T_345006

วิทยานิพนธ์

อาหารและปัจจัยที่มีผลต่อการกินอาหารของค้างคาวปากย่น ที่เขาช่องพราน จังหวัดราชบุรี

THE DIET AND FEEDING FACTORS OF THE WRINKLE-LIPPED FREE-TAILED BAT (*Tadarida plicata*) AT KHAO-CHONG-PRAN, RATCHABURI PROVINCE

นางสาววัชรี ลีลาไพบูลย์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
พ.ศ. ๒๕๔๖

An 128

20 ส.ค. 2546

โครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย
c/o ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ
อาคารสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ
73/1 ถนนพระรามที่ 6 เขตราชเทวี
กรุงเทพฯ 10400

ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วนศาสตร์)

ปริญญา

ชีววิทยาป่าไม้	ชีววิทยาป่าไม้
สาขา	**ภาควิชา**

เรื่อง อาหารและปัจจัยที่มีผลต่อการกินอาหารของค้างคาวปากย่นที่เขาช่องพราน จังหวัดราชบุรี

The Diet and Feeding Factors of the Wrinkle-lipped Free-tailed Bat (*Tadarida plicata*) at Khao-Chong-Pran, Ratchaburi Province

นามผู้วิจัย นางสาววัชรี ลีลาไพบูลย์

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

ประธานกรรมการ .....

(อาจารย์อนรรฆ พัฒนวิบูลย์, Ph.D.)

กรรมการ .....

(รองศาสตราจารย์เดชา วิวัฒน์วิทยา, Ms.C.)

กรรมการ .....

(รองศาสตราจารย์พัฒนี จันทรโรทัย, Ph.D.)

หัวหน้าภาควิชา .....

(อาจารย์อุทัยวรรณ แสงวณิช, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

.....

(ศาสตราจารย์ทัศนีย์ อัตตะนันทน์, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ 31 **เดือน** กรกฎาคม **พ.ศ.** 2546

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

อาหารและปัจจัยที่มีผลต่อการกินอาหารของค้างคาวปากย่นที่เขาช่องพราน จังหวัดราชบุรี

The Diet and Feeding Factors of the Wrinkle-lipped Free-tailed Bat (*Tadarida plicata*) at Khao-Chong-Pran, Ratchaburi Province

โดย

นางสาววัชรี ลีลาไพบูลย์

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วนศาสตร์)
พ.ศ. 2546

ISBN 974-359-427-2

T- 345006

วัชรี ลีลาไพบูลย์ 2546: อาหารและปัจจัยที่มีผลต่อการกินอาหารของค้างคาวปากย่นที่เขาช่องพราน จังหวัดราชบุรี ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วนศาสตร์) สาขาวิชาชีววิทยาป่าไม้ ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ ประธานกรรมการที่ปรึกษา: อาจารย์อนรรฆ พัฒนวิบูลย์, Ph.D. 90 หน้า
ISBN 974-359-427-2

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ทราบประเภทแมลงที่เป็นอาหาร ปัจจัยที่มีผลต่อความแตกต่างของการกินอาหาร และศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนแมลงในมูลค้างคาวและสัดส่วนแมลงในธรรมชาติ โดยวิธีวิเคราะห์มูลจำนวน 1,925 กอง จากค้างคาว 385 ตัว เปรียบเทียบกับตัวอย่างแมลงที่เก็บโดยกับดักแสงไฟในเวลาเย็นถึงเช้าตรู่วันที่เก็บมูลค้างคาว การเก็บข้อมูลดำเนินการเดือนละ 1 ครั้ง ระหว่างเดือนมกราคม ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2545 จากการศึกษาพบว่าค้างคาวปากย่นกินแมลง 9 อันดับได้แก่ อันดับ Homoptera (28.4 %) Lepidoptera (20.8 %) Hemiptera (16.4 %) Coleoptera (14.4 %) Diptera (7.0 %) Hymenoptera (6.6 %) Odonata (6.0 %) Orthoptera (0.5 %) และPsocoptera (น้อยกว่า 0.1%) โดยแมลงในอันดับ Homoptera มีเปอร์เซ็นต์ความถี่การปรากฏสูงที่สุด (28.4 %) ซึ่งส่วนใหญ่อยู่ในวงศ์ Delphacidae (เพลี้ยกระโดด) และอย่างน้อย 65.2 % ของเพลี้ยกระโดดที่พบเป็นเพลี้ยกระโดดหลังขาว (*Sogatella* sp.)

จำนวนอันดับแมลงในมูลค้างคาวปากย่นเพศผู้และเพศเมียไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.244) จำนวนอันดับแมลงในมูลค้างคาวเพศเมียท้อง ค้างคาวเพศเมียให้นมลูกและค้างคาวเพศเมียนอกภาวะเจริญพันธุ์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (p<0.001) ดัชนีความหลากหลายของแมลงในมูลค้างคาวเพศเมียให้นมลูกมีค่ามากกว่าค้างคาวเพศเมียนอกภาวะเจริญพันธุ์ และเพศเมียท้องตามลำดับ จำนวนอันดับแมลงในมูลค้างคาวแต่ละเดือนมีค่าผันแปรตลอดทั้งปี โดยเดือนพฤษภาคมมูลค้างคาวมีค่าดัชนีความหลากหลายของแมลงในมูลสูงที่สุด และเดือนกุมภาพันธ์มีค่าต่ำที่สุด จำนวนอันดับแมลงในมูลค้างคาวในฤดูแล้งและฤดูฝนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (p=0.016) ค่าดัชนีความหลากหลายของแมลงในมูลค้างคาวในฤดูฝนมีค่ามากกว่าในฤดูแล้ง

ปัจจัยที่มีผลต่อความแตกต่างของการกินอาหารคือ เพศของค้างคาว โดยค้างคาวเพศผู้กินแมลงปอเข็มมากกว่าค้างคาวเพศเมียอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (χ^2=14.056, df=7, p=0.050) ภาวะเจริญพันธุ์ที่แตกต่างกันและฤดูกาลไม่มีผลต่อนิสัยการกินอาหารของค้างคาวปากย่น

โดยภาพรวมค้างคาวปากย่นไม่ได้กินแมลงตามสัดส่วนที่สำรวจพบในธรรมชาติ แต่เลือกกินแมลงในอันดับ Lepidoptera Odonata Hymenoptera และ Orthoptera มากกว่าสัดส่วนที่พบในธรรมชาติ และกินแมลงในอันดับ Coleoptera และ Diptera น้อยกว่าสัดส่วนที่พบในธรรมชาติ

23, ก.ค. 46

ลายมือชื่อนิสิต ลายมือชื่อประธานกรรมการ

Watcharee Leelapaibul 2003: The Diet and Feeding Factors of the Wrinkle-lipped Free-tailed Bat (*Tadarida plicata*) at Khao-Chong-Pran, Ratchaburi Province. Master of Science (Forestry), Major Field: Forest Biology, Department of Forest Biology. Thesis Advisor: Mr.Anak Pattanavibool, Ph.D. 90 pages.
ISBN 974-359-427-2

The objective of the study was to know food habit, factors affecting intraspecific diet variation and the relationship between ingested insect and available insect collected by light trap. The total of 1,925 fecal pellets were collected from 385 bats. Insects found in feces were compared with insects from light traps assumed as available insects. Bat capturing and light trapping were carried out once a month from January to December 2002. Fecal Analysis indicated that *T. plicata* fed on at least 9 insect orders; Homoptera (28.4 %), Lepidoptera (20.8 %),Hemiptera (16.4 %), Coleoptera (14.4 %), Diptera (7.0 %), Hymenoptera (6.6 %), Odonata (6.0 %), Orthoptera (0.5 %) and Psocoptera (< 0.1%). Homopteran insects had the highest frequency of occurrence by which most of them were white-backed planthopper (*Sogatella* sp.)

Insect order number was not significantly (P=0.244) different between male and female bat feces. It was significantly different (p<0.001) among pregnant females, lactating females and nonreproductive females. Dietary diversity index of lactating females was higher than nonreproductive females and pregnant females respectively. Insect order number varied throughout the year. Dietary diversity index was highest in May and lowest in February. Insect order number was significantly different (p=0.016) between dry season and wet season. Dietary diversity index was higher in wet season than dry season.

Sexual variation in the diet was detected. Male bats fed significantly more damselflies than female (χ^2=14.056, df=7, p=0.050). However female reproductive conditions and season did not affect the bat food habit.

In general, *T. plicata* did not feed opportunely to available insects. It clearly selected insects from Lepidoptera, Odonata, Hymenoptera and Orthoptera more than availability. However, they fed on Coleoptera and Diptera less than availability.

Watch

Student's signature

Thesis Advisor's signature

23, AA, 46

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ ดร.อนรรฆ พัฒนวิบูลย์ ประธานกรรมการ รองศาสตราจารย์เดชา วิวัฒน์วิทยา กรรมการวิชาเอก รองศาสตราจารย์ ดร.พัฒนี จันทรโรทัย กรรมการวิชารอง และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อภิชัย ดาวราย ผู้แทนบัณฑิตวิทยาลัย ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำปรึกษา และตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์จนสำเร็จลุล่วงด้วยดี

ผลงานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจาก โครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT T_345006 จึงขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอบพระคุณ กรมป่าไม้ที่ให้โอกาสในการศึกษาต่อครั้งนี้ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุวิทย์ แสงทองพราว ให้คำแนะนำด้านการศึกษา คุณเฉลิมชัย ปาปะทา อดีตหัวหน้าสวนพฤกษศาสตร์วรรณคดีภาคกลาง จ.ราชบุรี ให้การสนับสนุนที่พักและอาหารในระหว่างการเก็บข้อมูลภาคสนาม คุณปรีชา วังศิลาบัตร แห่งกลุ่มงานวิจัยแมลงศัตรูข้าวและธัญพืชเมืองหนาว กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร ให้คำแนะนำและข้อมูลเรื่องเพลี้ยกระโดดที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่ง

ขอบพระคุณ คุณเสรี ศิริสมบูรณ์ คุณวิฑูรย์ อินทร คุณดำรงค์ชัย คำป้อม และครอบครัวอนุเคราะห์สถานที่ และกระแสไฟฟ้าในการตั้งกับดักแสงไฟที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้

ขอบพระคุณ ดร.สาระ บำรุงศรี สำหรับคำปรึกษาและความช่วยเหลือในทุก ๆ ด้าน อาจารย์ประทีป ด้วงแค และดร.ดอกรัก มารอด อนุเคราะห์โปรแกรม และให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ต่อการทำวิทยานิพนธ์

ขอบคุณ คุณสุชีพ นกแก้ว ช่วยเหลือในการเก็บข้อมูลภาคสนาม คุณศศิธร หาสิน และน้อง ๆ ห้องปฏิบัติการกีฏวิทยาป่าไม้ ให้คำปรึกษาในการจำแนกตัวอย่างแมลง คุณกัมปนาท ดีอุดมจันทร์ ช่วยจัดเตรียมแผนที่พื้นที่ศึกษา

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ที่ได้ให้การอบรม เลี้ยงดู ให้การศึกษา และให้กำลังใจลูกมาโดยตลอด ขอบคุณพี่น้องทุกคนที่ดูแล ช่วยเหลือ และให้กำลังใจกันเสมอมา

วัชรี ลีลาไพบูลย์

กรกฎาคม 2546

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(3)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	2
การตรวจเอกสาร	3
อุปกรณ์และวิธีการ	19
ผลการศึกษา	27
สัดส่วนของแมลงที่เป็นอาหาร	27
ความหลากหลายของอันดับแมลงในมูลค้างคาว	29
ปัจจัยที่มีผลต่อความผันแปรของอาหาร	32
ความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนแมลงในมูลค้างคาวและแมลงในธรรมชาติ	35
วิจารณ์	44
อาหารของค้างคาวปากย่น	44
ความผันแปรของอาหารภายในชนิดพันธุ์	45
ความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนแมลงในมูลค้างคาวและแมลงในธรรมชาติ	46
การศึกษาอาหารโดยวิธีวิเคราะห์มูล	47
ประโยชน์ของค้างคาวปากย่น	48
สรุป	51
ข้อเสนอแนะ	52
เอกสารอ้างอิง	54
ภาคผนวก	66
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	90

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	อาหารของค้างคาวในสกุลค้างคาวปากย่น (*Tadarida*)	7
2	จำนวนอันดับแมลงในมูลค้างคาวปากย่น และดัชนีความหลากหลายของแมลงในมูลค้างคาว แยกตามเพศและภาวะเจริญพันธุ์	30
3	จำนวนอันดับแมลงในมูลค้างคาวปากย่น และดัชนีความหลากหลายของแมลงในมูลค้างคาว ในรอบปี	31
4	จำนวนอันดับแมลงในมูลค้างคาวปากย่น และดัชนีความหลากหลายของแมลงในมูลค้างคาว ตามฤดูกาล	32
5	ค่าความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนแมลงในมูลค้างคาวและสัดส่วนแมลงในกับดักแสงไฟของแมลงอันดับต่าง ๆ	39

ตารางผนวกที่		
1	รายละเอียดชิ้นส่วนแมลงแต่ละอันดับที่พบในมูลค้างคาวปากย่นที่สามารถจำแนกในระดับวงศ์และสกุล	67
2	เปอร์เซ็นต์ความถี่การปรากฏของแมลงในมูลค้างคาวและเปอร์เซ็นต์ความถี่การปรากฏแมลงจากกับดักแสงไฟ	69
3	ภาวะการเจริญพันธุ์ของค้างคาวปากย่นที่เขาช่องพราน จ.ราชบุรี ปี พ.ศ. 2545	71
4	สัดส่วนแมลงที่สุ่มจากกับดักแสงไฟในพื้นที่ จ.ราชบุรี ปี พ.ศ. 2545	72
5	ตัวอย่างค่า wing loading และ aspect ratio ของค้างคาวปากย่นที่เขาช่องพราน จ.ราชบุรี	76

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	แผนที่แสดงตำแหน่งเขาช่องพราน จ.ราชบุรี และพื้นที่โดยรอบ	16
2	ปริมาณน้ำฝนจังหวัดราชบุรี ปี พ.ศ. 2545	17
3	การปฏิบัติงานในภาคสนามและในห้องปฏิบัติการ	24
4	การสำรวจแมลงในธรรมชาติโดยกับดักแสงไฟในพื้นที่ จ.ราชบุรี ปี พ.ศ. 2545	25
5	แสดงแนวทางการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนแมลงในมูลค้างคาวและสัดส่วนแมลงในกับดักแสงไฟ เปรียบเทียบกับเส้นสมดุล	26
6	เปอร์เซ็นต์ความถี่การปรากฏของแมลงแต่ละอันดับที่พบในมูลค้างคาวปากย่น	28
7	เปอร์เซ็นต์ความถี่การปรากฏของแมลงในมูลค้างคาวในรอบปี	29
8	ดัชนีความหลากหลายของแมลงในมูลค้างคาวในรอบปี	31
9	เปอร์เซ็นต์ความถี่การปรากฏของแมลงในมูลค้างคาวเพศผู้และเพศเมีย	33
10	เปอร์เซ็นต์ความถี่การปรากฏของแมลงแต่ละอันดับในกับดักแสงไฟและในมูลค้างคาว	36
11	แมลงในกลุ่มที่ค้างคาวเลือกกินมากกว่าสัดส่วนที่สำรวจพบในธรรมชาติ	41
12	แมลงในกลุ่มที่ค้างคาวกินน้อยกว่าสัดส่วนที่สำรวจพบในธรรมชาติ	42
13	แมลงที่ค้างคาวกินโดยไม่มีรูปแบบที่แน่นอน	42
14	แมลงในกลุ่มที่ไม่สามารถสรุปผลได้ชัดเจน	43

ภาพผนวกที่		
1	ค้างคาวในสกุลค้างคาวปากย่น (*Tadarida* sp.)	77
2	ชิ้นส่วนแมลงที่พบในมูลค้างคาวปากย่น	78
3	เปอร์เซ็นต์ความถี่การปรากฏของแมลงในมูลค้างคาวปากย่นเพศผู้ ในรอบปี	81
4	เปอร์เซ็นต์ความถี่การปรากฏของแมลงในมูลค้างคาวปากย่นเพศเมีย ในรอบปี	82
5	แมลงในธรรมชาติที่สำรวจโดยกับดักแสงไฟ ในพื้นที่ จ.ราชบุรี	83
6	โครงร่างปีกค้างคาว และวิธีการวัดพื้นที่ปีก	89

อาหารและปัจจัยที่มีผลต่อการกินอาหารของค้างคาวปากย่นที่เขาช่องพราน จังหวัดราชบุรี

The Diet and Feeding Factors of the Wrinkle-lipped Free-tailed Bat (*Tadarida plicata*) at Khao-Chong-Pran, Ratchaburi Province

คำนำ

ค้างคาวเป็นสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมอันดับที่มีชนิดและจำนวนมากที่สุดในประเทศไทย โดยคิดเป็นสี่สิบเปอร์เซ็นต์ของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมที่พบในประเทศไทย และประมาณเก้าสิบเปอร์เซ็นต์ของค้างคาวที่พบในประเทศไทยเป็นค้างคาวกินแมลง (insectivorous bat) ซึ่งค้างคาวกินแมลงควบคุมปริมาณแมลงในระบบนิเวศ นอกจากนี้ยังให้มูลที่ใช้เป็นปุ๋ยอินทรีย์ ซึ่งมีคุณค่าต่อสิ่งแวดล้อมและเศรษฐกิจ แต่ปัจจุบันค้างคาวลดจำนวนลงมากโดยสาเหตุสำคัญมาจากการทำลายแหล่งอาศัย การลดลงของอาหารและพื้นที่หากิน รวมถึงการได้รับสารพิษตกค้างจากอาหารที่ค้างคาวกินด้วย

การศึกษานิสัยการกินอาหารของค้างคาวจะทำให้ทราบประเภทของแมลงที่ค้างคาวกินเป็นอาหาร ซึ่งนับว่าเป็นปัจจัยพื้นฐานที่มีผลต่อการดำรงชีวิต รวมถึงทราบปัจจัยที่มีผลต่อนิสัยการกินอาหาร และสามารถคาดการณ์พื้นที่หากินของค้าวคาวด้วย ปัจจุบันงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับอาหารของค้างคาวกินแมลงยังมีน้อยมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งค้างคาวปากย่น ถือว่าเป็นสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมที่มีประชากรมากที่สุดในประเทศไทย จากการประมาณของ Hillman (1998) พบว่าค้างคาวปากย่นประมาณ 2.6 ล้านตัวที่วัดเขาช่องพราน จ.ราชบุรี กินแมลงไม่ต่ำกว่า 17,500 กิโลกรัมต่อคืน ซึ่งหากไม่มีค้างคาวเหล่านี้แล้วแมลงจำนวนมากมายอาจส่งผลต่อระบบนิเวศก็เป็นได้ ฉะนั้นการศึกษานิสัยการกินอาหารของค้างคาวปากย่นจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง โดยข้อมูลที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้สามารถใช้เป็นข้อมูลประกอบการตัดสินใจจัดการและอนุรักษ์ค้างคาวปากย่นและถิ่นอาศัย และยังสามารถประยุกต์ใช้กับค้างคาวชนิดอื่น ๆ ในประเทศไทย เพื่อคงคุณค่าของค้างคาวในการรักษาสมดุลของระบบนิเวศต่อไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อทราบประเภทและสัดส่วนของแมลงที่เป็นอาหารของค้างคาวปากย่นที่เขาช่องพราน จ.ราชบุรี
2. เพื่อทราบความหลากหลายของแมลงในมูลค้างคาวปากย่นที่เขาช่องพราน จ.ราชบุรี
3. เพื่อทราบปัจจัยที่มีผลต่อความแตกต่างของนิสัยการกินอาหารภายในชนิดพันธุ์ของค้างคาวปากย่นที่เขาช่องพราน จ.ราชบุรี
4. เพื่อทราบความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนของแมลงที่เป็นอาหารของค้างคาวปากย่น และแมลงในธรรมชาติ

การตรวจเอกสาร

1. <u>การจัดอนุกรมวิธานและลักษณะทั่วไป</u>

ค้างคาวปากย่น (Wrinkle-lipped free-tailed bat) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Tadarida plicata* ชื่อชนิดเป็นคำที่มาจากรากศัพท์ภาษาละตินคือ plic, -o แปลว่าพับ หรือย่น และ –ta เป็นคำลงท้าย ความหมายคือ "ปากเป็นรอยย่น" (โอภาส และคณะ, ม.ป.ป.) ทั่วโลกมีค้างคาวปากย่น 5 ชนิดย่อย (subspecies) ประเทศไทยพบ 1 ชนิดย่อยคือ *Tadarida plicata plicata* (Buchannan, 1800) มีการจัดลำดับอนุกรมวิธานตาม Corbet and Hill (1992) ดังนี้

Order Chiroptera

Suborder Microchiroptera

Family Molossidae

Genus *Tadarida*

Subgenus *Chaerephon*

Species *Tadarida plicata*

ค้างคาวปากย่นเป็นสัตว์ป่าคุ้มครองตามพระราชบัญญัติสงวนและคุ้มครองสัตว์ป่า พ.ศ.2535 (ส่วนอนุรักษ์สัตว์ป่า, 2535)

ค้างคาวในวงศ์ Molossidae ประกอบด้วย 13 สกุล และมีจำนวนชนิด 89 ชนิด สำหรับค้างคาวในสกุล *Tadarida* เป็นสกุลที่มีชนิดมากที่สุด ซึ่งมีมากถึง 52 ชนิด (Kulker and Schmidt, 1990) แบ่งเป็น 5 สกุลย่อย (subgenus) ในประเทศไทยมี 2 สกุลย่อย ได้แก่ *Chaerephon* และ *Tadarida* (Corbet and Hill, 1992)

Walker (1975) บรรยายลักษณะของค้างคาวในวงศ์ Molossidae ไว้ว่ามีหางยื่นเป็นอิสระต่อจากขอบของแผ่นหาง จึงมีชื่อสามัญว่า "ค้างคาวหางโผล่ (Free-tailed bat)" ขนบริเวณลำตัวสั้น ดูคล้ายกำมะหยี่ ขนมักมีสีน้ำตาล เหลืองนวล เทาหรือดำ หัวมีรูปทรงค่อนข้างหนา จมูก (muzzle) ลาดเอียง ปลายตัดคล้ายรูปช้อน ปากกว้างมักมีขนสั้นประปราย ตามีขนาดเล็ก ใบหูเป็นแผ่นหนังหนา มักลู่และเปิดไปทางด้านหน้าขนานไปตามแนวยาวของศีรษะ มีขนาดและรูปร่างที่แตกต่างกัน ขอบใบหูด้านในมักมีสันตามแนวนอนจำนวนมาก มีติ่งใบหู (tragus) ขนาดเล็กยื่นมาจากฐานใบหู

และมีริ้วใบหู (antitragus) เป็นแผ่นกว้างอยู่ต่อจากขอบใบหูด้านนอก รูจมูกตอนปลายมีลักษณะเป็นแผ่น ผิวหนังด้านบนมีต่อมผลิตกลิ่น ใบหน้าไม่มี noseleaf ริมฝีปากใหญ่ บริเวณริมฝีปากบนมักมีรอยย่นตามแนวตั้ง (ภาพผนวกที่ 1.1) ขาสั้นและแข็งแรง ตีนกว้าง ปีกเป็นแผ่นหนังหนา ปีกยาวและแคบ สำหรับลักษณะทั่วไปของค้างคาวในสกุล *Tadarida* ไม่แตกต่างจากลักษณะของวงศ์ Molossidae

ค้างคาวปากย่น (*Tadarida* plicata) (ภาพผนวกที่ 1.2) เป็นค้างคาวที่มีขนาดเล็กที่สุดในสกุล *Tadarida* ความยาวของกระดูกกลางปีก (forearm) ประมาณ 43.1-50.2 มิลลิเมตร ขนปกคลุมร่างกายสั้น ขนด้านบนลำตัวสีน้ำตาลเข้ม ขนด้านท้องสีเทา ใบหน้ามีขนแข็ง สั้น สีดำ จมูกยื่นออกมาเป็นปุ่ม ใบหูหนา มนกลม และกว้าง ใบหูทั้งสองข้างเชื่อมต่อกันเหนือจมูก tragus เล็ก antitragus ใหญ่ แยกจากขอบหลังของติ่งใบหูโดยรอยบากที่ลึก พังผืดปีกแคบ หางเป็นอิสระจากพังผืดขาประมาณครึ่งหนึ่งของความยาวหาง นิ้วตีนนิ้วที่ 1 และนิ้วที่ 5 มีขนาดใหญ่ และหนา มีขนแข็งจำนวนมาก (Bates and Harrison, 1997; โอภาส และคณะ, ม.ป.ป.)

2. <u>ที่อยู่อาศัยและการกระจายพันธุ์</u>

ค้างคาวในวงศ์ Molossidae พบได้ทั้งในเขตโลกเก่า (Old World) ได้แก่ในแอฟริกา ยุโรปตอนใต้ เอเชียตอนใต้ และ ออสเตรเลีย และในเขตโลกใหม่ (New World) พบได้ในอเมริกาเหนือ อเมริกากลาง และ อเมริกาใต้ (Bates and Harrison, 1997) ค้างคาวสกุล *Tadarida* พบกระจายทั่วไปทั้งในเขตร้อนและเขตอบอุ่น ได้แก่ ตอนเหนือ ตอนกลาง และตอนใต้ของอเมริกา แอฟริกา ยูเรเซีย และออสเตรเลีย (Walker, 1968) สำหรับค้างคาวปากย่น (*Tadarida plicata*) พบได้ตั้งแต่ทิเบตตอนใต้ อินเดีย ศรีลังกา พม่า จีนตอนใต้ ฮ่องกง ไทย กัมพูชา เวียดนาม มาเลเซีย สุมาตรา บอร์เนียว ชวา ฟิลิปปินส์ ลูซอน มินดาเนา เกาะซุนดาเล็ก บาหลี ลอมบ็อก (Corbet and Hill, 1992)

ค้างคาวในสกุล *Tadarida* อาศัยอยู่ในถ้ำ อุโมงค์ สิ่งก่อสร้าง โพรงไม้ (Walker, 1975) และมักเลือกจุดที่มีอุณหภูมิสูง มีแสงสลัว อาศัยอยู่เป็นกลุ่มใหญ่บนผนัง เพดาน หรือรอยแตก อุณหภูมิสูงที่สุดที่พบว่ามีค้างคาวอยู่มีอุณหภูมิสูงถึง 40 องศาเซลเซียส ความผันแปรของอุณหภูมิในรอบวันสูงถึง 10 องศาเซลเซียส (Bates and Harrison, 1997) มักพบอาศัยเป็นกลุ่มใหญ่ตั้งแต่หลายร้อยถึงหลายล้านตัว (ไสวและกัลยาณี, 2543; Lekagul and McNeely, 1988; Bates and Harrison, 1997; Hillman, 1998)

ในประเทศไทยมีรายงานการพบค้างคาวในสกุล *Tadarida* 2 ชนิดได้แก่ "ค้างคาวปากย่น" (Wrinkle-lipped Free-tailed Bat, *Tadarida plicata*) พบในจังหวัดต่าง ๆ ทั่วทุกภาค ได้แก่ สุโขทัย พิษณุโลก นครสวรรค์ อุทัยธานี ลพบุรี สระบุรี สระแก้ว นครราชสีมา เลย ราชบุรี เพชรบุรี ประจวบคีรีขันธ์ (ไสว และกัลยาณี, 2543) และค้างคาว *Tadarida latouchei* พบที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูหลวง จ.เลย (Kock, 1999)

ค้างคาวปากย่นผสมพันธุ์ปีละ 2 ครั้ง ออกลูกครั้งแรกในเดือนมีนาคม–เมษายน และอีกครั้งในราวเดือนตุลาคม ระยะเวลาการผสมพันธุ์ (breeding season) ไม่เกิน 5 เดือนครึ่ง (Hillman, 1988) ระยะเวลาตั้งท้องประมาณ 80 – 90 วัน (Lekagul and McNeely, 1988) มีลูกครั้งละ 1 ตัว (Walker, 1975; Lekagul and McNeely, 1988)

3. พฤติกรรมการหากิน และอาหาร

3.1 พฤติกรรมการหากิน

เวลาและลำดับการออกหากินของค้างคาวปากย่นมีความสัมพันธ์กับอายุ เพศ และภาวะการเจริญพันธุ์ โดยค้างคาวปากย่นแมกซิกัน ชนิดย่อยแมกซิกานา (*Tadarida brasiliensis mexicana*) ที่อยู่ในภาวะเจริญพันธุ์ (reproductive status) จะออกหากินเร็วในเวลาเย็นและกลับมาช้าในเวลาเช้า สำหรับค้างคาวที่ไม่อยู่ในภาวะเจริญพันธุ์ เช่น ค้างคาวเพศเมียในภาวะหลังให้นมลูก (post-lactation) และค้างคาวเพศผู้จะมีรูปแบบที่ตรงข้าม คือออกหากินช้าในเวลาเย็นและกลับมาเร็วในเวลาเช้า สำหรับค้างคาวที่ยังไม่โตเต็มวัยมีแนวโน้มที่จะออกหากินเร็วในเวลาเย็นและกลับมาเร็วในเวลาเช้ามืด (Lee and McCracken, 2001) ในฤดูแล้งค้างคาวจะออกหากินเร็วกว่าฤดูฝน เนื่องจากฤดูแล้งแมลงมีความหลากหลายน้อยกว่าทำให้ค้างคาวต้องบินไปหากินในระยะทางที่ไกลขึ้น (Altringham,1996; Hillman,1998)

ค้างคาวปากย่นใช้คลื่นเสียงในช่วงที่กว้างมาก คือตั้งแต่ 20 ถึงมากกว่า 160 kHz (Hillman, 1998) โดยปกติพบว่าใช้คลื่นแคบ ยาว ความถี่ต่ำ บินสูงและเร็ว หากินในที่เปิดโล่ง (Findley *et al.*, 1972; Aldridge and Rautenbach, 1987; Norberg and Rayner, 1987; Findley, 1993; Fenton and Griffin, 1997; Hillman, 1998) ขณะหาเหยื่อมักจะใช้คลื่นเสียงแคบ สั้น (narrow band) (Norberg and Rayner, 1987; Schnizer and Kalko, 1998)

