสมุทรมลายูและหมู่เกาะรอบ ๆ บอร์เนียวและอินโดนีเซีย (รูปภาพที่ 5) (สิริวัฒน์ วงษ์ศิริ, 2532; อุบลวรรณ บุญจำ, 2538; Ruttner, 1988; Wongsiri *et al.*, 1996; Wongsiri *et al.*, 2000) นอกจากนี้มีรายงานการพบผึ้งมีมในประเทศแอฟริกาด้วย (Lord and Nagi, 1987 อ้างถึงใน อุบลวรรณ บุญจำ, 2538) และมีรายงานการค้นพบผึ้งมีมทางพรมแดนตอนใต้ของประเทศอิหร่าน (Tirgari, 1971; Ruttner, 1985) ซึ่งอาศัยอยู่ในหลายพื้นที่ของประเทศอิหร่าน ได้แก่ พื้นที่ราบ ป่าไม้ หุบเขา ภูเขา และหมู่บ้าน ซึ่งสามารถอาศัยอยู่ในภูเขาที่มีสภาพภูมิอากาศร้อนและแห้งแล้งได้ นอกจากนี้ยังพบผึ้งมีมอาศัยอยู่ในเมืองและชานเมืองที่มีสภาพภูมิอากาศและแหล่งอาหารที่ดี (Mossadegh, 1993) สำหรับในประเทศไทย สามารถพบผึ้งมีมได้เกือบทุกพื้นที่ ได้แก่ บริเวณชานเมือง พื้นที่การเกษตร และพื้นที่ราบทั่วไป (Wongsiri *et al.*, 1996) รวมทั้งในเมืองใหญ่ ๆ เช่น กรุงเทพมหานครและเชียงใหม่ แต่พบผึ้งมีมได้น้อยในภาคใต้ (Wongsiri, *et al.*, 2000)



รูปภาพที่ 5 แสดงการกระจายของฟั่มจากทุกประเทศแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้จนถึงจีนตอนใต้ (ดัดแปลงจาก Ruttner, 1988; Wongsiri *et al.*, 2001)

ถึงแม้ว่าฟั่มจะเป็นฟั่มที่มีขนาดเล็กและประชากรต่อไร่ต่ำกว่าฟั่มชนิดอื่น ๆ ที่อยู่ในสกุล เอปัส แต่ฟั่มก็มีคุณสมบัติพิเศษในการปรับตัวเพื่อความอยู่รอดในบริเวณที่มีสภาพภูมิอากาศ หนาวเย็นและร้อนได้ดีกว่าฟั่มชนิดอื่น ๆ ที่อยู่ในสกุลเดียวกัน (Ruttner, 1988) เช่น ฟั่มสามารถอาศัยอยู่ในบริเวณอ่าวเปอร์เซีย (Persian Gulf) ที่มีอุณหภูมิสูงกว่า 50°C ในฤดูร้อน โดยที่ไม่มีฟั่มชนิดอื่น ๆ อาศัยอยู่ในบริเวณนั้นเลย (Whitcombe, 1984 อ้างถึงใน Ruttner, 1988) และในฤดูหนาวของบริเวณเดียวกันนี้จะมีอากาศหนาวเย็นมาก แต่ฟั่มก็ยังงสามารถอาศัยอยู่ได้ทั้ง ๆ ที่มีลักษณะการสร้างรังแบบเปิดและมีรังชั้นเดียว (Ruttner, 1988) นอกจากนี้ยังมีรายงานการศึกษาฟั่มในทวีปแอฟริกา ซึ่งสามารถปรับตัวอยู่ในทะเลทรายที่มีอุณหภูมิสูงได้โดยมีพฤติกรรมการเลือกสร้างรังในบริเวณที่มีที่กำบังมาก ๆ ส่วนในฤดูหนาวที่มีอุณหภูมิต่ำ ฟั่มจะย้ายไปสร้างรังใหม่ในบริเวณที่ได้รับแสงอาทิตย์เพิ่มขึ้น (Mogga and Ruttner, 1988 อ้างถึงใน อุบลวรรณ บุญนำ, 2538)

2.5 มอร์โฟเมตรี (Morphometry)

มอร์โฟเมตรี หมายถึง การวัดรูปร่างทางสัณฐานวิทยา ซึ่งข้อมูลที่ได้จะอยู่ในรูปของตัวเลข อัตราส่วน องศาของมุม ฯลฯ และนำข้อมูลที่ได้จากการวัดมาวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติก่อนที่จะนำผลที่ได้จากการวิเคราะห์ไปใช้ประโยชน์เพื่อจำแนกความแตกต่างของสิ่งมีชีวิต ตลอดจนสามารถวินิจฉัยชนิดของสิ่งมีชีวิตที่กำลังศึกษาอยู่ได้ (เพ็ญศรี ตั้งคณะสิงห์, 2531)

มอร์โฟเมตรีมีลักษณะผสมผสานกับวิชาเรขาคณิต โดยใช้ความรู้ในเรื่องตำแหน่งของจุดต่าง ๆ จากวิชาเรขาคณิตและความรู้ด้านโฮมอโลยี (homology) จากวิชาชีววิทยา ดังนั้นลักษณะการวัดทางมอร์โฟเมตริกจึงเป็นการวัดความยาว มุม อัตราส่วน ฯลฯ ของลักษณะที่เป็นฮอโมโลกัลกัน โดยข้อมูลทางมอร์โฟเมตริกจะมีลักษณะเป็นกลุ่มของรูปแบบ (set of forms) อาจจะเป็นความยาวระหว่างจุดโคออร์ดิเนต (coordinate) 2 จุด มุมระหว่างเส้น 2 เส้น ซึ่งอยู่ในระนาบเอกซ์ (x) และวาย (y) และบันทึกข้อมูลที่ได้อย่างเป็นระเบียบ เพื่อนำไปใช้คำนวณ หรือวิเคราะห์ผลโดยวิธีการต่าง ๆ ทางสถิติต่อไป (Bookstein, 1982 อ้างถึงในเพ็ญศรี ดังคณะสิงห์, 2531)

การวิเคราะห์ทางมอร์โฟเมตริกของแมลงชนิดต่าง ๆ สามารถทำได้แม่นยำ เพราะลักษณะทางสัณฐานวิทยาของแมลงเป็นโครงร่างแข็งภายนอก (exoskeleton) ซึ่งคงรูปและมีการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก ทำให้สะดวกต่อการวัด ถึงแม้ว่าจะเก็บรักษาตัวอย่างนี้ไว้ในน้ำยาถดถอย หรืออบแห้ง นอกจากนี้โครงร่างแข็งภายนอกที่ถูกกำหนดโดยพันธุกรรมยังขึ้นอยู่กับอิทธิพลจากสภาพแวดล้อม ได้แก่ ความผันแปรของเขตภูมิศาสตร์ (geographic variability) และฤดูกาล (Daly, 1985; Mattu and Verma, 1984c) รวมทั้งพฤติกรรมของแมลงนั้น ๆ ด้วย (Daly, 1985) ซึ่งการศึกษาทางมอร์โฟเมตริกของแมลงในสมัยก่อน จะทำการวัดขนาดด้วยมือ ในบางครั้งอาจทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนได้จาก 3 กรณี คือ

1. ผู้วัดกำหนดจุด 2 จุดในการวัดไม่เที่ยงตรงพอ
2. ผู้วัดอ่านระยะผิดพลาด เนื่องจากหน่วยของ ocular micrometer ไม่ละเอียดพอ
3. เมื่อวัดขนาดจากตัวอย่างจำนวนมาก ทำให้ผู้วัดเกิดความเมื่อยล้าของสายตาและส่วนอื่น ๆ ของร่างกาย ซึ่งมีผลทำให้ความละเอียดรอบคอบและพิถีพิถันลดน้อยลง

ถึงแม้ว่าความคลาดเคลื่อนทั้ง 3 กรณีนี้จะเกิดเพียงเล็กน้อยแต่ก็อาจจะมีผลต่อการวิเคราะห์ได้ ต่อมาได้มีการนำคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์มาช่วยในการศึกษาทางมอร์โฟเมตริก ซึ่งประกอบด้วยกล้องจุลทรรศน์ที่มีเครื่องฉายสไลด์จากตัวกล้อง เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ จอรับภาพจากเครื่องฉายสไลด์จากตัวกล้อง และโปรแกรมคอมพิวเตอร์เฉพาะงาน (Daly, 1985) โดยข้อมูลที่ได้จากการศึกษานี้ เป็นพื้นฐานที่สำคัญต่อการศึกษาด้านสัณฐานวิทยาของสิ่งมีชีวิต ซึ่งสามารถนำไปประกอบการศึกษาทางนิเวศวิทยาและพันธุศาสตร์ได้ (เสาวนีย์ เสมาทอง, 2540) ทั้งนี้การศึกษาด้านนี้ต้องใช้ตัวอย่างที่มีจำนวนมากพอในแต่ละหนึ่งหน่วยพื้นที่และทำการศึกษาด้วยขบวนการที่เหมือนกันจะได้ข้อมูลที่ดีที่สุดในการเปรียบเทียบ (Limbipichai, 1990)

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในปี 1916 Cochlov เป็นผู้ทำการศึกษาทางด้านมอร์โฟเมตริกของผึ้งเป็นครั้งแรก โดยวัดความยาวโพรบอสซิสของตัวอย่าง *A. mellifera* ที่เก็บมาจากพื้นที่ในรัสเซีย 6 บริเวณ ๆ ละ 3 รัง ๆ ละ 100 ตัวขึ้นไป รวมจำนวนตัวอย่างผึ้งทั้งหมด 1,899 ตัว พบว่าความยาวของโพรบอสซิสเพิ่มขึ้นตามลำดับจากตัวอย่างทางตอนเหนือถึงทางตอนใต้ (Cochlov, 1916 อ้างถึงใน Ruttner, 1988)

Morimoto (1965) ได้รายงานผลการวัดขนาดสเตอร์ไนต์ของ *A. mellifera ligustica* และ *A. cerana cerana* โดยเปรียบเทียบขนาดความยาวท้อง (abdomen) ในผึ้งชนิดเดียวกันจำนวน 2 รัง พบว่าไม่มีความแตกต่างกัน แต่เมื่อเปรียบเทียบขนาดความยาวท้องในผึ้งต่างชนิดกัน พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้ยังพบว่าความยาวและกว้างของสเตอร์ไนต์ที่ 4-6 มีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกับขนาดของท้อง

Morimoto (1968) สามารถประมาณความยาวโพรบอสซิสของ *A. mellifera ligustica* และ *A. cerana cerana* จากความยาวเลเบียล พาลพัส (labial pulpus) ของผึ้งทั้งสองชนิดได้ โดยความยาวของโพรบอสซิสและเลเบียล พาลพัสของผึ้งแต่ละชนิดมีความสัมพันธ์กัน นอกจากนี้ความยาวโพรบอสซิสของผึ้งทั้งสองชนิดนี้ยังมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญด้วย

Mattu และ Verma (1983) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบลักษณะทางสัณฐานวิทยาของลิ้น (tongue) และหนวดของ *A. cerana indica* ซึ่งอยู่ทางด้านตะวันตกเฉียงใต้ของเทือกเขาหิมาลัย โดยเก็บตัวอย่างจากที่ต่าง ๆ กันในบริเวณ Himachal และ Kashmir ของประเทศอินเดีย พบว่าลักษณะทางสัณฐานวิทยาของความยาวโพสท์เมนตัม (postmentum) เพดิเซล (pedicel) เส้นหนวด (flagellum) และความยาวหนวดของผึ้งในบริเวณ Himachal มีความแตกต่างกัน ส่วนบริเวณ Kashmir พบเพียงความยาวโพสท์เมนตัมเท่านั้นที่มีความแตกต่างกัน นอกจากนี้พบว่าความยาวโพสท์เมนตัม สเคป (scape) เพดิเซล เส้นหนวดและความยาวหนวดของผึ้งในบริเวณ Himachal และความยาวหนวดของผึ้งในบริเวณ Kashmir มีความสัมพันธ์แบบเป็นปฏิภาคโดยตรงเล็กน้อยกับความสูงเหนือระดับน้ำทะเล (altitude) ส่วนความยาวหนวดและเส้นหนวดของผึ้งจากบริเวณ Kashmir ยาวมากกว่า Himachal สำหรับความยาวลิ้นของผึ้งทั้งสองบริเวณไม่พบความแตกต่างกัน ทั้งนี้อาจจะมีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับลักษณะทางสัณฐานวิทยาของดอกไม้ที่เป็นพืชอาหาร มากกว่าความสูงเหนือระดับน้ำทะเล

Mattu และ Verma (1984a) ได้ทำการศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของปีกหน้าและปีกหลังของ *A. cerana indica* โดยเก็บตัวอย่างจากที่ต่าง ๆ กันในบริเวณ Himachal และ Kashmir ของประเทศอินเดีย พบว่าความยาวและความกว้างของปีกหน้าและหลัง สัดส่วนของเส้นปีก (wing venation) ขนาดของมุมบางมุม และจำนวนฮามูไล (hamuli) ของผึ้งในบริเวณเทือกเขาหิมาลัย และความกว้างของปีกหน้า สัดส่วนของเส้นปีกบางลักษณะ ขนาดของมุมบางมุม และจำนวนฮามูไลของผึ้งในบริเวณ Kashmir มีความสัมพันธ์แบบเป็นปฏิภาคโดยตรงกับความสูงเหนือระดับน้ำทะเล นอกจากนี้ยังพบว่าลักษณะต่าง ๆ ของปีกผึ้งในบริเวณ Kashmir ส่วนมากมีขนาดใหญ่กว่า Himachal

Mattu และ Verma (1984b) ได้ทำการศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของขาหลัง เทอร์ไกต์ และสเตอร์ไนต์ของ *A. cerana indica* โดยเก็บตัวอย่างจากที่ต่าง ๆ กันในบริเวณ Himachal และ Kashmir ของประเทศอินเดีย พบว่าลักษณะเหล่านี้ส่วนใหญ่มีความสัมพันธ์แบบเป็นปฏิภาคโดยตรงกับความสูงเหนือระดับน้ำทะเล โดยผึ้งจากบริเวณ Himachal มีความสัมพันธ์มากกว่า

Kashmir นอกจากนี้ยังพบว่าลักษณะต่าง ๆ เหล่านี้ของผึ้งจากบริเวณ Kashmir มีขนาดใหญ่กว่า Himachal

Mattu และ Verma (1984c) ได้รายงานการศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของ *A. cerana indica* ที่เปลี่ยนแปลงไปตามฤดูกาล พบว่ามีลักษณะทางสัณฐานวิทยา 14 ลักษณะที่แสดงค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างผึ้งที่เก็บมาจากฤดูร้อน (summer) และฤดูใบไม้ร่วง (autumn) เปรียบเทียบกับฤดูฝน (rainy) ต้นฤดูหนาว (early winter) ปลายฤดูหนาว (late winter) และฤดูใบไม้ผลิ (spring) ทั้งนี้เนื่องจากฤดูร้อนและฤดูใบไม้ร่วงเป็นช่วงที่ผึ้งในบริเวณที่ศึกษาสามารถเก็บน้ำผึ้งได้มากที่สุด และดูเหมือนว่ารังผึ้งมีความหนาแน่นและมีอาหารมากเกินพอสำหรับตัวอ่อน ทำให้ผึ้งในทั้งสองฤดูนี้มีขนาดใหญ่กว่าฤดูอื่น ๆ ซึ่งส่งผลต่อค่าทางสถิติของผึ้งด้วย ดังนั้นควรเก็บตัวอย่างในช่วงสองฤดูนี้สำหรับการศึกษาเพื่อตรวจสอบชนิดของผึ้ง หรือเก็บตัวอย่างในช่วงฤดูกาลเดียวกันสำหรับการศึกษาแบบต่อเนื่องทุกปี

Ruttner (1988) ได้รายงานการศึกษาทางมอร์โฟเมตริกโดยการวัดลักษณะทางสัณฐานวิทยา 20 ลักษณะ จากตัวอย่าง *A. florea* 6 บริเวณ คือ อิหร่าน 60 ตัว โอมาน 60 ตัว ปากีสถาน 40 ตัว ศรีลังกา 80 ตัว อินเดียตอนใต้ 20 ตัว และไทย 60 ตัว รวมเป็นจำนวน 320 ตัว ถึงแม้ว่าข้อมูลยังไม่เพียงพอสำหรับการวิเคราะห์ แต่ก็สามารถพิสูจน์การแปรผันตามเขตภูมิศาสตร์ (geographic variability) ได้ชัดเจน ซึ่งผลการวิเคราะห์ปัจจัยโดยการสกัดปัจจัยด้วย Principle Component Analysis (PCA) สามารถจัดกลุ่ม *A. florea* ได้ 3 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 เป็นผึ้งจากศรีลังกาและอินเดียตอนใต้ กลุ่มที่ 2 เป็นผึ้งจากไทย และกลุ่มที่ 3 เป็นผึ้งจากโอมาน ปากีสถานและอิหร่าน นอกจากนี้ยังพบว่าผึ้งทางตอนเหนือมีขนาดใหญ่กว่าผึ้งทางตอนใต้

Rinderer และคณะ (1993) ได้ศึกษาการจัดจำแนกผึ้งแอฟริกันและผึ้งยุโรป โดยใช้เทคนิคทางมอร์โฟเมตริก เพื่อหาความแตกต่างของตัวอย่าง 2,103 รัง ที่เก็บมาจากหลาย ๆ บริเวณในซีกโลกตะวันออกและเกาะ Kangaroo ของประเทศออสเตรเลีย และใช้การวิเคราะห์ตัวแปรตัวเดียว (Univariate Analysis) และ การวิเคราะห์ตัวแปรหลายตัว (Multivariate Analysis) เพื่อคัดเลือกลักษณะทางสัณฐานวิทยาและกลุ่มของลักษณะที่จะใช้ในการวิเคราะห์ความแตกต่าง ผลการวิเคราะห์สามารถจำแนกผึ้งแอฟริกัน 565 รัง (95.6%) จาก 591 รังได้และสามารถจำแนกผึ้งยุโรป 1,512 รังได้อย่างถูกต้อง

Crewe, Hepburn และ Moritz (1994) ได้ศึกษาการวิเคราะห์ทางด้านมอร์โฟเมตริกของสายพันธุ์ผึ้งแอฟริกันทางตอนใต้ 2 สายพันธุ์ คือ *A. mellifera capensis* และ *A. mellifera scutellata* โดยเก็บตัวอย่างจากชายฝั่งตะวันตกถึงชายฝั่งตะวันออก และจากทางตอนใต้ของ Cape Town ถึงทางตอนเหนือของ Johannesburg แล้วนำมาวิเคราะห์ลักษณะทางสัณฐานวิทยา 36 ลักษณะด้วยเทคนิคทางมอร์โฟเมตริก เพื่อหาขอบเขตการกระจายของผึ้งทั้ง 2 สายพันธุ์และบริเวณที่เกิดลูกผสมจาก 2 สายพันธุ์นี้ พบว่ามีลักษณะทางสัณฐานวิทยา 10 ลักษณะ ที่สามารถนำมาใช้แยกความแตกต่างของผึ้ง 2 สายพันธุ์นี้ได้

Verma, Mattu และ Daly (1994) ได้ทำการวิเคราะห์ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของ *A. cerana* 55 ลักษณะ โดยเก็บตัวอย่างจากหลายพื้นที่ภายใน Himachal Pradesh และ Jammu และบริเวณ Kashmir ของประเทศอินเดีย เมื่อทำการวิเคราะห์ผลการวัดลักษณะทางสัณฐานวิทยาด้วย Discriminant Function Analysis และ Cluster Analysis พบว่ามี 2 กลุ่มที่แตกต่างกัน ซึ่งภายใน 2 กลุ่มนี้มีสัมพันธ์กับความแตกต่างของสภาพภูมิอากาศภายในบริเวณ Himachal และ Kashmir ด้วย

Rinderer และคณะ (1995) ได้ศึกษาการจัดจำแนกทางด้านอนุกรมวิธานโดยใช้ลักษณะทางสัณฐานวิทยา 44 ลักษณะ ระหว่าง *A. andreniformis* จากทางภาคใต้ของประเทศไทยและเกาะปาลาวันของประเทศฟิลิปปินส์กับ *A. florea* จากทางภาคใต้ของประเทศไทย พบว่า ลักษณะทางสัณฐานวิทยาทั้งหมด 44 ลักษณะของ *A. andreniformis* มีความแตกต่างจาก *A. florea* นอกจากนี้พบว่าสีที่สควเทลลัม (scutellum) ของ *A. andreniformis* มีสีเหลือง ส่วนของ *A. florea* มีสีดำ ซึ่งสามารถใช้สีที่สควเทลลัมจำแนกชนิดของผึ้งทั้งสองในพื้นที่ศึกษาได้

Fuchs และคณะ (1996) ได้ศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยา 38 ลักษณะ ในตัวอย่างผึ้งที่ทำรังอยู่ในโพรง คือ *A. nuluensis* จำนวน 9 ตัวอย่าง ที่เก็บมาจาก 3 บริเวณ คือ ซาบาห์ บอร์เนียว และมาเลเซีย ที่อยู่ในช่วงความสูง 1,524–3,400 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล เพื่อเปรียบเทียบกับผึ้งที่ทำรังในโพรงเช่นเดียวกันอีก 4 ชนิด ได้แก่ ชนิดที่ 1 เป็น *A. cerana* ที่เก็บมาจาก 4 บริเวณในเอเชีย ได้แก่ บอร์เนียว ศรีลังกา จีนและญี่ปุ่น ชนิดที่ 2 เป็น *A. koschevnikovi* ชนิดที่ 3 เป็น *A. nigrocincta* และชนิดที่ 4 เป็น *A. mellifera* ที่เก็บมาจากบริเวณเส้นศูนย์สูตร 2 สายพันธุ์ ได้แก่ *A. mellifera scutellata* และ *A. mellifera monticola* พบว่ามีบางลักษณะของ *A. nuluensis* ที่แตกต่างจากผึ้งชนิดอื่น ๆ แต่ขนาดลำตัวของ *A. nuluensis* มีค่าใกล้เคียงกับ *A. nigrocincta* ที่เก็บมาจาก Sulawesi ส่วนขนาดเส้นปีกมีค่าใกล้เคียงกับ *A. cerana* จากทางตอนเหนือของเอเชีย นอกจากนี้ผลการวิเคราะห์ปัจจัย (Factor Analysis) แสดงให้เห็นอย่างชัดเจนว่า *A. nuluensis* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญจากผึ้งกลุ่มอื่น ๆ และผลการจำแนกกลุ่มด้วยวิธี Discriminant Analysis พบว่าผึ้ง *A. nuluensis* มีความแตกต่างจากผึ้งที่อาศัยอยู่ในบริเวณเดียวกัน (sympatric) คือ *A. cerana* จากบอร์เนียวและ *A. koschevnikovi* อย่างชัดเจน

Radloff และคณะ (1996) ได้ทำการวัดลักษณะทางสัณฐานวิทยา 11 ลักษณะ และศึกษาเฟอโรโมนจากเหล็กใน (sting pheromone) ในผึ้งงานของ *A. mellifera* เพื่อวิเคราะห์ลักษณะของประชากรผึ้งเหล่านี้ที่อยู่ทางตะวันตกเฉียงใต้ของแอฟริกาด้วยวิธีวิเคราะห์ตัวแปรหลายตัว พบว่าสามารถจัดกลุ่มประชากรที่มีลักษณะเหมือนกันได้ 2 กลุ่ม คือ กลุ่ม *A. mellifera adansonii* อยู่ทางตอนเหนือของแอฟริกาใต้ และกลุ่ม *A. mellifera scutellata* อยู่ทางตอนใต้ของ Namibia นอกจากนี้ยังมีกลุ่มลูกผสมอยู่ระหว่างประชากรทั้ง 2 กลุ่มด้วย

Radloff และ Hepburn (1997a) ได้รายงานการศึกษาเปรียบเทียบลักษณะทางสัณฐานวิทยา 11 ลักษณะ และเฟอโรโมนจากเหล็กในของ *A. mellifera* เพื่อจำแนกกลุ่มประชากรผึ้งบริเวณแหลม

(Hom) ของแอฟริกาด้วยวิธีวิเคราะห์ตัวแปรหลายตัว พบว่าสามารถจัดกลุ่มประชากรที่มีลักษณะภายในกลุ่มเหมือนกันได้ 4 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ 1 เป็น *A. mellifera jemenitica* Ruttner กลุ่มที่ 2 เป็น *A. mellifera bandasii* Mogga กลุ่มที่ 3 เป็น *A. mellifera sudanensis* Rashad อยู่ในบริเวณ Ethiopia และกลุ่มที่ 4 เป็นลูกผสมอยู่ทางตะวันตกเฉียงใต้ของ Somalia

Radloff และ Hepburn (1997b) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบลักษณะทางสัณฐานวิทยา 11 ลักษณะ และเฟอร์โมนจากเหล็กในของผึ้งงาน *A. mellifera* ด้วยวิธีวิเคราะห์ตัวแปรหลายตัว เพื่อจำแนกกลุ่มประชากรใน Cameroon ซึ่งมีสภาพภูมิอากาศ 3 แบบ พบว่ามีกลุ่มประชากรที่มีลักษณะภายในกลุ่มเหมือนกันอยู่ 3 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 เป็น *A. mellifera adansonii* Latreille กลุ่มที่ 2 เป็น *A. mellifera monticola* และกลุ่มที่ 3 เป็น *A. mellifera jemenitica* Ruttner นอกจากนี้ยังพบกลุ่มลูกผสมอีก 2 กลุ่ม

Hepburn และคณะ (2001) ได้รายงานการใช้ลักษณะทางสัณฐานวิทยา 55 ลักษณะ เพื่อศึกษามอร์โฟเมตริกของประชากร *A. cerana* บริเวณทางตอนใต้ของเทือกเขาหิมาลัย ซึ่งมีอาณาเขตของพื้นที่ศึกษาจากพรมแดนทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศปากีสถานถึงพรมแดนทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือของประเทศพม่า โดยมีระยะห่างเฉลี่ย 50 กิโลเมตรในแต่ละตำแหน่ง รวมระยะทางทั้งสิ้น 2,200 กิโลเมตร พบว่ามีลักษณะทางสัณฐานวิทยาเพียง 22 ลักษณะที่สามารถจำแนกกลุ่มประชากรผึ้งโพรงออกเป็น 4 กลุ่ม ซึ่ง 2 ใน 4 กลุ่มนี้สามารถแยกออกได้อีกกลุ่มละ 3 กลุ่มย่อย ซึ่งทั้ง 4 กลุ่มนี้มีความสัมพันธ์กับสภาพภูมิประเทศที่แตกต่างกันในแต่ละความสูงที่เหนือระดับน้ำทะเล ทำให้เกิดการแยกการสืบพันธุ์กันแบบชั่วคราว

บทที่ 3

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการศึกษา

3.1 วัสดุอุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในภาคสนาม

- 3.1.1 สวิงจับแมลง
- 3.1.2 ขวดสเปรย์ฉีดน้ำ
- 3.1.3 กระป๋องควัน
- 3.1.4 ชุดป้องกันผึ้งต่อย
- 3.1.5 ขวดเก็บตัวอย่าง ขนาด 20 มิลลิลิตร
- 3.1.6 ปากคิบบลายทุ่
- 3.1.7 Ethyl acetate (Merck, Germany)
- 3.1.8 Absolute ethanol (Merck, Germany)
- 3.1.9 ลำลี
- 3.1.10 ถุงพลาสติกและยางรัด
- 3.1.11 กล้องถ่ายรูป Nikon FM2 (Nikon Co., Japan)
- 3.1.12 ฟิล์มถ่ายรูปสี 100 (Eastman Kodak Company, U.S.A.)

3.2 วัสดุอุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ

3.2.1 เครื่องมือ

- 3.2.1.1 Stereo microscope SZ40 (Olympus, Japan)
- 3.2.1.2 Incubator BM400 (Mettler GmbH, Germany)
- 3.2.1.3 Balance 180A (Precisa Balances, Switzerland)
- 3.2.1.4 Stirrer/Hotplate model PC-320 (Corning, U.S.A.)
- 3.2.1.5 Vortex Genie-2 model G560E (Scientific Industries Inc., U.S.A.)
- 3.2.1.6 Personal computer (IBM)
- 3.2.1.7 กล้องวิดีโอวงจรปิดแบบขาวดำ CCTV Camera Panasonic รุ่น WV-BL 730/G (Panasonic, Japan)

3.2.2 อุปกรณ์

3.2.2.1 โคมไฟ

3.2.2.2 กรรไกรผ่าตัดปลายแหลม (Bio Quip)

3.2.2.3 ปากคีบปลายแหลม (Grümed, Germany)

3.2.2.4 สไลด์ ขนาดกว้าง × ยาว 25.4 × 76.2 มิลลิเมตร และหนา 1-1.2 มิลลิเมตร (Sail brand, China)

3.2.2.5 กระจกปิดสไลด์ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 15 มิลลิเมตร (Menzel-Glaser, Germany)

3.2.2.6 เช็มปักแมลง (The shiga, Japan)

3.2.2.7 ถาดผ่าตัดแมลง

3.2.2.8 ใบบิดโคนพุกัน เบอร์ 0

3.2.2.9 ขาตั้งหลอดทดลองและกรวยกรอง

3.2.2.10 ปีกเกอร์ ขนาด 1,000 มิลลิลิตร (Pyrex, U.S.A.)

3.2.2.11 ขวดใส่สารละลาย ขนาด 100 มิลลิลิตร

3.2.2.12 แท่งแก้วสำหรับคนสารละลาย

3.2.2.13 หลอดหยดสาร

3.2.2.14 ถูมือยาง

3.2.2.15 กล้องใส่สไลด์

3.2.2.16 Micrometer

3.2.3 สารเคมี

3.2.3.1 Gum arabic (Sigma, U.S.A.)

3.2.3.2 Chloral hydrate (Fluka, Switzerland)

3.2.3.3 Glycerine (BDH, England)

3.2.3.4 น้ำยาทาเล็บและน้ำยาเติม

3.2.4 วัสดุ

3.2.4.1 Microcentrifuge tube 0.5 และ 1.5 มิลลิลิตร (Treff lab, Switzerland)

3.2.4.2 Whatman laboratory sealing film (Whatman International Ltd., England)

3.2.4.3 Filter paper whatman 4 MM (Whatman International Ltd., England)

3.2.4.4 ใบมีดโกน

3.2.4.5 กระดาษติดฉลาก

3.2.4.6 กระดาษ 100 ปอนด์

3.3 วิธีการศึกษา

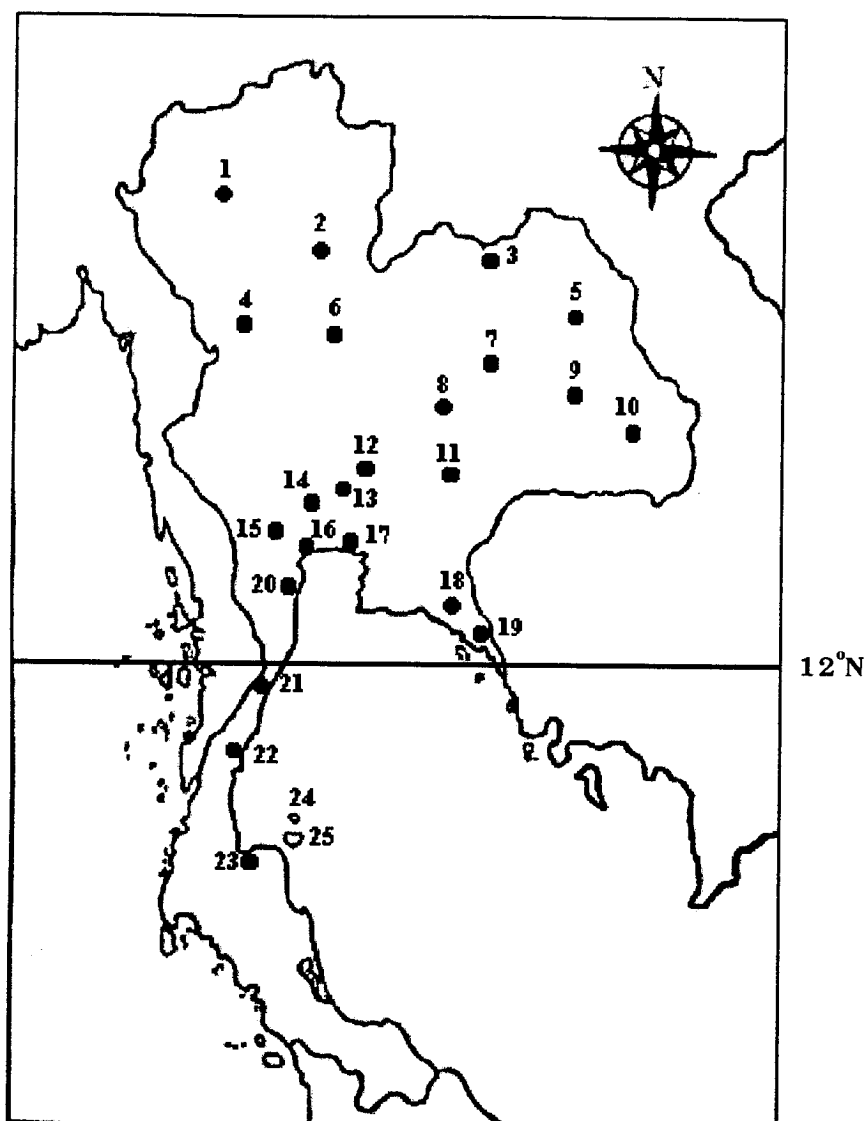
3.3.1 การเก็บตัวอย่าง

3.3.1.1 เก็บตัวอย่างฝัองงานของผึ้งมัม *Apis florea* (รูปภาพที่ 6) 50 รัง ๆ ละ 15 ตัว (Ruttner, 1988) (รูปภาพที่ 7 และ ตารางที่ 1-2) ใส่ในขวดที่มี ethyl acetate เพื่อให้ผึ้งสลบ



รูปภาพที่ 6 แสดงรังของผึ้งมัม *A. florea*

3.3.1.2 นำผึ้งที่สลบใส่ในขวดเก็บตัวอย่างที่มีแอลกอฮอล์เข้มข้น 70 เปอร์เซ็นต์ บรรจุอยู่เพื่อรักษาสภาพตัวอย่าง แล้วติดฉลากแสดงชื่อผู้เก็บตัวอย่าง วันที่ และสถานที่



รูปภาพที่ 7 แผนที่ประเทศไทยแสดงตำแหน่งจังหวัดที่เก็บตัวอย่างฝัองงานของผึ้งมัน

- | | | |
|----------------------------|-------------------|-----------------------------|
| 1 = เชียงใหม่ | 2 = อุตรดิตถ์ | 3 = หนองคาย |
| 4 = ตาก | 5 = สกลนคร | 6 = พิษณุโลก |
| 7 = ขอนแก่น | 8 = ชัยภูมิ | 9 = ร้อยเอ็ด |
| 10 = อุบลราชธานี | 11 = นครราชสีมา | 12 = ลพบุรี |
| 13 = อ่างทอง | 14 = สุพรรณบุรี | 15 = ราชบุรี |
| 16 = สมุทรสงคราม | 17 = สมุทรปราการ | 18 = จันทบุรี |
| 19 = ตราด | 20 = เพชรบุรี | 21 = ประจวบคีรีขันธ์ |
| 22 = ชุมพร | 23 = สุราษฎร์ธานี | 24 = เกาะพะงัน สุราษฎร์ธานี |
| 25 = เกาะสมุย สุราษฎร์ธานี | | |

ตารางที่ 1 แสดงจังหวัดและจำนวนรังของตัวอย่างผึ้งมีมเมื่อแยกตามบริเวณที่มีสภาพภูมิอากาศแตกต่างกันและหมู่เกาะ

บริเวณ	จังหวัด	จำนวนตัวอย่างผึ้งมีม (รัง)
ภาคเหนือ	เชียงใหม่	2
	อุตรดิตถ์	1
	ตาก	1
	พิษณุโลก	1
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	หนองคาย	1
	สกลนคร	1
	ขอนแก่น	1
	ชัยภูมิ	1
	นครราชสีมา	2
	ร้อยเอ็ด	1
	อุบลราชธานี	1
ภาคกลาง	ลพบุรี	6
	อ่างทอง	1
	สุพรรณบุรี	1
	สมุทรปราการ	1
	สมุทรสงคราม	2
	ราชบุรี	2
ภาคตะวันออก	จันทบุรี	1
	ตราด	1
ภาคใต้	เพชรบุรี	1
	ประจวบคีรีขันธ์	6
	ชุมพร	3
	สุราษฎร์ธานี	2
หมู่เกาะ	เกาะพะงัน จังหวัดสุราษฎร์ธานี	4
	เกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี	6
รวม		50

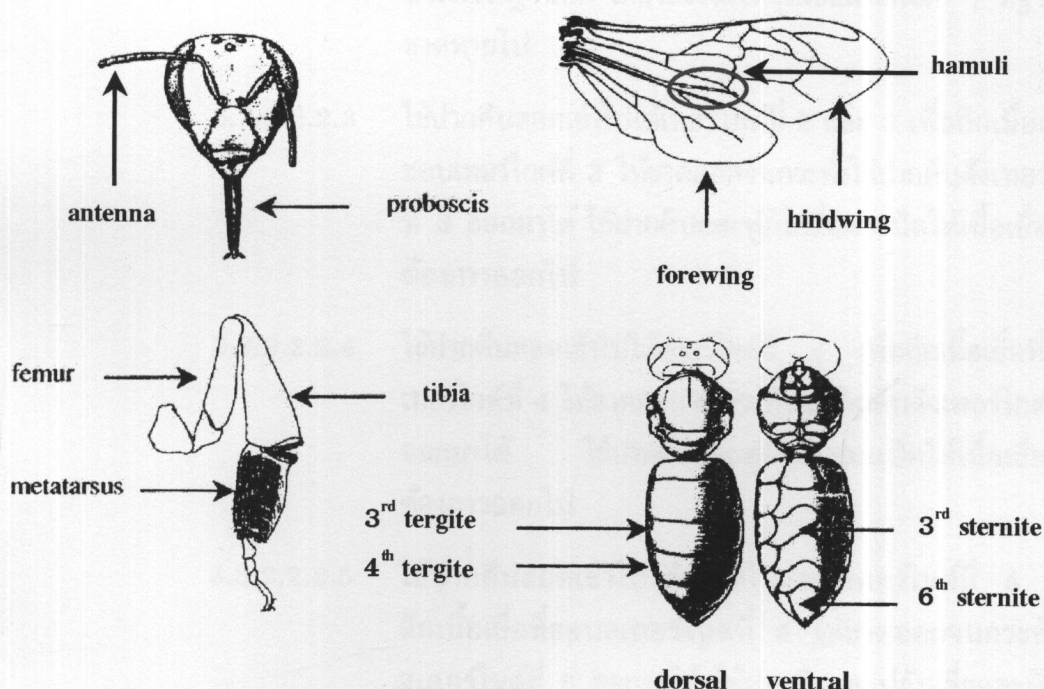
ตารางที่ 2 แสดงจังหวัดและจำนวนรังของตัวอย่างผึ้งมีมเมื่อแยกตามบริเวณที่อยู่เหนือและใต้
เส้นละติจูดที่ 12°N

จังหวัด	จำนวนรังของผึ้งมีม (รัง)	
	เหนือเส้นละติจูดที่ 12° เหนือ	ใต้เส้นละติจูดที่ 12° เหนือ
เชียงใหม่	2	-
อุดรดิตถ์	1	-
พิษณุโลก	1	-
ตาก	1	-
หนองคาย	1	-
ขอนแก่น	1	-
ชัยภูมิ	1	-
นครราชสีมา	2	-
ลพบุรี	6	-
อ่างทอง	1	-
สกลนคร	1	-
ร้อยเอ็ด	1	-
อุบลราชธานี	1	-
สมุทรปราการ	1	-
จันทบุรี	1	-
ตราด	1	-
สุพรรณบุรี	1	-
สมุทรสงคราม	2	-
เพชรบุรี	1	-
ราชบุรี	2	-
ประจวบคีรีขันธ์	1	5
ชุมพร	-	3
สุราษฎร์ธานี	-	2
เกาะสมุย สุราษฎร์ธานี	-	6
เกาะพะงัน สุราษฎร์ธานี	-	4
รวม	30	20

3.3.2 การผ่าตัด

3.3.2.1 นำผึ้ง 15 ตัว จากขวดเก็บตัวอย่าง 1 ขวด วางบนถาดผ่าตัดที่มีแอลกอฮอล์เข้มข้น 70 เปอร์เซ็นต์บรรจุอยู่เพื่อไม่ให้ตัวอย่างแห้งและง่ายต่อการผ่าตัด โดยทำการผ่าตัดภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอ (stereo microscope)

3.3.2.2 ผ่าตัดผึ้งแต่ละตัวเพื่อเอาส่วนต่าง ๆ ที่ใช้ศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยา ได้แก่ หนวด โพรบอสซิส ปีกหน้า ปีกหลัง ขาหลัง สเตอไรต์ที่ 3 และ 6 และเทอร์โกดที่ 3 และ 4 (รูปภาพที่ 8) โดยมีขั้นตอนการผ่าตัดดังนี้



รูปภาพที่ 8 แสดงส่วนต่าง ๆ ของผึ้งที่ทำการผ่าตัด

3.3.2.2.1 ใช้เข็มปีกแมลงแทงลงบนด้านท้องของอกผึ้ง เพื่อตรึงผึ้งบนถาดผ่าตัด

3.3.2.2.1.1 ใช้ปากคีบจับบริเวณพรีเมนตัม (prementum) เพื่อใช้กรรไกรและใบมีดตัดเลาะเนื้อเยื่อรอบ ๆ โพรบอสซิสอย่างระมัดระวัง แล้วดึงโพรบอสซิสออกมาอย่างสมบูรณ์ ซึ่งประกอบด้วยโพสท์เมนตัม พรีเมนตัม และกลอสเส (glossae)

3.3.2.2.1.2 ใช้ปากคีบจับบริเวณปล้องของฟีเมอร์ (femur) ของขาหลังด้านขวา เพื่อใช้กรรไกรตัดบริเวณปล้องทรอแคนเตอร์ (trochanter) ของขาหลังด้านขวา ใช้ใบมีดตัดแยกบริเวณรอยต่อของทรอแคนเตอร์กับฟีเมอร์ รอยต่อของทิเบีย (tibia) กับเมตาทาร์ซัส (metatarsus) และรอยต่อของเมตาทาร์ซัสกับ

ทาร์ซัส (tarsus) จะได้ส่วนที่ต้องการ 2 ส่วนคือ ฟีเมอร์ติดอยู่กับทibia และเมตาทาร์ซัส

- 3.3.2.2.2 ใช้เข็มปักแมลงแทงลงบนด้านหน้าของหัวผึ้ง เพื่อตรึงผึ้งบนถาดผ่าตัด
 - 3.3.2.2.2.1 ใช้ปากคีบจับบริเวณโคนของสเคปของหนวดด้านขวา ใช้มีดเลาะเนื้อเยื่อบริเวณใต้สเคป เพื่อแยกหนวดออกมา
 - 3.3.2.2.2.2 ใช้เข็มปักแมลงแทงลงบนด้านหลังของอกผึ้ง ใช้ปากคีบจับบริเวณปีกหน้าด้านขวา เพื่อใช้กรรไกรและใบมีดตัดเลาะบริเวณใต้ฐานปีก โดยระวังไม่ให้จุดเชื่อมต่อต่อเล็ก ๆ ที่ฐานปีกขาดหายไป
 - 3.3.2.2.2.3 ใช้ปากคีบสอดเข้าไปใต้เทอร์โกดที่ 2 และ 3 เพื่อฉีกเนื้อเยื่อที่ขอบเทอร์โกดที่ 3 ให้ขาดออกจนกระทั่งใช้ปากคีบดึงเทอร์โกดที่ 3 ออกมาได้ ใช้ปากคีบและฟู่กันเขี่ยและปิดให้เนื้อเยื่อที่ไม่ต้องการออกไป
 - 3.3.2.2.2.4 ใช้ปากคีบสอดเข้าไปใต้เทอร์โกดที่ 4 เพื่อฉีกเนื้อเยื่อที่ขอบเทอร์โกดที่ 4 ให้ขาดออกจนกระทั่งใช้ปากคีบดึงเทอร์โกดที่ 4 ออกมาได้ ใช้ปากคีบและฟู่กันเขี่ยและปิดให้เนื้อเยื่อที่ไม่ต้องการออกไป
 - 3.3.2.2.2.5 ใช้ปากคีบสอดเข้าไปใต้เหล็กในและสเตอร์ไนต์ที่ 6 เพื่อฉีกเนื้อเยื่อที่ขอบสเตอร์ไนต์ที่ 6 ให้ขาดออกจนกระทั่งดึงสเตอร์ไนต์ที่ 6 ออกมาได้ ใช้ปากคีบและฟู่กันเขี่ยและปิดให้เนื้อเยื่อกับไขผึ้งที่ไม่ต้องการออกไป
 - 3.3.2.2.2.6 ใช้ปากคีบสอดเข้าไปใต้สเตอร์ไนต์ที่ 4 และ 3 เพื่อฉีกเนื้อเยื่อที่ขอบสเตอร์ไนต์ที่ 3 ให้ขาดออกจนกระทั่งดึงสเตอร์ไนต์ที่ 3 ออกมาได้ ใช้ปากคีบและฟู่กันเขี่ยและปิดให้เนื้อเยื่อกับไขผึ้งที่ไม่ต้องการออกไป

หมายเหตุ ทุกขั้นตอนของการผ่าตัดต้องทำอย่างระมัดระวัง เพราะส่วนต่าง ๆ ของผึ้งสามารถแตกหักและฉีกขาดได้ง่าย

- 3.3.2.3 เก็บส่วนต่าง ๆ ที่ใช้ศึกษาของผึ้ง 1 ตัว ใส่รวมกันใน microcentrifuge tube ขนาด 0.5 มิลลิลิตร ที่มีแอลกอฮอล์เข้มข้น 70 เปอร์เซ็นต์บรรจุอยู่ ส่วนที่เหลือเก็บไว้ใน microcentrifuge tube ขนาด 1.5 มิลลิลิตร ที่มีแอลกอฮอล์เข้มข้น 70 เปอร์เซ็นต์บรรจุอยู่ และติดฉลากตัวอย่างทั้งสองหลอดเหมือนกัน

3.3.3 การติดตัวอย่างลงบนสไลด์

- 3.3.3.1 ติดตัวอย่างลงบนสไลด์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอ
- 3.3.3.2 เว้นที่ว่างจากขอบสไลด์ด้านกว้างเข้ามาประมาณด้านละ 0.5 มิลลิเมตร เพื่อสามารถนำสไลด์ใส่ในช่องของกล่องเก็บสไลด์ได้ แล้วแบ่งพื้นที่ส่วนที่เหลือออกเป็น 4 ส่วน เพื่อติดตัวอย่างของส่วนต่าง ๆ ที่ใช้ศึกษา โดยแบ่งออกเป็นดังนี้
 - 3.3.3.2.1 ปีกหน้าและหลัง และสเตอริไนต์ที่ 3
 - 3.3.3.2.2 เทอร์ไกต์ที่ 3 และ 4 และสเตอริไนต์ที่ 6
 - 3.3.3.2.3 โพรบอสซิสและหนวด
 - 3.3.3.2.4 ฟิเมอร์กับทิเบีย และเมตาทาร์ซัส
 - 3.3.3.2.5 เขย่า microcentrifuge tube ที่เก็บส่วนต่าง ๆ ที่ใช้ศึกษาด้วยเครื่อง vortex เพื่อแยกสิ่งสกปรกออกไป
- 3.3.3.3 หยดน้ำยาฮอยเออร์ (Hoyer's Medium) (ภาคผนวก 1) 1-2 หยดลงบนแผ่นสไลด์ขนาด 25.4×76.2 มิลลิเมตร นำส่วนต่าง ๆ ที่จัดแบ่งไว้มาวางบนน้ำยา ใช้ปากคีบช่วยจัดตัวอย่างให้อยู่ในท่าที่ปกติ
- 3.3.3.4 ใช้ปากคีบจับขอบกระจกปิดสไลด์ขนาด 15 มิลลิเมตร แล้วค่อย ๆ ปลดออก กระจกปิดสไลด์ลงไปเบา ๆ เพื่อไม่ให้เกิดฟองอากาศ ใช้ฟูก้นกดบนกระจกปิดสไลด์ให้ชิดตัวอย่างเพื่อไม่ให้ตัวอย่างเคลื่อนที่หรือบิด
- 3.3.3.5 สำหรับการติดฟิเมอร์กับทิเบีย และเมตาทาร์ซัส จะหมุนกระจกปิดสไลด์ด้วยกระดาษ 100 ปอนด์ ซึ่งตัดเป็นวงกลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 15 มิลลิเมตร แล้วเจาะรูเป็นวงกลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 0.5 มิลลิเมตร เพื่อวางฟิเมอร์กับทิเบีย และเมตาทาร์ซัสในช่องว่างนี้
- 3.3.3.6 ติดฉลากบนแผ่นสไลด์ที่ติดตัวอย่างเรียบร้อยแล้ว ก่อนนำไปวางบน hot plate เพื่อไล่ฟองอากาศ
- 3.3.3.7 นำแผ่นสไลด์เข้าตู้อบที่อุณหภูมิ 40°C นานประมาณ 1 สัปดาห์ เพื่อให้น้ำระเหยออกไป
- 3.3.3.8 นำแผ่นสไลด์ออกจากตู้อบ วางทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องจนเย็นเพื่อให้แผ่นสไลด์กลับคืนสู่สภาพเดิม ก่อนที่จะปิดขอบกระจกปิดสไลด์ด้วยน้ำยาทาเล็บ ทิ้งไว้จนแห้ง แล้วทำซ้ำ 2-3 ซ้ำ เพื่อป้องกันความชื้นในอากาศเข้าไปในน้ำยาฮอยเออร์ และเก็บสไลด์ไว้ในกล่องเก็บสไลด์

3.3.4 การวัดตัวอย่าง

3.3.4.1 ส่องดูแผ่นสไลด์ด้วย stereo microscope และถ่ายภาพด้วยโปรแกรม Dazzle Digital Video Creator & Digital Photo Marker 3.6 เพื่อบันทึกภาพลงในคอมพิวเตอร์โดยใช้กำลังขยายต่าง ๆ กัน ดังนี้

3.3.4.1.1 กำลังขยาย 1 เท่า ใช้ถ่ายภาพปีกหน้า

3.3.4.1.2 กำลังขยาย 1.2 เท่า ใช้ถ่ายภาพปีกหลัง เทอร์โกดที่ 3 และ 4

3.3.4.1.3 กำลังขยาย 1.5 เท่า ใช้ถ่ายภาพสเตอร์ไนต์ที่ 3

3.3.4.1.4 กำลังขยาย 2 เท่า ใช้ถ่ายภาพโพรบอสซิส

3.3.4.1.5 กำลังขยาย 2.5 เท่า ใช้ถ่ายภาพหนวด สเตอร์ไนต์ที่ 6 ฟิเมอร์กับทิเบีย และเมตาทาร์ซัส

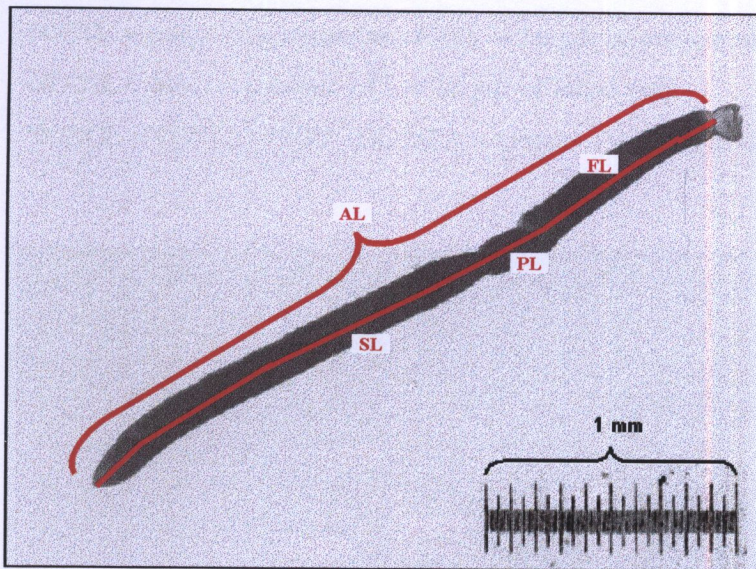
หมายเหตุ กำลังขยายที่ใช้อาจเปลี่ยนแปลงได้ตามความเหมาะสมของขนาดตัวอย่าง

3.3.4.2 ใช้โปรแกรม Image-Pro Plus 3.00 เพื่อวัดขนาดความกว้าง ความยาวและมุมของส่วนต่าง ๆ ที่ใช้ศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของผึ้งมีมแต่ละตัว (รูปภาพที่ 9-18) รวมทั้งหมด 22 ลักษณะ (Ruttner, 1988; Verma *et al.*, 1994; Hepburn *et al.*, 2001) ได้แก่

1. forewing-length of radial cell (RCL)
2. length of apical portion of radial cell (ARCL)
3. length of forewing (FWL)
4. angle 34 of venation (AN34)
5. angle 35 of venation (AN35)
6. angle 37 of venation (AN37)
7. hindwing-length of basal portion of radial vein (BRVL)
8. number of hamuli (NH)
9. length of vannal lobe (VL)
10. hind leg-length of femur (FEL)
11. length of tibia (TL)
12. length of metatarsus (ML)
13. tongue-total length of tongue (TONGL)

14. length of labial palp (LPL)
15. abdomen-total length of 3rd tergite (TL3)
16. length of dark band of 4th tergite (DTL4)
17. total length of 4th tergite (TL4)
18. length of wax mirror on 3rd sternite (WSL3)
19. total length of 3rd sternite (SL3)
20. length or depth of 6th sternite (SL6)
21. antenna-length of flagellum (FL)
22. total length of antenna (AL)

แล้วบันทึกข้อมูลจากการวัดลงในคอมพิวเตอร์ เพื่อนำไปใช้วิเคราะห์ทางสถิติ

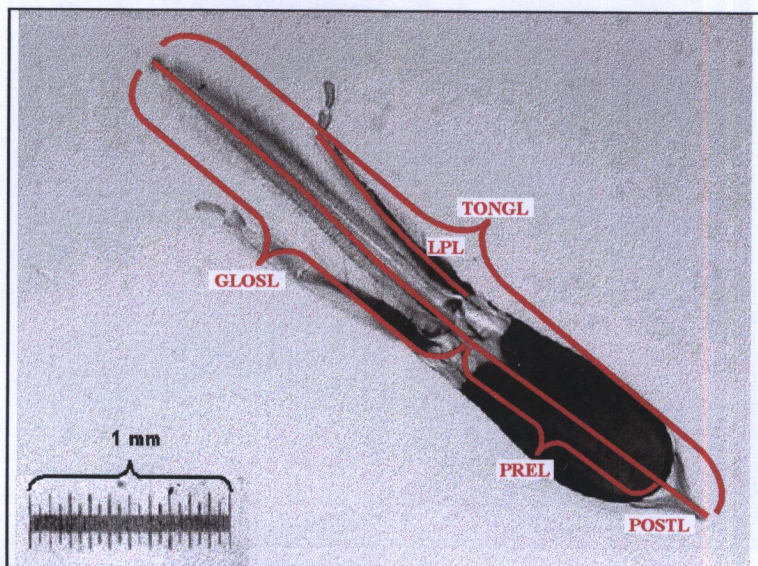


รูปภาพที่ 9 แสดงหน่วยวัดของผึ้ง

SL = length of scape; PL = length of pedicel

FL = length of flagellum

AL = (SL+PL+FL) = total length of antenna

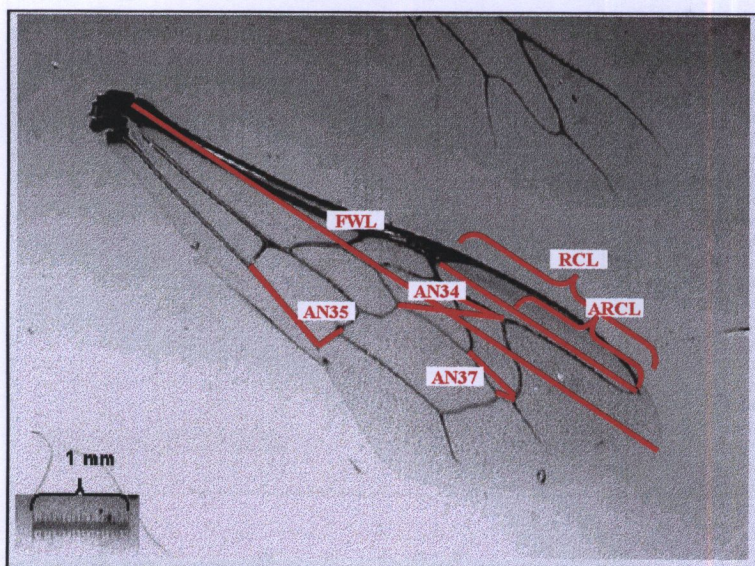


รูปภาพที่ 10 แสดงโพรบอสซิสทำงานของผึ้ง

POSTL = length of postmentum; PREL = length of prementum

GLOSL = length of glossa; LPL = length of labial palp

TONGL = (POSTL+PREL+GLOSL) = tongue-total length of tongue



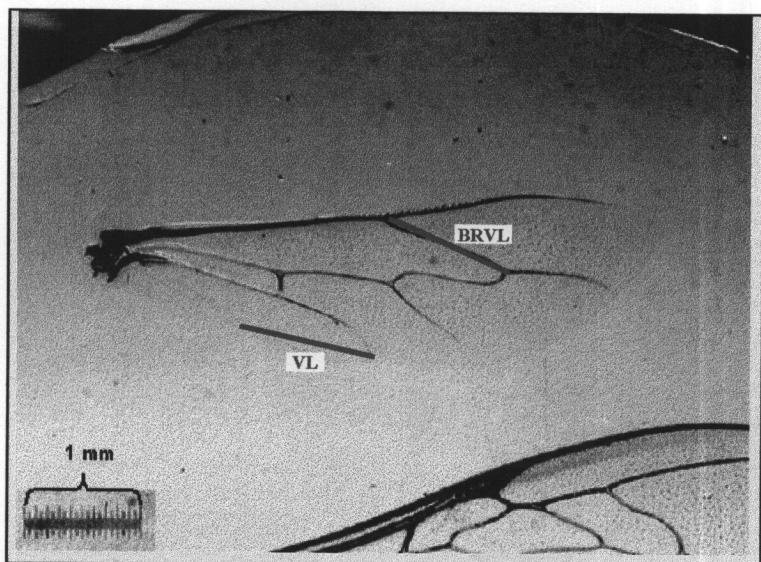
รูปภาพที่ 11 แสดงปีกหน้าทำงานของผึ้ง

FWL = length of forewing; RCL = length of radial cell

ARCL = length of apical portion of radial cell

AN34 = angle 34 of venation; AN35 = angle 35 of venation

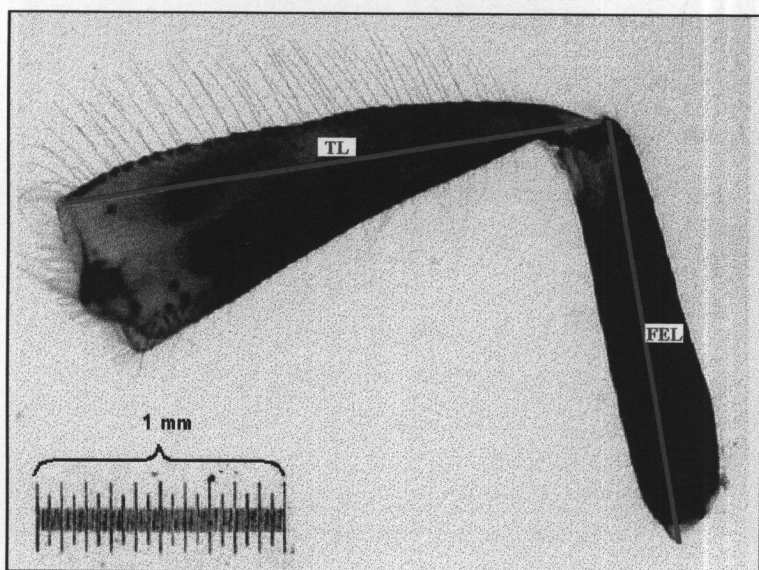
AN37 = angle 37 of venation



รูปภาพที่ 12 แสดงปีกหลังฝั่งงานของผึ้งมี้ม

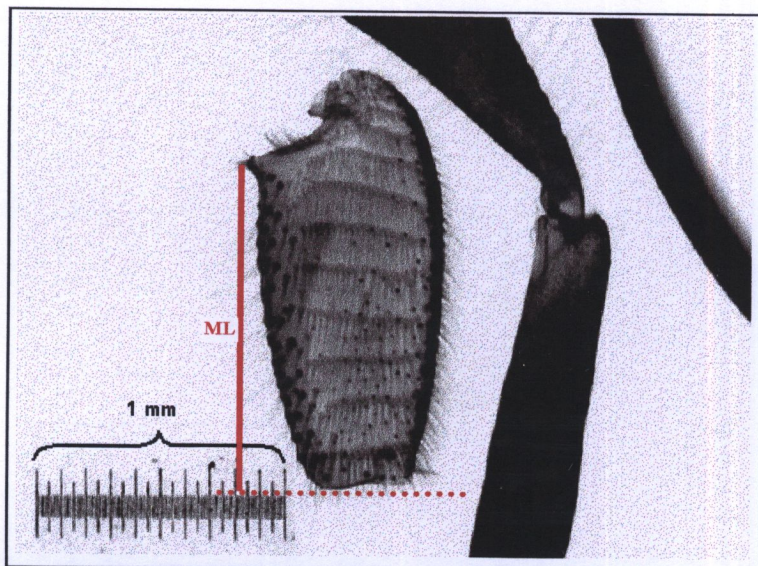
BRVL = length of basal portion of radial vein

VL = length of vannal lobe



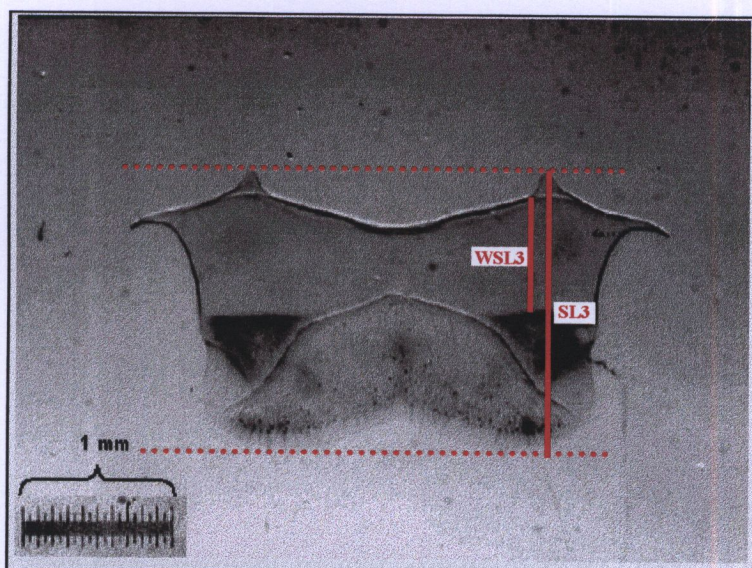
รูปภาพที่ 13 แสดงฟีมอร์และทิเบียฝั่งงานของผึ้งมี้ม

FEL = length of femur; TL = length of tibia



รูปภาพที่ 14 แสดงเมตาทาร์ซัสของผึ้งมัม

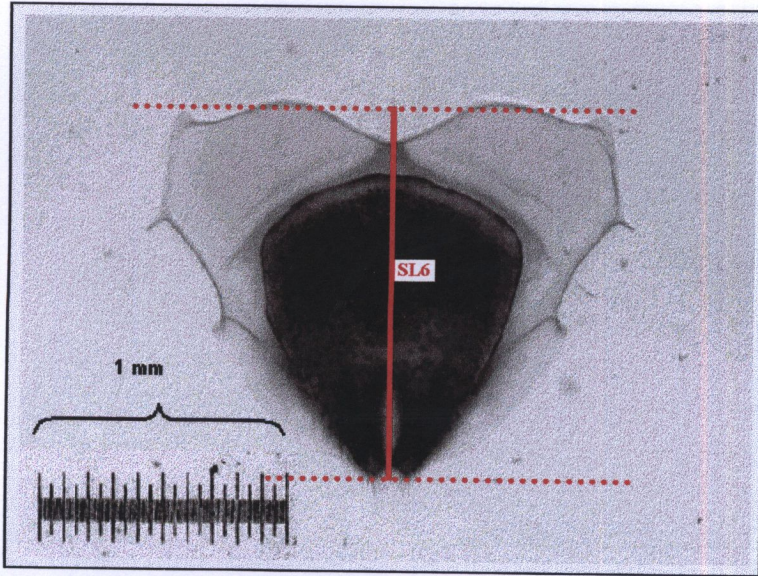
ML = length of metatarsus; MW = width of metatarsus