William *et al.* (1973) ทำการศึกษาโดยใช้เรดาร์ (radar) สำรวจระดับความสูงที่ค้างคาวปากย่นแมกซิกัน (*Tadarida brasiliensis*) บินหากิน พบว่าหากินในระดับความสูงตั้งแต่ 600-3,100 เมตร แต่พบหากินหนาแน่นที่ความสูงประมาณ 500–800 เมตร โดยพื้นที่หากินมีขนาดประมาณ 20–400 ตารางกิโลเมตร ระยะทางที่หากินห่างจากถ้ำประมาณ 5–25 กิโลเมตร (ระยะทางเฉลี่ย 17 กิโลเมตร) ในขณะที่ Davis *et al.* (1962) เชื่อว่าในแต่ละคืนค้างคาวปากย่นแมกซิกันชนิดย่อยแมกซิกานา (*Tadarida brasiliensis mexicana*) บินหากินด้วยระยะทางไม่น้อยกว่า 100 กิโลเมตร ซึ่งความแตกต่างดังกล่าวขึ้นกับจำนวนค้างคาว และรูปแบบการบินออกจากถ้ำด้วย (Hierreid and Davis, 1966) และจากการสำรวจด้วยเครื่องฟังคลื่นเสียงค้างคาว (bat detector) ที่ติดบนบอลลูน Fenton and Griffin (1997) พบคลื่นเสียงขณะเข้าจับเหยื่อ (feeding buzz) ของค้างคาวในวงศ์ Molossidae 6 ชนิด ที่ระดับความสูง 600 เมตร

รูปแบบของภูมิอากาศของท้องถิ่น (local weather pattern) เป็นปัจจัยที่มีผลต่อกิจกรรมของค้างคาว โดยฝนที่ตกหนักมาก ส่งผลให้ค้างคาวปากย่นไม่ออกหากิน แต่ฝนที่ตกเบา ๆ ไม่ส่งผลต่อการออกหากินของค้างคาว ขณะที่ความชื้นเป็นปัจจัยที่มีผลต่อความหลากหลายของแมลง (Hillman, 1998) ซึ่งเป็นอาหารหลักของค้างคาว โดยจะกล่าวรายละเอียดในหัวข้อถัดไป

3.2 อาหารของค้างคาวปากย่น

Walker (1968) กล่าวไว้อย่างกว้าง ๆ ว่าค้างคาวในสกุล *Tadarida* มักกินผีเสื้อกลางคืนและแมลงปีกแข็งเป็นอาหาร จากการศึกษาอาหารของค้างคาวชนิดต่าง ๆ ในสกุล *Tadarida* ของนักวิจัยหลายท่านได้ผลที่แตกต่างกันดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 อาหารของค้างคาวในสกุลค้างคาวปากย่น (*Tadarida*)

ชนิดค้างคาว	อาหาร	ที่มา
Tadarida plicata	Lepidoptera, Coleoptera	วันชัย (2519)
T. plicata	Homoptera (Cicadellidae), Hymenoptera (Formicidae), Odonata (Zygoptera)	Nabhitabhata (1986)
T. brasiliensis	Diptera, Hymenoptera, Lepidoptera, Homoptera	Rodriguez-Duran *et al.* (1993)
T. teniotis	Lepidoptera, Neuroptera	Rydell and Arlettaz (1994)
T. brasiliensis (pregnant, lactating)	Lepidoptera, Coleoptera (e.g. Scarabaeidae, Carabidae), Hymenoptera (e.g. Formicidae), Diptera (e.g. Tipulidae), Homoptera (Cercopidae, Cicadellidae, Delphacidae), Hemiptera (e.g. Lygaeidae), Neuroptera (Hemerobidae)	Kunz *et al.* (1995)
T. brasiliensis mexicana	Lepidoptera	Whitaker *et al.* (1996)
T. brasiliensis mexicana (lactation)	Coleoptera, Hemiptera (Lygaeidae)	Whitaker *et al.* (1996)
T. pumila	Coleoptera	Fenton *et al.* (1998)
T. condylura	Coleoptera	Fenton *et al.* (1998)
T. brasiliensis antillularum	Diptera, Hymenoptera, Lepidoptera, Homoptera, Coleoptera, Odonata	Whitaker and Rodriguez-Duran (1999)

3.3 ปัจจัยที่มีผลต่อความแตกต่างของอาหารภายในชนิดพันธุ์

โดยทั่วไปอาหารที่ค้างคาวกินอาจแตกต่างตามปัจจัยต่าง ๆ เช่น ฤดูกาล อายุ เพศ ภาวะการสืบพันธุ์ ตำแหน่งภูมิศาสตร์ หรือการปรากฏของค้างคาวชนิดอื่น ๆ (Vaughan, 1997) สำหรับความผันแปรของอาหารของค้างคาวภายในชนิดเดียวกัน อาจเกิดเมื่อเวลาที่ทำการศึกษาแตกต่างกัน เช่น มื้ออาหารที่แตกต่างกัน คืนที่ทำการศึกษา ปีที่ทำการศึกษา ภาวะการเจริญเติบโต และภาวะการเจริญพันธุ์ เป็นต้น

ความผันแปรของอาหารภายในชนิดพันธุ์ของค้างคาวในสกุลค้างคาวปากย่น (*Tadarida*) เช่น ค้างคาวปากย่นแมกซิกัน (*T. brasiliensis*) เพศเมียที่มีภาวะเจริญพันธุ์ต่างกันกินแมลงในสัดส่วนที่แตกต่างกัน โดยค้างคาวเพศเมียท้องกินแมลงในอันดับ Lepidoptera Coleoptera และ Diptera มากกว่า และกินแมลงในอันดับ Hymenoptera น้อยกว่าค้างคาวเพศเมียที่ให้นมลูก (Kunz *et al.*, 1995)

ค้างคาวปากย่นแมกซิกัน ชนิดย่อยแมกซิกานา (*T. brasiliensis mexicana*) มีความผันแปรของชนิดและปริมาณอาหารตามมื้ออาหารในรอบคืน โดย Whitaker *et al.* (1996) พบว่าในมื้อเย็น (evening bout) ค้างคาวจะถ่ายมูลมากกว่าในมื้อเช้า (morning bout) และค้างคาวเพศเมียให้นมลูกกินแมลงในอันดับ Coleoptera และ Hemiptera (Lygaeidae) มากในมื้อเย็น และกินแมลงในอันดับ Lepidoptera มากในมื้อเช้า

ค้างคาวปากย่นแมกซิกัน ชนิดย่อยแอนติลลูลารัม (*T. brasiliensis antillularum*) มีความผันแปรของอาหารตามวันและเดือนที่แตกต่างกันในรอบปี (Whitaker and Rodriguez-Duran, 1999) โดยค้างคาวกินแมลงในอันดับ Diptera ในสัดส่วนที่มากที่สุด เมื่อแมลงในอันดับ Diptera ลดลง ค้างคาวกินแมลงในอันดับ Hymenoptera (Formicidae) มากขึ้น แมลงในอันดับ Lepidoptera ค้างคาวกินในสัดส่วนที่น้อยกว่าแมลงในอันดับ Diptera และ Hymenoptera สำหรับแมลงในอันดับ Homoptera Hemiptera (Lygaeidae) และ Coleoptera ค้างคาวจะกินมากเมื่อแมลงในอันดับ Diptera Hymenoptera มีไม่มากพอ

ความผันแปรของอาหารภายในชนิดพันธุ์ ยังสามารถพบในค้างคาวชนิดอื่น ๆ ด้วย โดยช่วงเวลาที่แตกต่างมีผลต่ออาหารของค้างคาวชนิดต่าง ๆ เช่น ค้างคาวลูกหนู *Pipistrellus*

mimus และค้างคาวหูหนู *Myotis sodalis* มีความผันแปร ตามสัปดาห์และเดือนแตกต่างกัน (Whitaker *et al.*, 1999; Brack and LaVal, 1985) อาหารของค้างคาวหูหนู *Myotis yemanensis* มีความผันแปรตามวันแตกต่างกัน (Brigham *et al.*,1992) อาหารของค้างคาวหูหนู *Myotis grisescens* ค้างคาวท้องสีน้ำตาล *Eptesicus fuscus* มีความแตกต่างระหว่างเวลาที่แตกต่างกันในรอบวัน (Best *et al.*, 1997; Verts *et al.*, 1999)

ภาวะเจริญพันธุ์ที่แตกต่างกันมีผลให้ค้างคาวกินอาหารที่แตกต่างกัน จากการศึกษาของ Kurta(1998) พบว่าโดยภาพรวมค้างคาวหูหนู *Myotis sodalis* กินแมลงในอันดับ Trichoptera มาก แต่ภาวะเจริญพันธุ์ที่แตกต่างไปทำให้ค้างคาวเพศเมียท้องกินแมลงในอันดับ Diptera (Culicidae) ในสัดส่วนที่มากขึ้น และค้างคาวเพศเมียให้นมลูกกินแมลงในอันดับ Diptera ในสัดส่วนที่สูงที่สุด ภาวะการเจริญเติบโตที่แตกต่างกันมีผลต่อการกินอาหารของค้างคาวหลายชนิด เช่น ค้างคาวท้องสีน้ำตาล *Eptesicus fuscus* ตัวเต็มวัยกินแมลงในอันดับ Coleoptera มากกว่า และกินแมลงในอันดับ Hemiptera ซึ่งน้อยกว่าค้างคาวที่โตไม่เต็มวัย โดยค้างคาวไม่เต็มวัยมักกินอาหารที่อ่อนกว่า (Hamilton and Barclay 1998) และ ค้างคาว *Lausiurus cinereus* ตัวเต็มวัยกินอาหารต่างจากตัวไม่เต็มวัย โดยค้างคาวที่ยังไม่เต็มวัยกินแมลงปอ (Odonata) ในสัดส่วนที่มากกว่าค้างคาวตัวเต็มวัย ค้างคาวที่เพิ่งหัดบินในอาทิตย์แรกกินแมลงในวงศ์ Chironomidae (Diptera) เป็นอาหารหลัก ในขณะที่ค้างคาวโตไม่เต็มวัยและตัวเต็มวัยกินน้อยมาก (Rolseth *et al.*, 1994) นอกจากนั้น Sample and Whitmore (1993) ยังพบว่าค้างคาวหูโต *Pleotus townsendii viriginianus* ที่อาศัยในต่างถ้ำกันกินอาหารที่แตกต่างกันด้วย

4. <u>วิธีการศึกษาอาหารและนิสัยการกินอาหาร</u>

4.1 วิธีศึกษาอาหารของค้างคาวกินแมลง

การศึกษาชนิดอาหารของค้างคาวกินแมลงสามารถกระทำได้หลายวิธี เช่น การดูจากสิ่งที่ปรากฏในกระเพาะอาหาร (gut content หรือ stomach content) การวิเคราะห์มูล (fecal analysis) การตรวจดูจากชิ้นส่วนที่ค้างคาวเลือกกิน (culled items) หรือชิ้นส่วนแมลงจากใต้ที่พักกิน (feeding perch) และการสังเกตโดยตรงในธรรมชาติ (direct observation) (Whitaker, 1988; Jone, 1990) โดยมีรายละเอียดดังนี้

4.1.1 วิธีการวิเคราะห์สิ่งที่ปรากฏในกระเพาะอาหารจำเป็นต้องฆ่าค้างคาวทันที เพื่อให้อาหารในกระเพาะอาหารถูกย่อยน้อยที่สุด และยังจำเป็นที่จะต้องเก็บตัวอย่างค้างคาวเป็นจำนวนมาก ซึ่งวิธีการนี้มักจะไม่ได้รับการยอมรับและอาจมีปัญหาในทางกฎหมาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งชนิดที่ใกล้สูญพันธุ์และได้รับการคุ้มครองตามกฎหมาย (Jernejcic, 1969; Coutts *et al.*, 1973; Wrazen and Svendsen, 1978) การที่ชิ้นส่วนต่าง ๆ ที่พบในกระเพาะอาหารถูกหุ้มด้วยเมือกบาง (mucus) ทำให้การตรวจสอบทำได้ยาก อีกทั้งชิ้นส่วนที่อ่อนนุ่มมีแนวโน้มว่าจะถูกย่อยได้ง่าย ซึ่งจะทำให้เกิดความผิดพลาดได้มากกว่าการวิเคราะห์มูล (Whitaker, 1988)

4.1.2 วิธีการวิเคราะห์มูล ในกรณีค้างคาวกินแมลงไม่มีข้อวิตกกังวลเหมือนเช่นในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมอื่น ๆ เพราะโครงสร้างภายนอกของแมลงที่เป็นโปรตีนและไคติน ไม่ถูกย่อยโดยเอนไซม์ของสัตว์มีกระดูกสันหลัง อีกทั้งไม่จำเป็นต้องฆ่าค้างคาวและไม่เป็นการรบกวนค้างคาวมากนัก (Snodgrass, 1935) การเก็บมูลสามารถเก็บได้จากใต้ที่เกาะ (roost) ของค้างคาว ซึ่งสามารถกระทำได้ทั้งในขณะที่ค้างคาวอยู่และไม่อยู่ในที่เกาะ หรือเก็บมูลจากตัวค้างคาวที่จับได้ในตาข่าย (mist net) โดย Whitaker (1988) แนะนำว่าควรจับค้างคาวในทันทีที่ค้างคาวกลับจากการหากิน โดยไม่ควรรอให้ค้างคาวกลับถึงที่เกาะนอน (day roost) เนื่องจากอาหารจะผ่านลำไส้ของค้างคาวอย่างรวดเร็ว การขับถ่ายจึงใช้ระยะเวลาสั้น เช่น ในค้างคาวหูหนู *Myotis lucifugus* ใช้เวลา 35 –170 นาที (Buchler, 1975) ในค้างคาวท้องสีน้ำตาล *Eptesicus fuscus* ใช้เวลา 90–130 นาที (Lunkens *et al.*, 1971) แม้ว่าการวิเคราะห์มูลจะให้ข้อมูลที่ถูกต้องน่าเชื่อถือ แต่ก็ยังมีข้อจำกัดที่ควรคำนึงถึง เนื่องจากชิ้นส่วนอ่อนบางอาจถูกย่อยได้ง่าย และถูกมองข้าม ในขณะที่ชิ้นส่วนที่แข็งยังคงปรากฏอยู่ (Belwood and Fenton, 1976)

4.1.3 วิธีการตรวจสอบจากชิ้นส่วนที่ค้างคาวเลือกกิน (culled part) เป็นวิธีที่ให้ผลที่เชื่อถือได้ ถ้าสามารถพบชิ้นส่วนแมลงที่ค้างคาวกินเป็นอาหาร ซึ่งวิธีการดังกล่าวสามารถเลือกใช้ให้เหมาะสมกับค้างคาวชนิดที่มีพฤติกรรมสอดคล้องกับรูปแบบการเลือกกินดังกล่าว เช่น ค้างคาวในวงศ์ Phyllostomidae (ค้างคาวกินผลไม้โลกใหม่), Nycteridae(ค้างคาวหน้าร่อง) และ Megadermatidae (ค้างคาวแวมไพร์แปลง) ซึ่งเป็นกลุ่มที่โฉบกิน (gleanning) แมลงขนาดใหญ่จากผิวดิน หรือใบไม้ จึงจำเป็นต้องกัดบางชิ้นส่วนของเหยื่อทิ้ง (Fenton *et al.*, 1983)

4.1.4 วิธีการเก็บชิ้นส่วนแมลงจากใต้ที่พักกิน (feeding perch) เป็นวิธีที่ไม่รบกวนค้างคาว และมีข้อดีคือ ได้ชิ้นส่วนที่ค่อนข้างสมบูรณ์จึงสามารถจำแนกได้ในระดับต่ำลงไป เช่น วงศ์ (family) สกุล (genus) ชนิด (species) เช่น ชิ้นส่วนของแมลงในอันดับ Lepidoptera มีความเป็นไปได้ที่จะจำแนกถึงระดับวงศ์ ในขณะที่การวิเคราะห์ด้วยมูลมักจำแนกได้เพียงระดับอันดับ (order) เท่านั้น แต่ยังอาจมีข้อจำกัด เนื่องจากมักพบว่าชิ้นส่วนของแมลงขนาดใหญ่เท่านั้นที่ค้างคาวจะนำกลับมายังที่พักกิน ในขณะที่แมลงขนาดเล็กจะถูกกินในขณะที่ค้างคาวบิน (Black, 1974; Laval and Laval, 1980; Jone, 1990; Robinson, 1990; Vaughan, 1997)

4.1.5 วิธีการสังเกตโดยตรงในธรรมชาติ (direct observation) การศึกษาพฤติกรรมการหากินของค้างคาวสามารถกระทำได้หลายวิธีกับค้างคาวหลายชนิด เช่นการใช้กล้องพร้อมเลนส์ที่สามารถมองเห็นได้ในเวลากลางคืน ศึกษาพฤติกรรมการหากินของค้างคาวแวมไพร์แปลง *Cardioderma cor* (Vaughan, 1976) และการใช้เทปสะท้อนแสง (reflective tape) และเครื่องหมายเคมีเรืองแสง (Chemical luminescent tags) ติดที่ตัวค้างคาวเพื่อศึกษาพฤติกรรมการหากินของค้างคาวลูกหนู *Pipistrellus pipistrellus* (Racey and Swift, 1985)

การเลือกวิธีที่เหมาะสมในการศึกษาอาหารของค้างคาวกินแมลง Whitaker (1988) แนะนำว่า หากมีตัวอย่างค้างคาวที่ตายแล้ว ควรทำการวิเคราะห์กระเพาะอาหารเพื่อเป็นข้อมูลเปรียบเทียบกับการวิเคราะห์มูล อีกทั้งการศึกษาอาหารของค้างคาวจะได้ข้อมูลที่สมบูรณ์ยิ่งขึ้นหากใช้หลาย ๆ วิธีประกอบกัน

จำนวนตัวอย่าง (sample size) ที่เพียงพอสำหรับการศึกษานิสัยการกินอาหารของค้างคาวขึ้นกับความผันแปรของตัวอย่างที่ทำการศึกษา หากตัวอย่างมีความผันแปรมากก็จำเป็นต้องใช้ตัวอย่างจำนวนมาก โดย Whitaker (1988) แนะนำว่า หากชุดตัวอย่างมีความผันแปรน้อย การเก็บตัวอย่างควรเก็บอย่างน้อย 15 ตัวต่อหนึ่งครั้ง หรือสำหรับพื้นที่ใดพื้นที่หนึ่ง แต่เพื่อเพิ่มความมั่นใจก็ควรเก็บอย่างน้อย 30 ถึง 50 ตัว ในทางปฏิบัติการเก็บตัวอย่างที่พอเพียงกระทำได้ยากมาก อาจเนื่องมาจากจำนวนที่มีน้อยตามธรรมชาติ หรือข้อกฎหมายต่าง ๆ

4.2 การศึกษานิสัยการกินอาหารของค้างคาว

การศึกษานิสัยการกินอาหารของค้างคาวเป็นการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างอาหารที่ค้างคาวกินและอาหารที่มีในธรรมชาติ โดยวิธีการศึกษาสามารถกระทำได้หลายวิธี เช่น การศึกษาการเลือกกินเหยื่อ (prey selection) การศึกษาสัดส่วนการกิน (forage ratio)

4.2.1 การศึกษาการเลือกกินเหยื่อ (prey selection) ของค้างคาว ทำโดยการเปรียบเทียบสัดส่วนของแมลงที่เป็นอาหาร (diet composition) กับสัดส่วนของแมลงที่สำรวจพบในพื้นที่หากิน (available) ซึ่งสามารถทำได้ในเชิงความถี่ (frequency) และเชิงปริมาตร (volume) การเปรียบเทียบสามารถทำโดยกราฟ (graphical analysis) ทำโดยการหาความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนของแมลงที่เป็นอาหารและแมลงในธรรมชาติ เปรียบเทียบกับเส้นสมดุล (line of equality) ซึ่งเป็นเส้นที่สัดส่วนของแมลงที่เป็นอาหารและแมลงในธรรมชาติมีค่าเท่ากัน หากสัดส่วนของอาหารและแมลงในธรรมชาติอยู่เหนือแสดงว่าค้างคาวมีแนวโน้ม "เลือกกิน" (select) หากอยู่ต่ำกว่าเส้นสมดุล แสดงว่าค้างคาวมีแนวโน้มปฏิเสธแมลงประเภทนั้น ๆ กล่าวคือค้างคาวไม่ได้กินแมลงตามสัดส่วนที่มีในธรรมชาติ หากอยู่บนเส้นสมดุลแสดงว่าค้างคาวมีแนวโน้มกินแมลงตามสัดส่วนที่มีในธรรมชาติ (Swift *et al.*, 1985) แต่สิ่งที่จำเป็นต้องคำนึงถึงก็คือ ความเหมาะสมของวิธีการที่ใช้ในการประเมินชนิดและจำนวนแมลงที่ค้างคาวสามารถใช้เป็นอาหารได้ (insect available of bat) (Kunz, 1988; Litvaitis, 2000)

4.2.2 การศึกษาสัดส่วนการกิน (forage ratio) สามารถกระทำได้หลายวิธีเช่น วิธีการใช้ดัชนีการเลือกกินของ Ivlev (1961) (Ivlev 's electivity index) ดัชนีดังกล่าวเป็นประโยชน์ในการวิเคราะห์การเลือกกินในกรณีที่มีเหยื่อมากกว่า 2 ประเภท แต่ไม่สามารถแสดงค่าความหนาแน่นของเหยื่อ (relative prey density) ได้

4.3 การศึกษาความมากมายของอาหารที่ค้างคาวกิน

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อการศึกษาอาหารของค้างคาวสามารถกระทำได้หลายวิธี ได้แก่ เปอร์เซ็นต์ความถี่การปรากฏ (percentage frequency of occurence) และเปอร์เซ็นต์ปริมาตร (percentage of volume) (Whitaker, 1988)

4.3.1 การวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์ความถี่การปรากฏ (percentage frequency of occurence) เป็นวิธีเปรียบเทียบที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนครั้งที่พบแมลงกลุ่มต่าง ๆ กับจำนวนครั้งที่พบแมลงทั้งหมด ซึ่งทำให้ทราบความสำคัญของแมลงกลุ่มต่าง ๆ โดยผลรวมของเปอร์เซ็นต์ความถี่การปรากฏมีค่าเท่ากับ 100

4.3.2 การวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์ปริมาตร (percentage of volume) เป็นการเปรียบเทียบปริมาตรของแมลงแต่ละกลุ่มที่พบในมูล กับปริมาตรของแมลงทั้งหมดในมูล ซึ่งการเปรียบเทียบอาจมีความเอนเอียง (bias) เนื่องจากในแต่ละกองมูลจะพบชิ้นส่วนที่สามารถจำแนกได้เพียงเล็กน้อย เช่น ปลายปีกของแมลงในอันดับ Diptera หรือหนวดของแมลงในอันดับ Coleoptera และในกองมูลยังมักมีชิ้นส่วนขนาดใหญ่ที่ไม่สามารถจำแนกได้ ซึ่งชิ้นส่วนดังกล่าวจะมีปริมาตรค่อนข้างมาก อีกทั้งบางชิ้นส่วน เช่น ขา หนวด ปีก ของแมลงบางกลุ่มถูกกัดทิ้งก่อนที่ค้างคาวกิน (Robinson and Stebbing, 1993)

5. <u>การสำรวจแมลงในธรรมชาติ</u>

การสำรวจแมลงเพื่อศึกษานิสัยการกินอาหารของค้างคาว Kunz (1988) แนะนำว่า ควรทำการสำรวจในพื้นที่ที่คาดว่าเป็นพื้นที่หากินของค้างคาว และสัมพันธ์กับรูปแบบการหากินของค้างคาว การสำรวจแมลงในธรรมชาติสามารถกระทำได้หลายวิธี เช่น การใช้กับดักเครื่องดูด (suction trap) เหมาะสำหรับการศึกษาความหนาแน่นของแมลงที่ระดับใกล้พื้นดิน การใช้กับดักมาเลส (Malaise trap) เหมาะสำหรับศึกษาแมลงที่ระดับพื้นดิน และมักได้แมลงในอันดับ Coleoptera และ Hemiptera มาก สำหรับการศึกษาแมลงในที่เปิดโล่ง (aerial insect) สามารถศึกษาได้หลายวิธี เช่น กับดักบินกระทบ (impaction trap) เหมาะแก่การตั้งในบริเวณที่เป็นเส้นทางบินของแมลง กับดักตาข่ายติดยานพาหนะ (tow net) เช่น รถ หรือเรือ เหมาะสำหรับศึกษาแมลงที่บินในที่โล่ง ตามเส้นทางที่พาหนะสามารถเข้าถึงได้ การใช้กับดักกาว (sticky trap) เป็นประโยชน์ต่อการศึกษาแมลงในขณะที่กระแสลมมีความเร็วสูง กับดักแสงไฟ (light trap) เหมาะแก่การสำรวจแมลงในหลายกลุ่ม เนื่องจากสามารถดึงดูดแมลงในช่วงกว้าง (Mikkola, 1972; Kunz, 1988)

กับดักแสงไฟ (light trap) เป็นวิธีที่นิยมใช้อย่างกว้างขวางในการสำรวจแมลง (insect community) (LaVal and LaVal, 1980) โดยความเข้มของแสงไฟ (light intensity) ที่ใช้ในการสำรวจมีผลต่อจำนวนแมลงที่สำรวจพบมากกว่าคุณภาพแสง (light quality) เช่น แสงจากหลอดแสงจันทร์

(mercury vapor lamp) ดึงดูดแมลงในอันดับ Lepidoptera และ Trichoptera แสงสีเขียวเหลือง (yellow green band) ดึงดูดแมลงในอันดับ Ephemeroptera และ Hymenoptera วงศ์ Ichneumonidae (Mikkola, 1972) แสงจากหลอดไส้ (incandescent) ดึงดูดแมลงในอันดับ Diptera และ Hemiptera วงศ์ Miridae (Southwood, 1978)

การใช้กับดักแสงไฟในสำรวจแมลงเพื่อศึกษานิเวศวิทยาการหากิน (feeding ecology) ของค้างคาวนั้น ทำการสำรวจแมลงในเวลากลางคืน ดังนั้นแสงไฟจากกับดักอาจดึงดูดแมลงที่ไม่ได้หากินในเวลากลางคืน (diurnal insect) ด้วย ซึ่งมีผลต่อข้อมูลความผันแปรของแมลงที่สำรวจได้ในเวลากลางคืน แต่ความผันแปรดังกล่าวมีผลในพื้นที่ที่รัศมีแสงไฟส่องไปถึงเท่านั้น ดังนั้นกับดักแสงไฟที่มีอุปกรณ์ปิดด้านข้างช่วยลดความผิดพลาดที่อาจเกิดจากการมองเห็นของแมลงที่อยู่ใต้กับดัก ดังนั้นแมลงที่ได้จากกับดักจึงเป็นแมลงที่บินอยู่แล้วในขณะนั้น

การปรากฏของแมลงอาจมีสาเหตุจากปัจจัยหลายประการ เช่น อุณหภูมิ โดยจะพบแมลงมากเมื่ออุณหภูมิสูง และพบน้อยเมื่ออุณหภูมิต่ำ ฝนและลมก็เป็นปัจจัยที่มีผลต่อการปรากฏของแมลงเช่น ฝนที่ตกหนักอาจลดการปรากฏของแมลงบางชนิด ฝนที่ตกเบา ๆ อาจเพิ่มการปรากฏของแมลงบางชนิด ในขณะที่แมลงบางชนิดก็สามารถบินได้ในสภาพที่มีลมแรง เช่น แมลงที่มีขนาดเล็กอาจบินหลังต้นไม้ที่บังลม (shelter tree) หรือที่บังลมประเภทอื่น ๆ ในทิศใต้ลม ปัจจัยอื่น ๆ ที่มีผลต่อชนิดและจำนวนของแมลง เช่น พื้นที่ (habitat) ที่แตกต่างกัน (DeVries *et al.*, 1999) ลักษณะโครงสร้างของสังคมพืช และระยะห่างจากหมู่ไม้ (King and Wrubleski,1998) ความสูงจากระดับน้ำทะเล (altitude) (Saiz *et al.*, 2000; Smith *et al.*, 2000) สภาพภูมิอากาศ (Poulsen, 1996) ปี ฤดูกาล (Smith *et al.*, 2000) ความแตกต่างในรอบวัน (กลางวัน-กลางคืน) (Compton *et al.*, 2000) ความมืดและสว่างของแสงจากดวงจันทร์ (moon phase and moon brightness) ซึ่งรวมถึงวิธีการที่ใช้ในการสำรวจด้วย (Kunz, 1988)

สถานที่ทำการศึกษา

เขตห้ามล่าสัตว์ป่าถ้ำค้างคาวและวัดเขาช่องพราน จังหวัดราชบุรี (ภาพที่ 1)

ถ้ำค้างคาวและวัดเขาช่องพราน จ.ราชบุรี ได้รับการประกาศให้เป็น "เขตห้ามล่าสัตว์ป่าถ้ำค้างคาวและวัดเขาช่องพราน" ตามพระราชกิจจานุเบกษา เล่มที่ 99 ตอนที่ 82 ลงวันที่ 15 มิถุนายน พ.ศ. 2525