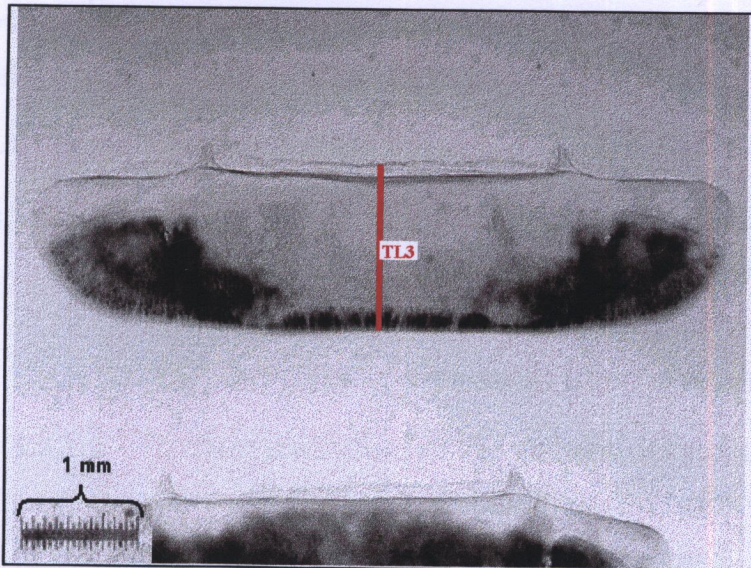
รูปภาพที่ 15 แสดงสเตอร์ไนต์ที่ 3 ของผึ้งมัม

SL3 = abdomen-total length of 3rd sternite

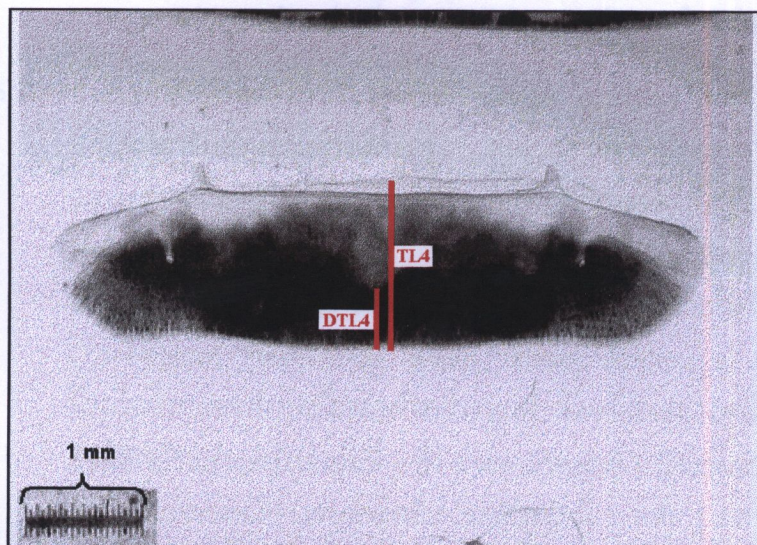
WSL3 = length of wax mirror on 3rd sternite



รูปภาพที่ 16 แสดงสเตอร์ไนต์ที่ 6 ของผังงานของผังมัม
SL6 = length or depth of 6th sternite



รูปภาพที่ 17 แสดงเทอร์ไกต์ที่ 3 ของผังงานของผังมัม
TL3 = total length of 3rd tergite



รูปภาพที่ 18 แสดงเทอร์ไกต์ที่ 4 ของผืนงานของผีเสื้อ

DTL4 = length of dark band of 4th tergite

TL4 = total length of 4th tergite

3.3.5 นำข้อมูลที่ได้จากการวัดลักษณะทางสัณฐานวิทยาในข้อ 3.3.4.2 ไปวิเคราะห์ทางสถิติด้วยโปรแกรม SPSS for Windows 10.0

3.3.5.1 จำแนกกลุ่มตัวแปรด้วยสถิติ Factor Analysis

3.3.5.1.1 การวิเคราะห์ปัจจัย (Factor Analysis) ครั้งที่ 1 เพื่อคัดเลือกตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กันมากไว้สำหรับการวิเคราะห์ปัจจัยครั้งที่ 2 ซึ่งอาจจะเป็นความสัมพันธ์ในทางบวกหรือลบก็ได้ โดยพิจารณาจากตัวแปรที่มีค่าสัมประสิทธิ์ (factor loading) มากกว่าค่าสมบูรณ์ 0.6

3.3.5.1.2 การวิเคราะห์ปัจจัยครั้งที่ 2 จะนำตัวแปรที่ถูกคัดเลือกไว้จากการวิเคราะห์ปัจจัยครั้งที่ 1 มาจำแนกกลุ่มหรือรวมตัวแปรหลาย ๆ ตัวที่มีความสัมพันธ์กันไว้ในกลุ่มหรือปัจจัย (factor) เดียวกัน โดยพิจารณาจากตัวแปรที่มีค่าสัมประสิทธิ์ (factor loading) ที่แสดงความสัมพันธ์ของตัวแปรกับกลุ่มของปัจจัยใหม่มากกว่าค่าสมบูรณ์ 0.6 ทั้งนี้กลุ่มของปัจจัยใหม่ที่ได้จัดเป็นตัวแปรใหม่ที่สามารถหาค่าข้อมูลของตัวแปรใหม่ได้เรียกว่า factor score จากนั้นใช้ตัวแปรใหม่นี้เป็นตัวแปรอิสระสำหรับการวิเคราะห์ทางสถิติต่อไป

3.3.5.1.3 จับคู่ค่า factor score ของตัวแปรหรือปัจจัยใหม่ที่ได้จากข้อ 3.3.5.1.2 ไปเขียนกราฟการกระจายเพื่อจำแนกกลุ่มของตัวอย่างผีเสื้อตาม

สภาพภูมิอากาศและหมู่เกาะ และเขียนกราฟการกระจายเพื่อจำแนกกลุ่มของตัวอย่างผึ้งมิมที่อยู่บริเวณเหนือและใต้เส้นละติจูดที่ 12°N

- 3.3.5.2 จำแนกกลุ่มตัวอย่างผึ้งมิมด้วยสถิติ Cluster Analysis โดยการวัดความคล้ายหรือระยะห่างของตัวอย่างแต่ละคู่ ถ้าตัวอย่างคู่ใดมีระยะห่างระหว่างคู่ที่น้อยแสดงว่าคู่นั้นอยู่ใกล้กันหรือมีความคล้ายกันควรจัดให้อยู่ในกลุ่ม (cluster) เดียวกัน และใช้หลักเกณฑ์ในการรวมกลุ่มแบบ Between-groups linkage หรือที่เรียกว่า Average linkage between groups หรือที่เรียกว่า UPGMA (Unweighted Pair-Group Method Using Arithmetic Average) ซึ่งจะคำนวณหาระยะห่างเฉลี่ยของตัวอย่างทุกคู่ โดยที่ตัวอย่างหนึ่งอยู่ในกลุ่มที่ i ส่วนอีกตัวอย่างอยู่ในกลุ่มที่ j ซึ่ง $i \neq j$ ถ้ากลุ่มที่ i มีระยะห่างเฉลี่ยจากกลุ่มที่ j สั้นกว่าระยะห่างจากกลุ่มอื่น จะนำกลุ่มที่ i และ j มารวมกันเป็นกลุ่มเดียวกัน จากนั้นเขียนกราฟเดนไดรแกรม (Dendrogram) แสดงการรวมกันของกลุ่ม โดยเปลี่ยนหน่วยระยะห่างของข้อมูลเดิมให้มีค่าอยู่ในช่วง 1 ถึง 25 ซึ่งตัวแปรที่ใช้ในการจำแนกกลุ่มตัวอย่างผึ้งมิมนั้นจะใช้ตัวแปรใหม่ที่ได้จากการวิเคราะห์ปัจจัยครั้งที่ 2 ในข้อ 3.3.5.1.2
- 3.3.5.3 วิเคราะห์ความแปรปรวนแบบมีปัจจัยเดียว (One-Way ANOVA) ด้วยสถิติ F-Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p \leq 0.05$) เพื่อทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของลักษณะทางสัณฐานวิทยาแต่ละลักษณะของตัวอย่างผึ้งมิมตามสภาพภูมิอากาศและหมู่เกาะ โดยใช้ลักษณะทางสัณฐานวิทยาหรือตัวแปรที่มีค่า factor loading มากกว่าค่าสมบูรณ์ 0.6 ที่ถูกคัดเลือกมาจากการวิเคราะห์ปัจจัยครั้งที่ 1 ในข้อ 3.3.5.1.1 ซึ่งการวิเคราะห์ความแปรปรวนนี้มีเงื่อนไขอยู่ 3 ประการ คือ
- 3.3.5.3.1 การสุ่มตัวอย่างจะต้องสุ่มอย่างเป็นอิสระกัน
 - 3.3.5.3.2 สุ่มตัวอย่างจากประชากรที่มีการแจกแจงแบบปกติ โดยจะทดสอบด้วย Kolmogorov-Smirnov Test (K-S Test) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p \leq 0.05$) ในกรณีที่ไม่ทราบค่าเฉลี่ยและค่าแปรปรวนของประชากร จึงต้องใช้ค่าเฉลี่ยและค่าแปรปรวนของตัวอย่างแทน และทดสอบด้วย Shapiro-Wilk ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p \leq 0.05$) ในกรณีที่ทราบหรือไม่ทราบค่าเฉลี่ยหรือค่าแปรปรวนของประชากรก็ได้ แต่ขนาดตัวอย่างต้องไม่เกิน 50 หน่วย
 - 3.3.5.3.3 ค่าแปรปรวนของแต่ละตัวอย่างต้องเท่ากัน โดยจะทดสอบด้วย Levene's Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p \leq 0.05$)

- 3.3.5.4 ทดสอบการเปรียบเทียบเชิงซ้อน (Multiple Comparisons) เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของลักษณะทางสัณฐานวิทยาแต่ละลักษณะพร้อมกันครั้งละหลาย ๆ คู่ของตัวอย่างฝั่งมีมตามสภาพภูมิอากาศและหมู่เกาะ ด้วยสถิติ Student-Newman-Keuls (SNK) Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p \leq 0.05$) ซึ่งจะนำค่าเฉลี่ยตัวอย่างมาเรียงลำดับจากน้อยไปมาก จากนั้นจัดกลุ่มตัวอย่างที่มีค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกันไว้ในกลุ่มเดียวกัน

บทที่ 4

ผลการศึกษา

4.1 ผลการจำแนกกลุ่มตัวแปรด้วยสถิติ Factor Analysis

ผลการวิเคราะห์ปัจจัยครั้งที่ 1 โดยใช้ค่าเฉลี่ยลักษณะทางสัณฐานวิทยาของตัวอย่าง ผีงงานของผีงมีมแต่ละรัง ๆ ละ 15 ตัว รวมทั้งหมด 22 ลักษณะ พบว่ามีลักษณะทางสัณฐานวิทยาหรือตัวแปรที่มีค่าสัมประสิทธิ์ (factor loading) ที่แสดงความสัมพันธ์ของตัวแปรกับกลุ่มของปัจจัยใหม่มากกว่าค่าสมบูรณ์ 0.6 ซึ่งถูกคัดเลือกไว้สำหรับการวิเคราะห์ต่อไป อยู่ 14 ตัวแปร (ภาคผนวก 3) ดังนี้

1. abdomen-total length of 3rd tergite (TL3)
2. total length of 4th tergite (TL4)
3. hind leg-length of femur (FEL)
4. length or depth of 6th sternite (SL6)
5. length of tibia (TL)
6. length of metatarsus (ML)
7. total length of 3rd sternite (SL3)
8. forewing-length of radial cell (RCL)
9. length of forewing (FWL)
10. length of apical portion of radial cell (ARCL)
11. total length of antenna (AL)
12. angle 37 of venation (AN37)
13. number of hamuli (NH)
14. angle 34 of venation (AN34)

ผลการวิเคราะห์ปัจจัยครั้งที่ 2 โดยใช้ค่าเฉลี่ยตัวแปรที่มีค่า factor loading มากกว่าค่าสมบูรณ์ 0.6 จำนวน 14 ตัวแปร พบว่าสามารถจำแนกกลุ่มปัจจัยหรือตัวแปรใหม่ได้ 4 กลุ่ม และแต่ละกลุ่มมีความสัมพันธ์ของตัวแปรที่มีค่า factor loading มากกว่าค่าสมบูรณ์ 0.6 ดังนี้

1. ปัจจัยที่ 1 มีความสัมพันธ์กับความยาวลำตัว ขาหลังและหนวด ได้แก่ TL3 TL4 SL6 SL3 TL FEL ML และ AL

2. ปัจจัยที่ 2 มีความสัมพันธ์กับความยาวเส้นปีกหน้าและปีกหน้า ได้แก่ RCL ARCL และ FWL
3. ปัจจัยที่ 3 มีความสัมพันธ์กับจำนวนฮามูไลและขนาดมุมที่ 37 ได้แก่ NH และ AN37
4. ปัจจัยที่ 4 มีความสัมพันธ์กับขนาดมุมที่ 34 ได้แก่ AN34

ซึ่งปัจจัยที่ 1 มีความสำคัญที่สุดเพราะประกอบด้วยตัวแปรที่มีค่า factor loading มากกว่าค่าสมบูรณ์ 0.6 อยู่ 8 ตัวแปร ส่วนปัจจัยที่ 2-4 มีความสำคัญรองลงมา ตามลำดับ (ภาคผนวก 4)

เมื่อนำค่าตัวแปรหรือปัจจัยใหม่ (factor score) ทั้ง 4 กลุ่มไปจับคู่เขียนกราฟการกระจายเพื่อจำแนกกลุ่มตัวอย่างฝั่งมัมตามสภาพภูมิอากาศและหมู่เกาะได้ผลดังนี้

1. ผลการเขียนกราฟการกระจายของค่าปัจจัยใหม่ระหว่างความยาวลำตัว ขาหลัง และหนวด กับความยาวเส้นปีกหน้าและปีกหน้า (กราฟที่ 1) พบว่าไม่สามารถจำแนกกลุ่มตัวอย่างฝั่งมัมได้
2. ผลการเขียนกราฟการกระจายของค่าปัจจัยใหม่ระหว่างความยาวลำตัว ขาหลัง และหนวด กับจำนวนฮามูไลและขนาดมุมที่ 37 (กราฟที่ 2) พบว่าไม่สามารถจำแนกกลุ่มตัวอย่างฝั่งมัมได้
3. ผลการเขียนกราฟการกระจายของค่าปัจจัยใหม่ระหว่างความยาวลำตัว ขาหลัง และหนวด กับขนาดมุมที่ 34 (กราฟที่ 3) พบว่าไม่สามารถจำแนกกลุ่มตัวอย่างฝั่งมัมได้
4. ผลการเขียนกราฟการกระจายของค่าปัจจัยใหม่ระหว่างความยาวเส้นปีกหน้าและปีกหน้า กับจำนวนฮามูไลและขนาดมุมที่ 37 (กราฟที่ 4) พบว่าไม่สามารถจำแนกกลุ่มตัวอย่างฝั่งมัมได้
5. ผลการเขียนกราฟการกระจายของค่าปัจจัยใหม่ระหว่างความยาวเส้นปีกหน้าและปีกหน้า กับขนาดมุมที่ 34 (กราฟที่ 5) พบว่าไม่สามารถจำแนกกลุ่มตัวอย่างฝั่งมัมได้
6. ผลการเขียนกราฟการกระจายของค่าปัจจัยใหม่ระหว่างจำนวนฮามูไลและขนาดมุมที่ 37 กับขนาดมุมที่ 34 (กราฟที่ 6) พบว่าไม่สามารถจำแนกกลุ่มตัวอย่างฝั่งมัมได้

เมื่อนำค่าตัวแปรหรือปัจจัยใหม่ (factor score) 4 กลุ่มไปจับคู่เขียนกราฟการกระจายเพื่อจำแนกกลุ่มตัวอย่างฝั่งมัมที่อยู่เหนือและใต้เส้นละติจูดที่ 12°N ได้ผลดังนี้

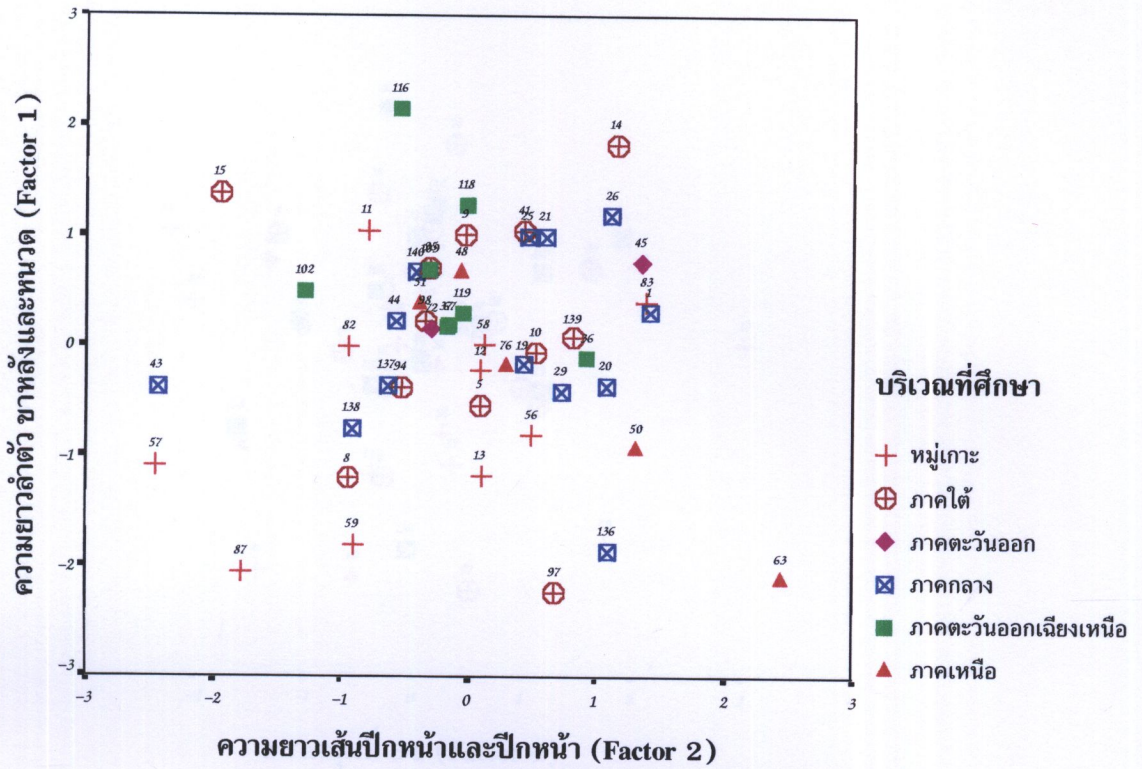
1. ผลการเขียนกราฟการกระจายของค่าปัจจัยใหม่ระหว่างความยาวลำตัว ขาหลัง และหนวด กับความยาวเส้นปีกหน้าและปีกหน้า (กราฟที่ 7) พบว่าไม่สามารถจำแนกกลุ่มตัวอย่างด้งมีมได้
2. ผลการเขียนกราฟการกระจายของค่าปัจจัยใหม่ระหว่างความยาวลำตัว ขาหลัง และหนวด กับจำนวนฮามูไลและขนาดมุมที่ 37 (กราฟที่ 8) พบว่าไม่สามารถจำแนกกลุ่มตัวอย่างด้งมีมได้
3. ผลการเขียนกราฟการกระจายของค่าปัจจัยใหม่ระหว่างความยาวลำตัว ขาหลัง และหนวด กับขนาดมุมที่ 34 (กราฟที่ 9) พบว่าไม่สามารถจำแนกกลุ่มตัวอย่างด้งมีมได้
4. ผลการเขียนกราฟการกระจายของค่าปัจจัยใหม่ระหว่างความยาวเส้นปีกหน้า และปีกหน้า กับจำนวนฮามูไลและขนาดมุมที่ 37 (กราฟที่ 10) พบว่าไม่สามารถจำแนกกลุ่มตัวอย่างด้งมีมได้
5. ผลการเขียนกราฟการกระจายของค่าปัจจัยใหม่ระหว่างความยาวเส้นปีกหน้า และปีกหน้า กับขนาดมุมที่ 34 (กราฟที่ 11) พบว่าไม่สามารถจำแนกกลุ่มตัวอย่างด้งมีมได้
6. ผลการเขียนกราฟการกระจายของค่าปัจจัยใหม่ระหว่างจำนวนฮามูไลและขนาดมุมที่ 37 กับขนาดมุมที่ 34 (กราฟที่ 12) พบว่าไม่สามารถจำแนกกลุ่มตัวอย่างด้งมีมได้

4.2 ผลการจำแนกกลุ่มตัวอย่างด้งมีมด้วยสถิติ Cluster Analysis

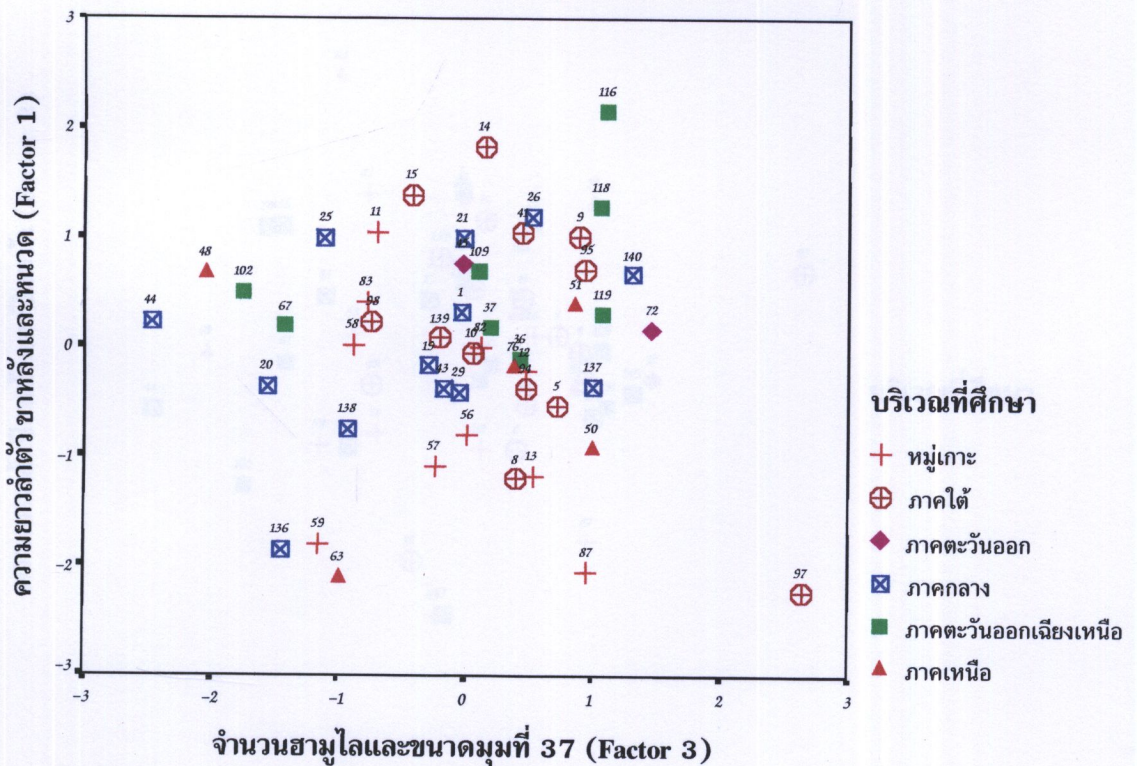
เมื่อนำค่าปัจจัยใหม่ 4 กลุ่มที่ได้จากการวิเคราะห์ปัจจัยครั้งที่ 2 ไปใช้จำแนกกลุ่มตัวอย่างด้งมีมด้วยการวัดความคล้ายหรือระยะห่างของตัวอย่างแต่ละคู่ และรวมกลุ่มแบบ Unweighted Pair-Group Method Using Arithmetic Average (UPGMA) (ภาคผนวก 5) ได้ผลดังนี้

1. ตัวอย่างด้งมีม 48 รังถูกจัดอยู่ในกลุ่มที่ 1
2. ตัวอย่างด้งมีม 2 รัง คือ ตัวอย่างเกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี (87) และตัวอย่างจากจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ (97) ถูกจัดอยู่ในกลุ่มที่ 2

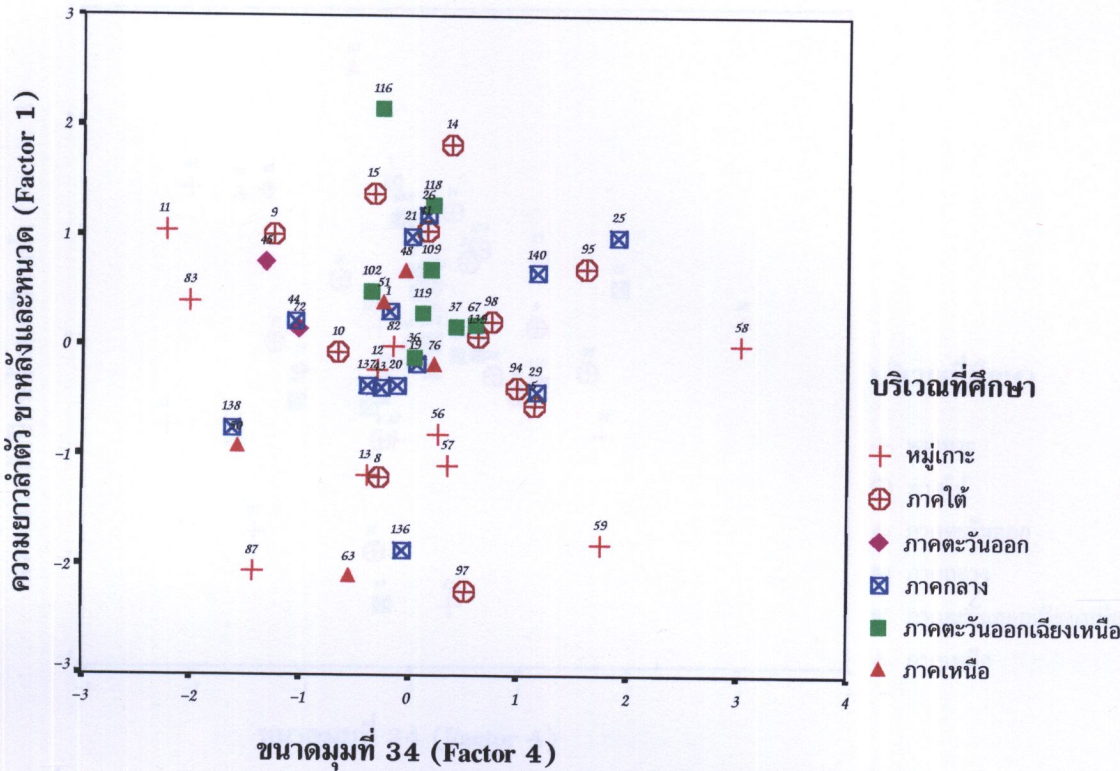
เมื่อเขียนกราฟเดนโดแกรมโดยเปลี่ยนหน่วยระยะห่างให้อยู่ในช่วง 1 ถึง 25 เพื่อแสดงการรวมกลุ่มตัวอย่างด้งมีมแต่ละจังหวัด (กราฟที่ 13) การรวมกลุ่มตัวอย่างด้งมีมตามสภาพภูมิอากาศและหมู่เกาะ (กราฟที่ 14) และการรวมกลุ่มตัวอย่างด้งมีมที่อยู่เหนือและใต้เส้นละติจูดที่ 12°N (กราฟที่ 15) พบว่าตัวอย่างด้งมีมมีค่าระยะห่างระหว่างกลุ่มใกล้เคียงกัน จึงไม่สามารถจำแนกกลุ่มตัวอย่างด้งมีมได้



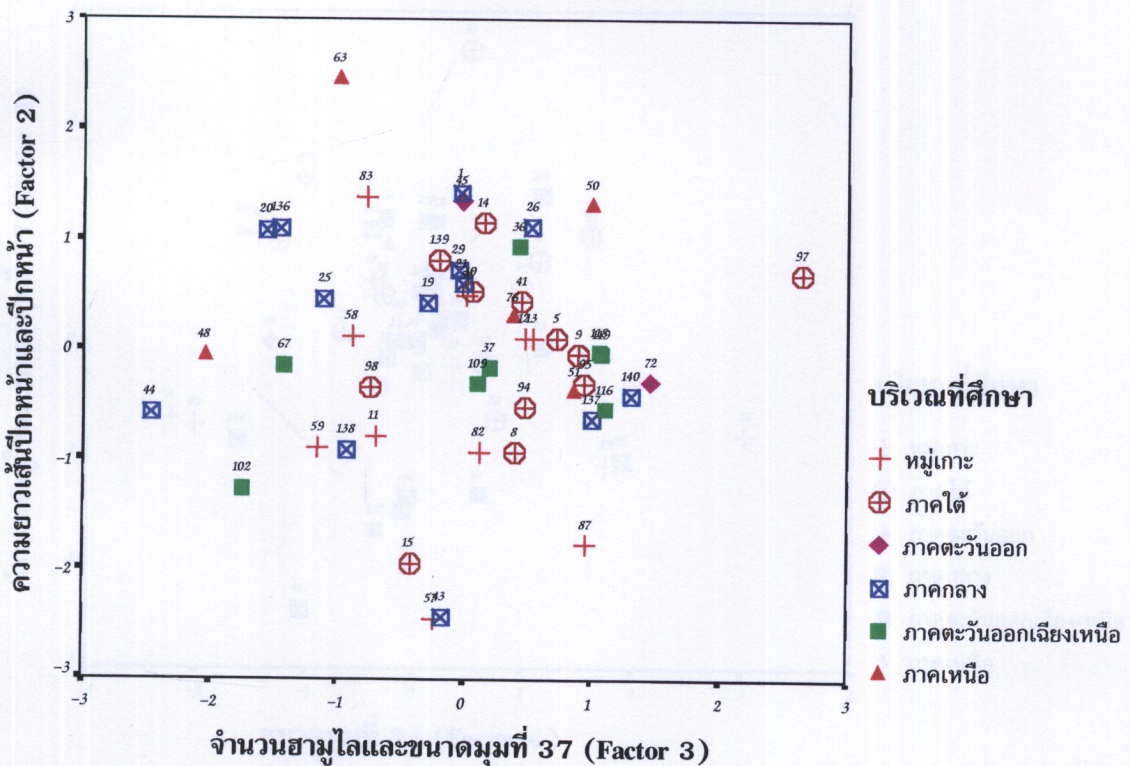
กราฟที่ 1 แสดงกราฟการกระจายของค่าปัจจัยใหม่ระหว่างความยาวลำตัว ขาหลังและหนวด กับ ความยาวเส้นปีกหน้าและปีกหน้า ในตัวอย่างผึ้งมีตามสภาพภูมิอากาศและหมู่เกาะ



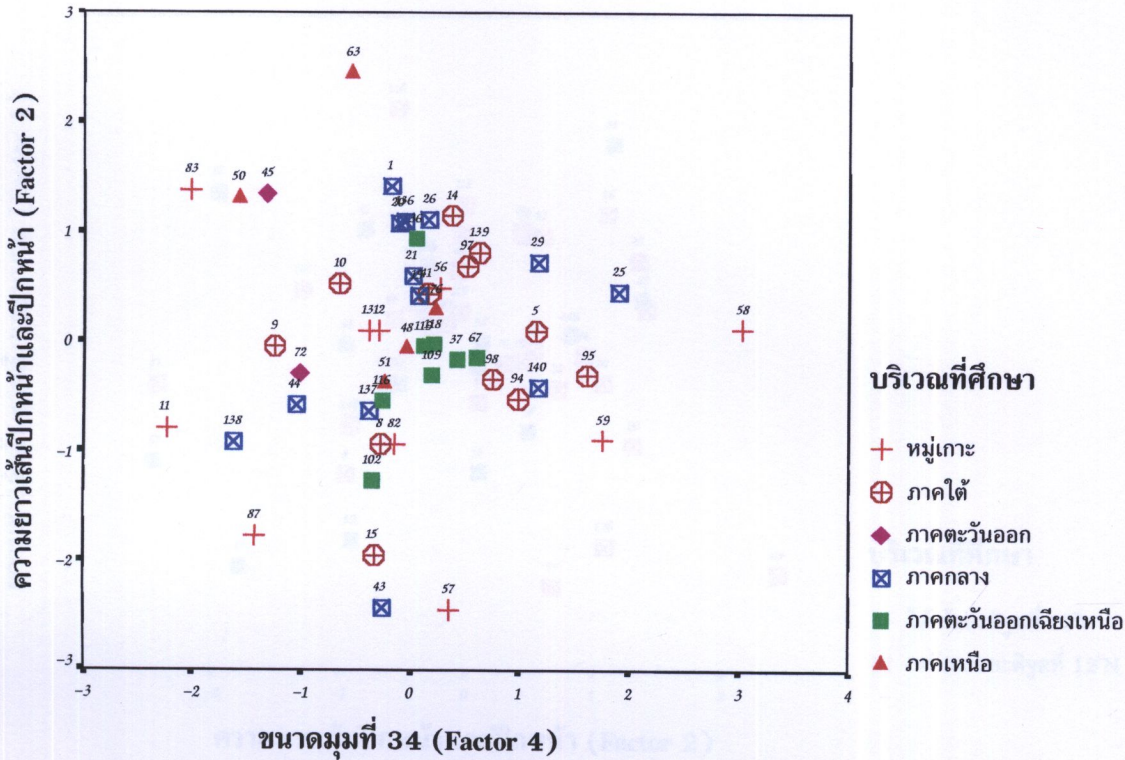
กราฟที่ 2 แสดงกราฟการกระจายของค่าปัจจัยใหม่ระหว่างความยาวลำตัว ขาหลังและหนวด กับ จำนวนฮามูไลและขนาดมุมที่ 37 ในตัวอย่างผึ้งมีตามสภาพภูมิอากาศและหมู่เกาะ



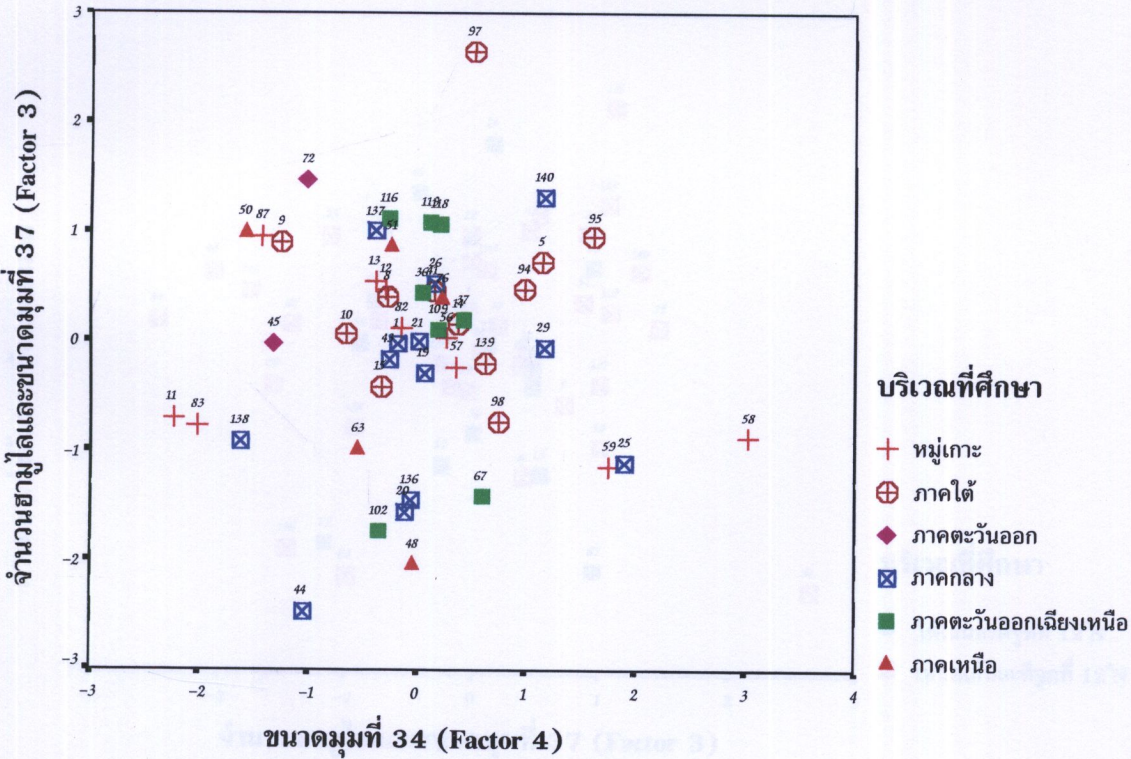
กราฟที่ 3 แสดงกราฟการกระจายของค่าปัจจัยใหม่ระหว่างความยาวลำตัว ขาหลังและหนวด กับขนาดมุมที่ 34 ในตัวอย่างผึ้งมีมตามสภาพภูมิอากาศและหมู่เกาะ



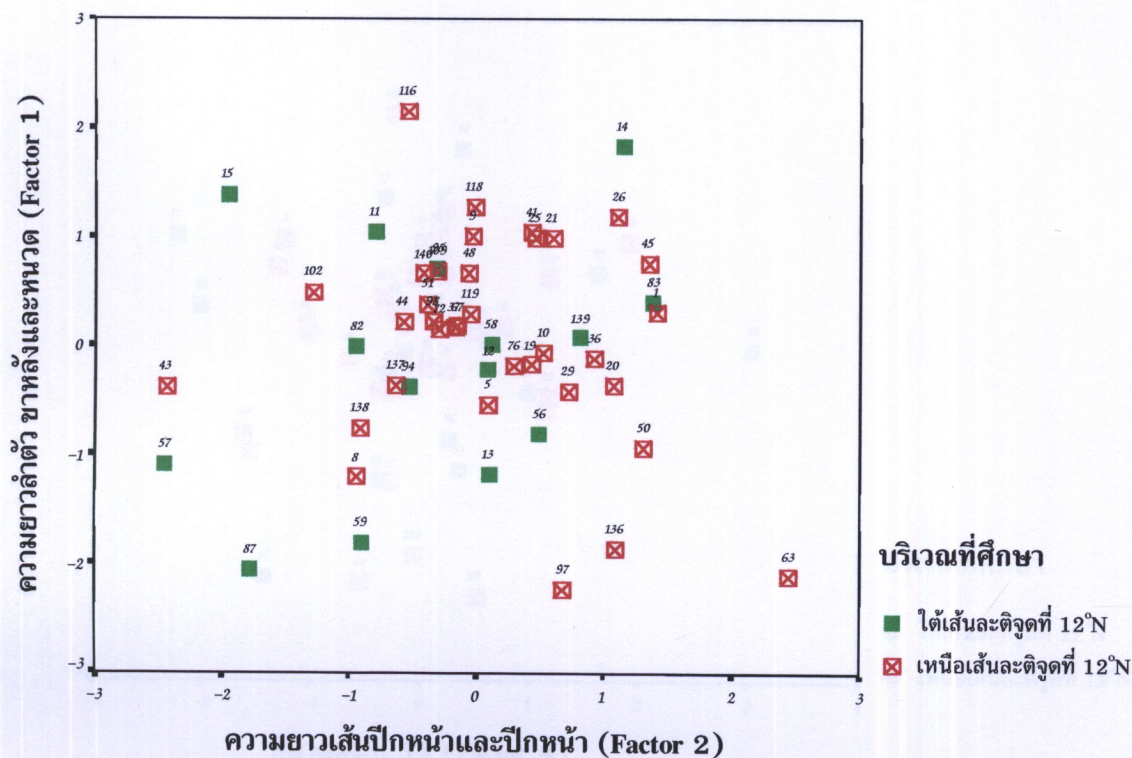
กราฟที่ 4 แสดงกราฟการกระจายของค่าปัจจัยใหม่ระหว่างความยาวเส้นปีกหน้าและปีกหน้ากับจำนวนฮามูไลและขนาดมุมที่ 37 ในตัวอย่างผึ้งมีมตามสภาพภูมิอากาศและหมู่เกาะ



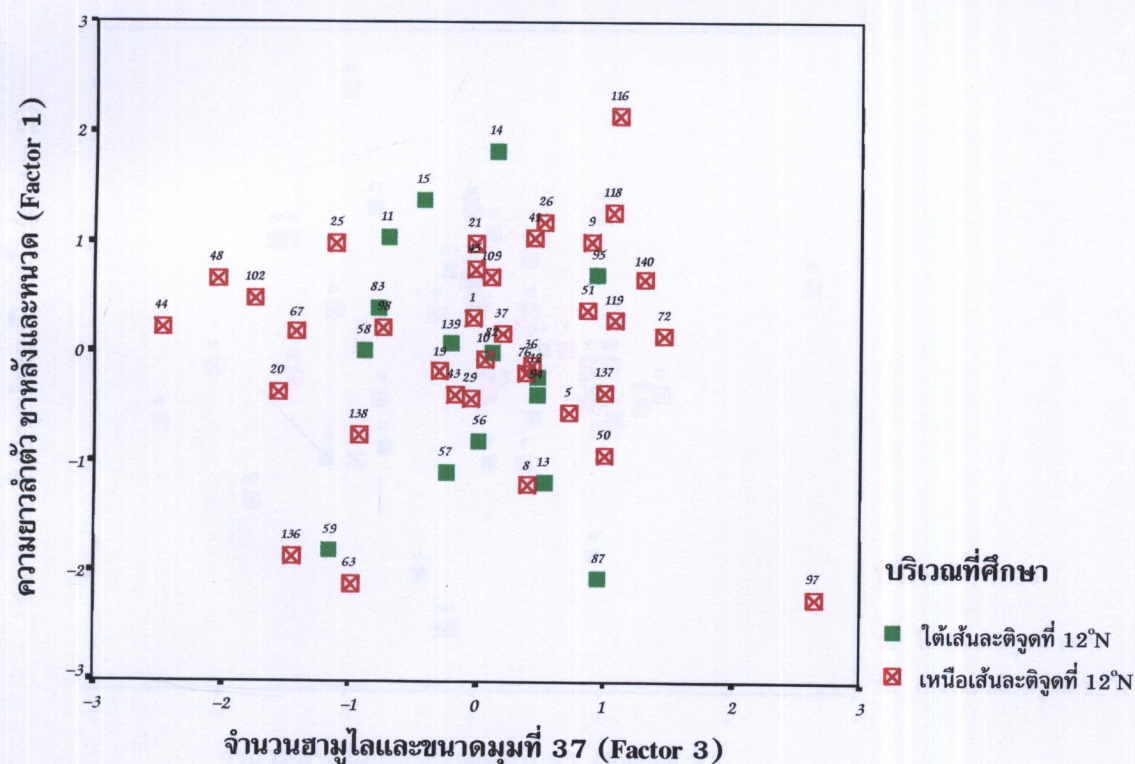
กราฟที่ 5 แสดงกราฟการกระจายของค่าปัจจัยใหม่ระหว่างความยาวเส้นปีกหน้าและปีกหน้า กับขนาดมุมที่ 34 ในตัวอย่างผึ้งมี้มตามสภาพภูมิอากาศและหมู่เกาะ



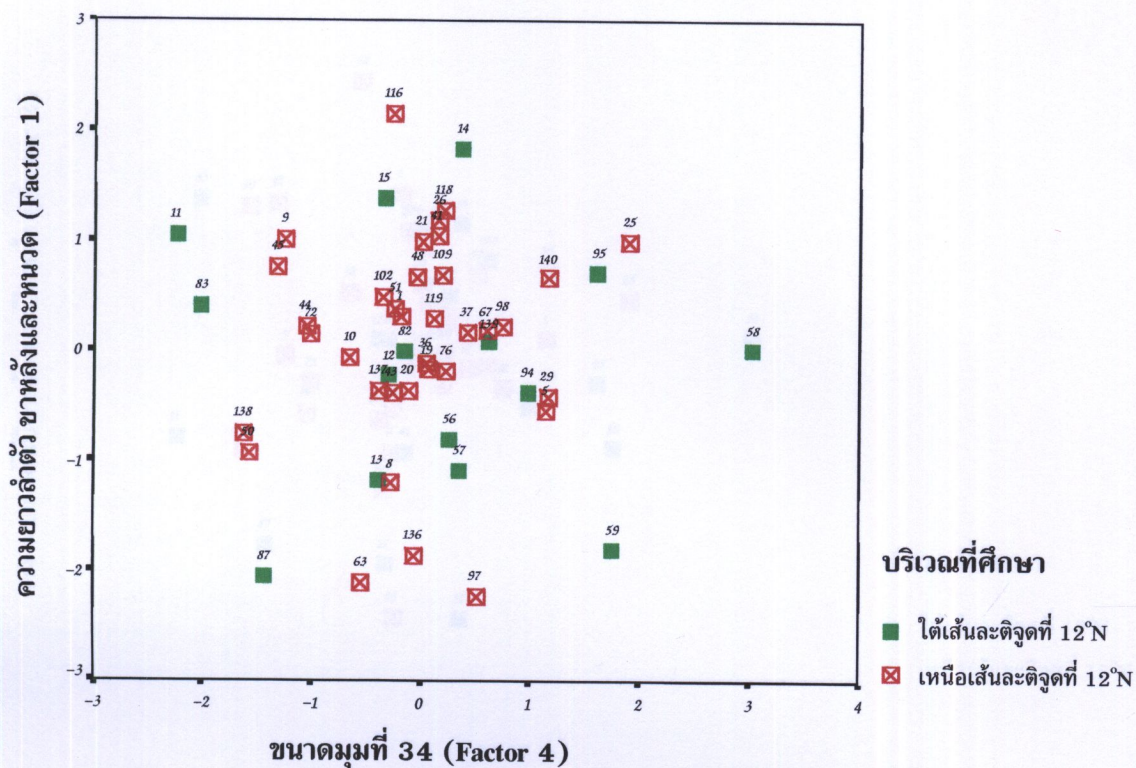
กราฟที่ 6 แสดงกราฟการกระจายของค่าปัจจัยใหม่ระหว่างจำนวนฮามูไลและขนาดมุมที่ 37 กับ ขนาดมุมที่ 34 ในตัวอย่างผึ้งมี้มตามสภาพภูมิอากาศและหมู่เกาะ



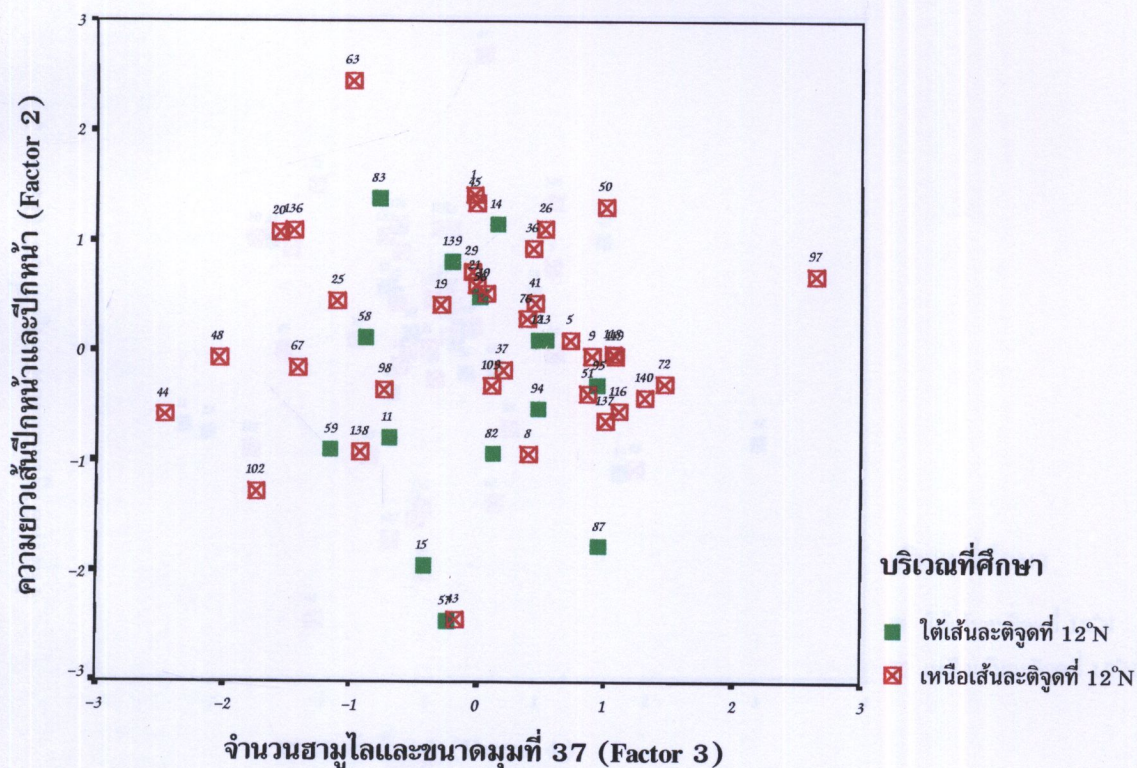
กราฟที่ 7 แสดงกราฟการกระจายของค่าปัจจัยใหม่ระหว่างความยาวลำตัว ขาหลังและหนวด กับ ความยาวเส้นปีกหน้าและปีกหน้า ในตัวอย่างผึ้งมิมที่อยู่ในเหนือและใต้เส้นละติจูดที่ 12°N



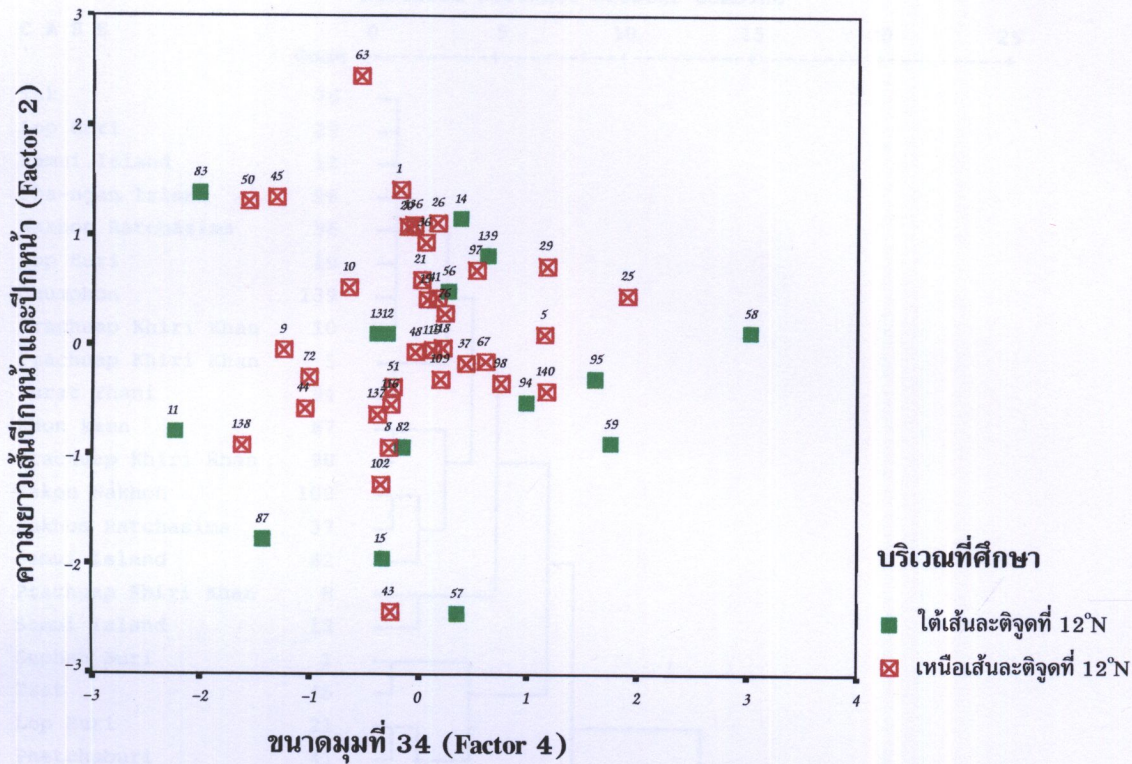
กราฟที่ 8 แสดงกราฟการกระจายของค่าปัจจัยใหม่ระหว่างความยาวลำตัว ขาหลังและหนวด กับ จำนวนฮามุไลและขนาดมุมที่ 37 ในตัวอย่างผึ้งมิมที่อยู่ในเหนือและใต้เส้นละติจูดที่ 12°N



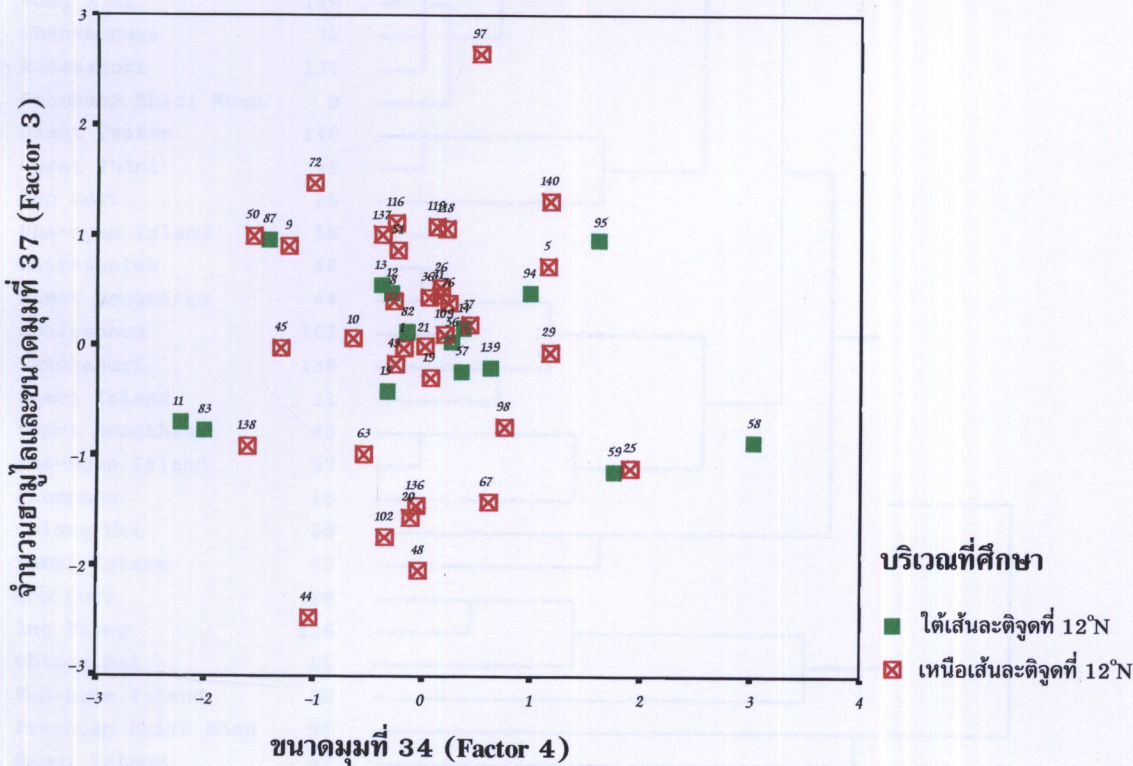
กราฟที่ 9 แสดงกราฟการกระจายของค่าปัจจัยใหม่ระหว่างความยาวลำตัว ขาหลังและหนวด กับขนาดมูมที่ 34 ในตัวอย่างผึ้งมิมที่อยู่อเหนือและใต้เส้นละติจูดที่ 12°N



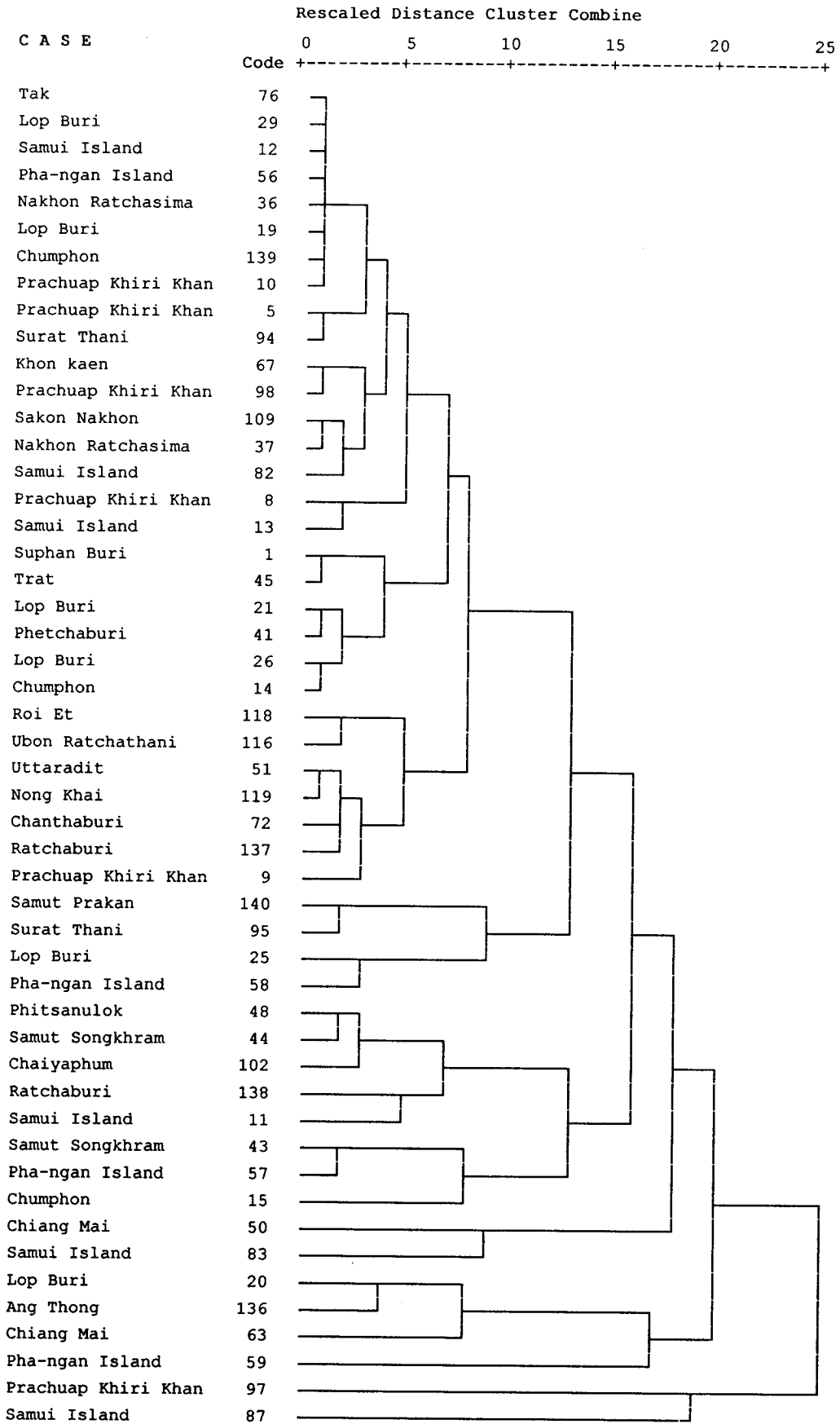
กราฟที่ 10 แสดงกราฟการกระจายของค่าปัจจัยใหม่ระหว่างความยาวเส้นปีกหน้าและปีกหน้ากับจำนวนฮาโมไลและขนาดมูมที่ 37 ในตัวอย่างผึ้งมิมที่อยู่อเหนือและใต้เส้นละติจูดที่ 12°N



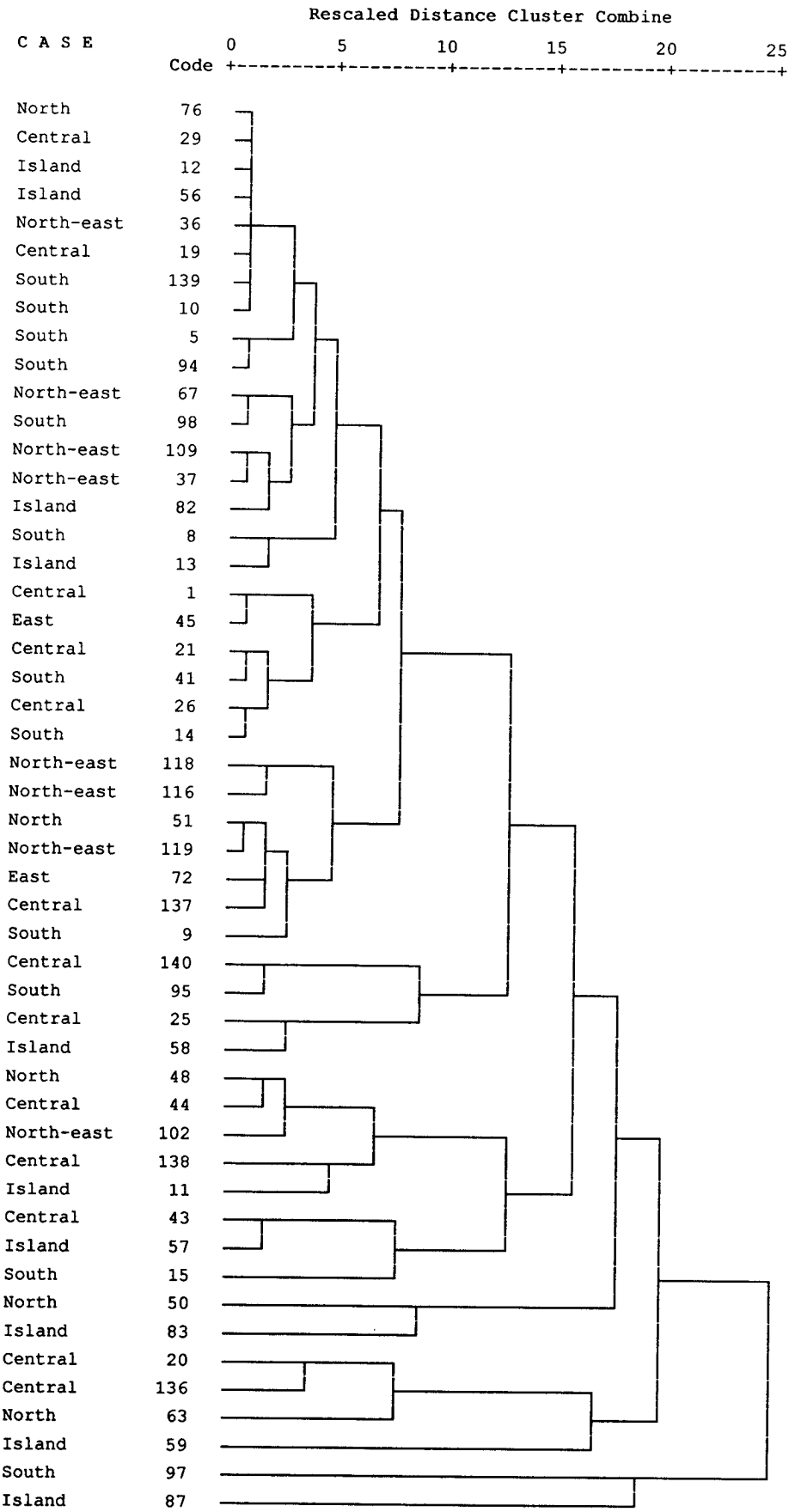
กราฟที่ 11 แสดงกราฟการกระจายของค่าปัจจัยใหม่ระหว่างความยาวเส้นปีกหน้าและปีกหน้า กับขนาดมุมที่ 34 ในตัวอย่างผึ้งมิมที่อยู่อเหนือและใต้เส้นละติจูดที่ 12°N