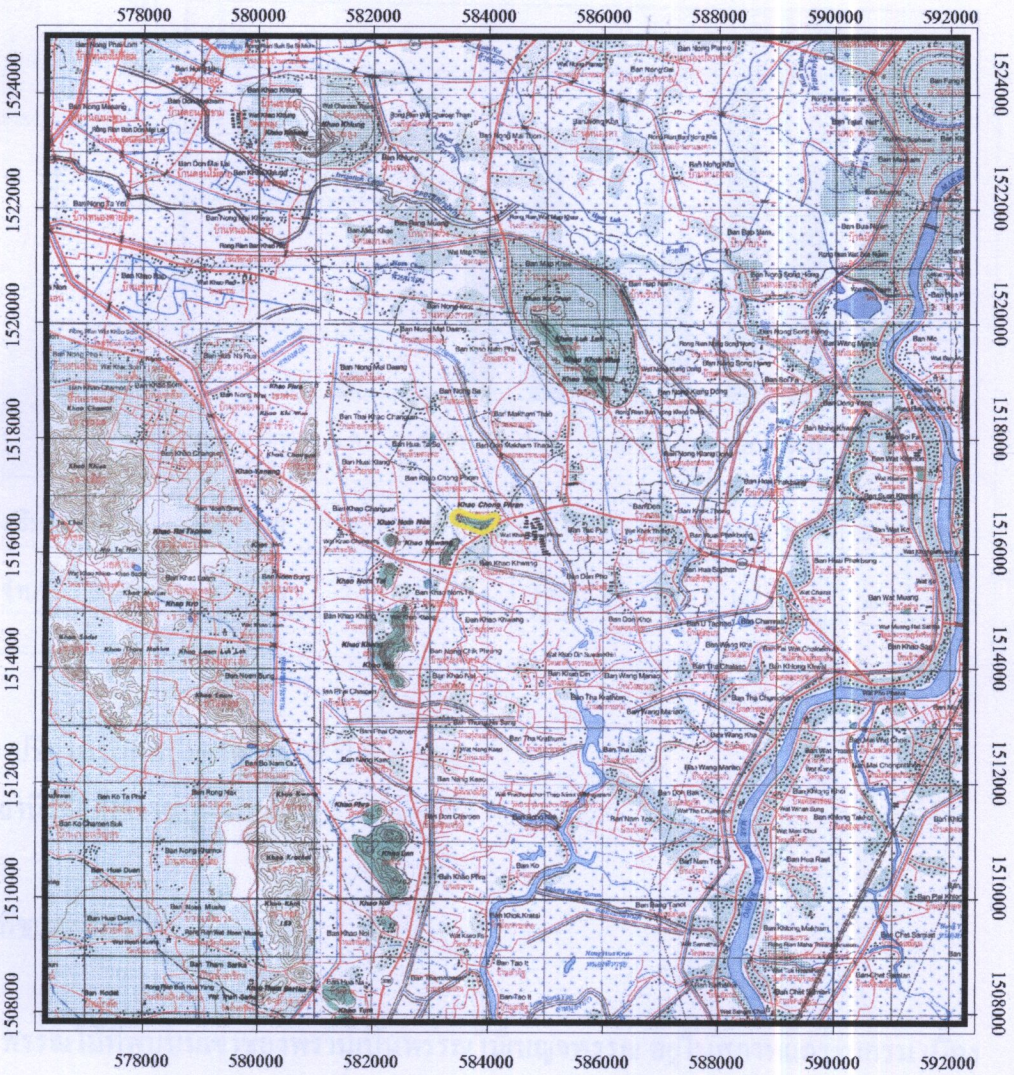
1. สภาพพื้นที่โดยทั่วไป

เขาช่องพรานเป็นเขาหินปูนขนาดเล็ก มีเนื้อที่ประมาณ 77 ไร่ ความสูงประมาณ 70 เมตร ยอดสูงประมาณ 180 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง ตั้งอยู่ในท้องที่ตำบลเตาปูน อำเภอโพธาราม จังหวัดราชบุรี อยู่ริมถนนสายเขางู-เบิกไพร ห่างจากอำเภอเมืองจังหวัดราชบุรีประมาณ 24 กิโลเมตร พื้นที่อยู่นอกเขตป่าสงวนแห่งชาติและพื้นที่ต้นน้ำลำธาร เขาช่องพรานประกอบด้วยถ้ำ 5 ถ้ำ โดยถ้ำที่มีค้างคาวปากย่นอาศัยอยู่ คือ ถ้ำค้างคาว

ถ้ำค้างคาว เป็นถ้ำหินปูน มีโถงใหญ่ขนาดกว้างประมาณ 50 เมตร ยาวประมาณ 100 เมตร เพดานถ้ำสูงประมาณ 40 เมตร มีช่องเปิด 6 ช่อง (Hillman, 1998) ได้แก่ช่องเปิดระดับพื้นดิน 1 ช่อง ถูกปิดโดยประตูไม้และล็อคกุญแจแน่นหนา ช่องเปิดอีก 5 ช่อง อยู่ด้านบนของถ้ำ โดยเป็นช่องที่มีตะแกรงลวดปิดเพื่อป้องกันการลักลอบเข้าไปขโมยมูลค้างคาวจำนวน 4 ช่อง และช่องเปิดขนาดใหญ่ด้านทิศตะวันตก ไม่มีตะแกรงลวดปิด 1 ช่อง สภาพภายในถ้ำเป็นทางเดินขึ้นตามทางลาดเขาไปสู่ปล่องถ้ำขนาดใหญ่ ปล่องถ้ำขนาดใหญ่ด้านทิศตะวันตกเป็นช่องทางหลักที่ลม และแสงแดดสามารถส่องเข้าถึง และยังเป็นเส้นทางหลักที่ค้างคาวใช้ในการเข้าออกจากถ้ำด้วย

2. สภาพอากาศ

ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปี 1,486 มิลลิเมตร ช่วงที่มีปริมาณน้ำฝนมากอยู่ระหว่างเดือนสิงหาคม ถึงกันยายน และช่วงที่มีปริมาณน้ำฝนต่ำได้แก่เดือนกรกฎาคม อุณหภูมิประมาณ 25-30 องศาเซลเซียส (เขตห้ามล่าสัตว์ป่าถ้ำค้างคาวและวัดเขาช่องพราน, ม. ป. ป.) สำหรับปริมาณน้ำฝนในรอบปี พ.ศ. 2545 แสดงในภาพที่ 2



สัญลักษณ์

เขาช่องพราน

ทุ่งนา

พื้นที่เกษตรกรรมอื่น ๆ

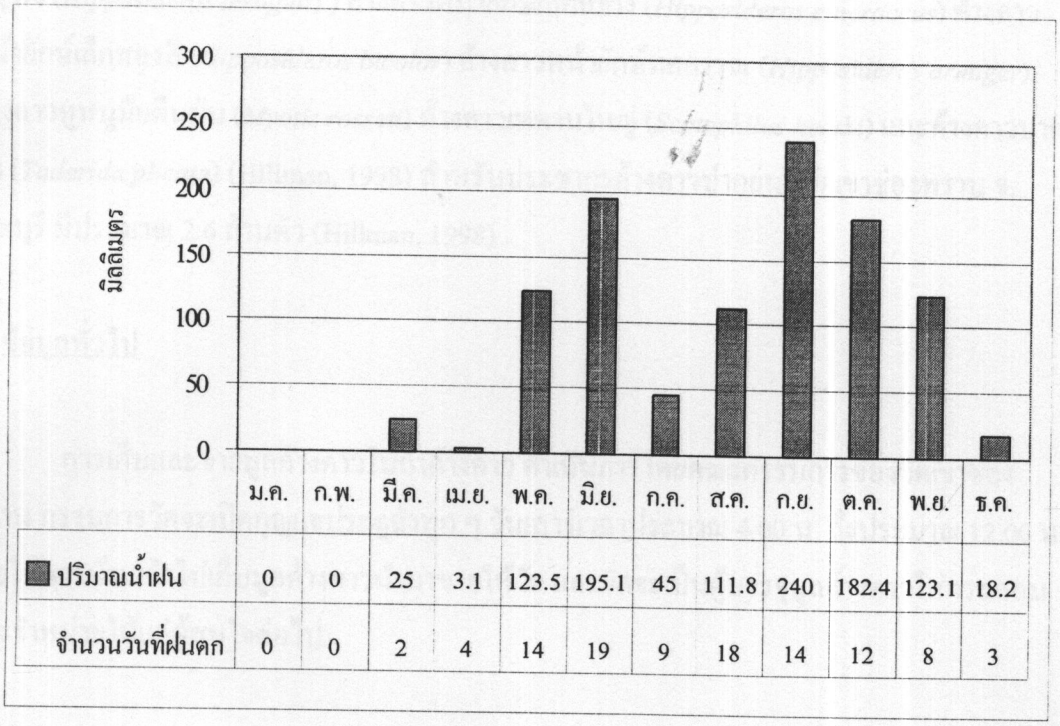
UTM Zone 47 Spheroid Everest Datum Indian 1975

2 0 2 4 Km.

มาตราส่วน 1: 50000

ภาพที่ 1 แผนที่แสดงตำแหน่งเขาช่องพราน จ.ราชบุรี และพื้นที่โดยรอบ

ที่มา: กรมแผนที่ทหาร ปี 2536



	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
ปริมาณน้ำฝน	0	0	25	3.1	123.5	195.1	45	111.8	240	182.4	123.1	18.2
จำนวนวันที่ฝนตก	0	0	2	4	14	19	9	18	14	12	8	3

ภาพที่ 2 ปริมาณน้ำฝนจังหวัดราชบุรี ปี พ.ศ. 2545
ที่มา : สถานีวิจัยข้าวราชบุรี จ.ราชบุรี

3. พันธุ์พืชและสัตว์ป่า

พรรณไม้ที่พบบนเขาช่องพรานเป็นพรรณไม้เบญจพรรณ อยู่ในสภาพแคระแกรน เนื่องจากเป็นภูเขาหินปูน ลักษณะดินเป็นดินดำปนทราย พรรณไม้ที่พบเช่น ประดู่ (*Pterocarpus macrocarpus* Kurz) ข่อย (*Streblus asper* Lour.) ตะแบก (*Lagerstroemia* sp.) ตะโก (*Diospyros* sp.) ยาง (*Dipterocarpus* sp.) บริเวณโดยรอบเขาช่องพรานเป็นทุ่งนาและไร่อ้อย

สัตว์ป่าประเภทต่าง ๆ ที่พบสามารถจำแนกเป็น นก 52 ชนิด งู 4 ชนิด แมลง 54 ชนิด (พรทิพย์ และเบญจมาศ, 2543) และสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม 17 ชนิด เป็นลิง 2 ชนิด และค้างคาว 15 ชนิด ได้แก่ ค้างคาวบัว (*Rousettus amplexicaudatus*) ค้างคาวเล็บกุด (*Eonycteris spelaea*) ค้างคาวปีกถุงเคราดำ (*Taphozous melanopogon*) ค้างคาวปีกถุงใหญ่ (*Taphozous theobaldi*) ค้างคาวแวมไพร์แปลงเล็ก (*Megaderma spasma*) ค้างคาวมงกุฎมลายู (*Rhinolophus malayanus*) ค้างคาวมงกุฎเล็ก (*Rhinolophus pusillus*) ค้างคาวหน้ายักษ์สามหลืบ (*Hipposideros larvatus*) ค้างคาวหน้ายักษ์หมอ

บุญส่ง (*Hipposideros lekaguli*)) ค้างคาวหน้ายักษ์เล็กสีจาง (*Hipposideros cineraceus*) ค้างคาวหน้ายักษ์เล็กสองสี (*Hipposideros bicolor*) ค้างคาวหน้ายักษ์ทศกรรณ (*Hipposideras armiger*) ค้างคาวหูหนูมือตีนปุ่ม (*Myotis rosseti*) ค้างคาวเพดานใหญ่ (*Scotophilus heathi*) และค้างคาวปากย่น (*Tadarida plicata*) (Hillman, 1998) สำหรับประชากรค้างคาวปากย่นที่วัดเขาช่องพราน จ. ราชบุรี มีประมาณ 2.6 ล้านตัว (Hillman, 1998)

4. ข้อมูลทั่วไป

การเก็บและขายมูลค้างคาวในถ้ำค้างคาว ดำเนินการโดยคณะกรรมการของวัดเขาช่องพราน กรรมการวัดจะเปิดกุญแจประตูถ้ำทุก ๆ วันเสาร์เวลาประมาณ 4.00 น. ถึงประมาณ 12.00 น. เพื่อให้ชาวบ้านเข้าไปเก็บมูลค้างคาวนำมาขายให้วัด และวัดจะเป็นผู้บรรจุมูลค้างคาวใส่กระสอบและจำหน่ายให้แก่ผู้สนใจต่อไป

ระยะเวลาทำการศึกษา

เดือนมกราคม ถึง ธันวาคม พ.ศ. 2545

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. แผนที่มาตราส่วน 1: 50,000 ระวาง 4936 I, II, III, IV
2. ไฟฉายติดศีรษะพร้อมแบตเตอรี่ชนิดชาร์จได้
3. สวิงสำหรับจับด้างคาวพร้อมด้ามจับชนิดถอดประกอบได้
4. ถุงมือ
5. ถุงผ้า
6. คาลิปเปอร์
7. ตาชั่งสปริง
8. ชุดกับดักแสงไฟ (light trap)
9. แอลกอฮอล์สำหรับเก็บตัวอย่างแมลง
10. Stereo microscope
11. Dissecting needle
12. Petri dish
13. Slide และ Cover glass
14. น้ำยาสำหรับเตรียมสไลด์ถาวร

วิธีการ

การศึกษานิสัยการกินอาหารของค้างคาวปากย่นในครั้งนี้ แบ่งเป็นการสำรวจภาคสนามและการศึกษาในห้องปฏิบัติการ การสำรวจภาคสนามกระทำโดยสำรวจแมลงในคืนเดียวกับคืนที่เก็บมูลค้างคาว เพื่อลดความผันแปรอันอาจเกิดจากความแตกต่างของแมลงที่สำรวจในวันที่ต่างกัน สำหรับการศึกษาในห้องปฏิบัติการแบ่งเป็น การจำแนกแมลงที่พบในกับดักแสงไฟ และแมลงที่พบในมูลค้างคาว จากนั้นศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนแมลงในมูลค้างคาวและสัดส่วนแมลงในธรรมชาติ โดยรายละเอียดของการดำเนินการมีดังนี้

1. การเก็บมูลค้างคาว

เก็บมูลค้างคาวกระทำเดือนละ 1 ครั้ง ในคืนวันขึ้น 15 ค่ำหรือวันใกล้เคียงของทุกเดือน ซึ่งเป็นคืนเดียวกับคืนที่ทำการสำรวจแมลงในธรรมชาติ โดยใช้สวิงจับค้างคาวในถ้ำขณะที่ค้างคาวเพิ่งบินกลับจากหากินตอนเช้ามืด (เวลาประมาณ 04.30 น.) จำแนกเป็นค้างคาวเพศผู้และเพศเมียอย่างละ 35 ตัว แล้วแยกค้างคาวแต่ละตัวใส่ถุงผ้าสะอาด ทำการชั่งน้ำหนัก วัดขนาด บันทึกเพศ และภาวะการเจริญพันธุ์ของค้างคาวแต่ละตัว (ภาพที่ 3.1-3.3) โดยจำแนกตาม Racey (1988) จากนั้นเก็บค้างคาวไว้ในที่ร่มประมาณ 2 ชั่วโมง เพื่อรอให้ค้างคาวถ่ายมูล แล้วนำค้างคาวกลับไปปล่อยในถ้ำ แยกเก็บมูลค้างคาวแต่ละตัวจากถุงผ้า แล้วนำไปตากให้แห้ง ก่อนเก็บใน silica gel เพื่อรอการวิเคราะห์ต่อไป

2. การสำรวจแมลงในธรรมชาติ

ตั้งกับดักแสงไฟ (light trap) โดยใช้หลอดแสงจันทร์ (mercury vapor lamp) กำลังส่องสว่าง 160 วัตต์ สูงจากพื้นดินประมาณ 8 เมตร (ภาพที่ 4) จำนวน 3 ชุด แต่ละชุดตั้งห่างกันอย่างน้อย 1 กิโลเมตร เพื่อไม่ได้รับอิทธิพลจากการส่องสว่างจากชุดจับแมลงชุดอื่น ๆ และห่างจากถ้ำค้างคาวประมาณ 15 กิโลเมตร ทั้งนี้เนื่องจากค้างคาวในสกุล *Tadarida* มีระยะทางหากินเฉลี่ย 17 กิโลเมตร (Davis *et al.*, 1962) และเพื่อลดความผิดพลาดของข้อมูลที่อาจเกิดจากความแตกต่างระหว่างแสงสว่างจากหลอดไฟและสิ่งแวดล้อม (Bowden and Morris, 1975) การเก็บตัวอย่างแมลงจึงดำเนินการในคืนวันขึ้น 15 ค่ำ หรือวันใกล้เคียง (เวลาประมาณ 18.00-06.00 น.) ของคืนซึ่งเป็นคืนเดียวกับที่เก็บมูลค้างคาว ทำการชั่งน้ำหนักแมลงที่ได้จากกับดักแสงไฟ ก่อนเก็บในแอลกอฮอล์ 90 เปอร์เซ็นต์

3. การจำแนกตัวอย่างแมลงในห้องปฏิบัติการ

3.1 แมลงในธรรมชาติ

สุ่มตัวอย่างแมลงที่ได้จากกับดักแสงไฟทั้ง 3 บริเวณ ชุดละ 1 มิลลิลิตร มาจำแนกตัวอย่างแมลงในระดับวงศ์ (family) และนับจำนวน การจำแนกตัวอย่างแมลงทำโดยเปรียบเทียบกับคู่มือของคณะเกษตร (2538), กัลยาณีและไสว (2542), Borror and White (1970), Snodgrass (1977),

Bland *et al.* (1978), White (1983), Aguilar *et al.* (1986), Whitaker (1988), Borror *et al.* (1989), Wilson and Claridge (1991), Asahina (1993) และ Goulet and Huber (1993)

3.2 แมลงจากมูลค้างคาว

สุ่มหยิบมูลค้างคาว (จากข้อ 1) จำนวน 5 กองมูล/ตัว (Whitaker *et al.*, 1996) (ภาพที่ 3.4) จากค้างคาวเพศผู้ 15 ตัว และค้างคาวเพศเมียภาวะเจริญพันธุ์ละ 15 ตัว (Whitaker, 1988) แช่มูลในน้ำผสมแอลกอฮอล์ (Fenton *et al.*, 1998) ก่อนจำแนกชิ้นส่วนของแมลงในมูลค้างคาว โดยส่องผ่านกล้อง Stereo microscope กำลังขยาย 6.25-40 เท่า โดยเปรียบเทียบกับตัวอย่างแมลง และเอกสารอ้างอิงในข้อ 3.1 บันทึกข้อมูลการปรากฏและไม่ปรากฏ (presence-absence) แมลงแต่ละอันดับของค้างคาวแต่ละตัว ถ่ายรูปและทำสไลด์ถาวรชิ้นส่วนของแมลงในมูลค้างคาว เพื่อใช้เป็นตัวอย่างเปรียบเทียบ

4. <u>การวิเคราะห์ข้อมูล</u>

4.1 สัดส่วนของแมลงที่เป็นอาหารของค้างคาว

ศึกษาสัดส่วนของแมลงแต่ละประเภทที่เป็นอาหารของค้างคาว โดยการคำนวณค่าเปอร์เซ็นต์ความถี่การปรากฏ (percentage frequency of occurence) (McAney *et al.*, 1991) ซึ่งเป็นวิธีเปรียบเทียบที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างแมลงกลุ่มต่าง ๆ ทำให้ทราบความสำคัญของแมลงในแต่ละกลุ่ม การคำนวณเปอร์เซ็นต์ความถี่การปรากฏ กระทำดังนี้

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความถี่การปรากฏของแมลงในมูลค้างคาว} = \frac{\text{จำนวนครั้งที่พบแมลงกลุ่มนั้น ๆ}}{\text{จำนวนครั้งที่พบแมลงทั้งหมด}} \times 100$$

4.2 ความหลากหลายของแมลงที่เป็นอาหารของค้างคาว

4.2.1 เปรียบเทียบความหลากหลายของจำนวนอันดับแมลงที่พบในมูลค้างคาว ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (one way analysis of variance) ของค่าเฉลี่ยจำนวนอันดับแมลงในมูลค้างคาวระหว่าง

(1) ค้างคาวเพศผู้ และค้างคาวเพศเมีย

(2) ค้างคาวเพศเมียนอกภาวะเจริญพันธุ์ (nonreproductive female) และค้างคาวเพศเมียให้นมลูก (lactating female) และค้างคาวเพศเมียท้อง (pregnant female)

(3) ค้างคาวที่จับได้ในแต่ละเดือน

(4) ค้างคาวที่จับได้ในฤดูแล้ง (เดือนมกราคมถึงเมษายน และเดือนธันวาคม) และค้างคาวที่จับได้ในฤดูฝน (เดือนพฤษภาคมถึงพฤศจิกายน)

4.2.2 คำนวณค่าดัชนีความหลากหลายของแมลงที่เป็นอาหารของค้างคาว (dietary diversity index: DDI) (Brack and LaVal, 1985) โดยสูตร Shannon-Wiener index (Krebs, 1989) ดังนี้

$$H = -\sum_{i=1}^{S} P_i \log_e p_i$$

เมื่อ H = ดัชนีความหลากหลายของจำนวนอันดับแมลงที่เป็นอาหารของค้างคาว

S = จำนวนอันดับแมลงที่เป็นอาหารของค้างคาว

P_i = สัดส่วนของแมลงแต่ละอันดับ ($i = 1, 2, 3, \ldots s$)

4.3 ปัจจัยที่มีผลต่อความแตกต่างของอาหารของค้างคาวปากย่น

การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อความแตกต่างของอาหารภายในชนิดพันธุ์ใช้ Chi-square test of Homogeneity เปรียบเทียบสัดส่วนการปรากฏ-ไม่ปรากฏของแมลงแต่ละกลุ่มในมูลค้างคาว (ข้อ 3.2) โดยปัจจัยที่ทำการศึกษาได้แก่

4.3.1 เพศ เปรียบเทียบระหว่างค้างคาวเพศผู้และค้างคาวเพศเมีย

4.3.2 ภาวะการเจริญพันธุ์ของค้างคาวเพศเมีย (female reproductive condition) เปรียบเทียบระหว่าง

(1) ค้างคาวเพศเมียในภาวะเจริญพันธุ์ต่าง ๆ ได้แก่ ค้างคาวเพศเมียท้อง ค้างคาวเพศเมียให้นมลูก และค้างคาวเพศเมียนอกภาวะเจริญพันธุ์

(2) ค้างคาวเพศเมียที่มีต่างภาวะเจริญพันธุ์ แต่พบในช่วงเวลาเดียวกัน

(3) ค้างคาวเพศเมียที่มีภาวะเจริญพันธุ์เดียวกัน ที่พบในช่วงเวลาต่างกัน

4.3.3 ฤดูกาล เปรียบเทียบระหว่างค้างคาวที่จับได้ในฤดูแล้ง (เดือนมกราคมถึงเมษายน และเดือนธันวาคม) และค้างคาวที่จับได้ในฤดูฝน (เดือนพฤษภาคมถึงพฤศจิกายน)

4.4 ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนแมลงในมูลค้างคาว กับสัดส่วนของแมลงจากกับดักแสงไฟ

4.4.1 เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ความถี่การปรากฏของแมลงแต่ละอันดับที่พบในมูลค้างคาวและเปอร์เซ็นต์ความถี่การปรากฏของแมลงในธรรมชาติ แต่ละเดือนในรอบปี

ก. สัดส่วนของแมลงในมูลค้างคาว

ใช้ค่าเปอร์เซ็นต์ความถี่การปรากฏของแมลงในมูลค้างคาวจากข้อ 4.1

ข. สัดส่วนของแมลงในธรรมชาติ

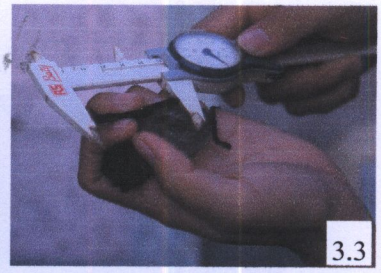
ค่าเปอร์เซ็นต์ความถี่การปรากฏของแมลงในกับดักแสงไฟคำนวณดังนี้

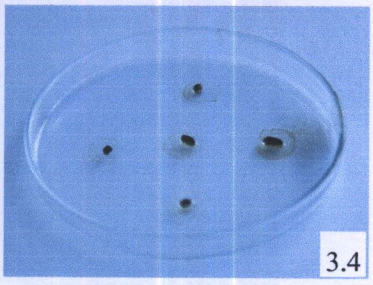
$$\text{เปอร์เซ็นต์ความถี่การปรากฏของแมลงในกับดักแสงไฟ} = \frac{\text{จำนวนแมลงในแต่ละอันดับ}}{\text{จำนวนแมลงรวมทั้งหมด}} \times 100$$

4.4.2 ศึกษาการเลือกกินเหยื่อของค้างคาวโดย พลอต (plot) คู่ลำดับระหว่างเปอร์เซ็นต์ความถี่การปรากฏของแมลงในมูลค้างคาว (4.1) กับเปอร์เซ็นต์ความถี่การปรากฏของแมลงจากกับดักแสงไฟ (4.4 ข) ของแมลงแต่ละอันดับ และเปรียบเทียบกับเส้นสมดุล (line of equality) ซึ่งเป็นเส้นที่สัดส่วนของแมลงจากสองกลุ่มดังกล่าวมีค่าเท่ากัน หากคู่ลำดับระหว่างแมลงในมูลค้างคาวและแมลงในธรรมชาติอยู่เหนือหรือต่ำกว่าเส้นสมดุล แสดงว่าค้างคาวมีแนวโน้มเลือกกินหรือปฏิเสธแมลงประเภทนั้น ๆ หากอยู่บนเส้นสมดุลแสดงว่าค้างคาวมีแนวโน้มกินแมลงตามสัดส่วนที่มีในธรรมชาติ (Swift *et al.*, 1985) ดังตัวอย่าง (ภาพที่ 5)

3.1

3.2


3.3


3.4

ภาพที่ 3 การปฏิบัติงานในภาคสนามและในห้องปฏิบัติการ

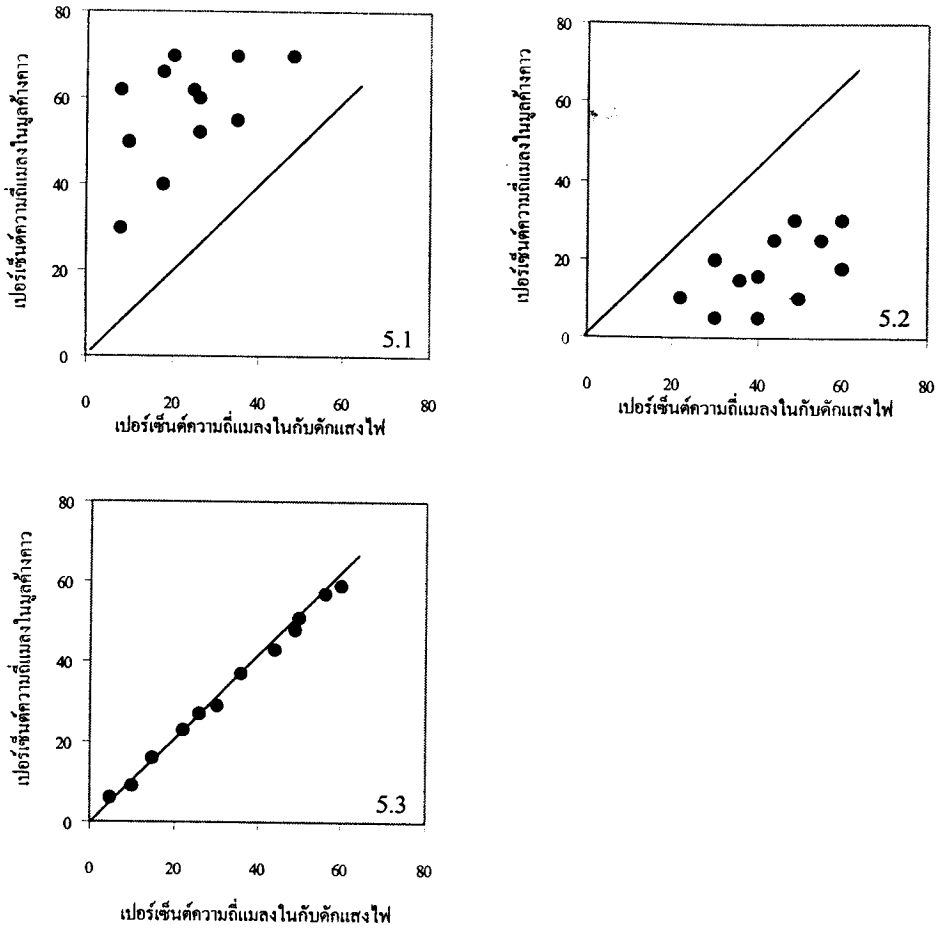
3.1 การใช้สวิงจับค้างคาว

3.2 ชั่งน้ำหนักค้างคาวแต่ละตัว

3.3 วัดความยาวกระดูกกลางปีก (forearm)

3.4 สุ่มตัวอย่างมูลจากค้างคาวตัวละ 5 กอง

ภาพที่ 4 การสำรวจแมลงในธรรมชาติโดยกับดักแสงไฟในพื้นที่ จ.ราชบุรี ปี พ.ศ. 2545



ภาพที่ 5 แสดงแนวทางการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนแมลงในมูลค้างคาวและสัดส่วนแมลงในกับดักแสงไฟ โดยเปรียบเทียบกับเส้นสมดุลซึ่งแมลงในสองกลุ่มดังกล่าวมีสัดส่วนเท่ากัน

5.1 กรณีสัดส่วนแมลงในมูลค้างคาวมากกว่าสัดส่วนแมลงในกับดักแสงไฟ

5.2 กรณีสัดส่วนแมลงในมูลค้างคาวน้อยกว่าสัดส่วนแมลงในกับดักแสงไฟ

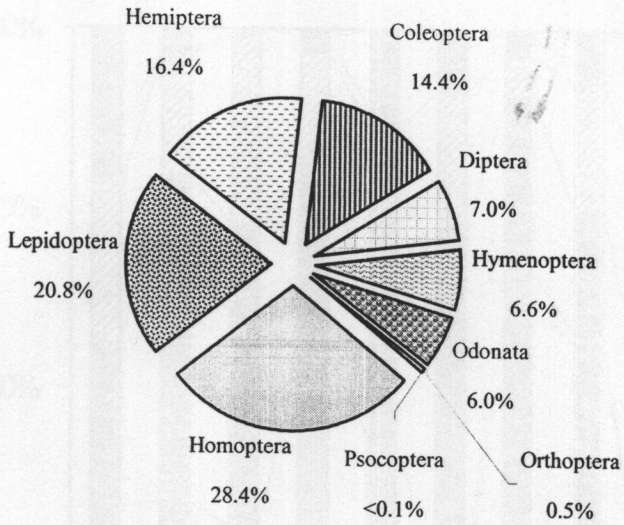
5.3 กรณีสัดส่วนแมลงในมูลค้างคาวเท่ากับสัดส่วนแมลงในกับดักแสงไฟ

ผลการศึกษา

1. สัดส่วนของแมลงที่เป็นอาหาร

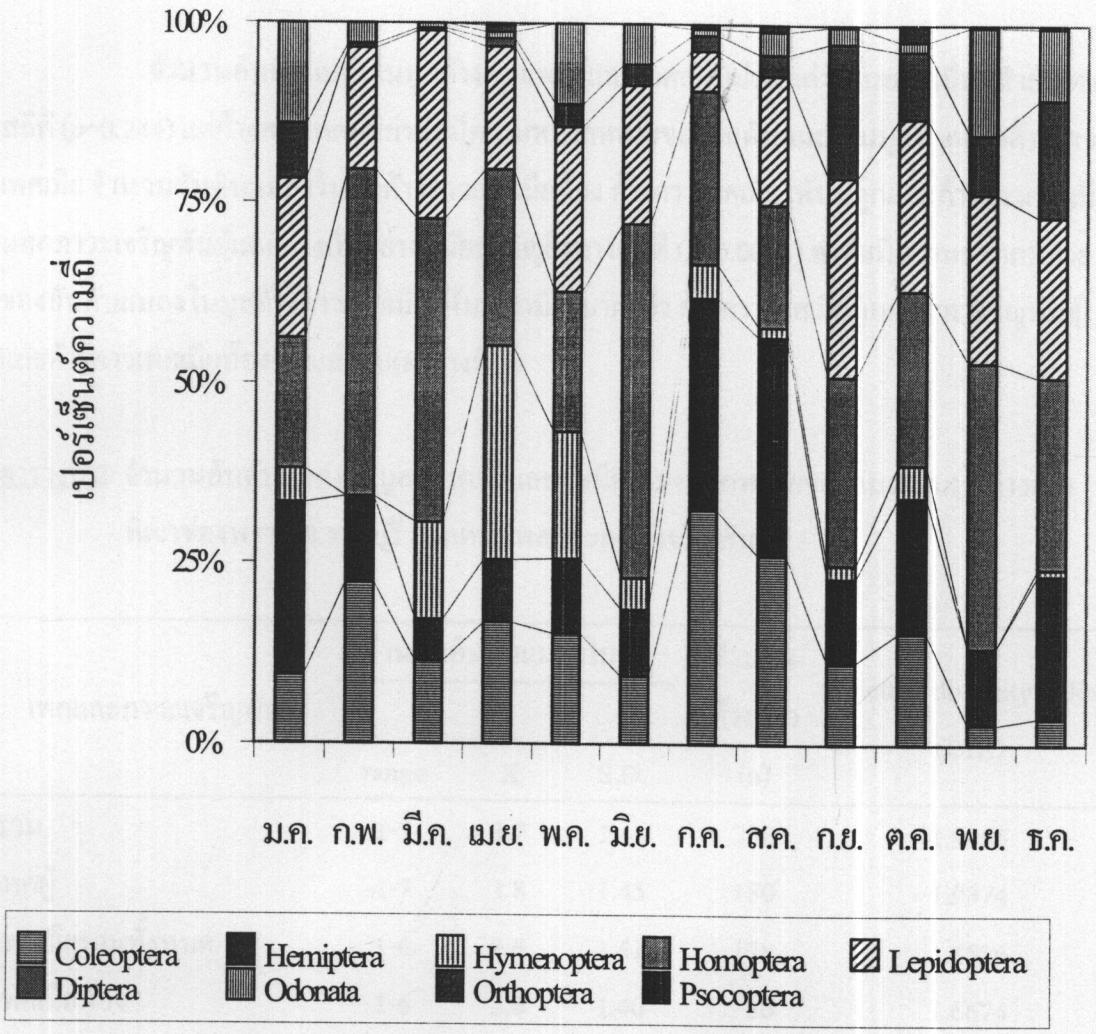
จากการวิเคราะห์มูลค้างคาวปากย่นจำนวน 1,925 กอง จากค้างคาว 385 ตัว พบแมลงทั้งสิ้น 9 อันดับ ได้แก่อันดับ Homoptera (เพลี้ย) Hemiptera (มวน) Lepidoptera (ผีเสื้อ) Coleoptera (ด้วง) Diptera (ยุง แมลงวัน) Hymenoptera (ผึ้ง มด ต่อ แตน) Odonata (แมลงปอ) Orthoptera (ตั๊กแตน) และ Psocoptera (เหาหนังสือ) (ภาพที่ 6) และตัวเบียน (parasite) 1 อันดับคือ อันดับ Acari (ไร, Class Arachnida) รายละเอียดที่ใช้ในการจำแนกแมลงในแต่ละอันดับที่พบในมูลค้างคาวปากย่น แสดงในตารางผนวกที่ 1

สำหรับแมลงในอันดับ Homoptera ซึ่งเป็นแมลงที่พบในสัดส่วนมากที่สุด พบว่าส่วนใหญ่ (89.9%) อยู่ในวงศ์ Delphacidae (เพลี้ยกระโดด) มีเพียงบางส่วน(9.8%) ที่อยู่ในวงศ์ Cicadellidae (เพลี้ยจักจั่น) และวงศ์อื่น ๆ (น้อยกว่า 0.5%) เมื่อพิจารณารายละเอียดเฉพาะเพลี้ยกระโดด พบว่าประมาณ 65.2 เปอร์เซ็นต์สามารถระบุได้ว่าเป็นเพลี้ยกระโดดหลังขาว (*Sogatella* sp.) และ 34.8 เปอร์เซ็นต์ระบุได้เพียงว่าเป็นเพลี้ยกระโดด เนื่องจากการจำแนกในระดับสกุล (genus) ของวงศ์ Delphacidae ใช้อวัยวะสืบพันธุ์เพศผู้ (male genitalia, aedaegus) ในการจำแนก ซึ่งหากค้างคาวกินเพลี้ยกระโดดหลังขาวเพศเมียก็ไม่สามารถระบุสกุลได้ ดังนั้นสัดส่วนของเพลี้ยกระโดด จึงอาจมีบางส่วนที่เป็นเพลี้ยกระโดดหลังขาวด้วย สำหรับตัวอย่างชิ้นส่วนแมลงในมูลค้างคาวแสดงในภาพผนวกที่ 2



ภาพที่ 6 เปอร์เซ็นต์ความถี่การปรากฏของแมลงแต่ละอันดับที่พบในมูลค้างคาวปากย่น จำนวน 1,925 กอง จากค้างคาว 385 ตัว ที่เขาช่องพราน จ.ราชบุรี

มูลของค้างคาวปากย่นมีความผันแปรของสัดส่วนแมลงในอันดับต่าง ๆ ตลอดทั้งปี (ตารางผนวกที่ 2 และภาพที่ 7) โดยแมลงอันดับ Homoptera มีค่าเปอร์เซ็นต์ความถี่การปรากฏในมูลค้างคาวสูงที่สุด 6 เดือน เรียงตามลำดับจากมากไปหาน้อย ดังนี้ เดือนมิถุนายน กุมภาพันธ์ มีนาคม พฤศจิกายน ธันวาคม และตุลาคม (49.17, 45.28. 41.97, 39.72, 26.77, 24.15 % ตามลำดับ) แมลงในอันดับ Lepidoptera มีค่าเปอร์เซ็นต์ความถี่การปรากฏในมูลค้างคาวสูงที่สุดในเดือนกันยายน และพฤษภาคม (27.57, 22.91 % ตามลำดับ) แมลงในอันดับ Hemiptera มีค่าเปอร์เซ็นต์ความถี่การปรากฏในมูลค้างคาวสูงที่สุดใน เดือนสิงหาคม และมกราคม (30.41, 23.97 % ตามลำดับ) แมลงในอันดับ Coleoptera มีค่าเปอร์เซ็นต์ความถี่การปรากฏในมูลค้างคาวสูงที่สุดในเดือนกรกฎาคม (32.51 %) แมลงในอันดับ Hymenoptera มีค่าเปอร์เซ็นต์ความถี่การปรากฏในมูลค้างคาวสูงที่สุดในเดือนเมษายน (29.64 %) สัดส่วนของแมลงในมูลค้างคาวเพศผู้และเพศเมียในรอบปี แสดงในภาพผนวกที่ 3 และ4



ภาพที่ 7 เปอร์เซ็นต์ความถี่การปรากฏของแมลงแต่ละอันดับที่ปรากฏในมูลค้างคาวปากย่น ที่เขาช่องพราน จ.ราชบุรี ในรอบปี

2. ความหลากหลายของอันดับแมลงในมูลค้างคาว

เปรียบเทียบจำนวนอันดับแมลงในมูลค้างคาว และคำนวณดัชนีความหลากหลายของแมลงในมูลค้างคาว (dietary diversity index: DDI) (Brack and LaVal, 1985) ตามสูตร Shannon-Wiener โดยแยกพิจารณาตามเพศและภาวะเจริญพันธุ์ เดือน และฤดูกาล (ตารางที่ 2-4) ดังนี้

2.1 เพศและภาวะเจริญพันธุ์

จำนวนอันดับแมลงในมูลค้างคาวเพศผู้และเพศเมียไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.244) แต่ค้างคาวเพศผู้มีค่าดัชนีความหลากหลายของอันดับแมลงในมูลมากกว่าค้างคาวเพศเมีย จำนวนอันดับแมลงในมูลค้างคาวเพศเมียท้อง ค้างคาวเพศเมียให้นมลูกและค้างคาวเพศเมียนอกภาวะเจริญพันธุ์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (p<0.0001) ค่าดัชนีความหลากหลายของอันดับแมลงในมูลค้างคาวเพศเมียให้นมลูกมีค่ามากกว่า ค้างคาวเพศเมียนอกภาวะเจริญพันธุ์และค้างคาวเพศเมียท้อง ตามลำดับ(ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 จำนวนอันดับแมลงในมูลค้างคาว และดัชนีความหลากหลายของแมลงในมูลค้างคาวที่เขาช่องพราน จ.ราชบุรี แยกตามเพศและภาวะเจริญพันธุ์

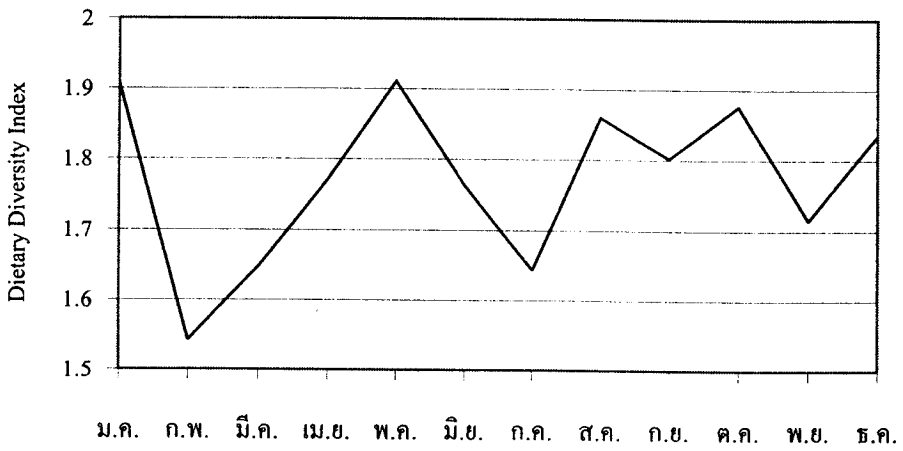
เพศและภาวะเจริญพันธุ์	จำนวนอันดับแมลงในมูล			จำนวนค้างคาว (n)	Dietary diversity index (DDI)
	range	$\bar{X}$	S.D.		
รวม	1-7	3.7	1.43	358	1.9065
เพศผู้	1-7	3.8	1.45	180	1.9374
เพศเมียรวมทั้งหมด	1-6	3.6	1.41	178	1.8616
เพศเมียท้อง	1-6	2.6	1.40	30	1.6674
เพศเมียขณะให้นมลูก	1-6	3.6	1.37	105	1.8807
เพศเมียนอกภาวะเจริญพันธุ์	2-6	4.2	1.19	43	1.8346

2.2 เดือน

จำนวนอันดับแมลงในมูลค้างคาวแต่ละเดือนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (p<0.0001) (ตารางที่ 3) ดัชนีความหลากหลายของแมลงในมูลค้างคาวมีค่าผันแปรตลอดปีโดยเดือนพฤษภาคมมีค่าสูงที่สุด ในขณะที่เดือนกุมภาพันธ์มีค่าต่ำที่สุด(ภาพที่ 8)

ตารางที่ 3 จำนวนอันดับแมลงในมูลค้างคาวปากย่น และดัชนีความหลากหลายของแมลงในมูลค้างคาวที่เขาช่องพราน จ.ราชบุรี ในรอบปี

เดือน	จำนวนอันดับแมลงในมูล			จำนวนค้างคาว (n)	Dietary diversity index (DDI)
	range	$\bar{X}$	S.D.		
มกราคม	2-7	4.3	1.304	30	1.9068
กุมภาพันธ์	1-6	2.7	1.42	30	1.5426
มีนาคม	1-5	2.5	1.31	30	1.6474
เมษายน	1-5	3.5	1.17	30	1.7706
พฤษภาคม	1-7	4.4	1.38	30	1.9109
มิถุนายน	1-6	2.9	1.47	30	1.7635
กรกฎาคม	1-6	3.3	0.92	30	1.6434
สิงหาคม	2-7	4.3	1.36	28	1.8609
กันยายน	2-6	4.4	1.04	30	1.8022
ตุลาคม	1-6	4.3	1.24	30	1.8766
พฤศจิกายน	2-6	3.4	1.25	30	1.7148
ธันวาคม	1-6	4.4	1.38	30	1.8359



ภาพที่ 8 ดัชนีความหลากหลายของแมลงในมูลค้างคาวปากย่นที่เขาช่องพราน จ.ราชบุรี ในรอบปี

2.3 ฤดูกาล

จำนวนอันดับแมลงในมูลค้างคาวในฤดูแล้งและฤดูฝนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (p=0.016) ค่าดัชนีความหลากหลายของแมลงในมูลค้างคาวในฤดูฝนมีค่ามากกว่าในฤดูแล้ง จำนวนอันดับแมลงในมูลค้างคาวเพศผู้และเพศเมียไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทั้งในฤดูแล้งและฤดูฝน (p=0.193 และ p=0.712 ตามลำดับ) โดยค้างคาวเพศผู้มีค่าดัชนีความหลากหลายของแมลงในมูลมากกว่าค้างคาวเพศเมียทั้งในฤดูแล้งและฤดูฝน (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 จำนวนอันดับแมลงในมูลค้างคาวปากย่น และดัชนีความหลากหลายของแมลงในมูลค้างคาวที่เขาช่องพราน จ.ราชบุรี ตามฤดูกาล

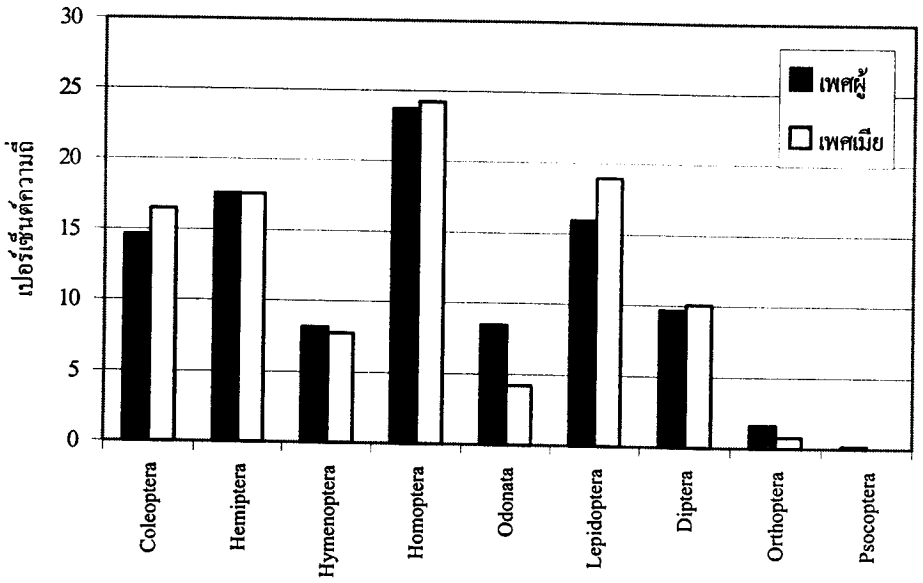
ฤดูกาล	จำนวนอันดับแมลงในมูล			จำนวนค้างคาว (n)	Dietary diversity index (DDI)
	range	$\bar{X}$	S.D.		
ฤดูแล้ง	1-7	3.0	1.502	150	1.8917
ฤดูฝน	1-7	3.8	1.37	208	1.9027
เพศผู้ในฤดูแล้ง	1-7	3.6	1.507	75	1.9061
เพศเมียในฤดูแล้ง	1-6	3.3	1.49	75	1.8683
เพศผู้ในฤดูฝน	1-7	3.9	1.41	105	1.9384
เพศเมียในฤดูฝน	1-6	3.8	1.32	103	1.8504

3. ปัจจัยที่มีผลต่อความผันแปรของอาหาร

3.1 เพศ

สัดส่วนแมลงแต่ละอันดับที่ปรากฏในมูลค้างคาว เมื่อเปรียบเทียบระหว่างเพศ พบว่าโดยภาพรวมค้างคาวเพศผู้กินแมลงปอเข็ม (Coenagrionidae, Odonata) ในสัดส่วนที่มากกว่าค้างคาวเพศเมียอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (χ^2=14.056, df=7, p=0.050) ขณะที่ค้างคาวเพศเมียกินแมลงในอันดับ Lepidoptera มากกว่าค้างคาวเพศผู้ (ภาพที่ 9) และหากพิจารณารายละเอียดพบว่า

ค้างคาวเพศผู้กินและค้างคาวเพศเมียไม่มีความแตกต่างกันในการกินแมลงปอเข็มทั้งในฤดูแล้ง (χ^2 =3.636, df=6, p=0.726) และฤดูฝน (χ^2=11.692, df=7, p=0.111)



ภาพที่ 9 เปอร์เซ็นต์ความถี่การปรากฏของแมลงในมูลค้างคาวปากย่นเพศผู้และเพศเมียที่เขาช่องพราน จ.ราชบุรี

3.2 ภาวะการเจริญพันธุ์

จากการศึกษาพบว่าสามารถแบ่งฤดูเจริญพันธุ์ของค้างคาวปากย่นได้เป็น 2 ครั้ง ตามการปรากฏของค้างคาวเพศเมียท้อง โดยฤดูเจริญพันธุ์แรกครั้งแรกในเดือนมกราคมถึงกรกฎาคม และครั้งที่สองในเดือนสิงหาคมถึงธันวาคม (ตารางผนวกที่ 3)

การศึกษาปัจจัยภาวะเจริญพันธุ์ที่มีต่อนิสัยการกินอาหารของค้างคาวปากย่นจะทำการเปรียบเทียบภาพรวมของ (1) ค้างคาวเพศเมียในภาวะเจริญพันธุ์ต่าง ๆ ได้แก่ ค้างคาวเพศเมียท้อง เพศเมียให้นมลูก และเพศเมียนอกภาวะเจริญพันธุ์ (2) ค้างคาวต่างภาวะเจริญพันธุ์ที่พบในช่วงเวลาเดียวกัน และ (3) ค้างคาวที่มีภาวะเจริญพันธุ์เดียวกัน ที่พบในช่วงเวลาต่างกัน

3.2.1 ค้างคาวเพศเมียในภาวะเจริญพันธุ์ต่าง ๆ จากการศึกษาในครั้งนี้พบว่าโดยภาพรวมค้างคาวเพศเมียท้อง เพศเมียให้นมลูก และค้างคาวเพศเมียนอกภาวะเจริญพันธุ์กินแมลงในสัดส่วนที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (χ^2 = 12.292, df=12, p=0.423)

3.2.2 ค้างคาวเพศเมียต่างภาวะเจริญพันธุ์ ที่พบเดือนเดียวกัน ได้แก่ ค้างคาวเพศเมียให้นมลูก และค้างคาวเพศเมียนอกภาวะเจริญพันธุ์ที่พบในเดือนตุลาคม จากการศึกษาพบว่าค้างคาวสองกลุ่มดังกล่าวกินแมลงในสัดส่วนที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (χ^2 = 1.064, df=5, p=0.957)

3.2.3 ค้างคาวเพศเมียที่มีภาวะเจริญพันธุ์เดียวกัน แต่พบในเดือนที่ต่างกัน ได้แก่

(1) ค้างคาวเพศเมียท้องที่พบในเดือนกุมภาพันธ์และมีนาคม กินแมลงในสัดส่วนที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (χ^2 = 13.475, df=5, p=0.019)

(2) ค้างคาวเพศเมียให้นมลูกที่พบในเดือนเมษายน พฤษภาคม มิถุนายน และกรกฎาคม ซึ่งเป็นฤดูเจริญพันธุ์ครั้งแรก กินแมลงในสัดส่วนที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (χ^2 = 32.135, df=12, p=0.001)

(3) ค้างคาวเพศเมียให้นมลูกในเดือนกันยายน ตุลาคม พฤศจิกายน และธันวาคม ซึ่งเป็นฤดูเจริญพันธุ์ครั้งที่ 2 กินแมลงในสัดส่วนที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (χ^2 = 32.791, df=18, p=0.018)

(4) ค้างคาวเพศเมียที่ให้นมลูกที่พบในฤดูเจริญพันธุ์ที่ 1 และ 2 กินแมลงในสัดส่วนที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (χ^2 = 57.772, df=6, p<0.0001)

3.3 ฤดูกาล

เมื่อพิจารณาตามฤดูกาลพบว่า ค้างคาวกินแมลงในสัดส่วนที่ไม่แตกต่างกันทั้งในฤดูแล้งและฤดูฝน (χ^2=8.569, df=7, p=0.285) ทั้งในค้างคาวเพศผู้และค้างคาวเพศเมีย (χ^2= 4.828, df=7, p=0.681 และχ^2=4.638, df=6, p=0.591 ตามลำดับ)

4. ความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนแมลงในมูลค้างคาวและแมลงในธรรมชาติ

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนแมลงในมูลค้างคาวและแมลงในธรรมชาติ แบ่งเป็นการเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ความถี่การปรากฏของแมลงในมูลค้างคาว กับเปอร์เซ็นต์ความถี่การปรากฏของแมลงจากกับดักแสงไฟ ซึ่งใช้เป็นตัวแทนแมลงในธรรมชาติ และการศึกษาการเลือกกินเหยื่อของค้างคาว

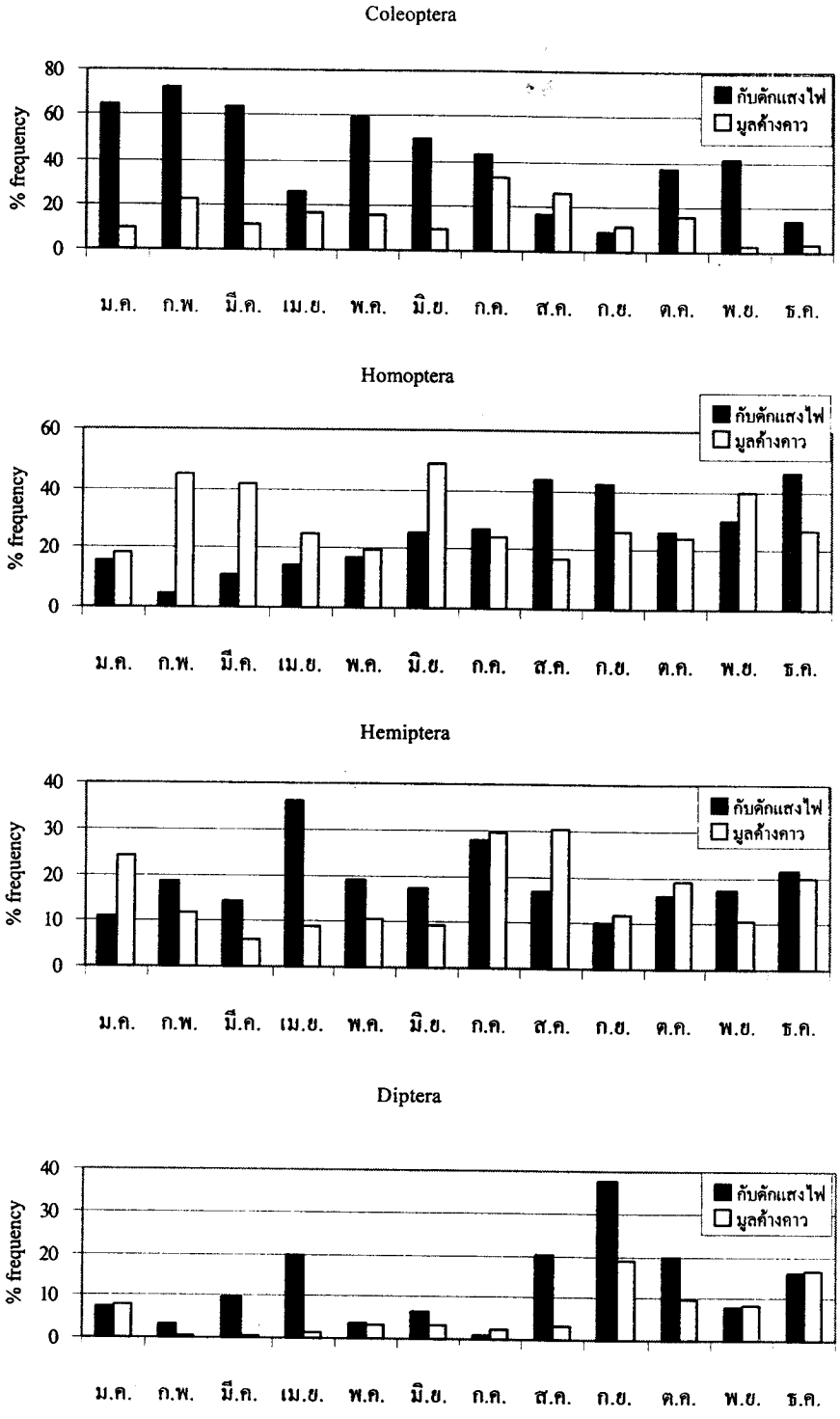
4.1 การเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ความถี่การปรากฏของแมลงในมูลค้างคาวกับเปอร์เซ็นต์ความถี่การปรากฏแมลงในธรรมชาติ ทำโดยเปรียบเทียบแมลงแต่ละอันดับ ที่พบในมูลค้างคาวและในกับดักแสงไฟ เป็นรายเดือน (ภาพที่ 10)

ก. สัดส่วนแมลงในมูลค้างคาว

ใช้ค่าเปอร์เซ็นต์ความถี่การปรากฏแมลงในมูลค้างคาวจากข้อ 1 (ตารางผนวกที่ 2) ดูคำอธิบายเพิ่มเติมในผลการศึกษาข้อ 1

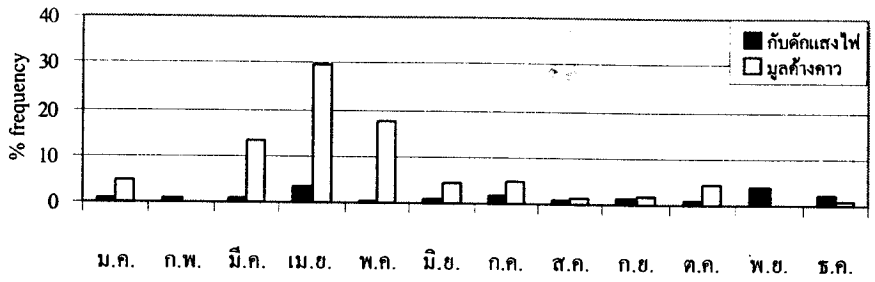
ข. สัดส่วนแมลงในธรรมชาติ

การศึกษาครั้งนี้พบแมลง 10 อันดับ ได้แก่ อันดับ Coleoptera (ด้วง) Homoptera (เพลี้ย) Hemiptera (มวน) Diptera (ยุง แมลงวัน) Hymenoptera (ผึ้ง มด ต่อ แตน) Lepidoptera (ผีเสื้อ) Psocoptera (เหาเปลือกไม้) Ephemeroptera (แมลงชีปะขาว) Orthoptera (ตั๊กแตน) และ Trichoptera (หนอนปลอกน้ำ) ค่าเปอร์เซ็นต์ความถี่การปรากฏของแมลงแต่ละอันดับแสดงในตารางผนวกที่ 2 และพบว่าแมลงแต่ละอันดับมีความผันแปรของแมลงในระดับวงศ์ (family) ตลอดปี (ตารางผนวกที่ 4) สำหรับตัวอย่างแมลงที่สำรวจพบจากกับดักแสงไฟ แสดงในภาพผนวกที่ 5