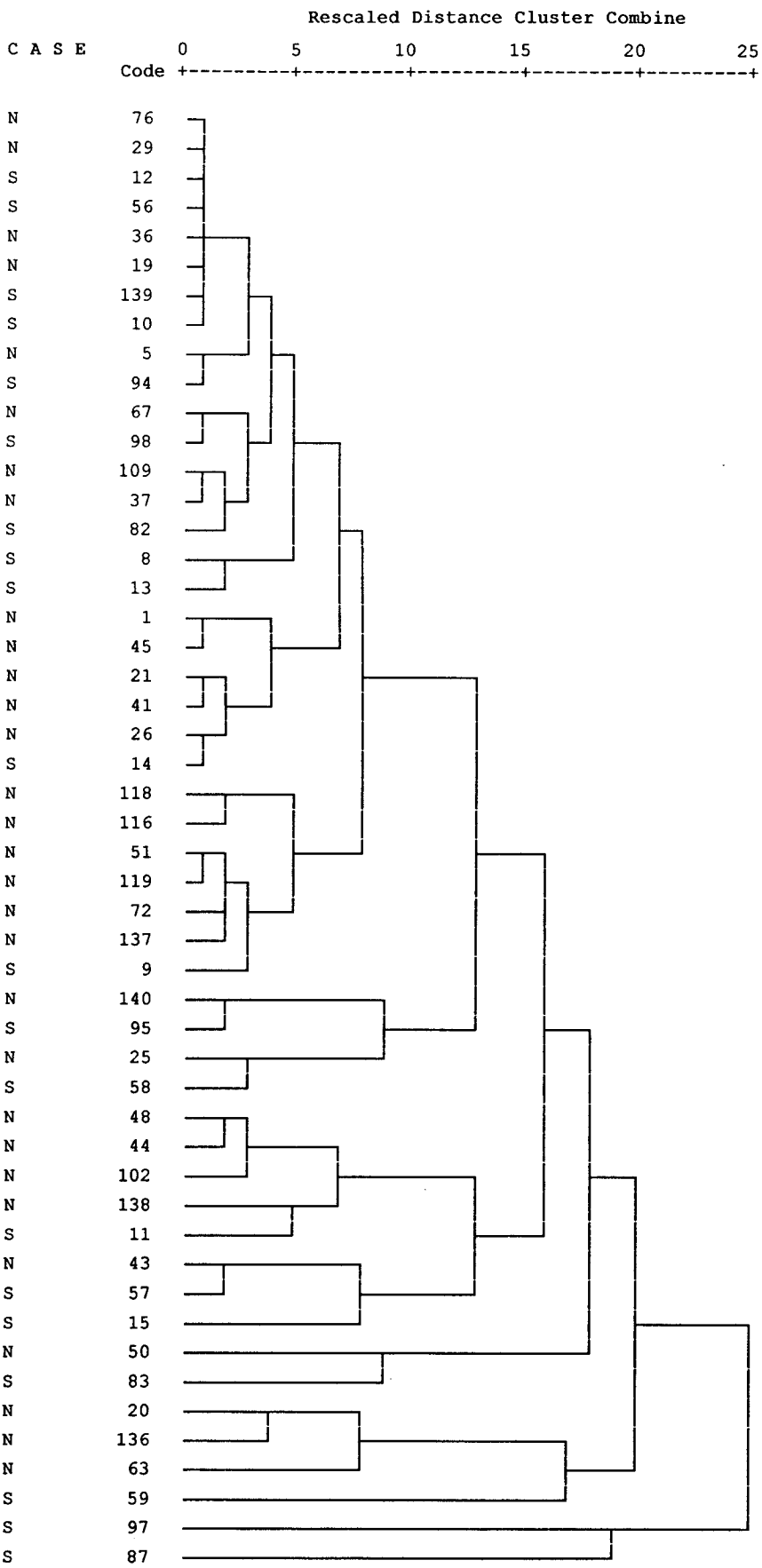
กราฟที่ 12 แสดงกราฟการกระจายของค่าปัจจัยใหม่ระหว่างจำนวนฮามูไลและขนาดมุมที่ 37 กับขนาดมุมที่ 34 ในตัวอย่างผึ้งมิมที่อยู่อเหนือและใต้เส้นละติจูดที่ 12°N



กราฟที่ 13 กราฟเดนไดรแกรมแสดงการรวมกลุ่มตัวอย่างผึ้งมัมแต่ละจังหวัด



กราฟที่ 14 กราฟเดนไดรแกรมแสดงการรวมกลุ่มตัวอย่างผึ้งมิมตามสภาพภูมิอากาศและหมู่เกาะ



กราฟที่ 15 กราฟเดนไดรแกรมแสดงการรวมกลุ่มตัวอย่างผึ้งมัมที่อยู่เหนือและใต้เส้นละติจูดที่ 12°N

4.3 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบมีปัจจัยเดียว (One-Way ANOVA)

ผลการตรวจสอบการแจกแจงแบบปกติ ด้วยสถิติ Kolmogorov-Smirnov Test (K-S Test) และ Shapiro-Wilk พบว่ามีลักษณะทางสัณฐานวิทยา 13 ลักษณะที่มีการแจกแจงแบบปกติ ที่ $p \leq 0.05$ (ภาคผนวก 6) ดังนี้

1. length of forewing (FWL)
2. forewing-length of radial cell (RCL)
3. length of apical portion of radial cell (ARCL)
4. angle 34 of venation (AN34)
5. angle 37 of venation (AN37)
6. hind leg-length of femur (FEL)
7. length of tibia (TL)
8. length of metatarsus (ML)
9. abdomen-total length of 3rd tergite (TL3)
10. total length of 4th tergite (TL4)
11. total length of 3rd sternite (SL3)
12. length or depth of 6th sternite (SL6)
13. total length of antenna (AL)

ผลการตรวจสอบความเท่ากันของค่าแปรปรวนในแต่ละตัวอย่าง ด้วยสถิติ Levene's Test พบว่ามีลักษณะทางสัณฐานวิทยา 10 ลักษณะที่มีค่าแปรปรวนของแต่ละตัวอย่างเท่ากัน ที่ $p \leq 0.05$ (ภาคผนวก 6) ดังนี้

1. forewing-length of radial cell (RCL)
2. length of apical portion of radial cell (ARCL)
3. angle 37 of venation (AN37)
4. hind leg-length of femur (FEL)
5. length of metatarsus (ML)
6. abdomen-total length of 3rd tergite (TL3)
7. total length of 4th tergite (TL4)
8. total length of 3rd sternite (SL3)

9. length or depth of 6th sternite (SL6)

10. total length of antenna (AL)

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบมีปัจจัยเดียว ด้วยสถิติ F-Test พบว่าค่าเฉลี่ยลักษณะทางสัณฐานวิทยาแต่ละลักษณะของตัวอย่างผึ้งมีตามสภาพภูมิอากาศและหมู่เกาะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ $p \leq 0.05$ (ภาคผนวก 6)

4.4 ผลการเปรียบเทียบเชิงซ้อน (Multiple Comparisons)

เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของลักษณะทางสัณฐานวิทยาแต่ละลักษณะพร้อมกันครั้งละหลาย ๆ คู่ของตัวอย่างผึ้งมีตามสภาพภูมิอากาศและหมู่เกาะ ด้วยสถิติ Student-Newman-Keuls (SNK) (ภาคผนวก 7) ได้ผลดังนี้

- 1. ตัวอย่างผึ้งมี 3 กลุ่มมีค่าเฉลี่ยความยาว RCL แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ $p \leq 0.05$ แต่กลุ่มที่ 2 และ 3 มีการซ้อนทับกันในภาคเหนือ นอกจากนี้ตัวอย่างผึ้งมีจากหมู่เกาะมีค่าเฉลี่ยความยาว RCL น้อยที่สุด และมีความแตกต่างจากตัวอย่างผึ้งมีบนแผ่นดินใหญ่ออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ $p \leq 0.05$ (ตารางที่)

ตารางที่ 3 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความยาว RCL ของตัวอย่างผึ้งมีตามสภาพภูมิอากาศและหมู่เกาะ

RCL: Student-Newman-Keuls^{a, b}

Regions	N	Subset for alpha = .05		
		1	2	3
Island	150	2.295403		
South	180		2.319700	
North-east	120		2.319825	
Central	195		2.322505	
North	75		2.335736	2.335736
East	30			2.343349
Significance		1.000	.226	.366

Means for groups in homogeneous subsetd are displayed.
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 82.930.
b The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.

- 2. ตัวอย่างผึ้งมี 2 กลุ่มมีค่าเฉลี่ยความยาว ARCL แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ $p \leq 0.05$ แต่ทั้ง 2 กลุ่มนี้มีการซ้อนทับกันมาก นอกจากนี้ตัวอย่างผึ้งมีจากหมู่เกาะมีค่าเฉลี่ยความยาว ARCL น้อยที่สุด (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความยาว ARCL ของตัวอย่างผึ้งมัมตามสภาพภูมิอากาศและหมู่เกาะ

ARCL: Student-Newman-Keuls^{a, b}

Regions	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
Island	150	1.451174	
North-east	120	1.455788	1.455788
East	30	1.457091	1.457091
Central	195	1.460014	1.460014
South	180	1.462663	1.462663
North	75		1.471087
Significance		.466	.181

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

- a Uses Harmonic Mean Sample Size = 82.930.
- b The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.

3. ตัวอย่างผึ้งมัม 3 กลุ่มมีค่าเฉลี่ยขนาดมัม AN37 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ $p \leq 0.05$ แต่ทั้ง 3 กลุ่มนี้มีการซ้อนทับกันมาก (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 5 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยขนาดมัม AN37 ของตัวอย่างผึ้งมัมตามสภาพภูมิอากาศและหมู่เกาะ

AN37: Student-Newman-Keuls^{a, b}

Regions	N	Subset for alpha = .05		
		1	2	3
Central	195	27.303788		
Island	150	27.493731	27.493731	
North	75	27.800880	27.800880	27.800880
North-east	120		28.242635	28.242635
South	180			28.434098
East	30			28.495500
Significance		.361	.100	.227

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

- a Uses Harmonic Mean Sample Size = 82.930.
- b The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.

4. ตัวอย่างผึ้งมัม 2 กลุ่มมีค่าเฉลี่ยความยาว FEL แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ $p \leq 0.05$ แต่ทั้ง 2 กลุ่มนี้มีการซ้อนทับกัน (ตารางที่ 6)

ตารางที่ 6 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความยาว FEL ของตัวอย่างผึ้งมีตามสภาพภูมิอากาศและหมู่เกาะ

FEL: Student-Newman-Keuls^{a, b}

Regions	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
North	75	1.711522	
Island	150	1.712792	
Central	195	1.717997	
South	180	1.727002	1.727002
North-east	120	1.728759	1.728759
East	30		1.742480
Significance		.111	.076

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 82.930.

b The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.

5. ตัวอย่างผึ้งมี 3 กลุ่มมีค่าเฉลี่ยความยาว ML แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ $p \leq 0.05$ นอกจากนี้ตัวอย่างผึ้งมีจากหมู่เกาะมีค่าเฉลี่ยความยาว ML น้อยที่สุด และมีความแตกต่างจากตัวอย่างผึ้งมีบนแผ่นดินใหญ่ออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ $p \leq 0.05$ (ตารางที่ 7)
6. ตัวอย่างผึ้งมี 2 กลุ่มมีค่าเฉลี่ยความยาว TL3 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ $p \leq 0.05$ แต่ทั้ง 2 กลุ่มนี้มีการซ้อนทับกัน นอกจากนี้ตัวอย่างผึ้งมีจากหมู่เกาะมีค่าเฉลี่ยความยาว TL3 น้อยที่สุด (ตารางที่ 8)
7. ตัวอย่างผึ้งมี 2 กลุ่มมีค่าเฉลี่ยความยาว TL4 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ $p \leq 0.05$ นอกจากนี้ตัวอย่างผึ้งมีจากหมู่เกาะมีค่าเฉลี่ยความยาว TL4 น้อยที่สุด (ตารางที่ 9)
8. ตัวอย่างผึ้งมี 3 กลุ่มมีค่าเฉลี่ยความยาว SL3 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ $p \leq 0.05$ นอกจากนี้ตัวอย่างผึ้งมีจากหมู่เกาะมีค่าเฉลี่ยความยาว SL3 น้อยที่สุด และมีความแตกต่างจากตัวอย่างผึ้งมีบนแผ่นดินใหญ่ออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ $p \leq 0.05$ (ตารางที่ 10)

ตารางที่ 7 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความยาว ML ของตัวอย่างผึ้งมี้มตามสภาพภูมิอากาศและหมู่เกาะ

ML: Student-Newman-Keuls^{a, b}

Regions	N	Subset for alpha = .05		
		1	2	3
Island	150	1.231344		
North	75		1.243243	
South	180			1.257341
Central	195			1.262093
North-east	120			1.269757
East	30			1.270271
Significance		1.000	1.000	.126

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 82.930.
b The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.

ตารางที่ 8 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความยาว TL3 ของตัวอย่างผึ้งมี้มตามสภาพภูมิอากาศและหมู่เกาะ

TL3: Student-Newman-Keuls^{a, b}

Regions	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
Island	150	1.346241	
North	75	1.351847	
Central	195	1.364094	1.364094
East	30	1.365375	1.365375
South	180		1.373995
North-east	120		1.384563
Significance		.094	.063

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 82.930.
b The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.

9. ตัวอย่างผึ้งมี้ม 2 กลุ่มมีค่าเฉลี่ยความยาว SL6 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ $p \leq 0.05$ นอกจากนี้ตัวอย่างผึ้งมี้มจากหมู่เกาะมีค่าเฉลี่ยความยาว SL6 น้อยที่สุด (ตารางที่ 11)

ตารางที่ 9 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความยาว TL4 ของตัวอย่างผึ้งมีตามสภาพภูมิอากาศและหมู่เกาะ

TL4: Student-Newman-Keuls^{a, b}

Regions	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
Island	150	1.310395	
North	75	1.321397	
South	180		1.339101
Central	195		1.339780
East	30		1.340000
North-east	120		1.349683
Significance		.123	.447

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 82.930.
b The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.

ตารางที่ 10 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความยาว SL3 ของตัวอย่างผึ้งมีตามสภาพภูมิอากาศและหมู่เกาะ

SL3: Student-Newman-Keuls^{a, b}

Regions	N	Subset for alpha = .05		
		1	2	3
Island	150	1.747156		
South	180		1.774369	
Central	195		1.785347	1.785347
North	75		1.785780	1.785780
East	30		1.795203	1.795203
North-east	120			1.797412
Significance		1.000	.061	.473

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 82.930.
b The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.

10. ตัวอย่างผึ้งมี 3 กลุ่มมีค่าเฉลี่ยความยาว AL แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ $p \leq 0.05$ นอกจากนี้ตัวอย่างผึ้งมีจากหมู่เกาะมีค่าเฉลี่ยความยาว AL น้อยที่สุด และมีความแตกต่างจากตัวอย่างผึ้งมีบนแผ่นดินใหญ่ออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ $p \leq 0.05$ (ตารางที่ 12)

ตารางที่ 11 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความยาว SL6 ของตัวอย่างผึ้งมี้มตามสภาพภูมิอากาศและหมู่เกาะ

SL6: Student-Newman-Keuls^{a, b}

Regions	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
Island	150	1.439443	
North	75	1.450090	1.450090
South	180	1.450256	1.450256
Central	195	1.450682	1.450682
North-east	120		1.456569
East	30		1.459159
Significance		.192	.494

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 82.930.

b The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.

ตารางที่ 12 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความยาว AL ของตัวอย่างผึ้งมี้มตามสภาพภูมิอากาศและหมู่เกาะ

AL: Student-Newman-Keuls^{a, b}

Regions	N	Subset for alpha = .05		
		1	2	3
Island	150	2.777159		
South	180		2.812539	
Central	195		2.831095	
North-east	120		2.834275	
North	75		2.841184	
East	30			2.879469
Significance		1.000	.125	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 82.930.

b The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.

บทที่ 5

อภิปรายผลการศึกษา

จากการวิเคราะห์ปัจจัยครั้งที่ 1 เพื่อคัดเลือกลักษณะทางสัณฐานวิทยาที่มีค่า factor loading มากกว่าค่าสมบูรณ์ 0.6 จากลักษณะทางสัณฐานวิทยาทั้งหมด 22 ลักษณะ ในตัวอย่างฝัองงานของ ฝัองมี 50 รัง ๆ ละ 15 ตัว พบว่ามี 14 ลักษณะที่ถูกคัดเลือกไว้ ได้แก่ abdomen-total length of 3rd tergite (TL3) total length of 4th tergite (TL4) hind leg-length of femur (FEL) length or depth of 6th sternite (SL6) length of tibia (TL) length of metatarsus (ML) total length of 3rd sternite (SL3) forewing-length of radial cell (RCL) length of forewing (FWL) length of apical portion of radial cell (ARCL) total length of antenna (AL) angle 37 of venation (AN37) number of hamuli (NH) angle 34 of venation (AN34) ซึ่งทั้ง 14 ลักษณะนี้ถูกนำไปวิเคราะห์ปัจจัยครั้งที่ 2 เพื่อจำแนกกลุ่มปัจจัยได้ 4 กลุ่ม ซึ่งใช้เป็นตัวแปรหรือปัจจัยใหม่ เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ของตัวแปรในปัจจัยใหม่ทั้ง 4 กลุ่มที่มีค่า factor loading มากกว่าค่าสมบูรณ์ 0.6 พบว่าปัจจัยที่ 1 มีความสัมพันธ์กับความยาวลำตัว ขาหลังและหนวด ปัจจัยที่ 2 มีความสัมพันธ์กับความยาวเส้นปีกหน้าและปีกหน้า ปัจจัยที่ 3 มีความสัมพันธ์กับจำนวนขนมูลและขนาดมุมที่ 37 และปัจจัยที่ 4 มีความสัมพันธ์กับขนาดมุมที่ 34

เมื่อนำค่าตัวแปรหรือปัจจัยใหม่ (factor score) ทั้ง 4 กลุ่มจากการวิเคราะห์ปัจจัยครั้งที่ 2 ไปจับคู่เขียนกราฟการกระจายเพื่อจำแนกกลุ่มตัวอย่างฝัองมีตามสภาพภูมิอากาศและหมู่เกาะ และเขียนกราฟการกระจายเพื่อจำแนกกลุ่มตัวอย่างฝัองมีที่อยู่เหนือและใต้เส้นละติจูดที่ 12°N พบว่าไม่สามารถจำแนกกลุ่มตัวอย่างฝัองมีได้ นอกจากนี้ผลการเขียนกราฟเดนโดแกรมแสดงการรวมกลุ่มตัวอย่างฝัองมีแต่ละจังหวัด ตามสภาพภูมิอากาศและหมู่เกาะ และตามที่อยู่เหนือและใต้เส้นละติจูดที่ 12°N จากการวิเคราะห์ทางสถิติด้วย Cluster Analysis พบว่าไม่สามารถจำแนกกลุ่มตัวอย่างฝัองมีได้ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากพฤติกรรมของฝัองมีได้แก่ พฤติกรรมการอพยพตามฤดูกาล การแยกรังและการหนีรังที่ค่อนข้างสูง

ฝัองมีจะแสดงพฤติกรรมการอพยพตามฤดูกาลเมื่อมีความร้อนหรือปริมาณแสงอาทิตย์เพิ่มขึ้น ด้วยการย้ายไปหาที่สร้างรังใหม่ที่มีร่มเงาของต้นไม้ช่วยกำบังแสงอาทิตย์ (Tirgari, 1971) ส่วนพฤติกรรมการแยกรังของฝัองมีนั้นสามารถแยกได้ปีละ 8 ครั้ง (Free, 1981) ซึ่งมีสาเหตุหลายประการ (สิริวัฒน์ วงษ์ศิริ, 2532) ได้แก่

1. จำนวนสมาชิกภายในรังมากเกินไป
2. อุณหภูมิภายในรังมีแนวโน้มสูงขึ้น
3. ขาดที่ว่างสำหรับวางไข่ เก็บน้ำฝัองและเกสร
4. เริ่มมีฝัองตัวผู้ในปริมาณมาก

5. ผีนางพญาอายุมาก

โดยระยะทางที่ผีมีม้าย้ายรังเนื่องจากพฤติกรรมการอพยพตามฤดูกาลและการแยกรังนั้น จะมีระยะทางไกล ๆ (Ruttner, 1988) ประมาณ 2-3 เมตร จนถึงหลายร้อยเมตร (Tirgari, 1971) ในบางครั้งผีมีม้าย้ายตำแหน่งที่ตั้งรังหลายครั้งจนกระทั่งได้รังที่เหมาะสมสำหรับสร้างรังใหม่ (Ruttner, 1988) ถ้าย้ายรังไปในระยะทางไม่เกิน 100 เมตรจากรังเดิม ผีมีม้ายจะกลับมาเก็บน้ำผึ้งและเก็บไขผึ้งจากรังเดิมไปสร้างรังใหม่ (Free, 1981; Ruttner, 1988)

ส่วนการย้ายรังในระยะทางไกล ๆ จะเกิดในกรณีที่ผีมีม้ายรังหรือทิ้งรัง ซึ่งจะเกิดขึ้นปีละ 2-3 ครั้ง (Free, 1981) โดยมีสาเหตุหลายประการ ได้แก่

1. สภาพอากาศร้อน แห้งแล้ง หรือขาดแคลนน้ำ (Ruttner, 1988) สำหรับทางภาคเหนือของประเทศไทยนั้นสามารถพบเห็นผีมีม้ายประมาณ 2 เดือนในฤดูแล้งและ 5 เดือนในฤดูฝน (กรกฎาคม-พฤศจิกายน) (Wongsiri et al., 1996)
2. การรุกรานจากศัตรู ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้ผีมีม้ายรัง (Free, 1981) เช่น ผีเสื้อหนอนกินไขผึ้ง (Free, 1981; สิริวัฒน์ วงษ์ศิริ, 2532) ไรศัตรูผึ้ง *Euvaroa sinhai* Delfinado & Baker, 1974 (Akratanakul and Burgett, 1976; Mossadegh and Birjandi, 1986) มดแดง *Oecophylla smaragdina* (Seeley, 1985) ถึงแม้ว่าผีมีม้ายจะสามารถแสดงพฤติกรรมการต่อสู้กับศัตรูที่รุกรานได้ แต่ผีมีม้ายก็ยังหนีรังง่ายเมื่อถูกรบกวน (Morse and Benton, 1967) นอกจากนี้การตีผึ้งมีม้ายเพื่อเอาน้ำผึ้งเกสรและตัวอ่อนมาเป็นอาหาร (Chen et al., 1998) รวมทั้งการขायรังผีมีม้ายเพื่อเพิ่มรายได้ของชาวบ้านนั้น (Wongsiri et al., 1996; Wongsiri et al., 2000) ยังเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้ผีมีม้ายมีการกระจายออกไปกว้างมากขึ้นอีกด้วย (Crane, 1993; Wongsiri et al., 1996)
3. แหล่งอาหาร หรือพืชอาหารของผึ้ง จัดเป็นสาเหตุสำคัญอีกประการหนึ่งต่อการกระจายของผึ้ง (Koeniger and Vorwohl, 1979) เพราะผึ้งเป็นแมลงที่มีพฤติกรรมการเก็บรวบรวมน้ำผึ้งและเกสร จากน้ำหวานและเกสรของดอกไม้ เพื่อไว้ใช้ในยามขาดแคลนอาหาร (อุดม จิรเสวตกุล และสุทธิชัย สุทธิวรารักษ์, 2540) ซึ่งพันธุ์ไม้ที่เป็นพืชอาหารของผึ้งมีหลายประเภท ได้แก่ ไม้ป่า ไม้ผล พืชไร่ พืชผัก พืชอาหารสัตว์ พืชคลุมดิน ตลอดจนวัชพืชต่าง ๆ ซึ่งพืชอาหารแต่ละชนิดจะมีช่วงระยะเวลาในการออกดอกไม่ตรงกัน (ภาคผนวก 7) (จันทร์เพ็ญ ลิ้มปวยอ, 2540; Pyramam and Wongsiri, 1986; Wongsiri and Tangkanasing, 1986) เช่น ดอกมะม่วงจะออกดอกในช่วงเดือนมกราคมถึงเดือนมีนาคม และดอกมะม่วงเป็นพืชอาหารที่ผีมีม้ายชอบเข้าไปหาน้ำหวาน (Wongsiri et al., 1996) ถ้าดอกมะม่วงโรยหมด ผีมีม้ายจะหาอาหารจากพืชอาหารชนิดอื่นที่อยู่ใกล้เคียงกันในระยะ 3 กิโลเมตร (Buchmann and Shipan, 1993) เพื่อทดแทนน้ำหวานจากดอกมะม่วง หรืออพยพย้ายรังเพื่อหาแหล่งอาหารแหล่งใหม่ นอกจากนี้ยังพบว่าผีมีม้ายในประเทศไทยจะแสดงพฤติกรรมการ

อพยพตามฤดูกาลไปยังแหล่งอาหารแหล่งใหม่ ถ้าในบริเวณที่สร้างรังมีการขาดแคลนอาหารตามฤดูกาล (สิริวัฒน์ วงษ์ศิริ, 2532; Ruttner, 1988; Deowanish *et al.*, 2001)

สำหรับผลการจำแนกกลุ่มตัวอย่างผึ้งมิมด้วยสถิติ Cluster Analysis พบว่ามีตัวอย่างผึ้งมิมเพียง 2 รังที่ถูกจัดให้อยู่ในกลุ่มที่ 2 คือ ตัวอย่างผึ้งมิมจากจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ (97) และเกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี (87) ซึ่งแสดงถึงความผันแปรของประชากรผึ้งมิมที่แตกต่างจากประชากรส่วนใหญ่ในบริเวณดังกล่าว ซึ่งการผันแปรนี้อาจเนื่องมาจากการถูกคัดเลือกให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมเฉพาะถิ่นได้ อย่างไรก็ตามความสามารถของประชากรกลุ่มนี้ในด้านของจำนวนและการอยู่รอดจะมากหรือน้อยกว่าประชากรส่วนใหญ่เป็นสิ่งที่ต้องทำการศึกษารายละเอียดเพื่อหาข้อสรุปต่อไป

จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว และการเปรียบเทียบเชิงซ้อนด้วยสถิติ Student-Newman-Keuls เพื่อทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของลักษณะทางสัณฐานวิทยาในแต่ละพื้นที่ตามสภาพภูมิอากาศและหมู่เกาะ เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยของลักษณะทางสัณฐานวิทยาที่สัมพันธ์กับขนาดลำตัว ได้แก่ abdomen-total length of 3rd tergite (TL3) total length of 4th tergite (TL4) total length of 3rd sternite (SL3) และ length or depth of 6th sternite (SL6) พบว่าตัวอย่างผึ้งมิมจากหมู่เกาะมีขนาดลำตัวเล็กที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับผึ้งมิมบนแผ่นดินใหญ่ ทั้งนี้สอดคล้องกับเกณฑ์ของ Bergmann ที่ว่า “สัตว์ที่อาศัยอยู่ในเขตอบอุ่นจะมีขนาดลำตัวเล็กกว่าสัตว์ที่อาศัยอยู่ในเขตหนาว” (Ruttner, 1988) นอกจากนี้พบว่าค่าเฉลี่ยของลักษณะทางสัณฐานวิทยาที่เกี่ยวข้องกับระยะของผึ้งมิม ได้แก่ forewing-length of radial cell (RCL) length of apical portion of radial cell (ARCL) length of metatarsus (ML) และ total length of antenna (AL) จากตัวอย่างผึ้งมิมบนหมู่เกาะมีค่าน้อยกว่าตัวอย่างผึ้งมิมบนแผ่นดินใหญ่ เมื่อพิจารณาเฉพาะค่าเฉลี่ยลักษณะทางสัณฐานวิทยาของ forewing-length of radial cell (RCL) length of metatarsus (ML) total length of 3rd sternite (SL3) และ total length of antenna (AL) พบว่าสามารถแยกตัวอย่างผึ้งมิมบนหมู่เกาะออกจากตัวอย่างผึ้งมิมบนแผ่นดินใหญ่ได้ ทั้งนี้ อาจเนื่องมาจากผึ้งมิมบนหมู่เกาะซึ่งอาจจะเป็นผึ้งมิมที่อยู่มาตั้งแต่ดั้งเดิม หรือถูกนำเข้าโดยมนุษย์เป็นระยะเวลานาน ๆ นั้น เกิดกระบวนการกีดกันการผสมพันธุ์ระหว่างผึ้งมิมบนหมู่เกาะกับผึ้งมิมบนแผ่นดินใหญ่เนื่องจากมีสิ่งกีดขวางด้านสภาพทางภูมิศาสตร์ (Geographical barrier) ได้แก่ ทะเล ทำให้ประชากรผึ้งมิมทั้ง 2 บริเวณไม่สามารถผสมพันธุ์แลกเปลี่ยนยีน (gene) กันได้ (นิตยา เลาหะจินดา, 2539) แต่อย่างไรก็ตามลักษณะที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญหรือมีการผันแปร ที่ชี้ให้เห็นถึงแนวโน้มการแยกออกจากกันระหว่างประชากรผึ้งมิมบนหมู่เกาะกับแผ่นดินใหญ่ที่ศึกษาในครั้งนี้มีน้อยลักษณะ ซึ่งไม่น่าจะเพียงพอที่จะใช้ในการจำแนกกลุ่มได้

ส่วนผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยลักษณะทางสัณฐานวิทยาของ total length of antenna (AL) ในตัวอย่างผึ้งมิมจากภาคตะวันออก พบว่าสามารถแยกออกจากกลุ่มอื่น ๆ ได้เช่นกัน และผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยลักษณะทางสัณฐานวิทยาของ length of metatarsus (ML) ในตัวอย่าง

ผึ้งมีมาจากภาคเหนือ พบว่าสามารถแยกออกจากกลุ่มอื่น ๆ ได้นั้น แต่เมื่อพิจารณาจำนวนตัวอย่างผึ้งมีมาจากภาคตะวันออกและภาคเหนือจะพบว่ามีจำนวนน้อยมากเมื่อเปรียบเทียบกับภาคอื่น ๆ และหมู่เกาะ จึงน่าจะทำการศึกษารายละเอียดในส่วนนี้ต่อไปเพื่อหาข้อสรุปที่ชัดเจน

เมื่อพิจารณาผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยลักษณะทางสัณฐานวิทยาทั้ง 10 ลักษณะ พบว่าส่วนใหญ่มีรูปแบบการจัดจำแนกกลุ่มตัวอย่างผึ้งมีในแต่ละลักษณะไม่สอดคล้องกัน ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากผึ้งมีมีพฤติกรรมการอพยพตามฤดูกาล (สิริวัฒน์ วงษ์ศิริ, 2532; Deowanish *et al.*, 2001; Ruttner, 1988) การแยกรังและการหนีรัง (Free, 1981; Ruttner, 1988) รวมทั้งสามารถสร้างรังได้ในพื้นที่ที่หลากหลาย (Ruttner, 1988; Wongsiri *et al.*, 2000) และมีพืชอาหารหลายชนิด (จันทร์เพ็ญ ลิ้มพยอม, 2540; Pyramam and Wongsiri, 1986) ดังนั้นผึ้งมีจึงมีความสามารถในการปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมเพื่อการอยู่รอดได้ดี และพบกระจายอยู่ทั่วประเทศ

บทที่ 6

สรุปผลการศึกษา

1. การศึกษาทางมอร์โฟเมตริก โดยใช้ลักษณะทางสัณฐานวิทยา 22 ลักษณะ คือ forewing-length of radial cell (RCL) length of apical portion of radial cell (ARCL) length of forewing (FWL) angle 34 of venation (AN34) angle 35 of venation (AN35) angle 37 of venation (AN37) hindwing-length of basal portion of radial vein (BRVL) number of hamuli (NH) length of vannal lobe (VL) hind leg-length of femur (FEL) length of tibia (TL) length of metatarsus (ML) tongue-total length of tongue (TONGL) length of labial palp (LPL) abdomen-total length of 3rd tergite (TL3) length of dark band of 4th tergite (DTL4) total length of 4th tergite (TL4) length of wax mirror on 3rd sternite (WSL3) total length of 3rd sternite (SL3) length or depth of 6th sternite (SL6) antenna-length of flagellum (FL) และ total length of antenna (AL) ของตัวอย่างผึ้งมีตามสภาพภูมิอากาศและหมู่เกาะ และที่อยู่เหนือและใต้เส้นละติจูดที่ 12°N ของประเทศไทยไม่มีความแตกต่างกัน เมื่อทดสอบด้วยสถิติการวิเคราะห์ปัจจัย (Factor Analysis) และการจำแนกกลุ่มด้วย Cluster Analysis
2. การศึกษาทางมอร์โฟเมตริก โดยใช้ลักษณะทางสัณฐานวิทยา 4 ลักษณะ ได้แก่ forewing-length of radial cell (RCL) length of metatarsus (ML) total length of 3rd sternite (SL3) และ total length of antenna (AL) สามารถใช้จำแนกตัวอย่างผึ้งมีจากหมู่เกาะออกจากผึ้งมีบนแผ่นดินใหญ่ของประเทศไทยได้ เมื่อทดสอบด้วยสถิติการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว และการเปรียบเทียบเชิงซ้อนด้วยสถิติ Student-Newman-Keuls
3. การวิเคราะห์ปัจจัยครั้งที่ 1 ได้ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของตัวอย่างผึ้งมีในประเทศไทยที่มีค่าสัมประสิทธิ์ (factor loading) มากกว่าค่าสมบูรณ์ 0.6 อยู่ 14 ลักษณะ คือ abdomen-total length of 3rd tergite (TL3) total length of 4th tergite (TL4) length or depth of 6th sternite (SL6) length of tibia (TL) length of metatarsus (ML) total length of 3rd sternite (SL3) forewing-length of radial cell (RCL) length of forewing (FWL) length of apical portion of radial cell (ARCL) total length of antenna (AL) angle 37 of venation (AN37) number of hamuli (NH) angle 34 of venation (AN34)
4. การวิเคราะห์ปัจจัยครั้งที่ 2 สามารถจำแนกกลุ่มปัจจัยใหม่ได้ 4 กลุ่ม คือ ปัจจัยที่ 1 มีความสัมพันธ์กับความยาวลำตัว ขาหลังและหนวด คือ abdomen-total length of 3rd tergite (TL3) total length of 4th tergite (TL4) length or depth of 6th sternite (SL6) total length of 3rd sternite (SL3) length of tibia (TL) hind leg-length of femur (FEL) length of metatarsus (ML) และ total length of antenna (AL) ปัจจัยที่ 2 มีความสัมพันธ์กับความยาวเส้นปีกหน้า