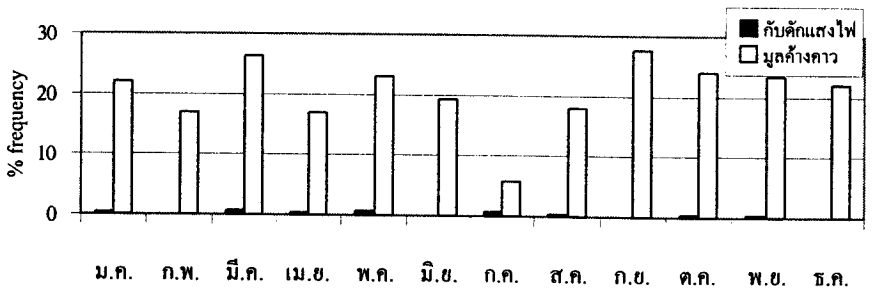


<u>ภาพที่ 10</u> เปอร์เซ็นต์ความถี่การปรากฏของแมลงแต่ละอันดับในกับดักแสงไฟและในมูลค้างคาว ปากย่นที่เขาช่องพราน จ.ราชบุรี

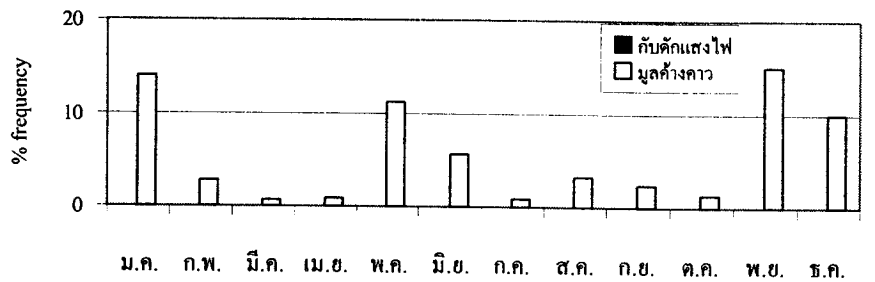
Hymenoptera



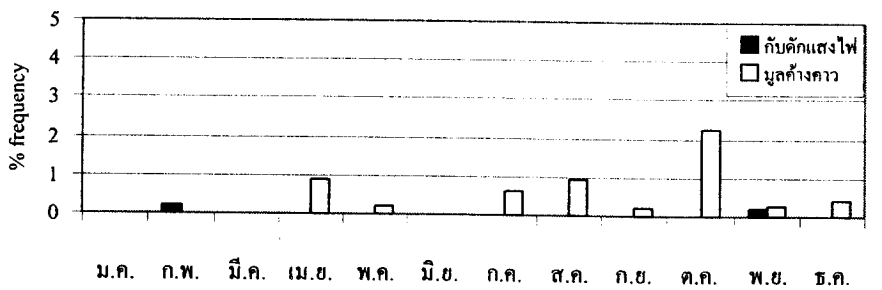
Lepidoptera



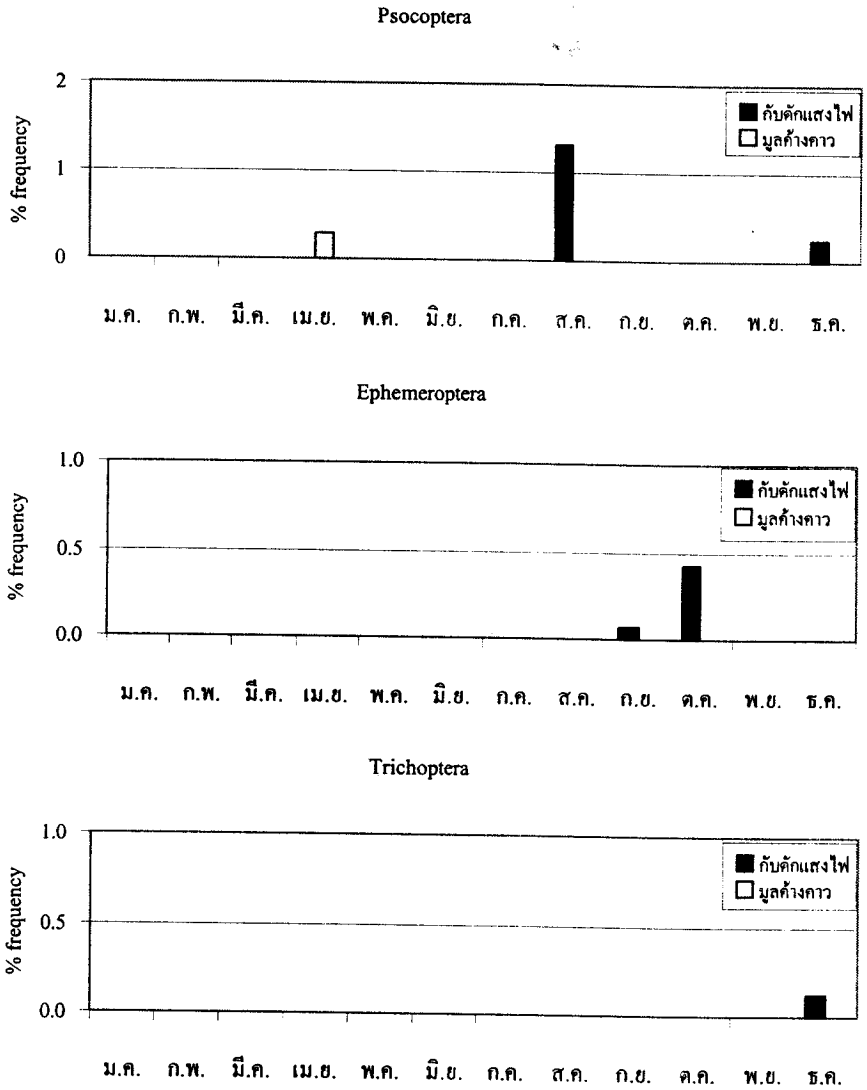
Odonata



Orthoptera



ภาพที่ 10 (ต่อ)


Psocoptera
% frequency
2
1
0
กับดักแสงไฟ
มูลค้างคาว
ม.ค. ก.พ. มี.ค. เม.ย. พ.ค. มิ.ย. ก.ค. ส.ค. ก.ย. ต.ค. พ.ย. ธ.ค.
Ephemeroptera
% frequency
1.0
0.5
0.0
กับดักแสงไฟ
มูลค้างคาว
ม.ค. ก.พ. มี.ค. เม.ย. พ.ค. มิ.ย. ก.ค. ส.ค. ก.ย. ต.ค. พ.ย. ธ.ค.
Trichoptera
% frequency
1.0
0.5
0.0
กับดักแสงไฟ
มูลค้างคาว
ม.ค. ก.พ. มี.ค. เม.ย. พ.ค. มิ.ย. ก.ค. ส.ค. ก.ย. ต.ค. พ.ย. ธ.ค.

<u>ภาพที่ 10</u> (ต่อ)

4.2 การศึกษาการเลือกกินเหยื่อของค้างคาว

การพลอต (plot) คู่ลำดับระหว่างเปอร์เซ็นต์ความถี่การปรากฏของแมลงในมูลค้างคาวกับเปอร์เซ็นต์ความถี่การปรากฏของแมลงจากกับดักแสงไฟในแต่ละเดือน (ตารางผนวกที่ 2) เพื่อศึกษาการเลือกกินเหยื่อของค้างคาว (Swift *et al.*, 1985) แยกพิจารณาตามอันดับแมลง และเปรียบเทียบกับเส้นสมดุล (line of equality) ซึ่งเป็นเส้นที่สัดส่วนของแมลงจากสองกลุ่มดังกล่าวมีค่าเท่ากัน (ภาพที่ 5) การศึกษาครั้งนี้ค่าความสัมพันธ์ (r) ระหว่างสัดส่วนแมลงในมูลค้างคาวและสัดส่วนแมลงในกับดักแสงไฟของแมลงอันดับต่าง ๆ ไม่มีความสัมพันธ์กัน (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 5 ค่าความสัมพันธ์ (r) ระหว่างสัดส่วนแมลงในมูลค้างคาวและสัดส่วนแมลงในกับดักแสงไฟของแมลงอันดับต่าง ๆ

อันดับแมลง	r
Diptera	0.647
Homoptera	0.330
Orthoptera	0.253
Hymenoptera	0.226
Lepidoptera	0.206
Psocoptera	0.107
Coleoptera	0.065
Hemiptera	0.003
Odonata	(-)

หมายเหตุ (-) หมายถึงไม่สามารถหาค่าความสัมพันธ์ได้ เนื่องจากค่าเปอร์เซ็นต์ความถี่การปรากฏแมลงในธรรมชาติมีค่าเป็นศูนย์

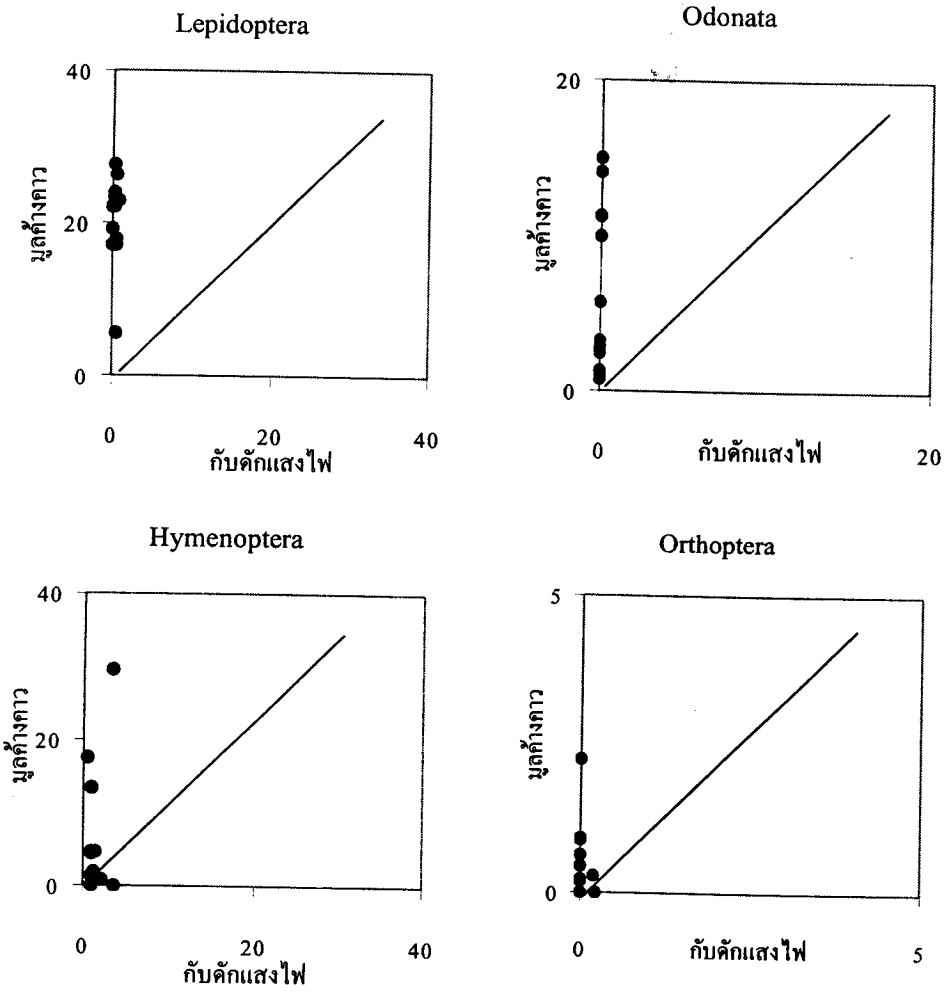
การเปรียบเทียบคู่ลำดับระหว่างเปอร์เซ็นต์ความถี่การปรากฏของแมลงในมูลค้างคาวกับเปอร์เซ็นต์ความถี่การปรากฏของแมลงจากกับดักแสงไฟ พบว่าคู่ลำดับดังกล่าวมักไม่ปรากฏบนเส้นสมดุล กล่าวคือโดยภาพรวมค้างคาวปากย่นไม่ได้กินแมลงตามสัดส่วนที่มีในธรรมชาติ เมื่อพิจารณารายละเอียดสามารถแบ่งแมลงได้เป็น 4 กลุ่ม ดังนี้

4.2.1 แมลงที่ค้างคาวเลือกกินมากกว่าสัดส่วนที่พบในธรรมชาติ โดยคู่ลำดับส่วนใหญ่อยู่เหนือเส้นสมดุล (ภาพที่ 11) ได้แก่แมลงในอันดับ Lepidoptera Odonata Hymenoptera และ Orthoptera

4.2.2 แมลงที่ค้างคาวกินน้อยกว่าสัดส่วนที่พบในธรรมชาติ โดยคู่ลำดับส่วนใหญ่อยู่ใต้เส้นสมดุล (ภาพที่ 12) ได้แก่แมลงในอันดับ Coleoptera และ Diptera

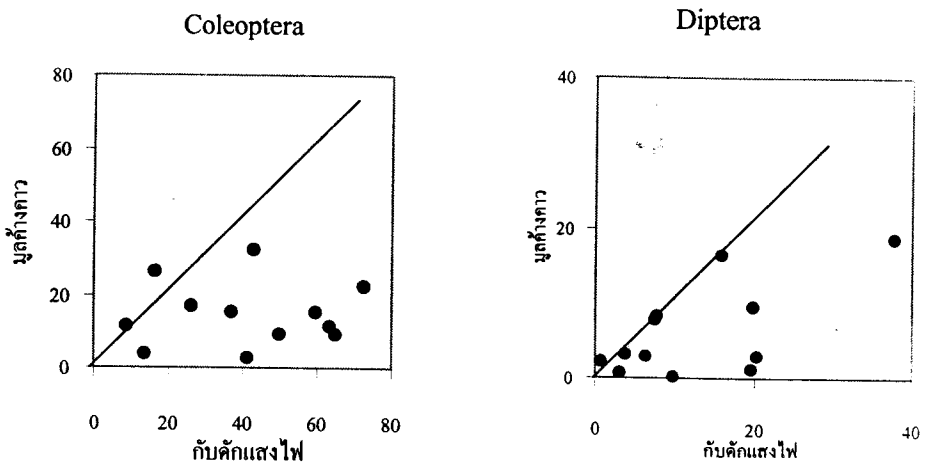
4.2.3 แมลงที่ค้างคาวกินโดยไม่มีรูปแบบที่แน่นอน โดยพบคู่ลำดับทั้งเหนือและใต้เส้นสมดุล (ภาพที่ 13) ได้แก่แมลงในอันดับ Homoptera และHemiptera

4.2.4 แมลงในอันดับที่มีจำนวนคู่ลำดับน้อย เนื่องจากข้อมูลการปรากฏน้อยมาก (ภาพที่ 14) ได้แก่แมลงในอันดับ Psocoptera Ephemeroptera และ Trichoptera

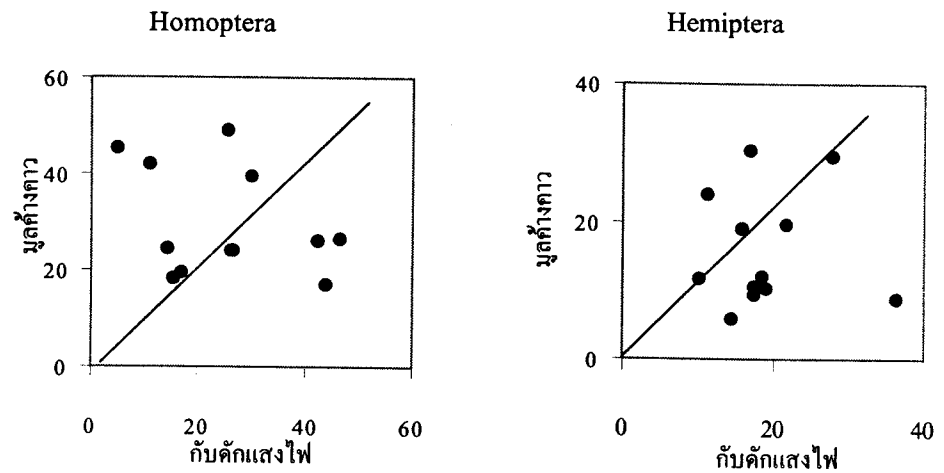


ภาพที่ 11 แมลงในกลุ่มที่ค้างคาวเลือกกินมากกว่าสัดส่วนที่สำรวจพบในธรรมชาติ โดยคู่ลำดับส่วนใหญ่อยู่เหนือเส้นสมดุล

หมายเหตุ จุดแทนคู่ลำดับระหว่างสัดส่วนของแมลงในมูลค้างคาวปากย่น และสัดส่วนของแมลงในกับดักแสงไฟที่ทำการศึกษาในพื้นที่ จ.ราชบุรี ในปี พ.ศ. 2545

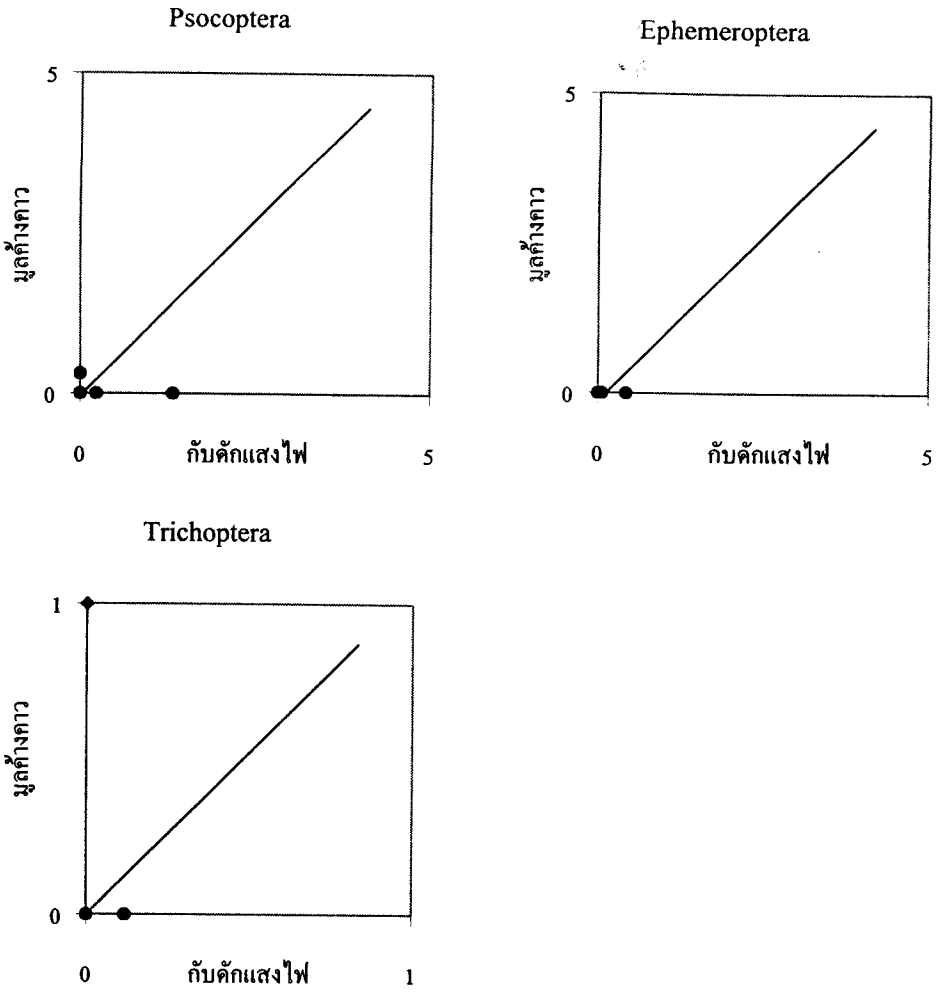


ภาพที่ 12 แมลงในกลุ่มที่ค้างคาวกินน้อยกว่าสัดส่วนที่สำรวจพบในธรรมชาติ โดยคู่ลำดับส่วนใหญ่อยู่ใต้เส้นสมดุล



ภาพที่ 13 แมลงที่ค้างคาวกินโดยไม่มีรูปแบบที่แน่นอน โดยพบคู่ลำดับอยู่เหนือและใต้เส้นสมดุล

หมายเหตุ จุดแทนคู่ลำดับระหว่างสัดส่วนของแมลงในมูลค้างคาวปากย่น และสัดส่วนของแมลงในกับดักแสงไฟที่ทำการศึกษาในพื้นที่ จ.ราชบุรี ในปี พ.ศ. 2545



<u>ภาพที่ 14</u> แมลงในกลุ่มที่ไม่สามารถสรุปผลได้ชัดเจน เนื่องจากมีจำนวนคู่ลำดับน้อย

<u>หมายเหตุ</u> จุดแทนคู่ลำดับระหว่างสัดส่วนของแมลงในมูลค้างคาวปากย่น และสัดส่วนของแมลงในกับดักแสงไฟที่ทำการศึกษาในพื้นที่ จ.ราชบุรี ในปี พ.ศ. 2545

วิจารณ์

1. อาหารของค้างคาวปากย่น

จากการวิเคราะห์มูล 1,925 กอง จากค้างคาว 385 ตัว พบแมลงทั้งสิ้น 9 อันดับ โดยอันดับที่พบเพิ่มเติมจากที่มีรายงานไว้ในประเทศไทย ได้แก่ อันดับ Hemiptera Diptera Orthoptera และ Psocoptera ในประเทศไทยมีการรายงานการศึกษาแมลงที่เป็นอาหารของค้างคาวปากย่นไว้ 2 ครั้ง คือ วันชัย (2518) ศึกษากระเพาะอาหารของค้างคาวปากย่นจำนวน 11 ตัว ที่สำรวจพบใน จ.ลพบุรี พบชิ้นส่วนของแมลงในอันดับ Lepidoptera และ Coleoptera และจากการศึกษาของ Nabhitabhata (1986) โดยศึกษากระเพาะอาหารค้างคาวปากย่นจำนวน 1 ตัว พบชิ้นส่วนของแมลงในอันดับ Homoptera (Cicadellidae), Odonata (Zygoptera), Hymenoptera (Formicidae)

สำหรับสัดส่วนของแมลงที่เป็นอาหารของค้างคาวปากย่นที่วัดเขาช่องพราน จ.ราชบุรี พบว่าสัดส่วนของแมลงอันดับ Homoptera มีค่าเปอร์เซ็นต์ความถี่การปรากฏสูงที่สุด (ภาพที่ 6) ซึ่งแตกต่างจากค้างคาวชนิดอื่นในสกุลเดียวกัน เช่น ค้างคาว *Tadarida brasiliensis* ในประเทศสหรัฐอเมริกา และ *T. teniotis* ในประเทศฝรั่งเศส กินแมลงในอันดับ Lepidoptera มากที่สุด (Whitaker *et al.*, 1996; Rydell and Arlettaz, 1994 ตามลำดับ) ค้างคาว *T. condylura* และ *T. pumila* กินแมลงในอันดับ Coleoptera มากที่สุด (Fenton *et al.*, 1998) ค้างคาว *T. brasiliensis antillularum* ในประเทศเปอโตริโก กินแมลงในอันดับ Diptera และ Hymenoptera มากที่สุด (Whitaker and Rodriguez-Duran, 1999) การที่ค้างคาวชนิดต่าง ๆ ในสกุลค้างคาวปากย่น (*Tadarida*) กินแมลงที่แตกต่างกัน อาจเนื่องจากค้างคาวแต่ละชนิดปรากฏในพื้นที่แตกต่างกัน การปรากฏของแมลงที่ค้างคาวสามารถใช้เป็นอาหารจึงแตกต่างกันไปด้วย

การพบไร (Acari, Arachnida) ในมูลค้างคาวคาดว่าไม่ใช่การกินเพื่อเป็นอาหาร เนื่องจากค้างคาวปากย่นกินแมลงที่กำลังบิน (flying insect) (Norberg and Rayner, 1987; Kalko and Schnitzler, 1998) ในขณะที่ไรไม่สามารถบินได้เนื่องจากไม่มีปีก การปรากฏในมูลค้างคาวจึงสันนิษฐานว่า อาจเป็นปรสิตของแมลงที่ค้างคาวกินเป็นอาหาร หรือเป็นปรสิตของค้างคาวเอง (Borror *et al.*, 1989) ซึ่งค้างคาวอาจกลืนลงไปเนื่องจากการไซ้ขน

การศึกษาครั้งนี้เก็บมูลค้างคาวในขณะที่ค้างคาวกลับจากหากินในเวลาเช้ามืด ดังนั้นแมลงส่วนใหญ่ที่พบในมูลจึงอาจเป็นเพียงอาหารที่ค้างคาวกินในมื้อเช้า (morning bout) เนื่องจากค้างคาวมีลำไส้สั้น อาหารจึงผ่านลำไส้ของค้างคาวอย่างรวดเร็ว (Buchler, 1975; Lunkens *et al.*, 1971) และขับถ่ายเกือบตลอดเวลาขณะหากิน จากการศึกษาของ Whitaker *et al.* (1996) ในค้างคาว *Tadarida brasiliensis mexicana* พบว่าอาหารมื้อเย็น (evening bouts) และมื้อเช้า (morning bouts)ของค้างคาวเพศเมียขณะให้นมลูกมีสัดส่วนที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

2. ความผันแปรของอาหารภายในชนิดพันธุ์

2.1 เพศ

การที่พบว่าค้างคาวเพศผู้และเพศเมียกินแมลงในสัดส่วนที่แตกต่างกัน โดยค้างคาวเพศผู้กินแมลงปอเข็ม (Coenagrionidae, Odonata) ในสัดส่วนที่มากกว่าค้างคาวเพศเมียอย่างมีนัยสำคัญทางสถิตินั้น อาจเนื่องจากความแตกต่างด้านร่างกายของค้างคาว เช่น ค้างคาวเพศผู้มีน้ำหนักตัวน้อยกว่า และมีความยาวปีกมากกว่าเพศเมีย ซึ่งส่งผลให้ค่าสัดส่วนน้ำหนักตัวต่อพื้นที่ปีก (wing loading) ต่ำ และค่าสัดส่วนปีก (aspect ratio) สูงกว่าเพศเมีย (ตารางผนวกที่ 5 และภาพผนวกที่ 6) น้ำหนักตัวที่ต่ำทำให้ค้างคาวเพศผู้สามารถบินโฉบในที่ต่ำได้ดีกว่าเพศเมีย เนื่องจากค้างคาวที่ตัวเล็กกว่ามีความคล่องแคล่ว ว่องไวและสามารถบินช้าได้ดีกว่า จึงทำให้สามารถโฉบกิน (gleanning) ได้ดีกว่าด้วย (Norberg and Rayner, 1987) ดูรายละเอียดรูปแบบการหากินของแมลงปอ ในหัวข้อประโยชน์ของค้างคาวปากย่น

2.2 ภาวะเจริญพันธุ์

การที่ค้างคาวปากย่นเพศเมียท้องมีความหลากหลายของอันดับแมลงในมูลต่ำกว่าค้างคาวเพศเมียนอกภาวะเจริญพันธุ์ และค้างคาวเพศเมียให้นมลูก ตามลำดับนั้น สันนิษฐานว่าความหลากหลายของแมลงในมูลค้างคาว อาจเกี่ยวข้องกับระยะเวลาที่ค้างคาวใช้ในการหากิน โดย Rydell (1993) เชื่อว่าความผันแปรของอาหารในค้างคาวเพศเมีย เกี่ยวข้องกับน้ำหนักตัวของเพศเมียที่ต่างกันเมื่อมีภาวะเจริญพันธุ์ต่างกัน โดยเมื่อค้างคาวมีน้ำหนักตัวมากอาจเป็นข้อจำกัดการหากินของค้างคาว เนื่องจากได้มีการศึกษาในค้างคาวท้องน้ำตาล *Eptesicus nilssonii* ขณะท้องแก่ใช้เวลาในการหากินน้อยลง ในขณะที่ค้างคาวเพศเมียให้นมลูกใช้เวลาในการหากินนานกว่าค้างคาวเพศเมีย

ท้องซึ่งปัจจัยดังกล่าวอาจส่งผลต่อความหลากหลายของแมลงในมูลค้างคาว เช่นเดียวกับค้างคาวมงกุฎ *Rhinolophus ferrumequinum* ในขณะที่ท้องแก่มีความหลากหลายของแมลงในมูลต่ำกว่าค้างคาวเพศเมียนอกภาวะเจริญพันธุ์และค้างคาวเพศผู้ โดย Jone (1990) เชื่อว่าการที่ค้างคาวเพศเมียมีน้ำหนักตัวเพิ่มขึ้นเมื่อท้องอาจส่งผลให้ค้างคาวมีความคล่องตัวน้อยลง และบินช้าลง จึงกินแมลงที่หลากหลายได้น้อยลง ในขณะที่ค้างคาวเพศเมียให้นมลูกมีน้ำหนักตัวน้อยกว่า และยังมีความต้องการธาตุอาหารและพลังงาน(energetic demand) ที่เพิ่มสูงขึ้น เนื่องจากจำเป็นต้องให้นมลูก จึงต้องการอาหารที่หลากหลายมากกว่า

3. <u>ความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนแมลงในมูลค้างคาวและแมลงในธรรมชาติ</u>

การศึกษาครั้งนี้นับรวมเฉพาะกองมูลที่มีเกล็ดผีเสื้อในปริมาณที่มากเพียงพอเท่านั้น (ประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตรกองมูล) เพื่อลดความผิดพลาดที่อาจเกิดจากเกล็ดที่ค้างในทางเดินอาหารของค้างคาวในมื้ออาหารที่ผ่านมา แต่อย่างไรก็ตามการพบแมลงในอันดับ Lepidoptera (ผีเสื้อ) ในมูลค้างคาวอาจเกิดจากการปรากฏมากเกินความเป็นจริงของเกล็ดผีเสื้อ ซึ่งทำให้เกิดการประมาณเกินจริง เนื่องจากเกล็ดของผีเสื้อมีจำนวนมากและค้างอยู่ในลำไส้ของค้างคาวได้นานกว่าชิ้นส่วนของแมลงอันดับอื่น ๆ (McAney *et al.*, 1991; Robinson and Stebbing, 1993)

แมลงในอันดับ Ephemeroptera และ Trichoptera ไม่พบในมูลค้างคาว แต่สามารถพบได้ในกับดักแสงไฟนั้น อาจมีสาเหตุเนื่องจากแมลงในอันดับดังกล่าวมีสัดส่วนน้อยเมื่อเทียบกับแมลงอันดับอื่นในธรรมชาติ(0.04 และ0.01 % ตามลำดับ) อีกทั้งยังพบในบางช่วงเวลาของปีด้วย โดยจากการศึกษาครั้งนี้พบแมลงในอันดับ Ephemeroptera เฉพาะในเดือนกันยายนและตุลาคม ส่วนแมลงในอันดับ Trichoptera พบเฉพาะในเดือนธันวาคมเท่านั้น และสาเหตุอีกประการหนึ่งอาจเนื่องจากลักษณะโครงสร้างที่อ่อนบางตามการแบ่งของ Freeman (1981) ทำให้ง่ายต่อการถูกย่อยโดยน้ำย่อยของค้างคาว ทำให้มีโอกาสน้อยที่จะพบในมูลค้างคาว

Whitaker (1994) กล่าวถึงการกินอาหารของค้างคาวไว้ว่า หากค้างคาวทุกชนิดกินอาหารตามสัดส่วนที่มีในธรรมชาติ ค้างคาวที่ปรากฏในพื้นที่เดียวกันย่อมต้องกินอาหารที่เหมือน ๆ กันในสัดส่วนเดียวกันด้วย แต่ในความเป็นจริงค้างคาวที่อยู่ในพื้นที่เดียวกันไม่ได้กินอาหารเหมือนกัน ดังนั้นเขาจึงสรุปว่า การเลือกกินของค้างคาวมี 2 ระดับ คือ ระดับแรกเป็นการเลือกพื้นที่ที่จะใช้เป็นพื้นที่หากิน (feeding area selection) การเลือกในระดับที่สองจะเกิดขึ้นเมื่อค้างคาวไปถึงพื้นที่หากิน

แล้ว โดยค้างคาวจะเลือกกินจากสิ่งที่ปรากฏในพื้นที่หากินนั้น ๆ (food selection) การศึกษานิสัยการกินอาหารของค้างคาวจึงเป็นการศึกษาการเลือกในระดับที่สอง ซึ่งผลการศึกษาในอาหารสามารถใช้ทำนายจากการเลือกกินว่าค้างคาวเลือกใช้พื้นที่ประเภทใดเป็นพื้นที่หากิน

การศึกษานิสัยการกินอาหารของค้างคาว โดยการเปรียบเทียบสัดส่วนของอาหารที่ค้างคาวกินกับสัดส่วนของอาหารที่มีในธรรมชาติ เพื่อตอบคำถามที่ว่าค้างคาวชนิดนั้น ๆ กินอาหารโดย "กินตามโอกาส" (opportunistic feeding) ที่มีการปรากฏของเหยื่อมากน้อยตามธรรมชาติ หรือ "เลือกกิน" (selective feeding) โดยไม่สัมพันธ์กับสัดส่วนของเหยื่อในธรรมชาติ การที่จะตอบคำถามดังกล่าวได้ถูกต้องใกล้เคียงความเป็นจริงเพียงไรนั้น สิ่งที่ต้องคำนึงถึงเป็นอย่างยิ่งก็คือ ข้อมูลเรื่องแมลงในธรรมชาติ(availability) ที่ค้างคาวสามารถใช้เป็นอาหารได้นั้น มีความถูกต้องใกล้เคียงกับแมลงที่ค้างคาวสามารถใช้เป็นอาหารได้อย่างแท้จริงในธรรมชาติมากน้อยเพียงใด ดังนั้นวิธีการที่ใช้เพื่อศึกษา การใช้เป็นอาหารได้ของค้างคาว จึงมีผลอย่างยิ่งต่อการพิจารณาว่าค้างคาวเลือกกินหรือไม่

จากการศึกษาครั้งนี้พบว่า การสำรวจแมลงในธรรมชาติโดยกับดักแสงไฟสามารถใช้เป็นตัวของแมลงส่วนใหญ่ที่มีในธรรมชาติได้ แต่อาจมีข้อยกเว้นสำหรับแมลงบางกลุ่ม เช่น แมลงปอ (Odonata) ไม่สามารถพบได้จากกับดักแสงไฟ อาจเนื่องจากแมลงปอมักหากินในเวลากลางวัน แต่การสำรวจแมลงในธรรมชาติโดยกับดักแสงไฟ ในครั้งนี้กระทำในเวลาประมาณ 18.00-06.00 น ซึ่งช่วงเวลาดังกล่าวอาจไม่ใช่เวลาหากินของแมลงปอ อีกทั้งแมลงปอไม่มีพฤติกรรมในการเข้าหาแสงไฟ แม้จะพบเห็นแมลงปอในบริเวณและเวลาที่เริ่มทำการสำรวจก็ตาม ดังนั้นจึงไม่อาจกล่าวสรุปจากข้อมูลครั้งนี้ว่าค้างคาวปากย่น "เลือกกิน" หรือ "กินตามโอกาส" ที่มีแมลงปอตามธรรมชาติ อย่างไรก็ตาม Kunz (1988) ได้ระบุไว้อย่างชัดเจนว่าไม่มีวิธีการใดที่จะทำให้ได้ความสามารถของค้างคาวในการเข้าถึงแมลงได้อย่างสมบูรณ์

4. <u>การศึกษาอาหารโดยวิธีวิเคราะห์มูล</u>

การศึกษาอาหารของค้างคาวกินแมลงโดยวิธีการวิเคราะห์มูลเป็นวิธีการที่นักวิจัยใช้กันอย่างกว้างขวาง (Fenton and Thomas, 1980; Kunz and Whitaker, 1983; Swift *et al.*, 1985; Robinson and Stebbing, 1993; Sullivan *et al.*, 1993; Rydell and Arlettaz, 1994; Whitaker, 1994; Water *et al.*, 1995; Arlettaz, 1996; Whitaker *et al.*, 1996; Fenton *et al.*, 1998; Whitaker *et al.*,

1999) แต่ก็เป็นวิธีที่มีข้อจำกัดและอาจเกิดความคลาดเคลื่อน (Rabinowitz and Tuttle, 1982; Kunz and Whitaker, 1983; Dickman and Huang, 1988) โดยมีบางชิ้นส่วนที่ไม่ถูกกิน อีกทั้งระดับความแข็งอ่อนของชิ้นส่วนแมลง การเคี้ยว และน้ำย่อยของค้างคาวมีผลต่อมูลที่ค้างคาวขับถ่ายออกมา (Brack and LaVal, 1985) โดยชิ้นส่วนแข็งของแมลงสามารถคงอยู่ในมูลได้นานกว่าชิ้นส่วนที่อ่อนบาง (Rabinowitz and Tuttle, 1982) จากการศึกษาของ Robinson and Stebbing (1993) พบว่าค้างคาวท้องน้ำตาลใหญ่ (*Eptesicus serotinus*) ที่กินผีเสื้อกลางคืน *Noctua pronuba* จำนวน 2 ตัว มีเกล็ด (scale) ของผีเสื้อปรากฏในมูลค้างคาว 59 กอง ในระยะเวลาอย่างน้อย 23 ชั่วโมง ในขณะที่ชิ้นส่วนจากด้วง *Geotrupes stercoracius* จำนวน 3 ตัวปรากฏในมูลค้างคาว 28 กอง ในระยะเวลาอย่างน้อย 32 ชั่วโมง ซึ่งอาจปะปนกับอาหารมื้อต่อไปด้วย อย่างไรก็ตามจากการศึกษาครั้งนี้แมลงในอันดับ Homoptera ซึ่งตามการแบ่งของ Freeman (1981) เป็นแมลงที่มีลักษณะความอ่อนอยู่ในระดับที่ 4 (โดยระดับที่ 5 เป็นระดับที่อ่อนที่สุด) เป็นชิ้นส่วนแมลงที่พบมากที่สุด และยังสามารถพบแมลงในอันดับ Diptera ซึ่งเป็นชิ้นส่วนที่อ่อนที่สุด ในมูลค้างคาวด้วย

การที่ไม่สามารถจำแนกชิ้นส่วนแมลงในมูลค้างคาวได้ถึงระดับวงศ์ทุกครั้ง เนื่องจากระดับของการจำแนกขึ้นกับโอกาสของการพบชิ้นส่วนซึ่งสามารถใช้ในการจำแนกได้ในมูลค้างคาว เนื่องจากค้างคาวไม่ได้กินแมลงทุกชนิดทั้งตัว แต่เลือกเฉพาะบางชิ้นส่วนก่อนกิน (Easterla and Whitaker, 1972) จากการศึกษาของ Kunz *et al.* (1995) พบว่าค้างคาว *Tadarida brasiliensis* มักจะทิ้งส่วนปีก และหัวของผีเสื้อ และด้วง ซึ่งการเลือกกินเฉพาะบางส่วนดังกล่าวนับเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อค้างคาวเนื่องจากไม่ต้องพาน้ำหนักจำนวนมากขณะบินหากิน

5. <u>ประโยชน์ของค้างคาวปากย่น</u>

การศึกษาอาหารของค้างคาวปากย่นในครั้งนี้ ทำให้เราสามารถคาดการณ์ได้ว่าพื้นที่นาเป็นพื้นที่หากินของค้างคาวปากย่น เนื่องจากพบว่าแมลงที่ค้างคาวใช้เป็นอาหารในสัดส่วนสูงตลอดปี คือแมลงในอันดับ Homoptera (เพลี้ย) เมื่อพิจารณารายละเอียดพบว่าส่วนใหญ่ ($\geq$ 65.2 %) ของเพลี้ยกระโดด (Delphacidae) เป็นเพลี้ยกระโดดหลังขาว (*Sogatella* sp.) ซึ่งมีความสัมพันธ์กับแมลงในกับดักแสงไฟ ที่พบว่าเกือบทั้งหมด (98.8 %) ของแมลงในกลุ่มเพลี้ยเป็นเพลี้ยกระโดดหลังขาว แม้ว่าแมลงในแต่ละชนิดจะสามารถพบได้ในถิ่นอาศัยหลายรูปแบบ (Borror *et al.*, 1976) แต่สำหรับแมลงในกลุ่มเพลี้ยกระโดดแล้ว ข้าวเป็นแหล่งอาหารหลักที่เพลี้ยกระโดดใช้ในการดำรงชีวิต อีกทั้งจากการศึกษาครั้งนี้สอดคล้องกับการศึกษาของ Vangsilabutr (2001) ที่พบว่าพื้นที่

นาข้าวใน จ.ราชบุรี เป็นพื้นที่ที่พบเพลี้ยกระโดดหลังขาวในสัดส่วนที่สูงมาก ซึ่งแตกต่างจากพื้นที่นาข้าวในจังหวัดใกล้เคียงซึ่งพบเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล (*Nilaparvata lugens*)ในสัดส่วนที่สูงมาก และ ข้อมูลในปี พ.ศ. 2545 จากสถานีทดลองข้าว จ.ราชบุรี (ซึ่งเป็นปีเดียวกับปีที่ทำการศึกษาในครั้งนี้) พื้นที่ดังกล่าวก็ยังคงเป็นพื้นที่ที่มีเพลี้ยกระโดดหลังขาวในสัดส่วนที่สูงมาก (ปรีชา วังศิลาบัตร, ติดต่อส่วนตัว) ดังนั้นจึงเป็นข้อมูลยืนยันว่าค้างคาวปากย่นหากินในพื้นที่นาข้าวใน จ.ราชบุรี

โดยปกติค้างคาวในวงศ์ค้างคาวหางโผล่ (Molossidae) บินเร็ว หากินในที่สูง และเปิดโล่ง (Norberg and Rayner, 1987) จากการศึกษาครั้งนี้พบส่วนปีกที่สมบูรณ์ของเพลี้ยกระโดดรูปแบบปีกยาว (macropterous) ในมูลค้างคาว จึงสามารถใช้เป็นเหตุผลสนับสนุนลักษณะการหากินได้ เนื่องจากเพลี้ยกระโดดที่มีรูปแบบปีกยาวเท่านั้นที่สามารถบินเพื่อการอพยพได้ (Riley and Reynolds, 1987) เมื่อกระแสลมมีความเร็วที่เหมาะสม แต่การพบชิ้นส่วนปีกที่สมบูรณ์ของแมลงปอเข็ม (Coenagrionidae, Odonata) ในมูลค้างคาวนั้น อาจเป็นข้อสังเกตประการหนึ่งว่า ค้างคาวปากย่นอาจหากินในระดับต่ำด้วย เนื่องจากโดยธรรมชาติแมลงปอเข็มมักดักกินแมลงบริเวณกลางกอข้าว ดังนั้นจึงอาจกล่าวได้ว่ามีบางช่วงเวลาที่ค้างคาวปากย่นบินลงมาหากินในระดับเดียวกับกอข้าว หรืออีกกรณีหนึ่งคือ แมลงปอเข็มอาจถูกปัจจัยรบกวนบางประการ เช่น ลม ทำให้บินขึ้นสูงจากกอข้าวจึงเป็นอาหารของค้างคาว อย่างไรก็ตามแม้จะยังไม่มีข้อมูลยืนยันระดับความสูงต่ำที่ค้างคาวปากย่นที่วัดเขาช่องพราน บินหากิน แต่ลักษณะปีกที่มีลักษณะแคบ เรียว ยาว และคลื่นความถี่ต่ำเป็นปัจจัยสำคัญที่จำกัดให้ค้างคาวปากย่นหากินในพื้นที่เปิดโล่งได้ดีกว่าในที่รกทึบ

สำหรับพื้นที่ใน จ.ราชบุรี มีการปลูกข้าวเหลื่อมเวลากันโดยปลูกต่อเนื่องทุกเดือนในฤดูปลูกเดียวกัน เนื่องจากเป็นพื้นที่นาในเขตชลประทาน จึงมีน้ำตลอดปี และยังมีพื้นที่นานอกเขตชลประทาน แต่ได้รับน้ำจากการชลประทานซึ่งการปล่อยน้ำมีช่วงเวลาที่แน่นอนในแต่ละปี จากลักษณะดังกล่าวนาข้าวใน จ.ราชบุรี จึงเป็นพื้นที่สำคัญที่มีศักยภาพในการรองรับการหากินของค้างคาวปากย่นได้เป็นอย่างดี

ค้างคาวปากย่นที่วัดเขาช่องพราน จ.ราชบุรี มีความสำคัญต่อการควบคุมแมลงหลายชนิดในระบบนิเวศ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเพลี้ยกระโดดหลังขาว (*Sogatella sp.*, Delphacidae, Homoptera) ซึ่งค้างคาวปากย่นกินในสัดส่วนที่มากที่สุด จัดเป็นแมลงศัตรูข้าวที่สำคัญมากสำหรับพื้นที่นาข้าวในเขต จ.ราชบุรี หากพิจารณารายละเอียด (ตารางผนวกที่ 1) แม้จะพบว่า แมลงบางกลุ่มที่พบในมูล

ค้างคาวจะเป็นตัวห้ำของแมลงศัตรูพืชในนาข้าว เช่น แตนในวงศ์ Braconidae (Hymenoptera) แมลงปอเข็ม (Coenagrionidae, Odonata) ก็นับว่าเป็นสัดส่วนที่น้อยมาก เมื่อเทียบกับแมลงอีกหลายชนิดที่เป็นศัตรูพืช เช่น ด้วงงวง (Curculionidae) ที่กัดกินใบและลำต้น ด้วงในวงศ์ Scarabaeidae หลายชนิดก่อความเสียหายต่อธัญญพืช มวนดอกรัก (Lygaeidae) ดูดกินน้ำเลี้ยงจากพืชหลายชนิด เช่น ข้าว ถั่วลิสง มวนปีกแก้ว (Tingidae) ดูดน้ำเลี้ยงจากพืช เช่น กล้วย มะเขือ ยอ ข่า (คณะเกษตร, 2538) แมลงกลุ่มอื่น ๆ เช่น ยุง (Culicidae, Diptera) มด (Formicidae, Hymenoptera)

จากการประมาณของ Hillman (1998) พบว่าค้างคาวปากย่นที่วัดเขาช่องพราน จ.ราชบุรี กินแมลงไม่ต่ำกว่า 17,500 กิโลกรัมต่อคืน นับเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการควบคุมปริมาณแมลงในระบบนิเวศ นับได้ว่าค้างคาวปากย่นเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของห่วงโซ่อาหารที่ซับซ้อนเกินกว่าจะใช้เทคโนโลยีใดมาทดแทนได้ สำหรับประเทศไทยซึ่งเป็นประเทศเกษตรกรรมที่ผลิตข้าวสารเพื่อการส่งออกเป็นอันดับหนึ่ง ในแต่ละปีคิดเป็นมูลค่าไม่ต่ำกว่า 65 ล้านบาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2545) หากไม่มีค้างคาวปากย่นเหล่านี้และค้างคาวกินแมลงอื่น ๆ ทำหน้าที่ควบคุมแมลงศัตรูพืชเกษตรดังกล่าว เราอาจต้องใช้สารเคมีจำนวนมากในการควบคุมแมลงปริมาณมหาศาลเหล่านั้นเพื่อไม่ให้ส่งผลต่อพรรณพืชต่าง ๆ ซึ่งสารเคมีอาจส่งผลเสียโดยตรงต่อผู้ใช้และผู้อาศัยในพื้นที่ดังกล่าว และอาจตกค้างในผลผลิตและในระบบนิเวศ

สรุป

ค้างคาวปากย่นที่วัดเขาช่องพราน จ.ราชบุรี กินแมลงอย่างน้อย 9 อันดับ ได้แก่อันดับ Homoptera (28.4 %) Lepidoptera (20.8 %) Hemiptera (16.4 %) Coleoptera (14.4 %) Diptera (7.0 %) Hymenoptera (6.6 %) Odonata (6.0 %) Orthoptera (0.5 %) และPsocoptera (น้อยกว่า 0.1%) แมลงในอันดับ Homoptera ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์ความถี่การปรากฏสูงที่สุดในมูลค้างคาว ส่วนใหญ่อยู่ในวงศ์ Delphacidae และอย่างน้อย 65.2 % เป็นเพลี้ยกระโดดหลังขาว (*Sogatella sp.*) แมลงอันดับต่าง ๆ ที่พบในมูลค้างคาวมีสัดส่วนผันแปรตลอดปี

จำนวนอันดับแมลงในมูลค้างคาวปากย่นเพศผู้และเพศเมียมีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จำนวนอันดับแมลงในมูลค้างคาวเพศเมียท้อง ค้างคาวเพศเมียให้นมลูกและค้างคาวเพศเมียนอกภาวะเจริญพันธุ์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ดัชนีความหลากหลายของแมลงในมูลค้างคาวเพศเมียให้นมลูกมีค่ามากกว่า ค้างคาวเพศเมียนอกภาวะเจริญพันธุ์ และเพศเมียท้องตามลำดับ จำนวนอันดับแมลงในมูลค้างคาวแต่ละเดือนมีค่าผันแปรตลอดทั้งปี โดยเดือนพฤษภาคมมูลค้างคาวมีค่าดัชนีความหลากหลายของแมลงในมูลสูงที่สุด และเดือนกุมภาพันธ์มีค่าต่ำที่สุด จำนวนอันดับแมลงในมูลค้างคาวในฤดูแล้งและฤดูฝนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ค่าดัชนีความหลากหลายของแมลงในมูลค้างคาวในฤดูฝนมีค่ามากกว่าในฤดูแล้ง

ปัจจัยที่มีผลต่อนิสัยการกินอาหารที่แตกต่างกันคือ เพศของค้างคาว โดยค้างคาวเพศผู้กินแมลงปอในสัดส่วนที่มากกว่าค้างคาวเพศเมียอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ภาวะการเจริญพันธุ์และฤดูกาลที่ต่างกันไม่ส่งผลต่อนิสัยการกินอาหารภายในชนิดพันธุ์ของค้างคาวปากย่น

โดยภาพรวมค้างคาวปากย่นไม่ได้กินแมลงตามสัดส่วนที่สำรวจพบในธรรมชาติ แต่เลือกกินแมลงในอันดับ Lepidoptera Odonata Hymenoptera และ Orthoptera มากกว่าสัดส่วนที่พบในธรรมชาติ และกินแมลงในอันดับ Coleoptera และ Diptera น้อยกว่าสัดส่วนที่พบในธรรมชาติ

ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาในครั้งนี้ทำให้ทราบว่าค้างคาวปากย่นที่วัดเขาช่องพราน จ.ราชบุรี มีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งในการควบคุมปริมาณแมลงที่เป็นศัตรูพืชหลายชนิด โดยเฉพาะอย่างยิ่งเพลี้ยกระโดดหลังขาว (*Sogatella* sp.) ซึ่งเป็นแมลงศัตรูข้าวที่สำคัญ

ข้อเสนอแนะ

1. การศึกษาอาหารของค้างคาวโดยวิธีวิเคราะห์มูลเป็นวิธีที่ได้รับการยอมรับในปัจจุบัน เนื่องจากไม่จำเป็นต้องฆ่าค้างคาว แต่การจำแนกชิ้นส่วนของแมลงในมูลค้างคาวนักวิจัยจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องใช้ความรอบคอบและระมัดระวัง รวมถึงกล้อง Stereo microscope ที่ใช้ต้องให้ความชัดเจนและมีกำลังขยายที่มากเพียงพอ เนื่องจากชิ้นส่วนแมลงในบางอันดับมีขนาดเล็ก และบอบบางมาก ซึ่งอาจส่งผลให้ข้อมูลที่ต้องการศึกษาเปรียบเทียบเกิดความผิดพลาดได้

2. การศึกษาครั้งนี้เก็บมูลค้างคาวในขณะที่ค้างคาวกลับจากหากินในเวลาเช้ามืด แมลงส่วนใหญ่ที่พบในมูลจึงอาจเป็นเพียงอาหารที่ค้างคาวกินในมื้อเช้า (morning bout) ดังนั้นการศึกษาอาหารของค้างคาวที่กลับมาถ้ำในช่วงกลางดึก จะทำให้ทราบอาหารที่ค้างคาวกินในมื้อเย็น (evening bout) ด้วย เนื่องจากพื้นที่ที่ค้างคาวหากินเวลาเย็นและเวลาเช้าอาจแตกต่างกัน ซึ่งอาจมีผลต่อชนิดและความมากมายของแมลงในพื้นที่ด้วย

3. การสำรวจแมลงในธรรมชาติเพื่อใช้เป็นตัวแทนของแมลงที่เป็นอาหารของค้างคาว ในครั้งต่อไปอาจสำรวจแมลงเฉพาะช่วงเวลาหลังเที่ยงคืนถึงเช้า ซึ่งคาดว่าเป็นอาหารมื้อเช้า เนื่องจากช่วงเวลาที่แตกต่างกันอาจมีผลต่อการปรากฏของแมลงที่เป็นอาหาร เพื่อให้ได้ตัวแทนของแมลงที่เป็นอาหารมื้อเช้าของค้างคาวที่สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

4. ควรมีการศึกษานิสัยการกินอาหารของพื้นที่หากินของค้างคาวปากย่นในพื้นที่อื่น ๆ ในประเทศไทยที่มีความแตกต่างของระบบนิเวศรอบ ๆ ถ้ำ ซึ่งคาดว่าเป็นพื้นที่หากินของค้างคาวปากย่น เพื่อตรวจสอบความเฉพาะเจาะจงในการกินอาหารของค้างคาวปากย่น เช่น พื้นที่เขตห้ามล่าสัตว์ป่าถ้ำผาท่าพล จ.พิษณุโลก เขตห้ามล่าสัตว์ป่าถ้ำเจ้าราม จ.สุโขทัย เนื่องจากพื้นที่ปลูกข้าวในจังหวัดดังกล่าวมีรายงานว่ามีการระบาดของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล (*Nilaparvalta lugens*) รุนแรง เพื่อจะทราบบทบาทของค้างคาวปากย่นในพื้นที่ดังกล่าว ในการควบคุมสมดุลของแมลงศัตรูพืชเศรษฐกิจต่อไป

5. ควรมีมาตรการในการควบคุมการประกอบกิจกรรมที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพที่อยู่อาศัยของค้างคาว เช่น การระเบิดถ้ำ กิจกรรมที่ก่อให้เกิดความร้อน กลิ่น ควัน ในถ้ำ รวมถึงการ

รักษาสัดส่วนของพื้นที่ที่เป็นพื้นที่หากินของค้างคาวปากย่น เพื่ออนุรักษ์ประชากรค้างคาวให้คงอยู่ต่อไป

6. ควรมีการติดตามประชากรค้างคาวปากย่นเป็นระยะ เช่นในรอบ 5-10 ปี เพื่อให้ทราบแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงประชากร ในเบื้องต้นสามารถติดตามจากสถิติมูลค้างคาวที่เก็บออกจากถ้ำแต่ละเดือนในแต่ละปี อย่างไรก็ตามจำเป็นต้องตรวจสอบความถูกต้อง ด้วยการสังเกตโดยตรงจากการบันทึกภาพด้วยวีดีโอ หรือภาพถ่าย เพื่อทราบการเปลี่ยนแปลงประชากร และสามารถคงคุณค่าของค้างคาวปากย่นที่มีต่อระบบนิเวศให้ยั่งยืนต่อไป

7. ควรมีการประชาสัมพันธ์ให้คนในท้องถิ่นและประชาชนทั่วไป เข้าใจถึงบทบาทของค้างคาวที่มีต่อระบบนิเวศ และชีวิตประจำวัน เพื่อให้ประชาชนเกิดความตระหนักถึงความสำคัญของการอนุรักษ์ประชากรค้างคาวปากย่น และค้างคาวชนิดอื่น ๆ ต่อไป

เอกสารอ้างอิง

กัลยาณี บุญเกิด และ ไสว วังหงษา. 2542. **การวิเคราะห์อาหารของค้างคาวกินแมลง.** เอกสารทางวิชาการส่วนวิจัยสัตว์ป่า กรมป่าไม้.

เขตห้ามล่าสัตว์ป่าถ้ำค้างคาวและวัดเขาช่องพราน. ม.ป.ป. ข้อมูลเบื้องต้นเขตห้ามล่าสัตว์ป่าถ้ำค้างคาวและวัดเขาช่องพราน จ.ราชบุรี. (เอกสารโรเนียว)

คณะเกษตร. 2538. สาวิตรี มาไลยพันธุ์ บรรณาธิการ. **บทปฏิบัติการกีฏวิทยาเบื้องต้น.** ภาควิชากีฏวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ.

พรทิพย์ ศิริเอก และ เบญจมาศ สมิงทัพ. 2543. สรุปงานโครงการสำรวจสัตว์ป่า พรรณพืช ภายใต้แผนการจ้างงานเพื่อกระตุ้นเศรษฐกิจ. (เอกสารไม่ตีพิมพ์)

วันชัย วัฒนกุล. 2519. **ชนิดของค้างคาวในจังหวัดลพบุรี.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ.

ส่วนอนุรักษ์สัตว์ป่า. 2535. **พระราชบัญญัติสงวนและคุ้มครองสัตว์ป่า พ.ศ. 2535.** ส่วนอนุรักษ์สัตว์ป่า สำนักอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ กรมป่าไม้.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2545. **ข้อมูลด้านการผลิตและการตลาดสินค้าเกษตรที่สำคัญ.**

ไสว วังหงษา และ กัลยาณี บุญเกิด. 2543. **การจัดการถ้ำค้างคาว.** เอกสารทางวิชาการ ส่วนวิจัยสัตว์ป่า กรมป่าไม้ กรุงเทพฯ.

โอภาส ขอบเขตต์, ประทีป ด้วงแค และ สาระ บำรุงศรี. ม.ป.ป. ค้างคาวในประเทศไทย. (อัดสำเนา).

Aguilar, J., J. L. Dommanget, and R. Prechac. 1986. **A Field Guide of the Dragonflies of Britain, Europe and North Africa**. Mackays of Chatham Ltd, Kent, London.

Altringham, J. D. 1996. **Bats: Biology and Behaviour**. Oxford University Press, New York.

Aldridge, H. D., J. W., and I. L. Rautenbach. 1987. Morphology, echolocation and resource partitioning in insectivorous bats. **J. Anim. Ecol.** 56: 763-778.

Arlettaz, R. 1996. Feeding behavior and foraging strategy of free-living Mouse-eared bats, *Myotis myotis* and *Myotis blythii*. **Anim. Behav.** 52: 1-11.

Asahina, S. 1993. **A List of the Odonata from Thailand. (Parts I-XXI)**. Bosco offset, Bangkok.

Bates, P. JJ., and D. L. Harrison. 1997. **Bats of the Indian Subcontinent**. Harrison Zoological Museum Publication.

Belwood, J. J. and M. B. Fenton. 1976. Variation in the diet of *Myotis lucifugus* (Chiroptera: Vespertilionidae). **Can. J. Zool.** 54: 1674-1678.

Best, T. L., B. A. Milam, T. D. Hass, W. S. Wendy, and L. R. Saidak. 1997. Variation in diet of the Grey bat (*Myotis grisescens*). **J. Mamm.** 78: 569-583.

Black, H. L. 1974. A north temperate bat community: structure and prey population. **J. Mamm.** 55: 138-157.

Bland, W., G. Roger, and H. E. Jaques. 1978. **How to Know the Insects**. Wn. C. Brown Company Publishers, Iowa.

Borror, D. J., and R. E. White. 1970. **A Field Guide to Insects**. Houhton Miffin Company. New York.

Borror, D. J., D. M. Delong, and C. A Triplehorn. 1976. **An Introduction to the Study of Insects.** Philippines Graphic Arts, Caloocan, Philippines.

Borror, D. J., C. A. Triplehorn and N.F. Johnson. 1989. **An Introduction to the Study of Insects. Sixth Edition.** Saunders College Publishing.

Bowden, J., and M.G. Morris. 1975. The influence of moonlight on catches of insects in light-trap in Africa. III. The effective radius of a mercury-vapor light-trap and the analysis of catches using effective radius. **Bull. Ent. Res.** 65: 303-348.

Brack. V, and B. K. LaVal. 1985. Food habits of the Indiana bat in Missouri. **J. Mamm.** 66: 308-315.

Brigham, R. M., H. D. J. N. Aldridge, and R. L. Mackey. 1992. Variation in habitat use and prey selection by Yuma bats, *Myotis yumanensis*. **J. Mamm.** 73: 640-645.