และปีกหน้า คือ forewing-length of radial cell (RCL) length of apical portion of radial cell (ARCL) length of forewing (FWL) ปัจจัยที่ 3 มีความสัมพันธ์กับจำนวนฮามูลและขนาดมุมที่ 37 คือ number of hamuli (NH) และ angle 37 of venation (AN37) และปัจจัยที่ 4 มีความสัมพันธ์กับขนาดมุมที่ 34 คือ angle 34 of venation (AN34)

5. เนื่องจากจำนวนตัวอย่างฝัງงานของฝัງมีมจากภาคเหนือและภาคตะวันออกของประเทศไทยที่ศึกษาในครั้งนี้มีปริมาณค่อนข้างน้อย จึงควรจะศึกษาเพิ่มเติม
6. จากการศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยา 22 ลักษณะ พบว่ามี 4 ลักษณะ ที่สามารถใช้จำแนกฝัງมีมจากหมู่เกาะออกจากฝัງมีมบนแผ่นดินใหญ่ได้ จึงควรมีการศึกษาเปรียบเทียบลักษณะอื่น ๆ ของฝัງมีมจากหมู่เกาะและบนแผ่นดินใหญ่เพิ่มเติม โดยเฉพาะลักษณะที่เกี่ยวข้องกับการหาอาหาร
7. เนื่องจากระดับความสูงมีความสัมพันธ์กับลักษณะทางสัณฐานวิทยาบางลักษณะที่อาจทำให้สามารถจำแนกกลุ่มประชากรฝัງชนิดเดียวกันได้ (Mattu and Verma, 1984a; 1984b; Verma et al., 1994; Hepburn et al., 2001) จึงควรศึกษาการจัดจำแนกกลุ่มประชากรฝัງมีมในประเทศไทยที่อยู่ต่างระดับความสูงกันด้วย

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

- จันทร์เพ็ญ ลิ้มปวยอ. 2540. ชนิดและแหล่งพืชอาหารผึ้ง. ในเอกสารวิชาการ สัมมนาการเลี้ยงผึ้ง
แห่งชาติ ครั้งที่ 5. หน้า 43-47. 20-21 มีนาคม ณ โรงแรมเชียงใหม่ภูคำ อำเภอเมือง
จังหวัดเชียงใหม่.
- นิตยา เลหาะจินดา. 2539. วิวัฒนาการของสัตว์. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ลิ้นคอรัน.
- พงศ์เทพ อัครธนกุล. 2534. ว่าด้วยผึ้งและการเลี้ยงผึ้ง. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช.
- เพ็ญศรี ดังคณะสิงห์. 2531. สัตวอนุกรมวิธานพร้อมตัวอย่างการศึกษาของไร. กรุงเทพมหานคร:
สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สิริวัฒน์ วงษ์ศิริ. 2532. ชีววิทยาของผึ้ง. กรุงเทพมหานคร: แสงศิลป์การพิมพ์.
- สิริวัฒน์ วงษ์ศิริ, สุรรัตน์ เตียววณิชย์ และศิริพันธ์ เอี่ยมประภา. 2542. ผึ้งหลวง (*Apis dorsata*)
กับคนเมือง. จามจุรี 2(3): 58-63.
- เสาวนีย์ เสมาทอง. 2540. ฐานข้อมูลและการศึกษามอร์โฟเมตริกของเต่าและตะพาบในประเทศไทย.
วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาชีววิทยา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อุดม จิรเสวตกุล และสิทธิชัย สุทธิวรารักษ์. 2540. ผึ้งกับการช่วยผสมเกสรพืช. ในเอกสารวิชาการ
สัมมนาการเลี้ยงผึ้งแห่งชาติ ครั้งที่ 5. หน้า 34-42. 20-21 มีนาคม ณ โรงแรมเชียงใหม่ภูคำ
อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่.
- อุบลวรรณ บุญฉ่ำ. 2538. ความแตกต่างของชีพิสัยของผึ้ง 4 ชนิดที่อาศัยอยู่ร่วมกันในป่าดิบแล้ง.
วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาชีววิทยา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ภาษาอังกฤษ

- Akratanakul, P., and Burgett, M. 1976. *Euvarroa sinhai* Delfinado and Baker (Acarina:
Mesostigmata): A parasitic mite of *Apis florea*. Journal of Apicultural Research 15(1):
11-13.
- Bookstein, F. L. 1982. Foundations of Morphometrics. Ann. Rev. Ecol. Syst. 13: 451-470.
Cited in เพ็ญศรี ดังคณะสิงห์. 2531. สัตวอนุกรมวิธานพร้อมตัวอย่างการศึกษาของไร.
กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- Buchmann, S. L., and Shipman, C. W. 1993. Distribution of *Apis* foragers: Colony placement
for pollination and honey production. In L. J. Connor; T. Rinderer; H. A. Sylvester; and S.

- Wongsiri (eds.), Asian Apiculture, pp. 410-414. Connecticut: Wicwas Press.
- Chen, et al. 1998. Honey bees and other edible insects used as human food in Thailand. American Entomologist 44(1): 24-29.
- Cochlov, B. P. 1916. Investigations on the length of the bee tongue. Min. of Agric. Petrograd. 17-41. (Russian). Cited in F. Ruttner. Biogeography and Taxonomy of Honeybees. Berlin: Springer-Verlag, 1988.
- Crane, E. 1979. Honey a Comprehensive Survey. London: Heinemann.
- Crane, E. 1990. Bees and Beekeeping: Science, Practice and World Resources. Oxford: Heinemann Newnes.
- Crane, E. 1993. Current status of research on Asian honey bee. In L. J. Connor; T. E. Rinderer; H. A. Sylvester; and S. Wongsiri (eds.), Asian Apiculture, pp. 19-41. Connecticut: Wicwas Press.
- Crane, E. 1999. The World History of Beekeeping and Honey Hunting. London: Duckworth.
- Crewe, R. M.; Hepburn, H. R.; and Moritz, R. F. A. 1994. Morphometric analysis of 2 southern African races of honeybee. Apidologie 25: 61-70.
- Daly, H. V. 1985. Insect morphometrics. Annual Review of Entomology 30: 415-438.
- Deowanish, S., et al. 2001. Biodiversity of dwarf honey bees in Thailand. In Wongsiri, S. (ed.), Proceedings of the Seventh International Conference on Tropical Bees: Management and Diversity & Fifth Asian Apicultural Association Conference 19-25 March, 2000, pp. 97-103. Thailand.
- Elzinga, R. J. 1997. Fundamentals of Entomology. 4th ed. New Jersey: Prentice Hall.
- Free, J. B. 1981. Biology and behaviour of the honeybee *Apis florea*, and possibilities for beekeeping. Bee World 62(2): 46-59.
- Fuchs, S.; Koeniger, N.; and Tingek, S. 1996. The morphometric position *Apis nuluensis* Tingek, Koeniger and Koeniger, 1996 within cavity-nesting honey bees. Apidologie 27: 397-405.
- Gould, J. L., and Gould, C. G. 1988. The Honey Bee. New York: Scientific American Library.
- Grantz, G. W. 1977. A manual of Acarology. Corvallis, Oregon: Harper & Row.
- Hepburn, H. R.; Radloff, S. E.; Verma, S.; and Verma, L. R. 2001. Morphometric analysis of

Apis cerana populations in the southern Himalayan region. *Apidologie* 32: 435-447.

- Koeniger, N., and Koeniger, G. 2000. Reproductive isolation among species of the genus *Apis*. *Apidologie* 31: 313-339.
- Koeniger, N.; Koeniger, G.; Tingek, S.; Mardan, M.; and Rinderer, T. E. 1988. Reproductive isolation by different time of drone flight between *Apis cerana* (Fabricius, 1793) and *Apis koschevnikovi* (Buttel-Reepen, 1906). *Apidologie* 19: 103-106.
- Koeniger, N., and Vorwohl, G. 1979. Competition for food among four sympatric species of Apini in Sri Lanka (*Apis dorsata*, *Apis cerana*, *Apis florea* and *Trigona iridipennis*). *Journal of Apicultural Research* 18(2): 95-109.
- Lekprayoon, S., and Wongsiri, S. 1989. Queen production with *Apis florea* in Thailand. *Proceedings of the First Asia-Pacific Conference of Entomology*, Chiang Mai, November 8-13.
- Limbipichai, K. 1990. *Morphometric studies on the eastern honey bee (Apis cerana Fabricius) in Thailand and the Malaysian Peninsula*. Master's Thesis, Department of Biology, Graduate School, Chulalongkorn University.
- Lord, W. G., and Nagi, S. K. 1987. *Apis florea* discovered in Africa. *Bee World* 68: 39-40. Cited in อุบลวรรณ บุญจำ. 2538. ความแตกต่างของซีพพิลล์ของผึ้ง 4 ชนิดที่อาศัยอยู่ร่วมกันในป่าดิบแล้ง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชาชีววิทยา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- Mattu, V. K., and Verma, L. R. 1983. Comparative morphometric studies on the Indian honeybee of the north-west Himalayas. 1. Tongue and antenna. *Journal of Apicultural Research* 22(2): 79-85.
- Mattu, V. K., and Verma, L. R. 1984a. Comparative morphometric studies on the Indian honeybee of the north-west Himalayas. 2. Wings. *Journal of Apicultural Research* 23 (1): 3-10.
- Mattu, V. K., and Verma, L. R. 1984b. Comparative morphometric studies on the Indian honeybee of the north-west Himalayas. 3. Hind leg, tergites and sternites. *Journal of Apicultural Research* 23(1): 3-10.
- Mattu, V. K., and Verma, L. R. 1984c. Morphometric studies on the Indian honeybee, *Apis cerana indica* F. effect of seasonal variations. *Apidologie* 15(1): 63-74.
- Mogga, J., and Ruttner, F. 1988. *Apis florea* in Africa: source of the founder population. *Bee*

World 69(3): 100-103. Cited in อุบลวรรณ บุญฉ่ำ. 2538. ความแตกต่างของชีพิไลย์ของผึ้ง 4 ชนิดที่อาศัยอยู่ร่วมกันในป่าดิบแล้ง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบัณฑิต ภาควิชาชีววิทยามหาบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- Morimoto, H. 1965. Investigations on a method of measuring abdominal size in worker honeybees, *Apis mellifera ligustica* and *Apis cerana cerana*. Journal of Apicultural Research 4(1): 17-21.
- Morimoto, H. 1968. The use of the labial palpus as a measure of proboscis length in worker honeybees, *Apis mellifera ligustica* and *Apis cerana cerana*. Journal of Apicultural Research 4(1): 17-21.
- Morse, R. A., and Benton A. W. 1967. Venom collection from species of honeybees in south-east Asia. Bee World 48(1): 19-29.
- Mossadegh, M. S. 1993. New geographical distribution line of *Apis florea* in Iran. In Connor, L. J.; Rinderer, T. E.; Sylvester, H. A.; and Wongsiri, S. (eds.), Asian Apiculture, pp. 64-66. Connecticut: Wicwas Press.
- Mossadegh, M. S., and Birjandi, A. K. 1986. *Euvarroa sinhai* Delfinado & Baker (Acarina: Mesostigmata): A parasite mite on *Apis florea* F. in Iran. American Bee Journal 126 (10): 684-685.
- Otis, G. W. 1991. A review of the diversity of species within *Apis*. In Smith, D. R. (ed) Diversity in the Genus Apis. pp. 29-49. Boulder, Colorado: Westview Press.
- Otis, G. W. 1996. Distributions of recently recognized species of honey bees (Hymenoptera: Apidae; *Apis*) in Asia. Journal of the Kansas Entomological Society 69: 311-333.
- Pyramam, K., and Wongsiri, S. 1986. Bee flora for four species of *Apis* in Thailand. Journal of Scientific Research Chulalongkorn University 11(2): 95-103.
- Radloff, S. E., and Hepburn, H. E. 1997a. Multivariate analysis of honeybees, *Apis mellifera* Linnaeus (Hymenoptera: Apidae), of the Horn of Africa. African Entomology 5(1): 57-64.
- Radloff, S. E., and Hepburn, H. E. 1997b. Multivariate analysis of honeybee populations, *Apis mellifera* Linnaeus (Hymenoptera: Apidae), from western central Africa: morphometrics and pheromones. African Entomology 5(2): 195-204.
- Radloff, S. E.; Hepburn, H. R.; Robertson, M. P.; van Hille, R.; Davidson, Z.; and Villet, M. H. 1996. Discriminant analysis of the honeybee populations of southwestern Africa.

African Entomology 4(1): 1-6.

- Rinderer, T. E.; Bucu, S. M.; Rubink, W. L.; Daly, H. V.; Stelzer, J. A.; Riggio, R. M.; and Baptista, F. C. 1993. Morphometric identification of Africanized and European honey bees using large reference populations. Apidologie 24: 569-585.
- Rinderer, T. E.; Koeniger, N.; Tingek, S.; Mardan, M.; and Koeniger, G. 1989. A morphological comparison of the cavity dwelling honeybees of Borneo *Apis koschevnikovi* (Buttel-Reepen, 1906) and *A. cerana* (Fabricius, 1793). Apidologie 20: 405-411.
- Rinderer, T. E., Oldroyd, B. P.; Wongsiri, S.; Sylvester, H. A.; de Guzman, L. I.; Stelzer, J. A.; and Riggio, R. M. 1995. A morphological comparison of the dwarf honey bees of southeastern Thailand and Palawan, Philippines. Apidologie 26: 387-394.
- Ruttner, F. 1986. Geographical variability and classification. In T. E. Rinderer (ed.), Bee Genetics and Breeding, pp. 23-56. Florida: Academic Press.
- Ruttner, F. 1988. Biogeography and Taxonomy of Honeybees. Berlin: Springer-Verlag.
- Ruttner, F.; Milner, E.; and Dews, J. E. 1990. The Dark European Honey Bee. Brighton: G Beard & Son.
- Ruttner, F.; Pourasghar, D.; and Kauhausen, D. 1985. Die Honigbienen des RAN. 1. *Apis florea* Fabricius. Apidologie 16(2): 119-138. Cited in M. S. Mossadegh. New geographical distribution line of *Apis florea* in Iran. In Connor, L. J.; Rindere, T. E.; Sylvester, H. A.; and Wongsiri, S. (eds.), Asian Apiculture, pp. 64-66. Connecticut: Wicwas Press, 1993.
- Sakagami, S. F.; Matsumura, T.; and Ito, K. 1980. *Apis laboriosa* in Himalaya, the little known world largest honeybee (Hymenoptera : Apidae). Insecta Matsumurana 19: 47-77.
- Seeley, T. D. 1985. Honeybee Ecology. New Jersey: Princeton University Press.
- Seeley, T. D.; Seeley, R. H.; and Akwatanakul, P. 1982. Colony defence strategies of the honeybees in Thailand. Ecological Monographs 52(1): 43-63. Cited in อุบลวรรณ บุญจำเริญ. 2538. ความแตกต่างของชีพชีพลีของผึ้ง 4 ชนิดที่อาศัยอยู่ร่วมกันในป่าดิบแล้ง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชาชีววิทยา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- Stauffer, P. H. 1979. A fossilized honey bee comb from late cenozoic cave deposits at Batu caves, Malay Peninsula. Journal of Paleontology 53(6): 1416-1421. Cited in สิริวิวัฒน์ วงษ์ศิริ. 2532. ชีววิทยาของผึ้ง. กรุงเทพมหานคร: แสงศิลป์การพิมพ์.

- Sylvester, H. A., and Wongsiri, S. 1986. Beekeeping and research needs in Thailand. Apiacta 21: 119-125.
- Tirgari, S. 1971. On the biology and manipulation of *Apis* (*Micrapis*) *florea* F. in Iran. Proc. 23rd Int. Apic. Congr. 330-332.
- Verma, L. R.; Mattu, V. K.; and Daly, H. V. 1994. Multivariate morphometrics of the Indian honeybee in the northwest Himalayan region. Apidologie 25: 203-223.
- Whitcombe, R. P. 1984. *Apis florea*. Thesis Univ. Durham. Cited in F. Ruttner. Biogeography and Taxonomy of Honeybees. Berlin: Springer-Verlag, 1988.
- Wongsiri, S. 1988. Queen production, Advanced Course in Beekeeping with *Apis cerana* in Tropical and Subtropical Asia, 23 pp. Malaysia.
- Wongsiri, S.; Chanchao, C.; Deowanish, S.; Aemprapa, S.; Chaiyawong, T.; Petersen, S.; and Leepitakrat, S. 2000. Honey bee diversity and beekeeping in Thailand. Bee World 81 (1): 20-29.
- Wongsiri, S.; Lai, Y.; and Sylvester, H. A. 1990. Queen rearing with *Apis cerana*. American Bee Journal 130: 32-35.
- Wongsiri, S.; Lekprayoon, C.; Thapa, R.; Thirakhupt, K.; Rinderer, T. E.; Sylvester, H. A.; Oldroyd, B. P.; and Booncham, U. 1996. Comparative biology of *Apis andreniformis* and *Apis florea* in Thailand. Bee World 77(4): 23-35.
- Wongsiri, S., and Tangkanasing, P. 1986. *Apis cerana* F. beekeeping in Thailand: Problems and research needs. Journal of Scientific Research Chulalongkorn University 11(1): 1-6.
- Wongsiri, S., et al. 2001. (submitted). Comparative biology and distribution of the honey bees *Apis dorsata*, *A. florea*, and *A. andreniformis* (Hymenoptera: Apidae) in Thailand and the Indo-Malaysian Peninsula. Apidologie.
- Wu, Y., and Kuang, B. 1987. Two species of small honeybee a study of the genus *Micrapis*. Bee World 68: 153-155.

ภาคผนวก

ภาคผนวก 1

น้ำยาฮอยเออร์ (Hoyer's Medium) (เพ็ญศรี ตั้งคณะสิงห์, 2531; Grantz, 1977) เป็นสารประเภทละลายน้ำได้ ดัดแปลงมาจากน้ำยาเบอร์ลีส (Berlese) โดยมีส่วนประกอบดังนี้

1. น้ำกลั่น	50	มิลลิลิตร
2. กัมอาราบิก (gum arabic)	30	กรัม
3. คลอรัลไฮเดรต (chloral hydrate)	200	กรัม
4. กลีเซอริน (glycerine)	20	มิลลิลิตร

วิธีการเตรียม

1. ชั่งกัมอาราบิกใส่ในถ้วยตวงที่มีน้ำกลั่น ใช้แท่งแก้วคนกัมอาราบิกจนกระทั่งละลายน้ำหมด
2. ค่อย ๆ ใส่คลอรัลไฮเดรตทีละน้อย โดยใช้แท่งแก้วคนอยู่ตลอดเวลา ต่อจากนั้นจึงใส่กลีเซอริน
3. ใช้แท่งแก้วคนต่อไปจนกระทั่งคลอรัลไฮเดรตละลายหมด อาจจะใช้เครื่อง Stirrer ช่วยกวนให้คลอรัลไฮเดรตละลายเร็วขึ้น ทิ้งไว้จนกระทั่งสารละลายอิมัลชัน
4. กรองสารละลายด้วยกระดาษกรองเบอร์ 4 (Filter paper whatman 4 MM) จะได้ น้ำยาฮอยเออร์ที่ปราศจากฝุ่นละออง
5. เก็บน้ำยาฮอยเออร์ใส่ขวดแก้วที่มีฝาจุกปิดแน่น

ภาคผนวก 2

ค่าเฉลี่ยของลักษณะทางสัณฐานวิทยาแต่ละลักษณะในตัวอย่างฝัางงานของฝัางมัมแต่ละรัง

Sampling area	Code	TONG	LPL	FWL	RCL	ARCL	AN34	AN35	AN37	BRVL	VL	NH
Chiang Mai	50	3.3959	1.0523	6.4047	2.3694	1.4789	18.0483	99.8069	29.3043	1.0927	1.2499	11.0000
Chiang Mai	63	3.3923	1.0350	6.4455	2.3691	1.4951	18.9272	95.8074	25.5062	1.0930	1.2398	11.1333
Uttaradit	51	3.4215	1.0661	6.3251	2.2920	1.4382	19.1644	98.5060	27.9239	1.0875	1.2245	10.7333
Tak	76	3.1939	1.0659	6.3053	2.3299	1.4595	19.1942	98.4883	28.6761	1.0792	1.2180	11.0000
Phitsanulok	48	3.4548	1.0865	6.2964	2.3184	1.4838	19.1792	100.3606	27.5938	1.0792	1.2060	12.1333
Nong Khai	119	3.3976	1.0717	6.3028	2.3354	1.4507	19.4715	103.4859	29.1383	1.0744	1.1659	11.0000
Sakon Nakhon	109	3.4295	1.0640	6.2965	2.3054	1.4490	19.5523	98.9318	28.6943	1.0722	1.2424	11.4000
Khon kaen	67	3.4099	1.0469	6.2543	2.3279	1.4601	19.5182	104.1508	27.2391	1.0446	1.1385	11.6000
Chaiyaphum	102	3.3788	1.0300	6.2049	2.2648	1.4538	18.6041	98.4642	26.1819	1.0693	1.2208	11.5333
Nakhon Ratchasima	36	3.3023	1.0571	6.2995	2.3529	1.4803	18.9888	97.0162	27.5058	1.0739	1.2184	11.0000
Nakhon Ratchasima	37	3.3491	1.0791	6.2559	2.3058	1.4492	19.4117	100.1176	27.2629	1.0989	1.1717	10.9333
Roi Et	118	3.4736	1.0915	6.3201	2.3374	1.4660	19.3581	100.2957	30.3814	1.0767	1.1575	11.4000
Ubon Ratchathani	116	3.3974	1.0809	6.3794	2.3290	1.4373	19.2302	99.0727	29.5374	1.1003	1.1948	10.9333
Lop Buri	19	3.2715	1.0546	6.2814	2.3407	1.4510	19.0922	96.8533	25.7289	1.0862	1.1647	10.7333
Lop Buri	20	3.2202	1.0913	6.3671	2.3436	1.4610	18.9403	95.6738	25.0071	1.1029	1.2160	11.3333

Sampling area	Code	TONGL	LPL	FWL	RCL	ARCL	AN34	AN35	AN37	BRVL	VL	NH
Lop Buri	21	3.3646	1.0743	6.3848	2.3484	1.4494	19.6311	101.9135	27.8290	1.1296	1.2530	11.3333
Lop Buri	25	3.2365	1.0638	6.3771	2.3395	1.4614	20.5174	99.2334	26.4980	1.1115	1.2133	11.3333
Lop Buri	26	3.4232	1.1184	6.4482	2.3505	1.4829	19.3575	100.1240	27.9588	1.1197	1.2686	10.8667
Lop Buri	29	3.5170	1.0857	6.3551	2.3392	1.4836	20.1092	101.5637	28.4563	1.0890	1.2344	11.4667
Ang Thong	136	3.0802	1.0475	6.2350	2.3213	1.4861	18.7316	101.2613	25.7376	1.0402	1.1962	11.3333
Suphan Buri	1	3.4221	1.0734	6.4225	2.3668	1.4843	19.0393	97.0959	26.9791	1.0976	1.2086	10.9333
Chanthaburi	72	3.4296	1.0819	6.2820	2.3199	1.4422	18.5186	98.5999	28.9138	1.0918	1.2035	10.7333
Trat	45	3.2335	1.0603	6.4680	2.3668	1.4720	18.3737	92.9825	28.0771	1.0768	1.2342	11.4000
Samut Prakan	140	3.2105	1.0554	6.2490	2.2961	1.4677	19.8026	103.4492	30.0463	1.0533	1.1895	11.0667
Samut Songkhram	43	3.3180	1.0352	6.0595	2.2396	1.4219	18.8309	100.7227	28.3905	1.0223	1.1343	11.1333
Samut Songkhram	44	3.3836	1.0358	6.2561	2.3168	1.4546	18.0608	100.5814	26.0525	1.0833	1.2363	11.8000
Ratchaburi	137	3.4015	1.0419	6.2112	2.3075	1.4501	19.0736	98.7793	29.3262	1.0533	1.1730	10.8667
Ratchaburi	138	3.3925	1.0508	6.1893	2.2824	1.4262	18.1277	100.8844	26.9391	1.0283	1.1396	11.4667
Phetchaburi	41	3.3951	1.0752	6.3664	2.3479	1.4860	19.0530	100.4452	29.5624	1.1290	1.1934	11.3333
Prachuap Khiri Khan	5	3.3153	1.0503	6.2174	2.3348	1.4753	19.9383	99.9710	30.6401	1.0539	1.2194	11.4000
Prachuap Khiri Khan	8	3.1896	1.0196	6.1286	2.2637	1.4445	19.0369	101.8932	27.4466	1.0086	1.2031	10.8000
Prachuap Khiri Khan	9	3.3817	1.0420	6.3547	2.3199	1.4569	18.2510	101.0584	28.3636	1.0647	1.2078	10.8667
Prachuap Khiri Khan	10	3.1804	1.0540	6.3357	2.3465	1.4730	18.7363	96.9158	27.9783	1.0680	1.2140	11.2000

Sampling area	Code	TONGL	LPL	FWL	RCL	ARCL	AN34	AN35	AN37	BRVL	VL	NH
Prachuap Khiri Khan	97	3.3876	1.0534	6.2010	2.3157	1.4679	19.2543	97.7034	28.8016	1.0555	1.1677	10.0667
Prachuap Khiri Khan	98	3.4064	1.0402	6.2542	2.3166	1.4554	19.8211	101.4745	27.7123	1.0834	1.1907	11.4667
Chumphon	14	3.4755	1.0692	6.4935	2.3675	1.4752	19.5282	98.2348	27.3726	1.1205	1.1837	11.2000
Chumphon	15	3.1092	1.0470	6.2408	2.2746	1.4284	19.2482	98.9983	28.0482	1.0758	1.1904	11.5333
Chumphon	139	3.3945	1.0611	6.3746	2.3577	1.4720	19.7817	98.1949	28.3739	1.0901	1.1752	11.4000
Surat Thani	94	3.3007	1.0368	6.2165	2.2881	1.4590	19.6647	99.9048	27.6557	1.0425	1.1908	10.8000
Surat Thani	95	3.1213	1.0487	6.3186	2.3032	1.4583	20.5975	98.8643	29.2538	1.0975	1.1631	11.0000
Pha-ngan Island	56	3.3879	1.0617	6.3392	2.3023	1.4680	19.3318	99.3118	27.5187	1.0681	1.1617	11.1333
Pha-ngan Island	57	3.3750	1.0297	6.0949	2.2041	1.3918	19.4780	101.2903	26.3002	1.0265	1.2152	11.0667
Pha-ngan Island	58	3.4043	1.0526	6.2008	2.2851	1.5027	21.1109	100.7376	26.4734	1.0400	1.1872	11.0667
Pha-ngan Island	59	3.2199	1.0597	6.1570	2.2794	1.4403	20.4685	101.4217	26.8174	1.0340	1.1321	11.4667
Samui Island	11	3.3645	1.0529	6.3438	2.3371	1.4427	17.5696	102.1918	27.5195	1.0789	1.1916	11.4667
Samui Island	12	3.1256	1.0331	6.3198	2.3151	1.4697	18.9143	98.9683	27.4626	1.0234	1.1383	10.8000
Samui Island	13	3.1919	1.0627	6.2840	2.3084	1.4567	19.0097	99.7137	27.6517	1.0273	1.2277	11.0000
Samui Island	82	3.3662	1.0493	6.2632	2.2882	1.4311	19.4663	100.4344	28.3236	1.0664	1.1640	11.4000
Samui Island	83	3.3981	1.0695	6.4034	2.3832	1.5035	17.4588	99.4065	28.0614	1.0315	1.1948	11.6667
Samui Island	87	3.2391	1.0154	6.0467	2.2512	1.4053	18.1537	98.7197	28.8087	0.9973	1.1368	10.9333

ค่าเฉลี่ยของลักษณะทางสถิติภายในตัวอย่างฝูงงานของผึ้งมีแม่เลี้ยงรัง (ต่อ)

Sampling area	Code	FEL	TL	ML	TL3	DTL4	TL4	SL3	WSL3	SL6	FL	AL
Chiang Mai	50	1.7092	2.1716	1.2237	1.3492	0.6292	1.3105	1.7702	0.7576	1.4381	1.7904	2.8435
Chiang Mai	63	1.6899	2.1496	1.2267	1.2798	0.5244	1.2832	1.7601	0.7798	1.4429	1.7841	2.8369
Uttaradit	51	1.7176	2.2056	1.2556	1.3778	0.5721	1.3200	1.8107	0.7561	1.4604	1.7763	2.8411
Tak	76	1.7145	2.1506	1.2429	1.3518	0.5448	1.3473	1.8207	0.7793	1.4438	1.7748	2.8243
Phitsanulok	48	1.7264	2.1784	1.2673	1.4006	0.6825	1.3460	1.7672	0.7525	1.4652	1.7758	2.8602
Nong Khai	119	1.7226	2.2070	1.2715	1.3803	0.5022	1.3321	1.7697	0.7475	1.4502	1.9762	2.8278
Sakon Nakhon	109	1.7364	2.2112	1.2722	1.3409	0.5365	1.3384	1.8040	0.7843	1.4700	1.7870	2.8454
Khon kaen	67	1.6879	2.1747	1.2378	1.3829	0.5251	1.3651	1.8101	0.8136	1.4426	1.7746	2.8289
Chaiyaphum	102	1.7123	2.1739	1.2291	1.3999	0.5112	1.3460	1.7869	0.7556	1.4589	1.7388	2.7823
Nakhon Ratchasima	36	1.7278	2.2299	1.2871	1.3636	0.5067	1.3314	1.7798	0.7545	1.4441	1.7522	2.8080
Nakhon Ratchasima	37	1.7350	2.1731	1.2828	1.3644	0.5099	1.3352	1.7833	0.7636	1.4483	1.7733	2.8292
Roi Et	118	1.7590	2.2502	1.2895	1.4027	0.5746	1.3568	1.8040	0.7414	1.4541	1.7777	2.8514
Ubon Ratchathani	116	1.7490	2.2397	1.2880	1.4417	0.5295	1.3924	1.8414	0.7899	1.4844	1.8286	2.9011
Lop Buri	19	1.7001	2.1646	1.2907	1.3946	0.5410	1.3460	1.7701	0.7742	1.4366	1.7846	2.8539
Lop Buri	20	1.7179	2.1704	1.2784	1.3558	0.5689	1.3302	1.8050	0.7682	1.4354	1.7830	2.8623
Lop Buri	21	1.7649	2.2173	1.2868	1.3695	0.5822	1.3505	1.8131	0.7510	1.4664	1.8078	2.9404
Lop Buri	25	1.7384	2.2054	1.2772	1.3949	0.5651	1.3924	1.8505	0.7530	1.4568	1.7722	2.8433