Buchler, E. R. 1975. Food transit time in *Myotis lucifugus* (Chiroptera: Vespertilionidae) **J. Mamm.** 56: 252–255.

Compton, S. G., M. D. F. Ellwood, A. J. Davis, and K. Welch. 2000. The flight of Chalcid wasps (Hymenoptera, Chalcidoidea) in a lowland bornean rainforest: fig wasps are the high fliers. **Biotropica** 31: 512-522.

Corbet, G. B., and J. E. Hill. 1992. **Mammal of Indomalayan Region: A Systematic Review.** Natural History Meseum Publication Oxford University Press, New York.

Coutts, R. A., M. B. Fenton and E. Glen. 1973. Food intake by captive *Myotis lucifugus* and *Eptesicus fuscus* (Chiroptera : Vespertilionidae). **J. Mamm.** 54: 985-990.

Davis, R. B., C. F. Hirried II, and H. L. Short. 1962. Mexican free-tailed bat in Texas. **Ecol. Monogr.** 32: 311-346.

DeVries, P. J., T. R. Walla, and H. F. Greeney. 1999. Species diversity in spatial and temporal dimensions of fruit-feeding butterflies from two Ecuadorian rainforest. **Biol. J. Lin. Soc.** 68: 333-353.

Dickman, C. R, and C. Huang. 1988. The reliability of fecal analysis as a methods for determining the diet of insectivorous mammals. **J. Mamm.** 69: 108-113.

Easterla, D. A., and J. O. Whitaker. 1972. Food habits of some bats from Big bend national park, Texas. **J. Mamm.** 53: 557-890.

Fenton, M. B., and D. R. Griffin. 1997. High altitude pursuit of insects by echolocation bats. **J. Mamm.** 78: 247-250.

Fenton, M. B., and D. W. Thomas. 1980. Dry-season overlap in activity patterns, habitat use, and prey selection by sympatric African insectivorous bats. **Biotropica** 12: 81-90.

Fenton, M. B., C. L. Gaudet, and M. L. Leonard. 1983. Feeding behavior of bats, *Nycteris grandis* and *Nycteris thebaica* (Nycteridae) in captivity. **J. Zool.** 200:347-354.

Fenton, M. B., I. L. Rautenbach, J. Rydell, H. T. Arita, J. Ortega, S. Bouchard, M. D. Hovorka, B. Lim, D. Odhrun, C. V. Portfors, W. M. Scully, and M. J. Vanhof. 1998. Emergence,

ecolocation, diet and foraging behavior of *Molossus ater* (Chiroptera: Molossidae). **Biotropica** 30: 314-320.

Findley, J. S. 1993. **Bat: a Community Perspective**. Cambridge University Press.

Findley, J. S., E. H. Studier, and D. E. Wilson. 1972. Morphologic properties of bat wings. **J. Mamm.** 53: 429-444.

Freeman, P. M. 1981. Correspondence of food habits and morphology in insectivorous bats. **J. Mamm.** 62: 166-173.

Goulet, H., and J. T. Huber. 1993. **Hymenoptera of the World: An Identification Guide to Families**. Canada Communication Group-publishing, Ottawa.

Hamilton, I. M., and R. M. R. Barclay. 1998. Diets of juvenile, yearling, and adult big brown bats (*Eptesicus fuscus*) in Southeastern Alberta. **J. Mamm.** 79:764-771.

Hierreid, C. F., and R. B. Davis. 1966. Flight pattern of bats. **J. Mamm.** 47: 78-86.

Hillman, A. 1998. Wrinkled-lipped Bats (*Tadarida plicata*) at Khao Chong Phran Non-hunting Area, Ratchaburi Province. Wildlife Research Division, Royal Forest Department. (Unpublished manuscript).

Ivlev, V. S. 1961. **Experimental ecology of the feeding of fishes**. Yale University Press, New Haven.

Jone, G. 1990. Prey selection by the Greater horseshoe bat (*Rhinolophus ferrumequinum)*: optimal foraging by echolocation. **J. Anim. Ecol.** 59: 587-602.

Jernejcic, F. 1969. Use of emetics to collect stomach contents of Walleye and large mouth bass. **Trans. Am. Fis. Soc.** 98: 698-702.

Kalko, E. K. V., and H. –U. Schnitzler. 1998. How Echolocating Bats Approach and Acquire Food. pp. 197-204. *In* Kunz, T. H.., and P. A. Racey eds. Bat Biology and Conservation. Smithsonian Institution Press, Washington D. C.

King, R. S., and D. A, Wrubleski. 1998. Spatial and diet availability of flying insects as potential duckling food in prairie wetlands. **Wetland** 18: 100-114.

Kock, D. 1999. *Tadarida* (*Tadarida*) *latouchei*, a separate species recorded from Thailand with remarks on related Asian taxa. **Senckenbergiana biologica** 78: 237-240.

Krebs, C. J. 1989. **Ecological Methodology**. Harper Collins Publishers. New York.

Kulker, E. and U. Schmidt. 1990. Bats. pp. 586-587. *In* Parker, S. P. ed. **Grzimek' s Encyclopedia of Mammals, Volume I**. McGraw-Hill, Inc. New York.

Kunz, T. H. 1988. Methods of Assessing the Availability of Prey to Insectivorous Bats. pp. 191-210. *In* T. H. Kunz, ed. **Ecological and behavioral methods for the study of bats**. Smithsonian Institution Press, Washington, D. C.

Kunz, T. H. and J. O. Whitaker. 1983. An evaluation of fecal analysis for determining food habits of insectivorous bat. **Can. J. Zool.** 61: 1371-1321.

Kunz, T. H., J. O. Whitaker, and M. S. Wadanoli. 1995. Dietary energetics of the insectivorous Mexican free-tailed bat (*Tadarida brasiliensis*) during pregnancy and lactation. **Oecologia** 101: 407-415.

Kurta, A. 1998. Diet of the endangered Indiana bat (*Myotis sodalis*) on the northern edge of its range. **Am. Midl. Nat.** 140: 280-286.

Laval ,R. K. and M. L. Laval. 1980. Prey selection by a neotropical foliage gleanning bat, *Micronycteris megalotis*. **J. Mamm.** 61:327-330.

Lee, Y., and G. F. McCracken. 2001. Timing and variation in the emergence and return of Mexican free-tailed bats, *Tadarida brasiliensis mexicana*. **Zoological Studies** 40: 309-316.

Lekagul, B., and J. A. McNeely. 1988. **Mammals of Thailand**. Darnsu-tha Press, Bangkok. Thailand.

Litvaitis, J. A. 2000. Investigating food habits of terrestrial vertebrates. pp.165-190. *In* Boitani, L. and T. K. Fuller, eds. **Research Techniques in Animal Ecology: Controversies and Consequences**. Columbia University Press, New York.

Lunkens, M. M., J. V. Eps, and W. H. Davis. 1971. Transit time through the digestive tract of the bat, *Eptesicus fuscus*. **Exp. Med. Surg.** 29: 25-28.

McAney, C. M., C. M. shiel, C. B. Shiel, C. M. Sullivan, and J. S. Fairly. 1991. **The Analysis of Bats Dropping**. Mammal society, London.

McKenzie, N. L., and J. K. Rolfe. 1986. Structure of bat guilds in Kimberly mangroves, Australia. **J. Anim. Ecol.** 55: 401-420.

Mikkola, K. 1972. Behavioral and electrophysiological response of night-flying insects, especially Lepidoptera, to near-ultraviolet visible light. **Ann. Zool. Fenn.** 9: 22-254.

Nabhitabhata, J. 1986. Food of Thai bats. *In* H. Fenton ed. Contributions to the knowledge of the bats of Thailand. **Cour. Forsch.** 87: 55-71.

Norberg, U. M., and J. M. V. Rayner. 1987. Ecological morphology and flight in bats (Mammals: Chiroptera) : wing adaptation, flight perform foraging strategy and echolocation. **Phil. Trans. R. Soc. Lond. Series B** 316: 335-427.

Poulsen, B. O. 1996. Relationship between frequency of mixed-species flocks, weather and insect activity in a montane cloud forest in Ecuador. **IBIS** 138: 466-470.

Rabinowitz, A. R. and M. D. Tuttle. 1982. A test of the validity of two currently used methods of determining bat prey preferences. **Acta Theriologica**. 27: 283-293.

Racey, P. A. 1988. Reproductive assessment in bats , pp. 31-45. *In* Kunz, T. H. ed. **Ecological and Behavioral Methods for the Study of Bats**. Smithsonian Institution Press, Washington, D. C.

Racey, P. A., and S. M. Swift. 1985. Feeding ecology of *Pipistrellus pipistrellus* (Chiroptera: Vespertilionidae) during pregnancy and lactation. I. Foraging behaviour. **J. Anim. Ecol.** 54: 205-215.

Riley, J. R., and D. R. Reynolds. 1987. The migration of *Nilaparvata lugens* (Stal) and other Hemiptera associated with rice during the dry season in the Philippines: a study using radar, visual observations, aerial netting and ground trapping. **Bull. Ent. Res.** 77: 145-169.

Robinson, M. F. 1990. Prey selection by the Brown long-eared bat (*Plecotus auritus*). **Myotis**. 28: 5-18.

Robinson, M. F., and R. E. Stebbing. 1993. Food of the Serotine bat, *Eptesicus serotinusis* faecal analysis a valid qualitative and quantitative technique? **J. Zool. Lond.** 231: 239-248.

Rodriguez-Duran, A., A. R. Lewis, and Y. Montes. 1993. Skull morphology and diet of Antillean bat species. **Carib. J. Sci.** 23: 255-261.

Rolseth, S. L., C. E. Koehler and R. M. R. Barclay. 1994. Differenes in the diets of juvenile and adult Hoary bats, Lasiurus cinereus. **J. Mamm.** 75: 394-398.

Rydell, J. 1993. Variation in foraging activity of an aerial insectivorous bat during reproduction. **J. Mamm.**74: 503-509.

Rydell, J., and R. Arlettaz. 1994. Low frequency echolocation enables the bat *Tadarida teniotis* to feed on tymapate insects. **Proc. R. Soc. Lond. Series B** 257: 175-178.

Saiz, f., L. Yates, C. Nunez, M. Daza, M. E. Varas, and C. Vivar. 2000. Biodiversity of the canopy arthropods associated to vegetation of the North of Chile , II region. **Rev. Chil. De His. Nat.** 73: 671-692.

Sample, R. E. and R. C. Whitmore. 1993. Food habits of the endangered Virginia big-eared bat in West Virginia. **J. Mamm.** 74: 428-435.

Schnizer, H. U., and E. K. V. Kalko. 1998. How echolocating bats search and find food. pp. 183-204. *In* Kunz, T. H. and P. A. Racey, eds. **Bat Biology and Conservation.** Smithsonian Institution Press, Washington D.C.

Smith, R. J., A. Hines, S. Richmond, M. Merrick, A. Drew, and R. Fargo. 2000. Altitudinal variation in body size and population density of *Nocrophorus investigator* (Coleoptera: Silphidea). **Env. Ent.** 29: 290-298.

Snodgrass, R. E. 1935. Principles of insect morphology. Mc Graw-Hill Book Co., New York, 667 p. Cited in J. O. Whitaker. 1988. Food habits of insectivorous bats *In* T. H. Kunz, ed. **Ecological and Behavioral Methods for the study of Bats.**

Snodgrass, R. E. 1977. **Anatomy of the Honey Bee.** A Division of Cornell University Press.

Southwood, T. R. E. 1978. **Ecological methods.** Chapman and Hall, London.

Sullivan, C. M., C. B. Shiel., C. M. McAney, and J. S. Fairley. 1993. Analysis of the diets of Leisleri 's *Nyctalus letsleri*, Daubenton 's *Myotis daubentoni* and pipistrelle *Pipistrellus pipistrellus* bats in Ireland. **J. Zool. Lond.** 231: 656-663.

Swift, S. M., P. A. Racey and M. I. Avery. 1985. Feeding ecology of *Pipistrellus pipistrellus* (CHIROPTERA: VESPERTILIONIDAE) during pregnancy and lactation II diet. **J. Anim. Ecol.** 54: 217-225.

Vangsilabutr, P. 2001. Population management of the rice brown planthopper in Thailand. Paper presented at the inter-country forecasting system and management for brown planthopper in East Asia, 13-15 November, Hanoi, Vietnam. (Unpublished manuscript).

Vaughan, N. 1997. The diets of British bat (Chiroptera). **Mamm. Rev.** 27: 77-94.

Vaughan, T. A. 1976. Nocturnal behavior of the African false vampire bat (*Cardioderma cor*). **J. Mamm.** 57:227-248.

Verts, B. J., L. N. Carraway, and J. O. Whitaker. 1999. Temporal variation in prey consumed by Big brown bats (*Eptesicus fuscus*) in a maternity colony. **Northwest Science** 73: 114-120.

Walker, E. P. 1968. **Mammals of the Worlds.** Second Edition. The Johns Hopkins University Press, Baltimore.

Walker, E. P. 1975. **Mammals of the Worlds. Third Edition**. The Johns Hopkins University Press, Baltimore.

Water, D. A., J. Rydell and G. Jones. 1995. Echolocation call design and limits on prey size: a case study using the aerial-hawking bat *Nyctalus leisleri*. **Behav. Ecol. Sociobiol.** 37: 321-328.

Whitaker, J. O. 1988. Food habits analysis of insectivorous bats. pp. 171–189. *In* T. H. Kunz, ed. **Ecological and Behavioral for the Study of Bats**. Smithsonian Institution Press, Washington.

Whitaker, J. O. 1994. Food availability and opportunistic versus selecting feeding in insectivorous bats. **Bat Research News** 35.

Whitaker, J. O. and A, Rodriguez-Duran. 1999. Seasonal variation in the diet of Mexican free-tailed bats, *Tadarida brasiliensis antillularum* (Miller) from a colony in Puerto Rico. **Carib. J. Sci.** 35: 23-28.

Whitaker, J. O., C. Neefus, and T. H. Kunz. 1996. Dietary variation in the Mexican free-tailed bat (*Tadarida brasiliensis mexicana*). **J. Mamm.** 77: 176-724.

Whitaker, J. O., S. S Issac, G. Marimutha and T. H. Kunz. 1999. Seasonal variation in the diet of the Indian pygmy bat (*Pipistrellus mimus*) in Southern India. **J. Mamm.** 80: 60-70.

White, R. E. 1983. **A Field Guide to the Beetles**. Houghton Miffin Company. New York.

William, T. C., L. C. Treland and J. M. Williams. 1973. High altitude flight of the Free-tailed bat, *Tadarida brasiliensis*, observed with radar. **J. Mamm.** 54: 807–821.

Wilson, M. R. and M. F. Claridge. 1991. **Handbook for the Identification of Leafhoppers and Planthoppers of Rice**. Natural Resources Institute, London.

Wrazen, J. A., and G. E. Svenden. 1978. Feeding ecology of a population of Eastern Chipmunks (*Tamias striatus*) in Southeastern Ohio. **Am. Mid. Nat.** 100:190-210.

ภาคผนวก

ตารางผนวกที่ 1 รายละเอียดชิ้นส่วนแมลงแต่ละอันดับที่พบในมูลค้างคาวปากย่น ที่เขาช่องพราน จ.ราชบุรี ที่สามารถจำแนกในระดับวงศ์และสกุล

อันดับ (order)	ชิ้นส่วนที่ใช้ในการจำแนก	วงศ์ (family), [สกุล (genus)]	ชิ้นส่วนที่ใช้ในการจำแนก	ตัวอย่างแมลง	ความยาวลำตัวแมลงจากกับดักแสงไฟ (ซม.)
Coleoptera	ปีกหน้ามักมีเส้น (Straight line) ชิ้นส่วนขา เช่น เล็บ femur tarsus หนวดแบบต่าง ๆ	Curculionidae	ชิ้นส่วนปีก, tarsi	ด้วงงวง	0.3-0.5
		Hydrophilidae	ขา (swimming leg)	กลุ่มแมลงเหนี่ยง	0.18-0.3
		Scarabaeidae	หนวดแบบ lamellate	กลุ่มแมลงนูน	0.29-0.35
Hemiptera	ปีกที่มีรอยบุ๋ม (puncture) scutellum เล็บ	Lygaeidae	ปลายปีกมีเส้น 4-5 เส้น	มวนดอกรัก	0.4-0.7
		Tingidae	ปีกเป็นร่างแห	มวนปีกแก้ว	0.3-0.5
Hymenoptera	ปีกหน้า ปีกหลัง อวัยวะเกี่ยวปีก (hamuli) หนวด ovipositor	Braconidae	เส้นปีก	แตนเบียน	0.25-0.8
		Formicidae	หัว	มด	1.2
Homoptera	หนวด ปีก ขา	Cicadellidae	ขาหลังมีหนาม (spine) เป็นแถว	เพลี้ยจักจั่น	0.2-0.45
		Delphacidae	ปลาย tarsus, หนวดที่มีรอยแผล (pedicel wart-like), ปีกหน้า	เพลี้ยกระโดด	0.3-0.5
		[*Sogatella*]	aedeagus	เพลี้ยกระโดดหลังขาว	0.3-0.5
		Membracidae	Pronotum ยาว	จักจั่นเขา	0.2-0.3

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

อันดับ (order)	ชิ้นส่วนที่ใช้ในการจำแนก	วงศ์ (family), [สกุล (genus)]	ชิ้นส่วนที่ใช้ในการจำแนก	ตัวอย่างแมลง	ความยาวลำตัวแมลงจากกับดักแสงไฟ (ซม.)
Odonata	ชิ้นส่วนปีก	Coenagrionidae	ปีก, ปลายเล็บ, ปลายหาง	แมลงปอเข็ม	2-3
Lepidoptera	สเกล (scale), หนวด, ปาก (siphoning type)	?	หนวดแบบ bipectinate	ผีเสื้อกลางคืน	?
Diptera	ชิ้นส่วนปีก	Culicidae	ปล้องหนวด	ยุง	0.3-0.6
		?	หนวดแบบ aristate		
Orthoptera	ชิ้นส่วนปีก	Tettrigidae	pronotum	ตั๊กแตนแคระ	
Psocoptera	ทั้งตัว		ลำตัว	เหาเปลือกไม้	0.1

หมายเหตุ ? ไม่สามารถระบุได้

ตารางผนวกที่ 2 เปอร์เซ็นต์ความถี่การปรากฏ (% frequency of occurrence) ของแมลงในมูลค้างคาว (feces) และเปอร์เซ็นต์ความถี่การปรากฏของแมลงจากกับดักแสงไฟ (traps) ในพื้นที่ จ.ราชบุรี ปี พ.ศ. 2545

เดือน	Coleoptera		Hemiptera		Hymenoptera		Homoptera		Lepidoptera		Diptera	
	Feces	traps	feces	traps	feces	traps	feces	traps	feces	traps	feces	traps
มกราคม	9.44	64.83	23.97	11.13	4.60	0.85	18.16	15.45	22.03	0.21	7.75	7.53
กุมภาพันธ์	22.33	72.54	11.95	18.48	0.00	0.85	45.28	4.81	16.98	0.11	0.63	2.99
มีนาคม	11.31	63.38	5.84	14.36	13.50	0.90	41.97	10.93	26.28	0.57	0.36	9.87
เมษายน	16.77	25.98	8.68	36.35	29.64	3.44	24.55	14.08	17.07	0.44	1.20	19.71
พฤษภาคม	15.20	59.38	10.35	18.85	17.62	0.42	19.38	16.98	22.91	0.73	3.08	3.65
มิถุนายน	9.30	49.79	9.30	17.31	4.32	0.96	49.17	25.53	19.27	0.11	2.99	6.30
กรกฎาคม	32.51	42.97	29.41	27.62	4.64	1.53	24.15	26.60	5.57	0.51	2.17	0.77
สิงหาคม	26.04	16.36	30.41	16.69	1.38	0.99	17.05	43.80	17.97	0.50	3.00	20.33
กันยายน	11.27	8.40	11.67	10.08	1.81	1.17	26.36	42.51	27.57	0.15	18.71	37.62
ตุลาคม	15.35	36.61	18.96	15.85	4.51	0.95	24.15	26.10	23.93	0.17	9.48	19.90
พฤศจิกายน	2.78	40.89	10.56	17.25	0.00	3.68	39.72	30.04	23.33	0.19	8.33	7.75
ธันวาคม	3.76	13.65	19.69	21.56	0.88	2.04	26.77	46.35	22.12	0.12	16.37	15.93

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ)

เดือน	Orthoptera		Odonata		Psocoptera		Ephemeroptera		Trichoptera	
	feces	traps	feces	traps	feces	traps	feces	traps	feces	traps
มกราคม	0.00	0.00	14.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
กุมภาพันธ์	0.00	0.21	2.83	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
มีนาคม	0.00	0.00	0.73	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
เมษายน	0.90	0.00	0.90	0.00	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
พฤษภาคม	0.22	0.00	11.23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
มิถุนายน	0.00	0.00	5.65	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
กรกฎาคม	0.62	0.00	0.93	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
สิงหาคม	0.92	0.00	3.23	0.00	0.00	1.32	0.00	0.00	0.00	0.00
กันยายน	0.20	0.00	2.41	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.00	0.00
ตุลาคม	2.26	0.00	1.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.43	0.00	0.00
พฤศจิกายน	0.28	0.19	15.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ธันวาคม	0.44	0.00	9.96	0.00	0.00	0.24	0.00	0.00	0.00	0.12

ตารางผนวกที่ 3 ภาวะการเจริญพันธุ์ของค้างคาวปากย่นที่เขาช่องพราน จ.ราชบุรี ในปี พ.ศ. 2545

เดือน	เพศผู้ (ตัว)		เพศเมีย (ตัว)			ตัวไม่เต็มวัย (juvenile/ immature)
	เจริญพันธุ์	ไม่แสดงภาวะเจริญพันธุ์	ท้องแก่	ให้นม	นอกภาวะเจริญพันธุ์	
มกราคม	25	0	3	0	39	ไม่พบ
กุมภาพันธ์	36	2	26	0	8	ไม่พบ
มีนาคม	34	2	27	0	8	ไม่พบ
เมษายน	11	21	5	33	4	พบ
พฤษภาคม	6	25	0	23	7	พบ
มิถุนายน	7	30	0	24	2	พบ
กรกฎาคม	20	16	0	24	11	ไม่พบ
สิงหาคม	41	0	19 (?)	0	13	ไม่พบ
กันยายน	20	15	9	27	0	ไม่พบ
ตุลาคม	0	36	0	17	17	ไม่พบ
พฤศจิกายน	18	12	0	38	0	พบ
ธันวาคม	6	16	0	30	13	พบ

หมายเหตุ (?) หมายถึงค้างคาวเพศเมียที่เพิ่งตั้งท้อง (early pregnant)

ตารางผนวกที่ 4 จำนวนแมลงที่สุ่มจากกับดักแสงไฟ 3 จุด ที่สำรวจแมลงระหว่าง เวลา18.00-06.00 น. ในพื้นที่ จ.ราชบุรี ปี พ.ศ. 2545

ตัว

อันดับ/วงศ์	มกราคม	กุมภาพันธ์	มีนาคม	เมษายน	พฤษภาคม	มิถุนายน	กรกฎาคม	สิงหาคม	กันยายน	ตุลาคม	พฤศจิกายน	ธันวาคม	รวม
Coleoptera	**1532**	**679**	**777**	**476**	**570**	**466**	**168**	**198**	**115**	**425**	**211**	**114**	**5731**
Staphylinidae	1312	394	443	216	9	32	9	65	18	89	44	22	2653
Pselaphidae	88	5	5	12		5		3	4	2		1	125
Hydrophilidae	94	50	38	113	450	320	25	29	20	252	32	69	1492
Carabidae	24	131	132	80	36	28	65	36	11	46	90	12	691
Scarabaeidae	8	1	3	2	11	58	68	49	55	12	34	3	304
Anthicidae		57	105	33	54	11	1	7	2	5	2		277
Chrysomelidae		9	12	9	4			2	3		4	3	46
Nitidulidae		6	15	4	32	2		3	1	2	1	4	70
Tenebrionidae				3	2	6				11			22
Curculionidae		12		1	4	4		2		5	2		30
Throscidae		4	3	2									9
Noteridae		5	2		6								13
Elateridae			1							1			2
Lampyridae								1					1
Mordellidae		1											1

ตารางผนวกที่ 4 (ต่อ)

อันดับ/วงศ์	มกราคม	กุมภาพันธ์	มีนาคม	เมษายน	พฤษภาคม	มิถุนายน	กรกฎาคม	สิงหาคม	กันยายน	ตุลาคม	พฤศจิกายน	ธันวาคม	ตัว รวม
Coleoptera (ต่อ)													
Erotylidae	6												6
Scolytidae		4	7	1	2			1	1		2		18
Hemiptera	**263**	**173**	**176**	**666**	**181**	**162**	**108**	**202**	**138**	**184**	**89**	**180**	**2522**
Saldidae										1	1		2
Cydnidae	5	68	64	2	9	16	20	23	2	15	9	26	259
Lygaeidae	12	23	30	9		10	84	23	3	11	15	21	241
Corixidae	205	71	67	124	65	18	2	118	76	72	46	89	953
Podopidae						1							1
Miridae	41		1	499	72	102		21	46	15	12	17	826
Pyrrhocoridae				2		2		5	4	8			21
Hebridae				29	14	12		5	6	58	2	25	151
Hydrometridae			2		1		1				1		5
Naucoridae					7	1		4		3			15
Anthocoridae		10	9	1			1						21
Tingidae		1	1					3	1	1		2	9

ตารางผนวกที่ 4 (ต่อ)

ตัว

อันดับ/วงศ์	มกราคม	กุมภาพันธ์	มีนาคม	เมษายน	พฤษภาคม	มิถุนายน	กรกฎาคม	สิงหาคม	กันยายน	ตุลาคม	พฤศจิกายน	ธันวาคม	รวม
Hymenoptera	**20**	**8**	**11**	**63**	**4**	**9**	**6**	**12**	**16**	**11**	**19**	**17**	**196**
Mymaridae	6	5	2	8		3	1	2	3	7	1	6	44
Braconidae	1	1	7	30	4	6	3	9	9	4	6	9	89
Ichneumonidae	3	1		1			2						7
Formicidae		1		24				1	3		12	2	43
others	10		2						1				13
Homoptera	**365**	**45**	**134**	**255**	**163**	**239**	**104**	**530**	**582**	**303**	**155**	**387**	**3262**
Cicadellidae	308	11	71	192	100	168	92	211	269	150	67	178	1817
Delphacidae	57	34	63	63	63	71	12	319	313	153	88	207	1443
Lepidoptera	**5**	**1**	**7**	**8**	**7**	**1**	**2**	**6**	**2**	**2**	**1**	**1**	**43**
Diptera	**178**	**28**	**121**	**361**	**35**	**59**	**3**	**246**	**515**	**231**	**40**	**133**	**1950**
Cecidomyiidae	129	6	62	333	28	27			105	92	3	24	809
Dolichopodidae				3		23	2	102	45	3	10	54	242
Ephydridae		2	27	25	7	9	1	77	24	14	13	36	235
Mycetophilidae													0
Culicidae									19	14			33

ตารางผนวกที่ 4 (ต่อ)

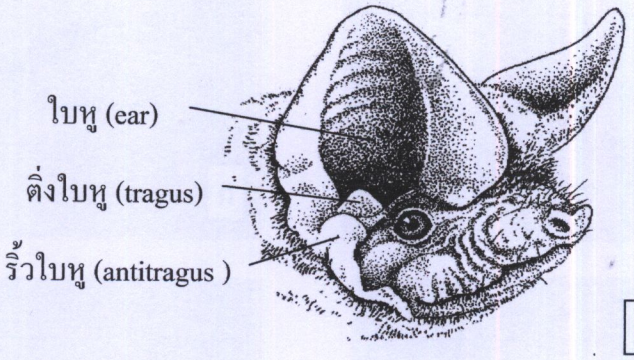
อันดับ/วงศ์	มกราคม	กุมภาพันธ์	มีนาคม	เมษายน	พฤษภาคม	มิถุนายน	กรกฎาคม	สิงหาคม	กันยายน	ตุลาคม	พฤศจิกายน	ธันวาคม	ตัว รวม
Diptera (ต่อ)													
Pipunculidae	22												22
Agromyzidae	1												1
Sciaridae	26	15											41
Curtonotidae		2											2
Ceratopogonidae									301	108	14	17	440
Chaoboridae									7				7
others		2	32										34
unidentified								48	14				62
Orthoptera		**2**									**1**		**3**
Psocoptera								**16**				**2**	**18**
Ephemeroptera									**1**	**5**			**6**
Trichoptera												**1**	**1**
หมายเหตุ น้ำหนักเฉลี่ย (กรัม/ จุด)	1.4	1.3	3.8	3.2	32.4	23.2	95.7	2.4	8.9	15.8	30.5	10.2	
Shannon-Wiener index	1.0620	0.8570	1.1100	1.4538	1.1046	1.2256	1.9990	1.4098	1.2376	1.4102	1.3741	1.3615	

ตารางผนวกที่ 5 ตัวอย่างค่า wing loading และ aspect ratio ของค้างคาวปากย่น ที่เขาช่องพราน จ.ราชบุรี