Sampling area	Code	FEL	TL	ML	TL3	DTL4	TL4	SL3	WSL3	SL6	FL	AL
Lop Buri	26	1.7694	2.2251	1.2865	1.4032	0.5511	1.3727	1.8369	0.7848	1.4856	1.8257	2.9007
Lop Buri	29	1.7317	2.2004	1.2447	1.3486	0.5181	1.3244	1.7601	0.7596	1.4402	1.7809	2.7775
Ang Thong	136	1.6853	2.1217	1.2339	1.2902	0.4800	1.2971	1.7727	0.7369	1.4225	1.7595	2.7986
Suphan Buri	1	1.7339	2.2052	1.2811	1.3860	0.5727	1.3651	1.7944	0.7773	1.4643	1.8212	2.8874
Chanthaburi	72	1.7284	2.2007	1.2520	1.3689	0.5054	1.3359	1.7646	0.7556	1.4471	1.7787	2.8410
Trat	45	1.7566	2.2378	1.2886	1.3619	0.5479	1.3441	1.8258	0.7707	1.4712	1.8329	2.9180
Samut Prakan	140	1.7621	2.2010	1.2748	1.3841	0.5060	1.3473	1.7950	0.7934	1.4414	1.7504	2.7988
Samut Songkhram	43	1.6632	2.1049	1.2216	1.3689	0.5340	1.3289	1.7242	0.7061	1.4366	1.7261	2.7492
Samut Songkhram	44	1.6918	2.1386	1.2619	1.3905	0.5270	1.3397	1.7944	0.7596	1.4658	1.7427	2.7759
Ratchaburi	137	1.6876	2.1604	1.2285	1.3448	0.4470	1.3346	1.7455	0.7424	1.4574	1.7588	2.8045
Ratchaburi	138	1.6875	2.1399	1.2411	1.3022	0.4863	1.2883	1.7475	0.7212	1.4499	1.7484	2.8116
Phetchaburi	41	1.7497	2.2326	1.2724	1.4019	0.6241	1.3822	1.8136	0.7944	1.4637	1.7586	2.8167
Prachuap Khiri Khan	5	1.6873	2.1562	1.2483	1.3651	0.4959	1.3416	1.7551	0.7115	1.4126	1.7895	2.8131
Prachuap Khiri Khan	8	1.6768	2.1432	1.2204	1.3156	0.5016	1.2825	1.7283	0.7318	1.4441	1.7454	2.7695
Prachuap Khiri Khan	9	1.7465	2.2302	1.2799	1.3968	0.5079	1.3530	1.7955	0.7793	1.4751	1.7965	2.8607
Prachuap Khiri Khan	10	1.7265	2.1940	1.2432	1.3892	0.5016	1.3244	1.7712	0.7490	1.4505	1.7923	2.8359
Prachuap Khiri Khan	97	1.6884	2.1540	1.2267	1.3079	0.4857	1.2781	1.7323	0.7328	1.3943	1.7308	2.7464
Prachuap Khiri Khan	98	1.7051	2.1794	1.2631	1.3733	0.5092	1.3333	1.7864	0.7495	1.4571	1.7581	2.8056

Sampling area	Code	FEL	TL	ML	TL3	DTL4	TL4	SL3	WSL3	SL6	FL	AL
Chumphon	14	1.8092	2.2596	1.3311	1.4333	0.5949	1.3841	1.8111	0.7732	1.4715	1.8060	2.9087
Chumphon	15	1.7515	2.2164	1.2387	1.4063	0.5905	1.3619	1.7399	0.7242	1.4717	1.7742	2.8012
Chumphon	139	1.7331	2.1928	1.2505	1.3498	0.5511	1.3403	1.8131	0.7823	1.4604	1.7624	2.8190
Surat Thani	94	1.7083	2.1707	1.2471	1.3632	0.5092	1.3359	1.7576	0.7439	1.4384	1.7272	2.7486
Surat Thani	95	1.7417	2.1991	1.2667	1.3854	0.5086	1.3517	1.7884	0.7747	1.4598	1.7816	2.8248
Pha-ngan Island	56	1.7130	2.1704	1.2462	1.3365	0.5130	1.3016	1.7705	0.7530	1.4318	1.7678	2.8086
Pha-ngan Island	57	1.6847	2.1343	1.2141	1.3244	0.4933	1.2819	1.7081	0.7232	1.3964	1.7116	2.7433
Pha-ngan Island	58	1.7325	2.1738	1.2384	1.3797	0.5416	1.3568	1.8020	0.7702	1.4589	1.7260	2.7796
Pha-ngan Island	59	1.6691	2.0906	1.2117	1.3232	0.5092	1.2838	1.7121	0.7273	1.4024	1.7091	2.7014
Samui Island	11	1.7467	2.2126	1.2225	1.4114	0.5556	1.3663	1.7702	0.7177	1.4805	1.7494	2.7954
Samui Island	12	1.7401	2.1873	1.2384	1.3545	0.5425	1.3135	1.7698	0.7627	1.4761	1.7284	2.7431
Samui Island	13	1.7177	2.1697	1.2243	1.3244	0.4889	1.2927	1.7146	0.7444	1.4279	1.7592	2.7839
Samui Island	82	1.7330	2.1806	1.2550	1.3333	0.4794	1.2965	1.7414	0.7419	1.4586	1.7619	2.7886
Samui Island	83	1.7339	2.2147	1.2715	1.4083	0.5416	1.3613	1.7692	0.7495	1.4550	1.8462	2.8935
Samui Island	87	1.6573	2.1015	1.1913	1.2667	0.5886	1.2495	1.7135	0.6964	1.4069	1.7322	2.7341

ภาคผนวก 3

Factor Analysis 1

Descriptive Statistics

Characters	Mean	Std. Deviation	Analysis N
Zscore(TONGL)	-5.2202687E-15	1.0000000	50
Zscore(LPL)	1.017852E-14	1.0000000	50
Zscore(FWL)	-1.7132962E-14	1.0000000	50
Zscore(RCL)	5.329071E-16	1.0000000	50
Zscore(ARCL)	-2.0694557E-15	1.0000000	50
Zscore(AN34)	2.131628E-16	1.0000000	50
Zscore(AN35)	-4.2577053E-15	1.0000000	50
Zscore(AN37)	2.904343E-15	1.0000000	50
Zscore(BRVL)	1.776357E-15	1.0000000	50
Zscore(VL)	-3.9390713E-15	1.0000000	50
Zscore(NH)	-4.8139270E-15	1.0000000	50
Zscore(FEL)	-3.2418512E-15	1.0000000	50
Zscore(TL)	-3.3022474E-14	1.0000000	50
Zscore(ML)	1.065814E-16	1.0000000	50
Zscore(TL3)	1.945111E-15	1.0000000	50
Zscore(DTL4)	-5.0182081E-16	1.0000000	50
Zscore(TL4)	1.237233E-14	1.0000000	50
Zscore(SL3)	-4.6629367E-16	1.0000000	50
Zscore(WSL3)	-1.0746959E-15	1.0000000	50
Zscore(SL6)	-1.5716317E-14	1.0000000	50
Zscore(FL)	6.932233E-15	1.0000000	50
Zscore(AL)	3.286260E-15	1.0000000	50

Correlation Matrix

Characters	Zscore (TONGJ.)	Zscore (LPL)	Zscore (FWL)	Zscore (RCL)	Zscore (ARCL)	Zscore (AN34)	Zscore (AN35)	Zscore (AN37)	Zscore (BRVL)	Zscore (VL)	Zscore (NH)
Zscore(TONGL)	1.000	.357	.241	.211	.136	-.029	.152	.152	.328	.149	.122
Zscore(LPL)	.357	1.000	.592	.530	.365	.161	-.074	.174	.635	.293	.094
Zscore(FWL)	.241	.592	1.000	.865	.604	-.081	-.370	.012	.741	.479	.102
Zscore(RCL)	.211	.530	.865	1.000	.730	-.154	-.335	.077	.608	.366	.107
Zscore(ARCL)	.136	.365	.604	.730	1.000	.099	-.197	-.024	.315	.321	.120
Zscore(AN34)	-.029	.161	-.081	-.154	.099	1.000	.192	.068	.163	-.102	-.056
Zscore(AN35)	.152	-.074	-.370	-.335	-.197	.192	1.000	.189	-.239	-.235	.205
Zscore(AN37)	.152	.174	.012	.077	-.024	.068	.189	1.000	.034	-.092	-.162
Zscore(BRVL)	.328	.635	.741	.608	.315	.163	-.239	.034	1.000	.466	.088
Zscore(VL)	.149	.293	.479	.366	.321	-.102	-.235	-.092	.466	1.000	.082
Zscore(NH)	.122	.094	.102	.107	.120	-.056	.205	-.162	.088	.082	1.000
Zscore(FEL)	.171	.582	.727	.490	.346	.126	-.102	.229	.637	.296	.086
Zscore(TL)	.300	.544	.736	.564	.346	.021	-.150	.330	.620	.318	.040
Zscore(ML)	.254	.607	.655	.564	.340	.134	-.198	.079	.676	.230	.083
Zscore(TL3)	.242	.424	.440	.329	.209	.047	.062	.186	.520	.132	.221
Zscore(DTL4)	.176	.337	.374	.299	.203	-.098	-.127	.032	.416	.185	.317
Zscore(TL4)	.224	.482	.535	.461	.338	.153	.017	.173	.617	.203	.244
Zscore(SL3)	.200	.514	.680	.565	.418	.157	-.160	.039	.697	.356	.129

Characters	Zscore (TONGL)	Zscore (LPL)	Zscore (FWL)	Zscore (RCL)	Zscore (ARCL)	Zscore (AN34)	Zscore (AN35)	Zscore (AN37)	Zscore (BRVL)	Zscore (VL)	Zscore (NH)
Zscore(WSL3)	.197	.387	.615	.498	.485	.202	-.122	-.026	.536	.263	-.018
Zscore(SL6)	.200	.307	.580	.369	.214	-.120	-.065	.077	.505	.245	.244
Zscore(FL)	.215	.486	.575	.570	.254	-.097	-.057	.237	.417	.243	.032
Zscore(AL)	.286	.607	.781	.690	.354	-.134	-.297	.079	.670	.449	.133

Correlation Matrix (continue)

Characters	Zscore (FEL)	Zscore (TL)	Zscore (ML)	Zscore (TL3)	Zscore (DTL4)	Zscore (TL4)	Zscore (SL3)	Zscore (WSL3)	Zscore (SL6)	Zscore (FL)	Zscore (AL)
Zscore(TONGL)	.171	.300	.254	.242	.176	.224	.200	.197	.200	.215	.286
Zscore(LPL)	.582	.544	.607	.424	.337	.482	.514	.387	.307	.486	.607
Zscore(FWL)	.727	.736	.655	.440	.374	.535	.680	.615	.580	.575	.781
Zscore(RCL)	.490	.564	.564	.329	.299	.461	.565	.498	.369	.570	.690
Zscore(ARCL)	.346	.346	.340	.209	.203	.338	.418	.485	.214	.254	.354
Zscore(AN34)	.126	.021	.134	.047	-.098	.153	.157	.202	-.120	-.097	-.134
Zscore(AN35)	-.102	-.150	-.198	.062	-.127	.017	-.160	-.122	-.065	-.057	-.297
Zscore(AN37)	.229	.330	.079	.186	.032	.173	.039	-.026	.077	.237	.079
Zscore(BRVL)	.637	.620	.676	.520	.416	.617	.697	.536	.505	.417	.670
Zscore(VL)	.296	.318	.230	.132	.185	.203	.356	.263	.245	.243	.449

Characters	Zscore (FEL)	Zscore (TL)	Zscore (ML)	Zscore (TL3)	Zscore (DTL4)	Zscore (TL4)	Zscore (SL3)	Zscore (WSL3)	Zscore (SL6)	Zscore (FL)	Zscore (AL)
Zscore(NH)	.086	.040	.083	.221	.317	.244	.129	-.018	.244	.032	.133
Zscore(FEL)	1.000	.902	.749	.662	.363	.687	.636	.496	.701	.408	.638
Zscore(TL)	.902	1.000	.752	.697	.310	.713	.651	.502	.704	.524	.690
Zscore(ML)	.749	.752	1.000	.639	.263	.682	.703	.546	.542	.530	.763
Zscore(TL3)	.662	.697	.639	1.000	.367	.901	.584	.390	.657	.362	.507
Zscore(DTL4)	.363	.310	.263	.367	1.000	.364	.344	.169	.331	.129	.382
Zscore(TL4)	.687	.713	.682	.901	.364	1.000	.758	.531	.692	.375	.603
Zscore(SL3)	.636	.651	.703	.584	.344	.758	1.000	.727	.637	.386	.693
Zscore(WSL3)	.496	.502	.546	.390	.169	.531	.727	1.000	.463	.296	.507
Zscore(SL6)	.701	.704	.542	.657	.331	.692	.637	.463	1.000	.363	.571
Zscore(FL)	.408	.524	.530	.362	.129	.375	.386	.296	.363	1.000	.683
Zscore(AL)	.638	.690	.763	.507	.382	.603	.693	.507	.571	.683	1.000

KMO and Bartlett's Test

Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.	.815
Bartlett's Test of Sphericity	816.619
	231
	.000

Communalities

Characters	Intitial	Extraction
Zscore (TONGL)	1.000	.542
Zscore (LPL)	1.000	.644
Zscore (FWL)	1.000	.896
Zscore (RCL)	1.000	.810
Zscore (ARCL)	1.000	.605
Zscore (AN34)	1.000	.801
Zscore (AN35)	1.000	.681
Zscore (AN37)	1.000	.652
Zscore (BRVL)	1.000	.692
Zscore (VL)	1.000	.403
Zscore (NH)	1.000	.732
Zscore (FEL)	1.000	.792
Zscore (TL)	1.000	.859
Zscore (ML)	1.000	.743
Zscore (TL3)	1.000	.808
Zscore (DTL4)	1.000	.459
Zscore (TL4)	1.000	.854
Zscore (SL3)	1.000	.786
Zscore (WSL3)	1.000	.656
Zscore (SL6)	1.000	.755
Zscore (FL)	1.000	.621
Zscore (AL)	1.000	.808

Extraction Method: Principal Component Analysis.

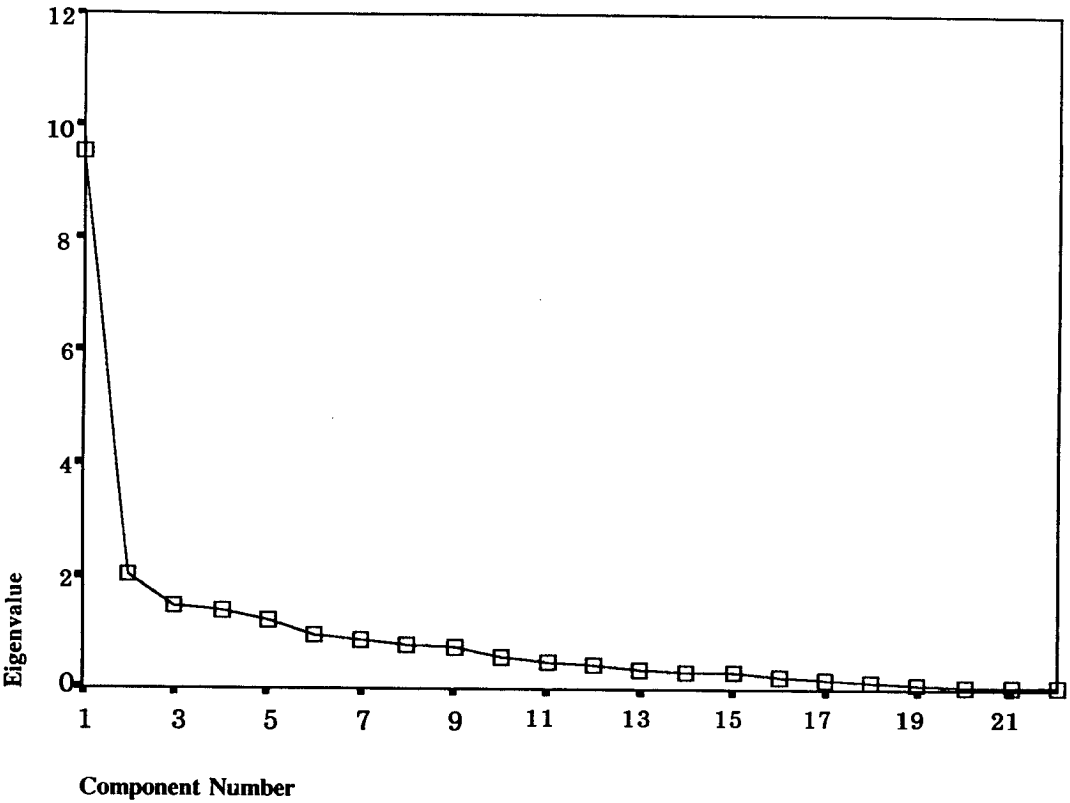
Total Variance Explained

Components	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings			Rotation Sums of Squared Loadings		
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
1	9.535	43.339	43.339	9.535	43.339	43.339	6.263	28.469	28.469
2	2.004	9.109	52.448	2.004	9.109	52.448	4.657	21.167	49.636
3	1.471	6.686	59.134	1.471	6.686	59.134	1.708	7.765	57.401
4	1.374	6.246	65.380	1.374	6.246	65.380	1.523	6.923	64.324
5	1.216	5.526	70.906	1.216	5.526	70.906	1.448	6.582	70.906
6	.928	4.220	75.126						
7	.859	3.903	79.030						
8	.767	3.484	82.514						
9	.721	3.275	85.789						
10	.540	2.454	88.243						
11	.470	2.137	90.380						
12	.441	2.004	92.385						
13	.357	1.624	94.008						
14	.318	1.445	95.453						
15	.278	1.262	96.715						
16	.226	1.025	97.740						
17	.152	.693	98.434						

Components	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings			Rotation Sums of Squared Loadings		
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
18	.131	.595	99.029						
19	7.363E-02	.335	99.364						
20	6.293E-02	.286	99.650						
21	4.992E-02	.227	99.877						
22	2.714E-02	.123	100.000						

Extraction Method: Principal Component Analysis.

Scree Plot



Component Matrix

Characters	Components				
	1	2	3	4	5
Zscore(FWL)	.882	-.341			
Zscore(TL)	.866				
Zscore(AL)	.857				
Zscore(FEL)	.840	.207			
Zscore(ML)	.840				
Zscore(SL3)	.836			.278	
Zscore(BRVL)	.816				
Zscore(TL4)	.808	.389			
Zscore(RCL)	.760	-.435			
Zscore(SL6)	.722	.236	.268		-.325
Zscore(TL3)	.720	.478			
Zscore(LPL)	.703				.345
Zscore(WSL3)	.674		-.220	.385	
Zscore(FL)	.612			-.452	
Zscore(ARCL)	.531	-.378		.254	.326
Zscore(VL)	.445	-.416			
Zscore(AN35)	-.216	.675			.420
Zscore(NH)			.735		.313
Zscore(DTL4)	.453		.495		
Zscore(AN34)		.349	-.505	.603	.244
Zscore(AN37)		.416	-.393	-.542	
Zscore(TONGL)	.341			-.255	.571

Extraction Method: Principal Component Analysis.

a 5 components extracted.

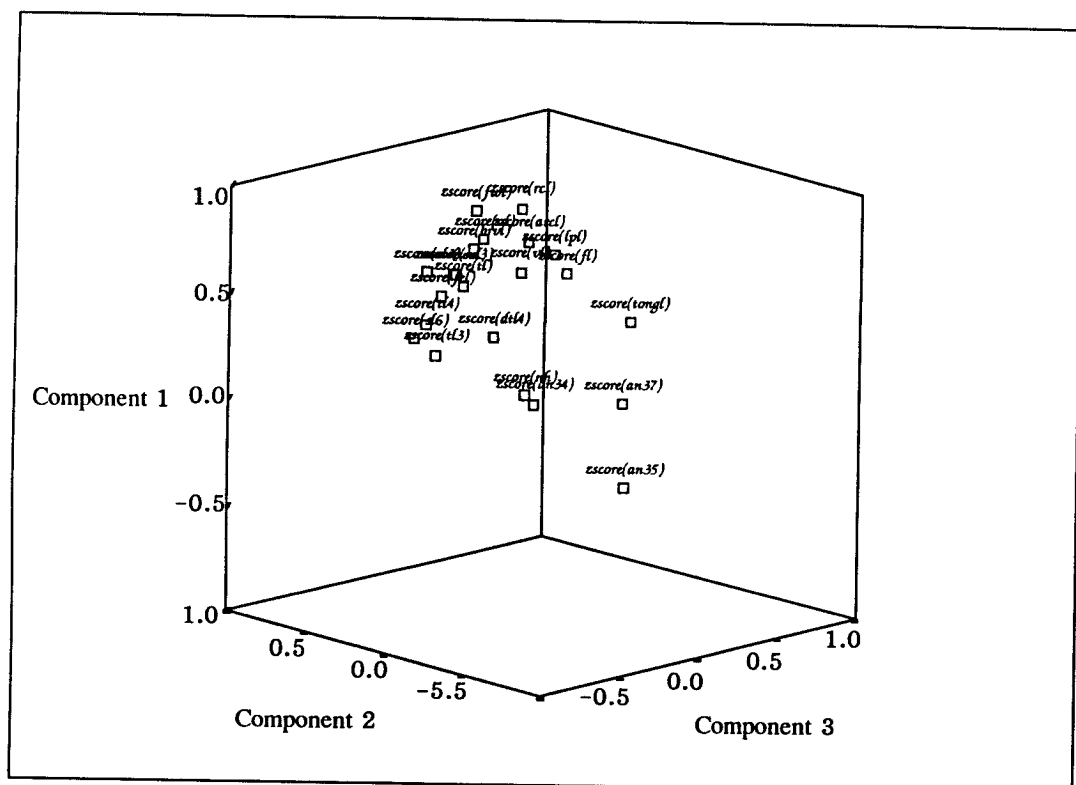
Rotated Component Matrix

Characters	Components				
	1	2	3	4	5
Zscore(TL4)	.862			.211	
Zscore(TL3)	.856			.221	
Zscore(FEL)	.821	.304			
Zscore(SL6)	.819				
Zscore(TL)	.812	.332	.278		
Zscore(ML)	.728	.426			
Zscore(SL3)	.715	.473			.204
Zscore(RCL)	.304	.823			
Zscore(FWL)	.519	.780			
Zscore(ARCL)		.731			.224
Zscore(AL)	.589	.608			-.233
Zscore(VL)		.592			
Zscore(BRVL)	.566	.582			
Zscore(LPL)	.376	.539	.423		
Zscore(WSL3)	.496	.517			.363
Zscore(AN35)		-.473	.448	.342	.368
Zscore(AN37)	.206		.698	-.299	
Zscore(TONGL)		.249	.600	.336	
Zscore(FL)	.350	.442	.484		-.237
Zscore(NH)				.848	
Zscore(DTL4)	.338	.231		.508	
Zscore(AN34)					.882

Extraction Method: Principal Component Analysis. Rotation Method: Varimax with Kaiser Normalization.

a Rotation converged in 11 iterations.

Component Plot in Rotated Space



ภาคผนวก 4

Factor Analysis 2

Descriptive Statistics

Characters	Mean	Std. Deviation	Analysis N
Zscore(FWL)	-1.7132962E-14	1.0000000	50
Zscore(RCL)	5.329071E-16	1.0000000	50
Zscore(ARCL)	-2.0694557E-15	1.0000000	50
Zscore(AN37)	2.904343E-15	1.0000000	50
Zscore(NH)	-4.8139270E-15	1.0000000	50
Zscore(FEL)	-3.2418512E-15	1.0000000	50
Zscore(TL)	-3.3022474E-14	1.0000000	50
Zscore(ML)	1.065814E-16	1.0000000	50
Zscore(TL3)	1.945111E-15	1.0000000	50
Zscore(TL4)	1.237233E-14	1.0000000	50
Zscore(SL3)	-4.6629367E-16	1.0000000	50
Zscore(SL6)	-1.5716317E-14	1.0000000	50
Zscore(AL)	3.286260E-15	1.0000000	50
Zscore(AN34)	2.131628E-16	1.0000000	50

Correlation Matrix

Characters	Zscore(TONGL)	Zscore(FWL)	Zscore(RCL)	Zscore(ARCL)	Zscore(AN37)	Zscore(NH)	Zscore(FEL)	Zscore(TL)
Zscore(TONGL)		.241	.211	.136	.152	.122	.171	.300
Zscore(FWL)			.865	.604	.012	.102	.727	.736
Zscore(RCL)				.730	.077	.107	.490	.564
Zscore(ARCL)					-.024	.120	.346	.346
Zscore(AN37)						-.162	.229	.330
Zscore(NH)							.086	.040
Zscore(FEL)								.902
Zscore(TL)								
Zscore(ML)								1.000
Zscore(TL3)								.752
Zscore(TL4)								.697
Zscore(SL3)								.713
Zscore(SL6)								.651
Zscore(AL)								.704
Zscore(AN34)								.690
								.021

Correlation Matrix (continue)

Characters	Zscore(ML)	Zscore(TL3)	Zscore(TL4)	Zscore(SL3)	Zscore(SL6)	Zscore(AL)	Zscore(AN34)
Zscore(TONGL)	.254	.242	.224	.200	.200	.286	-.029
Zscore(FWL)	.655	.440	.535	.680	.580	.781	-.081
Zscore(RCL)	.564	.329	.461	.565	.369	.690	-.154
Zscore(ARCL)	.340	.209	.338	.418	.214	.354	.099
Zscore(AN37)	.079	.186	.173	.039	.077	.079	.068
Zscore(NH)	.083	.221	.244	.129	.244	.133	-.056
Zscore(FEL)	.749	.662	.687	.636	.701	.638	.126
Zscore(TL)	.752	.697	.713	.651	.704	.690	.021
Zscore(ML)	1.000	.639	.682	.703	.542	.763	.134
Zscore(TL3)	.639	1.000	.901	.584	.657	.507	.047
Zscore(TL4)	.682	.901	1.000	.758	.692	.603	.153
Zscore(SL3)	.703	.584	.758	1.000	.637	.693	.157
Zscore(SL6)	.542	.657	.692	.637	1.000	.571	-.120
Zscore(AL)	.763	.507	.603	.693	.571	1.000	-.134
Zscore(AN34)	.134	.047	.153	.157	-.120	-.134	1.000

KMO and Bartlett's Test

Kaiser–Meyer–Olkin Measure of Sampling Adequacy.		.791
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square	599.400
	df	91
	Sig.	.000

Communalities

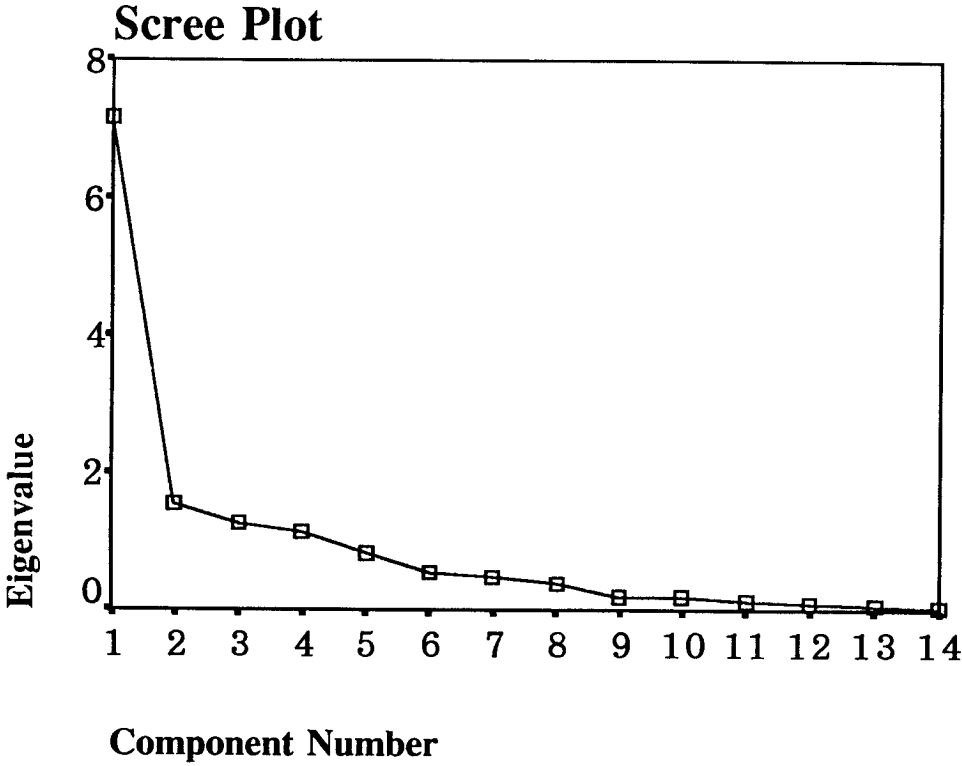
Characters	Initial	Extraction
Zscore(FWL)	1.000	.900
Zscore(RCL)	1.000	.899
Zscore(ARCL)	1.000	.751
Zscore(AN37)	1.000	.623
Zscore(NH)	1.000	.658
Zscore(FEL)	1.000	.805
Zscore(TL)	1.000	.883
Zscore(ML)	1.000	.732
Zscore(TL3)	1.000	.805
Zscore(TL4)	1.000	.859
Zscore(SL3)	1.000	.733
Zscore(SL6)	1.000	.751
Zscore(AL)	1.000	.756
Zscore(AN34)	1.000	.942

Extraction Method: Principal Component Analysis.

Total Variance Explained

Components	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings			Rotation Sums of Squared Loadings		
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
1	7.159	51.137	51.137	7.159	51.137	51.137	5.467	39.050	39.050
2	1.552	11.084	62.221	1.552	11.084	62.221	3.183	22.732	61.782
3	1.259	8.994	71.214	1.259	8.994	71.214	1.266	9.041	70.823
4	1.128	8.060	79.275	1.128	8.060	79.275	1.183	8.451	79.275
5	.819	5.849	85.123						
6	.524	3.746	88.870						
7	.482	3.446	92.316						
8	.382	2.730	95.046						
9	.204	1.454	96.500						
10	.177	1.265	97.766						
11	.134	.955	98.721						
12	8.047E-02	.575	99.296						
13	6.643E-02	.475	99.770						
14	3.217E-02	.230	100.000						

Extraction Method: Principal Component Analysis.



Component Matrix

Characters	Components			
	1	2	3	4
Zscore(TL)	.893			
Zscore(FEL)	.868			
Zscore(FWL)	.855	-.394		
Zscore(TL4)	.847	.309		
Zscore(ML)	.846			
Zscore(SL3)	.834			
Zscore(AL)	.832			
Zscore(SL6)	.767		-.302	
Zscore(TL3)	.766	.412	-.221	
Zscore(RCL)	.735	-.569		
Zscore(ARCL)	.524	-.560	.214	.343
Zscore(NH)			-.757	.209
Zscore(AN37)		.444	.533	-.338
Zscore(AN34)		.377	.324	.833

Extraction Method: Principal Component Analysis.

a 4 components extracted.

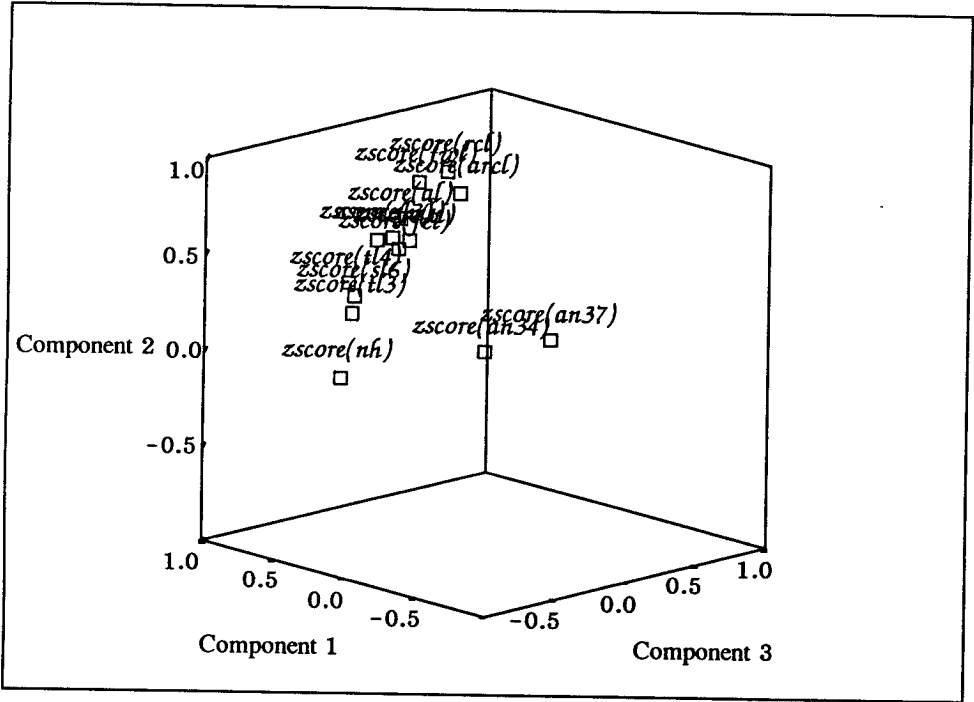
Rotated Component Matrix

Characters	Components			
	1	2	3	4
Zscore(TL3)	.894			
Zscore(TL4)	.887			
Zscore(SL6)	.820			-.209
Zscore(TL)	.819	.371	.267	
Zscore(FEL)	.805	.351		
Zscore(ML)	.724	.440		
Zscore(SL3)	.694	.468		
Zscore(AL)	.621	.566		-.221
Zscore(RCL)	.298	.886		.206
Zscore(ARCL)		.833		
Zscore(FWL)	.502	.792		
Zscore(NH)	.273		-.759	
Zscore(AN37)	.268		.732	
Zscore(AN34)				.966

Extraction Method: Principal Component Analysis. Rotation Method: Varimax with Kaiser Normalization.

a Rotation converged in 6 iterations.

Component Plot in Rotated Space



ภาคผนวก 5

Cluster Analysis

Case Processing Summary

Cases					
Valid		Missing		Total	
N	Percent	N	Percent	N	Percent
50	100.0	0	.0	50	100.0

a Average Linkage (Between Groups)

Agglomeration Schedule

Stage	Cluster Combined		Coefficients	Stage Cluster First Appears		Next Stage
	Cluster 1	Cluster 2		Cluster 1	Cluster 2	
1	76	29	.070	0	0	2
2	76	12	.130	1	0	6
3	51	119	.234	0	0	21
4	19	139	.305	0	0	7
5	21	41	.346	0	0	19
6	76	56	.429	2	0	11
7	19	10	.498	4	0	13
8	67	98	.498	0	0	28
9	5	94	.503	0	0	27
10	1	45	.504	0	0	29
11	76	36	.551	6	0	13
12	26	14	.557	0	0	19
13	76	19	.601	11	7	27
14	109	37	.620	0	0	20
15	43	57	.701	0	0	38
16	140	95	.722	0	0	41
17	118	116	.831	0	0	33
18	72	137	.852	0	0	21
19	21	26	.920	5	12	29
20	109	82	1.044	14	0	28
21	51	72	1.079	3	18	26
22	8	13	1.125	0	0	32

Stage	Cluster Combined		Coefficients	Stage Cluster First Appears		Next Stage
	Cluster 1	Cluster 2		Cluster 1	Cluster 2	
23	48	44	1.238	0	0	25
24	25	58	1.397	0	0	41
25	48	102	1.502	23	0	36
26	51	9	1.630	21	0	33
27	76	5	1.793	13	9	30
28	109	67	1.826	20	8	30
29	21	1	2.039	19	10	35
30	76	109	2.265	27	28	32
31	20	136	2.429	0	0	39
32	76	8	2.856	30	22	35
33	51	118	2.902	26	17	37
34	138	11	3.109	0	0	36
35	76	21	4.148	32	29	37
36	48	138	4.329	25	34	43
37	51	76	4.481	33	35	42
38	43	15	4.635	15	0	43
39	63	20	4.652	0	31	45
40	50	83	5.088	0	0	46
41	25	140	5.148	24	16	42
42	51	25	7.668	37	41	44
43	48	43	7.846	36	38	44
44	51	48	9.600	42	43	46
45	63	59	10.537	39	0	48
46	50	51	10.675	40	44	48
47	97	87	11.637	0	0	49
48	50	63	12.286	46	45	49
49	50	97	15.631	48	47	0

Cluster Membership

Case	2 Clusters
50: Chiang Mai	1
63: Chiang Mai	1
51: Uttaradit	1
76: Tak	1
48: Phitsanulok	1
119: Nong Khai	1
109: Sakon Nakhon	1
67: Khon kaen	1
102: Chaiyaphum	1
36: Nakhon Ratchasima	1
37: Nakhon Ratchasima	1
118: Roi Et	1
116: Ubon Ratchathani	1
19: Lop Buri	1
20: Lop Buri	1
21: Lop Buri	1
25: Lop Buri	1
26: Lop Buri	1
29: Lop Buri	1
136: Ang Thong	1
1: Suphan Buri	1
72: Chanthaburi	1
45: Trat	1
140: Samut Prakan	1
43: Samut Songkhram	1
44: Samut Songkhram	1
137: Ratchaburi	1
138: Ratchaburi	1
41: Phetchaburi	1
5: Prachuap Khiri Khan	1
8: Prachuap Khiri Khan	1
9: Prachuap Khiri Khan	1

Case	2 Clusters
10: Prachuap Khiri Khan	1
97: Prachuap Khiri Khan	2
98: Prachuap Khiri Khan	1
14: Chumphon	1
15: Chumphon	1
139: Chumphon	1
94: Surat Thani	1
95: Surat Thani	1
56: Pha-ngan Island	1
57: Pha-ngan Island	1
58: Pha-ngan Island	1
59: Pha-ngan Island	1
11: Samui Island	1
12: Samui Island	1
13: Samui Island	1
82: Samui Island	1
83: Samui Island	1
87: Samui Island	2

ภาคผนวก 6

One-Way ANOVA

Test of Normality

		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Significance	Statistic	df	Significance
TONGL	North	.141	75	.001	.876	30	.010**
	North-east	.134	120	.000			
	Central	.035	195	.200 [*]			
	East	.152	30	.077			
	South	.147	180	.000			
	Island	.149	150	.000			
FWL	North	.083	75	.200 [*]	.927	30	.051
	North-east	.052	120	.200 [*]			
	Central	.064	195	.049			
	East	.125	30	.200 [*]			
	South	.043	180	.200 [*]			
	Island	.054	150	.200 [*]			
RCL	North	.088	75	.200 [*]	.980	30	.825
	North-east	.068	120	.200 [*]			
	Central	.059	195	.092			
	East	.102	30	.200 [*]			
	South	.033	180	.200 [*]			
	Island	.051	150	.200 [*]			
ARCL	North	.069	75	.200 [*]	.945	30	.179
	North-east	.048	120	.200 [*]			
	Central	.040	195	.200 [*]			
	East	.134	30	.182			
	South	.031	180	.200 [*]			
	Island	.041	150	.200 [*]			
AN34	North	.065	75	.200 [*]	.979	30	.811
	North-east	.058	120	.200 [*]			
	Central	.056	195	.200 [*]			
	East	.103	30	.200 [*]			
	South	.055	180	.200 [*]			
	Island	.032	150	.200 [*]			

		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Significance	Statistic	df	Significance
AN37	North	.081	75	.200 [*]	.975	30	.705
	North-east	.051	120	.200 [*]			
	Central	.039	195	.200 [*]			
	East	.075	30	.200 [*]			
	South	.039	180	.200 [*]			
	Island	.037	150	.200 [*]			
NH	North	.167	75	.000	.888	30	.010 ^{**}
	North-east	.201	120	.000			
	Central	.210	195	.000			
	East	.227	30	.000			
	South	.207	180	.000			
	Island	.204	150	.000			
FEL	North	.067	75	.200 [*]	.951	30	.270
	North-east	.089	120	.021			
	Central	.051	195	.200 [*]			
	East	.085	30	.200 [*]			
	South	.040	180	.200 [*]			
	Island	.069	150	.081			
TL	North	.088	75	.200 [*]	.984	30	.930
	North-east	.065	120	.200 [*]			
	Central	.038	195	.200 [*]			
	East	.084	30	.200 [*]			
	South	.041	180	.200 [*]			
	Island	.087	150	.007			
ML	North	.089	75	.200 [*]	.954	30	.313
	North-east	.076	120	.087			
	Central	.048	195	.200 [*]			
	East	.141	30	.133			
	South	.110	180	.000			
	Island	.066	150	.200 [*]			
TL3	North	.078	75	.200 [*]	.944	30	.172
	North-east	.065	120	.200 [*]			
	Central	.093	195	.000			
	East	.129	30	.200 [*]			
	South	.102	180	.000			
	Island	.082	150	.016			

		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Significance	Statistic	df	Significance
TL4	North	.065	75	.200 [*]	.943	30	.163
	North-east	.090	120	.018			
	Central	.068	195	.030			
	East	.131	30	.197			
	South	.083	180	.004			
	Island	.062	150	.200 [*]			
SL3	North	.096	75	.084	.927	30	.049
	North-east	.075	120	.094			
	Central	.048	195	.200 [*]			
	East	.131	30	.198			
	South	.075	180	.015			
	Island	.058	150	.200 [*]			
SL6	North	.100	75	.061	.959	30	.387
	North-east	.067	120	.200 [*]			
	Central	.058	195	.200 [*]			
	East	.132	30	.195			
	South	.072	180	.023			
	Island	.064	150	.200 [*]			
AL	North	.073	75	.200 [*]	.977	30	.750
	North-east	.104	120	.003			
	Central	.171	195	.000			
	East	.123	30	.200 [*]			
	South	.040	180	.200 [*]			
	Island	.046	150	.200 [*]			

* This is a lower bound of the true significance.

** This is an upper bound of the true significance.

a Lilliefors Significance Correction

Test of Homogeneity of Variances

Characters	Levene Statistic	df1	df2	Significance
FWL	2.259	5	744	.047
RCL	1.626	5	744	.151
ARCL	1.928	5	744	.088
AN34	4.851	5	744	.000
AN37	1.121	5	744	.348
FEL	2.169	5	744	.056
TL	2.331	5	744	.041
ML	1.563	5	744	.168
TL3	1.701	5	744	.132
TL4	1.459	5	744	.201
SL3	1.428	5	744	.212
SL6	1.075	5	744	.373
AL	.799	5	744	.551

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Significance
RCL	Between Groups	.124	5	.025	8.451	.000
	Within Groups	2.189	744	.003		
	Total	2.313	749			
ARCL	Between Groups	.024	5	.005	2.391	.036
	Within Groups	1.499	744	.002		
	Total	1.523	749			
AN37	Between Groups	169.723	5	33.945	6.144	.000
	Within Groups	4110.423	744	5.525		
	Total	4280.146	749			
FEL	Between Groups	.046	5	.009	4.374	.001
	Within Groups	1.569	744	.002		
	Total	1.616	749			
ML	Between Groups	.138	5	.028	19.077	.000
	Within Groups	1.077	744	.001		
	Total	1.215	749			
TL3	Between Groups	.126	5	.025	8.941	.000
	Within Groups	2.104	744	.003		
	Total	2.230	749			
TL4	Between Groups	.137	5	.027	12.997	.000
	Within Groups	1.570	744	.002		
	Total	1.707	749			
SL3	Between Groups	.214	5	.043	14.744	.000
	Within Groups	2.160	744	.003		
	Total	2.374	749			
SL6	Between Groups	.024	5	.005	3.685	.003
	Within Groups	.984	744	.001		
	Total	1.008	749			
AL	Between Groups	.473	5	.095	13.402	.000
	Within Groups	5.254	744	.007		
	Total	5.727	749			

ภาคผนวก 7

พืชอาหารของผึ้ง (*Apis* spp.) (ดัดแปลงมาจาก Pyramarn and Wongsiri, 1986)

กลุ่มพืชเพาะปลูก

No.	Family	Scientific name	Thai name	English name	Bee Collection		Blossom period
					nectar	pollen	
1	Anacardiaceae	<i>Mangifera indica</i> Linn.	มะม่วง	mango	+	-	Jan.-March
2	Alliaceae	<i>Allium sativum</i> Linn.	กระเทียม	garlic	-	+	Jan.-Feb.
3	Bombacaceae	* <i>Bombax ceiba</i> Linn.	จ้าว	kapok tree, silk cotton tree	+	+	Feb.-March
4	Bombacaceae	<i>Ceiba pentandra</i> Gaertn.	นุ่น	kapok, white	+	+	Feb.-March
5	Bombacaceae	<i>Durio zibethinus</i> Linn.	ทุเรียน	durian	+	+	Jan.-March
6	Bromeliaceae	<i>Ananas comosus</i> Merr.	สับปะรด	pine-apple	+	-	all year round
7	Cucurbitaceae	<i>Citrullus lanatus</i> Mats. & Nakai	แตงโม	water melon	-	+	Fan.-Feb.
8	Cucurbitaceae	<i>Cucumis sativus</i> Linn.	แตงกวา	cucumber	-	+	all year round
9	Cucurbitaceae	<i>Cucurbita moschata</i> Duch. ex Poir	ฟักทอง	pumpkin	+	-	all year round
10	Cucurbitaceae	<i>Luffa acutangula</i> Roxb.	ววมเหลี่ยม	Angled loofah	-	+	all year round
11	Cucurbitaceae	<i>Trichosanthes cucumerina</i> Linn.	วาวชม	-	-	+	all year round
12	Euphorbiaceae	<i>Hevea brasiliensis</i> Muell. Arg.	ยางพารา	para rubber	+	+	Jan.-March
13	Euphorbiaceae	<i>Manihot esculenta</i> Crantz	มันสำปะหลัง	Cassava, tapioca plant	-	+	Jan.-March
14	Gramineae	<i>Oryza sativa</i> Linn.	ข้าว	Rice	-	+	Oct.-Nov.
15	Gramineae	<i>Zea mays</i> Linn.	ข้าวโพด	Maize	-	+	all year round (abundantly in June-July)
16	Labiatae	<i>Ocimum sanctum</i> Linn.	กะเพรา	holy basil	+	+	all year round
17	Mimosaceae	<i>Leucaena leucocephala</i> de Wit	กระถินไทย	Leucaena	-	+	all year round
18	Meliaceae	<i>Sandoricum koetjape</i> Merr.	กระท้อน	sentul, sentol, red sentul, red sentol	+	+	March-April
19	Musaceae	<i>Musa sapientum</i> Linn.	กล้วยน้ำว้า	banana	+	-	all year round
20	Myrtaceae	<i>Eugenia javanica</i> Lamk.	ชมพู่ แก้มแหม่ม, ชมพู่เซีย	wax apple, java apple	+	+	all year round
21	Myrtaceae	<i>Eugenia malaccensis</i> Linn.	ชมพู่สาทร, ชมพู่มา เหมียว	pomerac, Malay apple	+	+	all year round
22	Myrtaceae	<i>Psidium guajava</i> Linn.	ฝรั่ง	guava	+	+	all year round
23	Palmae	<i>Cocos nucifera</i> Linn.	มะพร้าว	coconut palm	+	+	all year round

No.	Family	Scientific name	Thai name	English name	Bee Collection		Blossom period
					nectar	pollen	
24	Palmae	<i>Borassus flabellifer</i> Linn.	ตาลโตนด	palmyra palm, fan palm	-	+	March-May
25	Palmae	<i>Nypa fruticans</i> Wurm.	จาก	atap palm	+	+	all year round
26	Pedaliaceae	* <i>Sesamum indicum</i> Linn.	งา	Sesame	+	+	July-Aug.
27	Rhamnaceae	<i>Zizyphus mauritiana</i> Lamk.	พุทรา	-	+	+	July-Aug.
28	Rubiaceae	<i>Coffea arabica</i> Linn.	กาแฟ	Arabica coffee	+	+	Dec.-Jan.
29	Rutaceae	<i>Citrus aurantium</i> Linn.	ส้ม	bitter orange	+	+	all year round
30	Rutaceae	<i>Citrus aurantifolia</i> Swingle	มะนาว	Lime	+	+	all year round
31	Rutaceae	<i>Citrus grandis</i> Osb.	ส้มโอ	pomelo, pummelo, shaddock	+	+	Feb.-March
32	Rutaceae	<i>Citrus hystrix</i> DC.	มะกรูด	leech lime, Mauritius-papeda	+	+	all year round
33	Rutaceae	<i>Citrus reticulata</i> Blanco	ส้มเขียวหวาน	Mandarin orange	+	+	all year round (abundantly in Jan.-March)
34	Rutaceae	<i>Citrus sinensis</i> Osb.	ส้มเกลี้ยง, เซ้ง	Sweet orange	+	+	all year round (abundantly in Jan.-March)
35	Sapindaceae	<i>Euphoria longan</i> Steud.	ลำไย	longan	+	+	Feb.-March
36	Sapindaceae	<i>Litchi chinensis</i> Sonn.	ลิ้นจี่	litchi	+	+	Jan.-Feb.
37	Sapindaceae	<i>Nephelium lappaceum</i> Linn.	เงาะ	rambutan	+	+	Feb.-April

negative result = -, positive result = +

* = recommended for planting to increase honey product by Crane *et al.*, 1984

กลุ่มไม้ประดับ

No.	Family	Scientific name	Thai name	English name	Bee Collection		Blossom period
					nectar	pollen	
1	Acanthaceae	<i>Asystasia gangetica</i> T. Anders.	บาทยา, ย่ำยา	-	-	+	all year round
2	Apocynaceae	<i>Cerbera odollam</i> Gaertn.	ตีนเป็ดน้ำ	-	+	+	all year round
3	Araliaceae	<i>Brassaia actinophylla</i> Endl.	หนวดปลาหมึก	octopus tree, umbrella tree	+	+	April-May
4	Bignoniaceae	<i>Jacaranda filicifolia</i> D. Don	ศรีตรัง	-	+	+	Jan.-April
5	Caesalpiniaceae	<i>Caesalpinia pulcherrima</i> Sw.	หางนกยูงไทย	peacock crest, pride of Barbados	-	+	all year round
6	Caesalpiniaceae	<i>Cassia siamea</i> Britt.	ขี้เหล็ก	Cassod tree, Thai copper pod	+	+	all year round

No.	Family	Scientific name	Thai name	English name	Bee Collection		Blossom period
					nectar	pollen	
7	Caesalpiniaceae	<i>Delonix regia</i> Rafin.	หางนกยูงฝรั่ง	flame of the forest, flambuoyant tree	+	-	April-July
8	Caesalpiniaceae	<i>Peltophorum pterocarpum</i> Back. Ex Heyne	นนทรี	-	-	+	Feb.-March
9	Compositae	<i>Cosmos sulfureus</i> Cav.	ดาวกระจาย	cosmos	-	+	all year round
10	Compositae	<i>Helianthus annuus</i> Linn.	ทานตะวัน	sun flower	+	+	all year round
11	Convolvulaceae	<i>Ipomoea purpurea</i> Roth	ดอกผักบุ้ง	-	+	-	all year round
12	Dilleniaceae	<i>Tetracera loureiri</i> Pierre	รสสุคนธ์	-	-	+	all year round
13	Fabaceae	<i>Gliricidia sepium</i> Steud.	แคฝรั่ง	-	+	+	Feb.-May
14	Fabaceae	<i>Pterocarpus indicus</i> Willd.	ประคำเหลือง	-	+	+	March (only a week)
15	Guttiferae	<i>Calophyllum inophyllum</i> Linn.	กระทิง	Alexandrian-laurel	+	-	Jan.-March
16	Guttiferae	<i>Cratoxylum mangayi</i> Dyer	แต้ว	-	+	+	Nov.-Dec.
17	Guttiferae	<i>Mammea siamensis</i> Kosterm.	สารภี	-	+	-	Dec.-Jan.
18	Lecythidaceae	<i>Couroupita guinensis</i> Aubl.	สาละลังกา, ลูกปืนใหญ่	cannon ball tree	+	+	all year round
19	Lythraceae	<i>Lagerstroemia floribunda</i> Jack	ตะแบกนา	-	+	+	June-Oct.
20	Lythraceae	<i>Lagerstroemia indica</i> Linn.	ยี่หั่ง	-	+	+	June-Oct.
21	Lythraceae	<i>Lagerstroemia loudonii</i> Teijsm. & Binn.	เสลา (ใบใหญ่)	-	+	+	April-May
22	Lythraceae	<i>Lagerstroemia macrocarpa</i> Wall.	อินทนิลบก, จ้อลื้อ	-	+	+	March-May
23	Lythraceae	<i>Lagerstroemia speciosa</i> Pers.	อินทนิลน้ำ	queen's crepe myrtle	+	+	Jan.-May
24	Mimosaceae	<i>Acacia farnesiana</i> Willd.	กระถินเทศ, ดอกคำใต้	sponge tree, cassie flower	-	+	Oct.-Nov.
25	Mimosaceae	<i>Samanea saman</i> Merr.	จามจุรี	rain tree	+	+	Feb.-May
26	Nymphaeaceae	<i>Nelumbo nucifera</i> Gaertn.	บัวหลวง	lotus	-	+	all year round
27	Nymphaeaceae	<i>Nymphaea nouchali</i> Brum.	บัวเผื่อน	water lily	-	+	all year round
28	Palmae	<i>Veitchia merrillii</i> H.E. Moore	หมากนวล, ปาล์มมะนิลา	Merrill's palm	-	+	Dec.-Feb.
29	Rutaceae	<i>Murraya paniculata</i> Jack	แก้ว	China box tree, orange jusmine, Andaman satinwood	+	+	all year round (abundantly in June-July)
30	Ruttaceae	<i>Triphasia trifolia</i> P. Wils	มะนาวเทศ	lime berry	+	+	Jan.-Feb.
31	Sapotaceae	<i>Mimusops elengi</i> Linn.	พิกุล	bullet wood	+	+	Jan.-June
32	Thunbergiaceae	<i>Thunbergia erecta</i> G. Anders	ช้องนาง	bush clockvine	+	+	all year round

negative result = -, positive result = +

กลุ่มวัชพืช

No.	Family	Scientific name	Thai name	English name	Bee Collection		Blossom period
					Nectar	pollen	
1	Amaranthaceae	<i>Alternanthera ficoidea</i> R.Br.ex Griseb var. bettzickian Back.	ผักเป็ดแดง	Joy weed	-	+	all year round
2	Commelinaceae	<i>Commelina bengalensis</i> Linn.	ผักปราบ	day flower, wandering jew	-	+	all year round
3	Compositae	<i>Ageratum conyzoides</i> Linn.	สาบแร้งสาบกา	-	+	-	Nov.-Dec.
4	Compositae	<i>Eupatorium odoratum</i> Linn.	สาบเสือ	white snake root	+	+	all year round
5	Compositae	<i>Tridax procumbens</i> Linn.	ตีนตุ๊กแก	-	-	+	all year round
6	Compositae	<i>Vernonia cinerea</i> Less.	หญ้าละออง	little iron weed	-	+	all year round
7	Cyperaceae	<i>Cyperus rotundus</i> Linn.	หญ้าหนวดหมู	nut grass	-	+	all year round
8	Fabaceae	<i>Phaseolus lathyroides</i> Linn.f.	ถั่วฝัก	-	-	+	all year round
9	Fabaceae	<i>Pueraria phaseoloides</i> Benth.	ถั่วเลี้ยนป่า	-	-	+	all year round
10	Fabaceae	<i>Sesbania aculeata</i> Poir.	โสนคางคก	sesbania	-	+	all year round
11	Fabaceae	<i>Sesbania javanica</i> Miq.	ดอกโสน	sesbania	-	+	all year round
12	Gramineae	<i>Axonopus compressus</i> P. Beauv.	หญ้าปากควาย	-	-	+	all year round
13	Gramineae	<i>Eleusine indica</i> Gaertn.	-	goosegrass, weare grass	-	+	all year round
14	Gramineae	<i>Imperata cylindrica</i> P. Beauv.	หญ้าคา	-	-	+	all year round (abundantly in May)
15	Gramineae	<i>Paspalum conjugatum</i> Berg.	หญ้านม หนอน	hilograss sour paspalum	-	+	all year round
16	Gramineae	<i>Pennisetum pedicellatum</i> Trin.	หญ้าขจรจบ	-	-	+	all year round (abundantly in November)
17	Malvaceae	<i>Abutilon hirtum</i> Sweet	ครอบจักรวาล	-	-	+	all year round
18	Malvaceae	<i>Sida acuta</i> Burm.	หญ้าขัดมอญ	southern sida, broom weed	-	+	all year round
19	Mimosaceae	<i>Mimosa invisa</i> Mart. Ex Colla	ไมยราบเถา (มีหนาม)	giant sensitive plant	-	+	all year round
20	Mimosaceae	<i>Mimosa invisa</i> Mart. Ex Colla var. inermis Adelb.	ไมยราบเลื้อย (ไร้หนาม)	-	-	+	all year round
21	Mimosaceae	<i>Mimosa pigra</i> Linn.	ไมยราบยักษ์	giant mimosa, thorny sensitive plant	-	+	all year round
22	Mimosaceae	<i>Mimosa pudica</i> Linn.	หญ้าพันชอก, ไมยราบ	sensitive plant	-	+	all year round

No.	Family	Scientific name	Thai name	English name	Bee Collection		Blossom period
					nectar	pollen	
23	Onagraceae	<i>Jussiaea linifolia</i> Vahl	เทียนนา	water primrose	-	+	all year round
24	Passifloraceae	<i>Passiflora foetida</i> Linn.	กะทกรก	red fruit passion flower, passion flower	+	-	all year round
25	Typhaceae	<i>Typha angustifolia</i> Linn.	ตูปฤาษี, กกช้าง	lesser reedmace	-	+	all year round
26	Scrophulariaceae	<i>Scoparia dulcis</i> Linn.	กระพ่ายจามใหญ่, กระดน้ำ	Macao tea	-	+	all year round
27	Xyridaceae	<i>Xyris indica</i> Linn.	กระถินนา	yellow eyed grass	-	+	June-Aug.

negative result = -, positive result = +

กลุ่มพันธุ์ไม้ป่า

No.	Family	Scientific name	Thai name	English name	Bee Collection		Blossom period
					nectar	pollen	
1	Capparaceae (Capparidaceae)	<i>Crateva religiosa</i> Forst.F.	กุ่มบก	-	+	+	March-April
2	Dipterocarpaceae	<i>Dipterocarpus intricatus</i> Dyer	ยางกราด	-	+	-	Oct.-Dec.
3	Elaeocarpaceae	<i>Elaeocarpus hygrophilus</i> Kurz	มะกอกน้ำ	-	+	-	July-Sept.
4	Euphorbiaceae	<i>Croton oblongifolius</i> Roxb.	เปล้าใหญ่	-	+	+	July-Aug.
5	Euphorbiaceae	<i>Croton robustus</i> Kurz	เปล้าเลือด	-	+	+	July-Aug.
6	Musaceae	<i>Musa acuminata</i> Colla	กล้วยป่า	-	+	-	All year round

negative result = -, positive result = +

ภาคผนวก 8

รายละเอียดการเก็บตัวอย่าง

รหัสตัวอย่าง	สถานที่เก็บตัวอย่าง	วัน/เดือน/ปี
1	ไร่คมทิพย์ ต. วังคัน อ. ด่านช้าง จ. สุพรรณบุรี	22/5/42
5	บ. ศาลาลัย ต. ศาลาลัย กิ่ง อ. ลมร้อยยอด จ. ประจวบคีรีขันธ์	1/6/42
8	บ. ดงไม้จาม ต. ร่อนทอง อ. บางสะพาน จ. ประจวบคีรีขันธ์	1/6/42
9	บ. ดงไม้จาม ต. ร่อนทอง อ. บางสะพาน จ. ประจวบคีรีขันธ์	1/6/42
10	บ. บานเบ็ด ต. ทวายทอง อ. บางสะพานน้อย จ. ประจวบคีรีขันธ์	1/6/42
11	หาดเจว่ง อ. เกาะสมุย จ. สุราษฎร์ธานี	3/6/42
12	หินตาหินยาย อ. เกาะสมุย จ. สุราษฎร์ธานี	3/6/42
13	วัดแจ้ง ต. อ่างทอง อ. เกาะสมุย จ. สุราษฎร์ธานี	4/6/42
14	ถ้ำสิงห์ อ. เมือง จ. ชุมพร	5/6/42
15	ถ้ำสิงห์ อ. เมือง จ. ชุมพร	5/6/42
19	อ. พัฒนานิคม จ. ลพบุรี	19/6/42
20	อ. พัฒนานิคม จ. ลพบุรี	19/6/42
21	อ. พัฒนานิคม จ. ลพบุรี	19/6/42
25	อ. พัฒนานิคม จ. ลพบุรี	19/6/42
26	อ. พัฒนานิคม จ. ลพบุรี	19/6/42
29	ต. ลำนารายณ์ อ. ชัยบาดาล จ. ลพบุรี	20/6/42
36	บ. เทพนิมิตร ต. ตะแบกบาน อ. ครบุรี จ. นครราชสีมา	26/6/42
37	บ. เทพนิมิตร ต. ตะแบกบาน อ. ครบุรี จ. นครราชสีมา	26/6/42
41	เขื่อนแก่งกระจาน กิ่ง อ. แก่งกระจาน จ. เพชรบุรี	11/7/42
43	ต. บางขันแตก อ. แม่กลอง จ. สมุทรสงคราม	12/7/42
44	ต. บางขันแตก อ. แม่กลอง จ. สมุทรสงคราม	12/7/42
45	ต. ด่านชุมพล อ. บ่อไร่ จ. ตราด	16/10/42
48	เขตห้ามล่าสัตว์ป่าถ้ำผาทำพล อ. เนินมะปราง จ. พิชณุโลก	17/2/43
50	อ. เชียงดาว จ. เชียงใหม่	20/2/43
51	ต. ทำอิฐ อ. เมือง จ. อุตรดิตถ์	21/2/43
56	บ. มะเดื่อหวาน ต. เกาะพะงัน อ. เกาะพะงัน จ. สุราษฎร์ธานี	11/3/44
57	บ. ไนสวน ต. เกาะพะงัน อ. เกาะพะงัน จ. สุราษฎร์ธานี	11/3/44
58	บ. นอก ต. บ้านไต้ อ. เกาะพะงัน จ. สุราษฎร์ธานี	12/3/44

รหัสตัวอย่าง	สถานที่เก็บตัวอย่าง	วัน/เดือน/ปี
59	บ. ไต้ ต. บ้านไต้ อ. เกาะพะงัน จ. สุราษฎร์ธานี	12/3/44
63	อ. แมริม จ. เชียงใหม่	15/3/44
67	อ. พระยีน จ. ขอนแก่น	20/3/44
72	กองไม้แห้ง ศูนย์วิจัยพืชสวนพลู อ. แหลมสิงห์ จ. จันทบุรี	23/3/44
76	บ. สันกลาง จ. ตาก	28/3/44
82	บ. บางมะขาม ต. อ่างทอง อ. เกาะสมุย จ. สุราษฎร์ธานี	5/4/44
83	บ. โพรก่า ต. อ่างทอง อ. เกาะสมุย จ. สุราษฎร์ธานี	5/4/44
87	บ. สระเกศ ต. ตลิ่งงาม อ. เกาะสมุย จ. สุราษฎร์ธานี	6/4/44
94	ต. ตลาด อ. ไชยา จ. สุราษฎร์ธานี	8/4/44
95	ต. ตลาด อ. ไชยา จ. สุราษฎร์ธานี	8/4/44
97	บ. หนองตาเสือ ต. บ่อนอก อ. เมือง จ. ประจวบคีรีขันธ์	10/4/44
98	บ. หนองตาเสือ ต. บ่อนอก อ. เมือง จ. ประจวบคีรีขันธ์	10/4/44
102	บ. หนองดินดำ ต. บ้านแจ้ง อ. ภูเขียว จ. ชัยภูมิ	20/4/44
109	บ. หุ้งโพธิ์ อ. วานรนิวาส จ. สกลนคร	21/4/44
116	บ. หุ้งมณี ต. นาเรียง อ. ม่วงสามสิบ จ. อุบลราชธานี	22/4/44
118	ต. ขวัญเมือง อ. เสลภูมิ จ. ร้อยเอ็ด	22/4/44
119	บ. โคกสะแบง ต. โคกเสียว อ. โช้พิสัย จ. หนองคาย	1/5/44
136	บ. ม่วงเตี้ย ต. ม่วงเตี้ย อ. วิเศษชัยชาญ จ. อ่างทอง	5/5/44
137	ต. ดำเนินสะดวก อ. ดำเนินสะดวก จ. ราชบุรี	12/5/44
138	ต. ดำเนินสะดวก อ. ดำเนินสะดวก จ. ราชบุรี	13/5/44
139	ศูนย์วิจัยพืชสวนชุมพร จ. ชุมพร	21/5/44
140	ต. แหลมฟ้าผ่า อ. พระสมุทรเจดีย์ จ. สมุทรปราการ	22/5/44

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวทรงศนีย์ ไชยวงศ์ เกิดวันที่ 9 มีนาคม พ.ศ. 2518 ที่จังหวัดฉะเชิงเทรา สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีในปีการศึกษา 2539 โดยได้รับประกาศนียบัตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเอกชีววิทยา จากมหาวิทยาลัยบูรพา เข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสัตววิทยา ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2541