เพศ	ภาวะเจริญพันธุ์	น้ำหนัก (กรัม)	ความยาวปีก (ซม.)	พื้นที่ปีก (ตร.ซม.)	wing loading (กรัม/ตร.ซม.)	aspect ratio
		W	S	A	WL	AR
เพศผู้	เต็มวัย	16	32	60.44	0.2647	16.9424
เพศผู้	เต็มวัย	16	31.3	54	0.2963	18.1424
เพศผู้	เต็มวัย	15	33.8	61.48	0.244	18.5823
เพศผู้	เต็มวัย	15	32.6	63.6	0.2358	16.7101
เพศผู้	เต็มวัย	15	30.7	54.28	0.2763	17.3635
เพศผู้	เต็มวัย	14.5	31.5	57.56	0.2519	17.2385
เพศผู้	เต็มวัย	14.5	30.1	58.56	0.2476	15.4715
เพศผู้	เต็มวัย	14	31.9	56.68	0.247	17.9536
เพศผู้	เต็มวัย	13.5	33.5	58.8	0.2296	19.0859
เพศผู้	เต็มวัย	13.5	33.4	60.04	0.2249	18.5803
เพศผู้	เต็มวัย	13	33.1	59.8	0.2174	18.3212
เพศผู้	เต็มวัย	13	32.74	59.88	0.2171	17.9009
เพศเมีย	ให้นมลูก	16	30	53.8	0.2974	16.7286
เพศเมีย	ให้นมลูก	16	29.2	58.36	0.2742	14.61
เพศเมีย	ให้นมลูก	14	30.06	56.04	0.2498	16.1243
เพศเมีย	นอกภาวะเจริญพันธุ์	15.5	32.2	59.6	0.2601	17.3966
เพศเมีย	นอกภาวะเจริญพันธุ์	14.5	31.7	58.36	0.2485	17.2188
เพศเมีย	นอกภาวะเจริญพันธุ์	14.5	30.7	56.96	0.2546	16.5465
เพศเมีย	นอกภาวะเจริญพันธุ์	13	33.1	62.52	0.2079	17.5242
เพศเมีย	นอกภาวะเจริญพันธุ์	13	31.4	61.6	0.211	16.0058

หมายเหตุ

- วิธีการคำนวณค่า wing loading และ aspect ratio แสดงในภาพผนวกที่ 6
- ค้าวคาวเพศผู้ทั้งหมดมีน้ำหนักเฉลี่ย 15.51 กรัม (n=424) ค้าวคาวเพศเมียท้องทั้งหมดมีน้ำหนักเฉลี่ย 16 กรัม (n=54) ค้าวคาวเพศเมียท้องแก่ทั้งหมดมีน้ำหนักเฉลี่ย 18.07 กรัม (n=27) ค้าวคาวเพศเมียขณะให้นมทั้งหมดมีน้ำหนักเฉลี่ย 15.93 กรัม (n=186) ค้าวคาวเพศนอกภาวะเจริญพันธุ์ทั้งหมดมีน้ำหนักเฉลี่ย 14.18 กรัม (n=150)



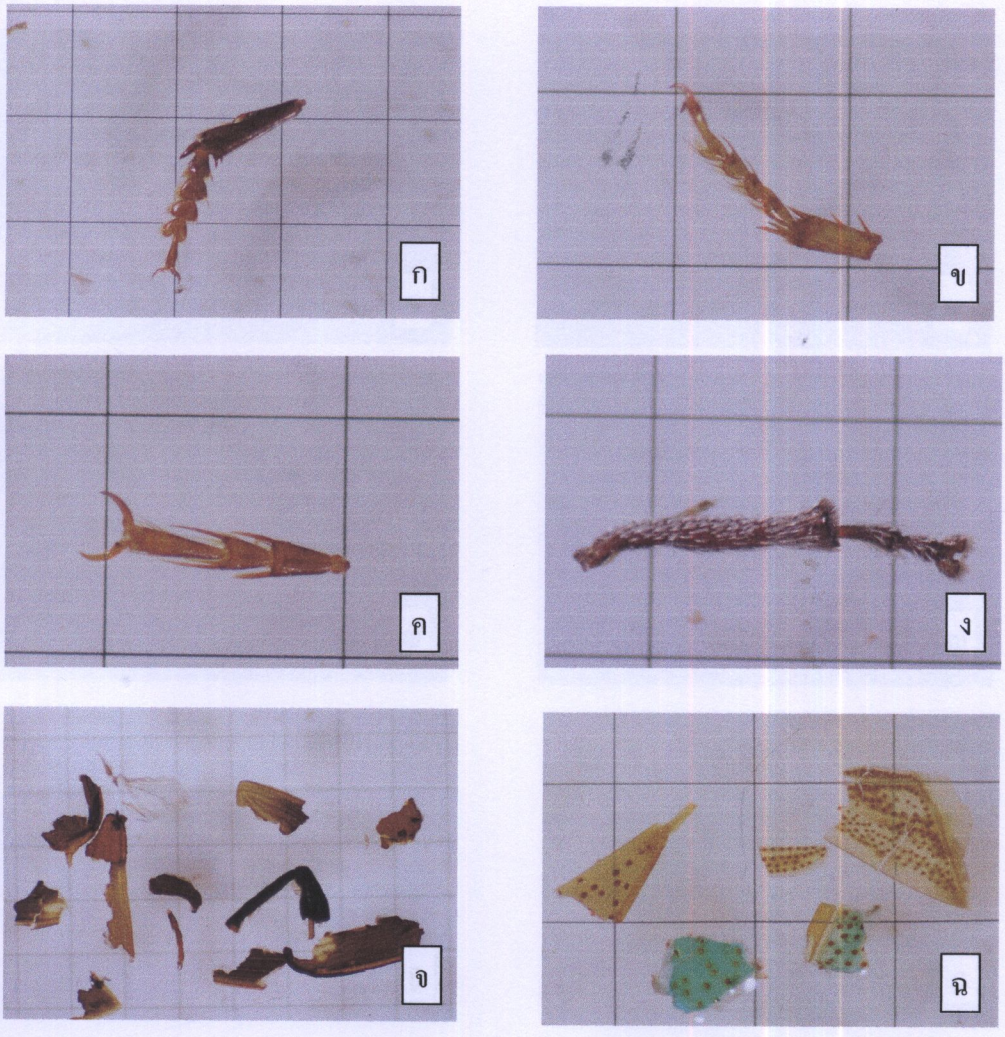
1.1

1.2

<u>ภาพผนวกที่ 1</u> ภาพค้างคาวในสกุลค้างคาวปากย่น (*Tadarida* sp.)

<u>1.1</u> แสดงส่วนประกอบของใบหน้าค้างคาวในสกุลค้างคาวปากย่น (*Tadarida* sp.) ที่มา: Altringham (1999)

<u>1.2</u> ค้างคาวปากย่น (*Tadarida plicata*, Buchannan 1800)



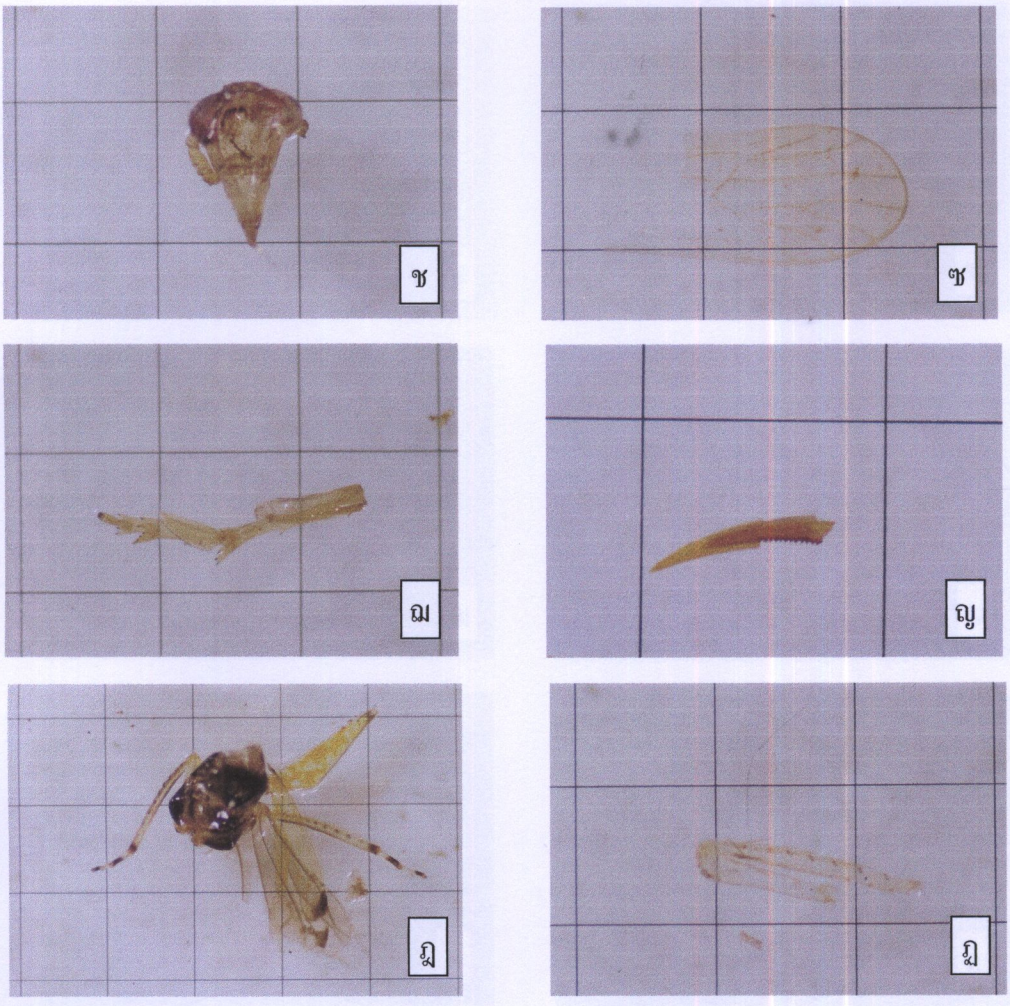
ภาพผนวกที่ 2 ชิ้นส่วนแมลงที่พบในมูลค้างคาวปากย่นที่วัดเขาช่องพราน จ.ราชบุรี

ก-ง ชิ้นส่วนขาของแมลงในอันดับ Coleoptera

จ ชิ้นส่วนปีกของแมลงในอันดับ Coleoptera

ฉ ชิ้นส่วนปีกของแมลงในอันดับ Hemiptera

มาตราส่วน 1 ช่อง = 1 ตารางมิลลิเมตร



ภาพผนวกที่ 2 (ต่อ)

ช ชิ้นส่วนหัวของแมลงในวงศ์ Delphacidae อันดับ Homoptera

ซ ชิ้นส่วนปีกของแมลงในวงศ์ Delphacidae อันดับ Homoptera

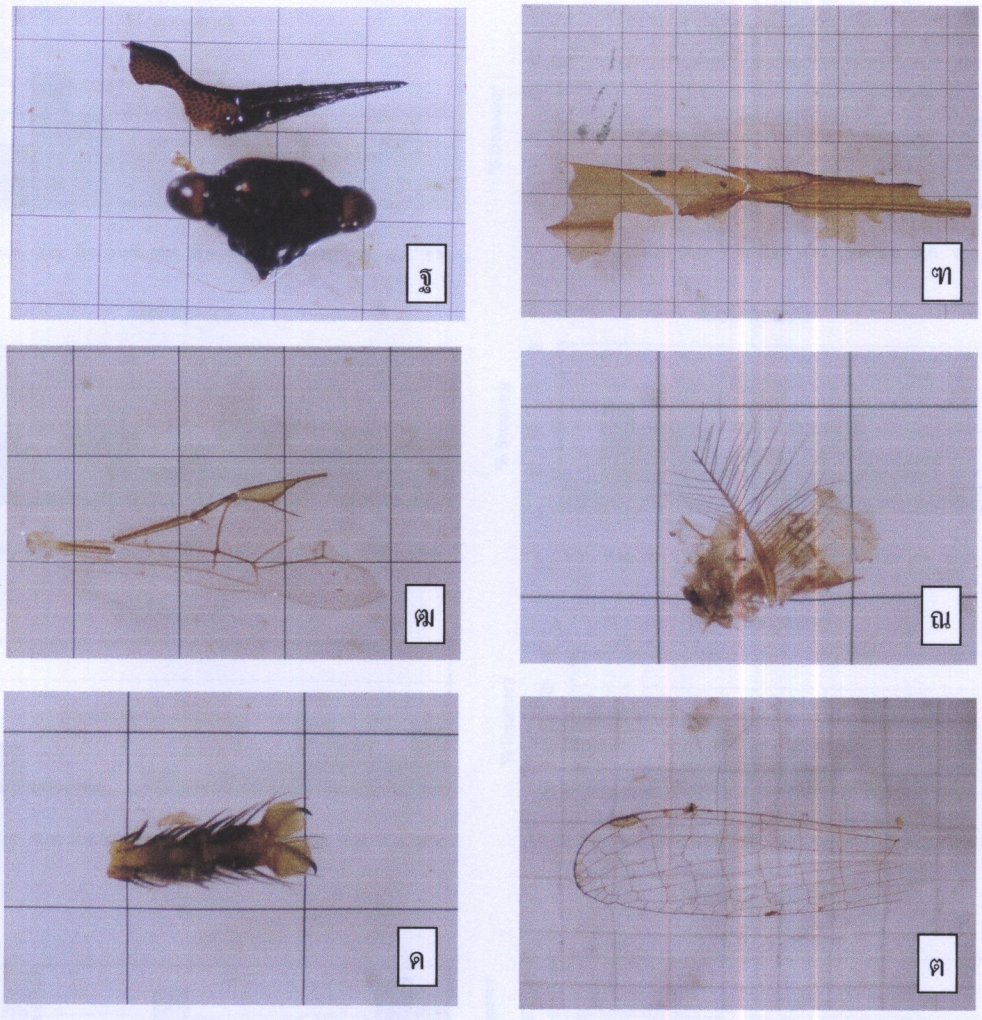
ฌ ชิ้นส่วนขาหลังของแมลงในวงศ์ Delphacidae อันดับ Homoptera

ญ อวัยวะสืบพันธุ์เพศผู้ (male genitalia, aedeagus) ของแมลงในสกุล *Sogatella* วงศ์ Delphacidae อันดับ Homoptera

ฎ ชิ้นส่วนหัว ขา และปีกของแมลงในวงศ์ Cicadellidae อันดับ Homoptera

ฏ ชิ้นส่วนขาหลังของแมลงในวงศ์ Cicadellidae อันดับ Homoptera

มาตราส่วน: 1 ช่อง = 1 ตารางมิลลิเมตร



ภาพผนวกที่ 2 (ต่อ)

ฐ ชิ้นส่วนหัวและ pronotum ของแมลงในวงศ์ Membracidae อันดับ Homoptera

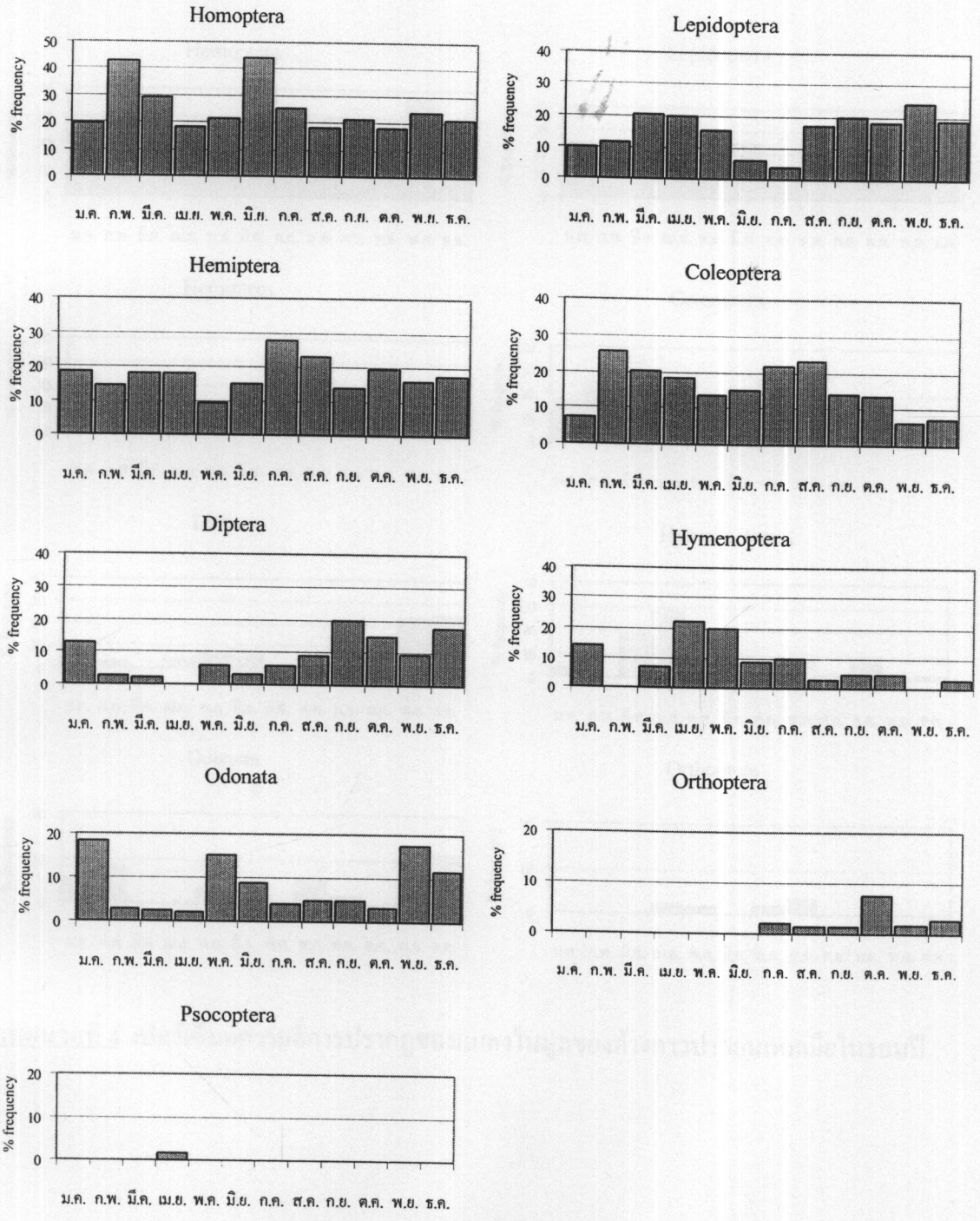
ฑ-ฒ ชิ้นส่วนปีกของแมลงในอันดับ Hymenoptera

ณ ชิ้นส่วนหนวดของแมลงในอันดับ Diptera

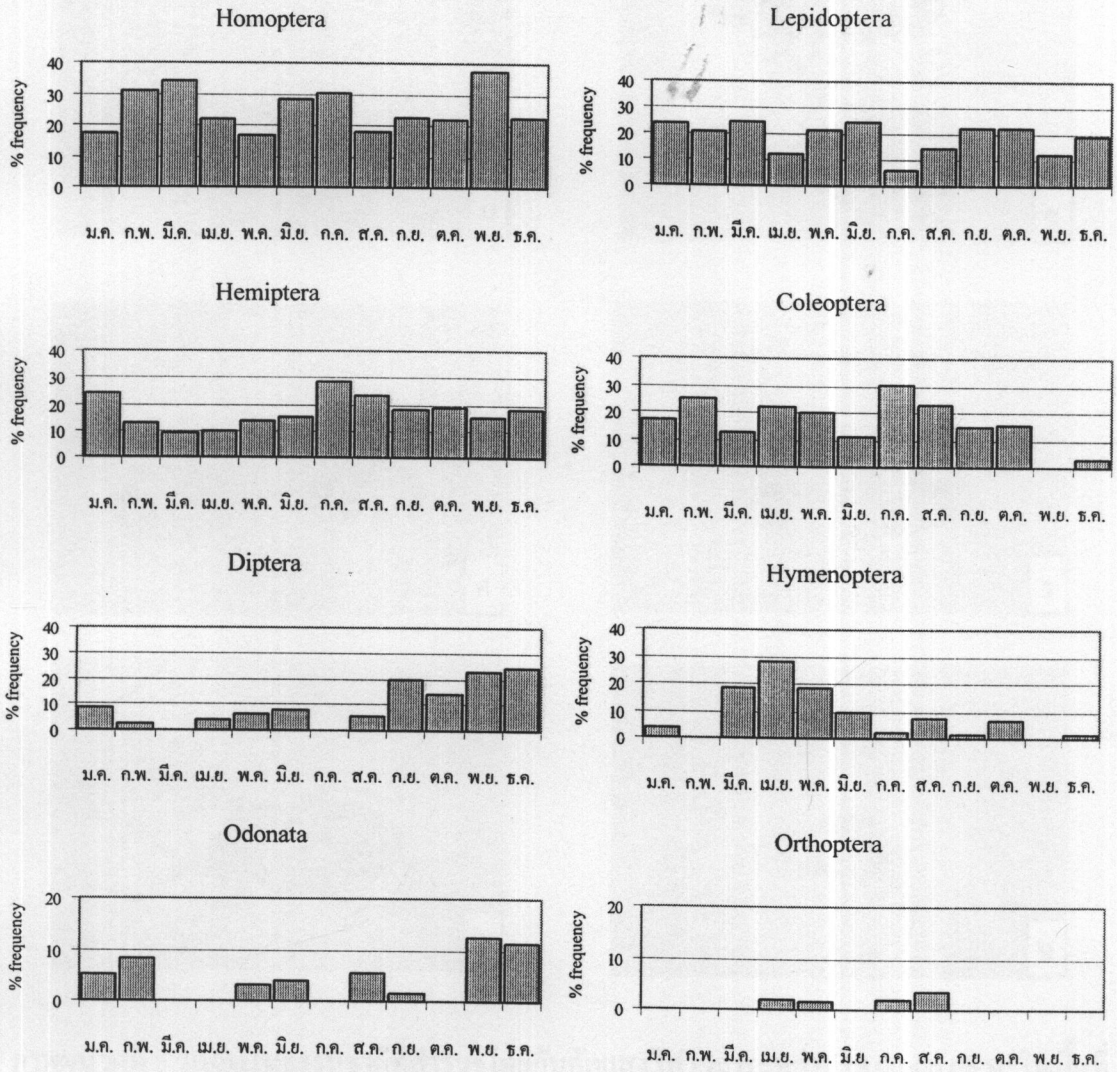
ด ชิ้นส่วนขาของแมลงในอันดับ Diptera

ต ชิ้นส่วนปีกของแมลงในวงศ์ Coenagrionidae อันดับ Odonata

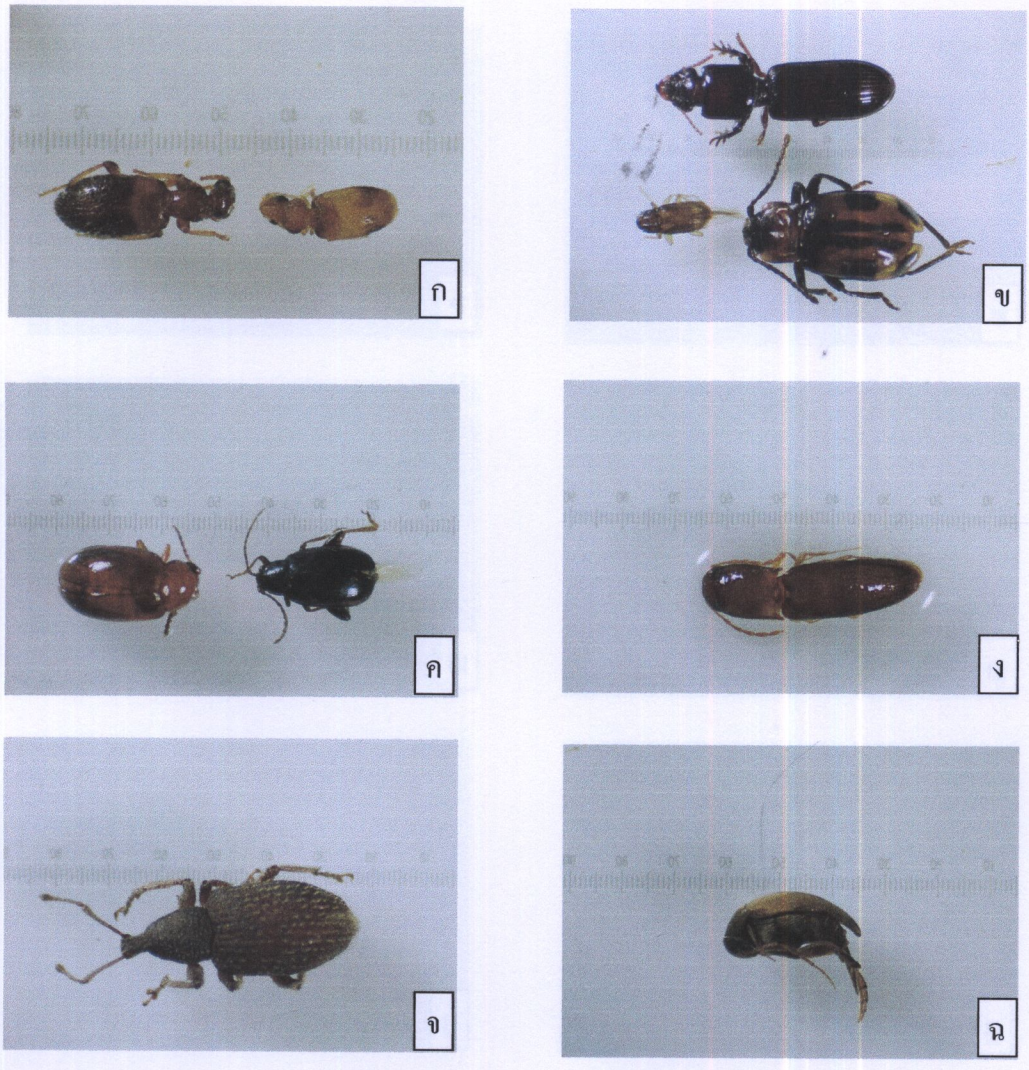
มาตราส่วน: 1 ช่อง = 1 ตารางมิลลิเมตร



<u>ภาพผนวกที่ 3</u> เปอร์เซ็นต์ความถี่การปรากฏของแมลงในมูลของค้างคาวปากย่นเพศผู้ในรอบปี



ภาพผนวกที่ 4 เปอร์เซ็นต์ความถี่การปรากฏของแมลงในมูลของค้างคาวปากย่นเพศเมียในรอบปี



ภาพผนวกที่ 5 แมลงในธรรมชาติที่สำรวจโดยกับดักแสงไฟ เวลาระหว่าง 18.00-06.00 น. ในพื้นที่ จ.ราชบุรี ปี พ.ศ. 2545

ก แมลงในวงศ์ Anthicidae อันดับ Coleoptera

ข แมลงในวงศ์ Carabidae อันดับ Coleoptera

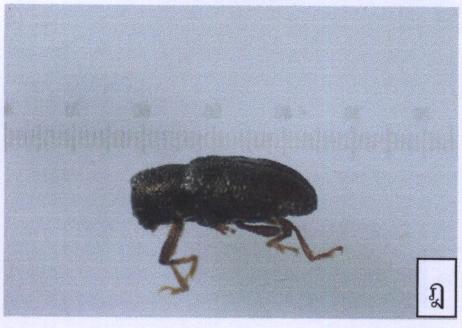
ค แมลงในวงศ์ Chrysomelidae อันดับ Coleoptera

ง แมลงในวงศ์ วงศ์ Elateridaeอันดับ Coleoptera

จ แมลงในวงศ์ วงศ์ Curculionidae อันดับ Coleoptera

ฉ แมลงในวงศ์ วงศ์ Mordellidae อันดับ Coleoptera

มาตราส่วน 1 ช่อง = 1 มิลลิเมตร



ภาพผนวกที่ 5 (ต่อ)

ช แมลงในวงศ์ Hydrophilidae อันดับ Coleoptera

ซ แมลงในวงศ์ Noteridae อันดับ Coleoptera

ฌ แมลงในวงศ์ Nitidulidae อันดับ Coleoptera

ญ แมลงในวงศ์ Scarabaeidae อันดับ Coleoptera

ฎ แมลงในวงศ์ Scolytidae อันดับ Coleoptera

ฏ แมลงในวงศ์ Tenebrionidae อันดับ Coleoptera

มาตราส่วน 1 ช่อง = 1 มิลลิเมตร

ภาพผนวกที่ 5 (ต่อ)

ฐ แมลงในวงศ์ Throscidae อันดับ Coleoptera

ฑ แมลงในวงศ์ Cydnidae อันดับ Hemiptera

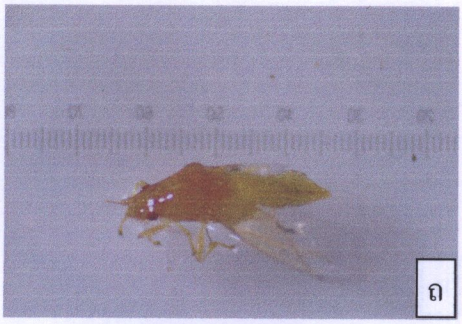
ฒ แมลงในวงศ์ Hydrometridae อันดับ Hemiptera

ณ แมลงในวงศ์ Lygaeidae อันดับ Hemiptera

ด แมลงในวงศ์ Podopidae อันดับ Hemiptera

ต แมลงในวงศ์ Miridae อันดับ Hemiptera

มาตราส่วน 1 ช่อง = 1 มิลลิเมตร



ภาพผนวกที่ 5 (ต่อ)

ถ แมลงในวงศ์ Pyrrhocoridae อันดับ Hemiptera

ท แมลงในวงศ์ Corrixidae อันดับ Hemiptera

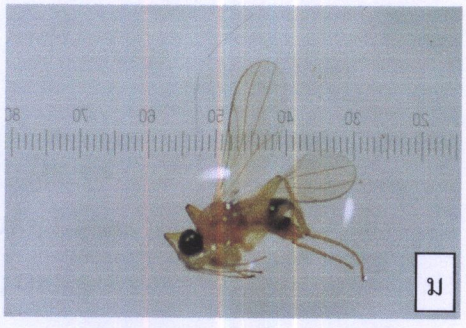
ธ แมลงในวงศ์ Naucoridae อันดับ Hemiptera

น แมลงในวงศ์ Cicadellidae อันดับ Homoptera

บ แมลงในวงศ์ Delphacidae อันดับ Homoptera

ป แมลงในวงศ์ Braconidae อันดับ Hymenoptera

มาตราส่วน 1 ช่อง = 1 มิลลิเมตร



ภาพผนวกที่ 5 (ต่อ)

ผ แมลงในวงศ์ Ichneumonidae อันดับ Hymenoptera

ฝ แมลงในวงศ์ Mymaridae อันดับ Hymenoptera

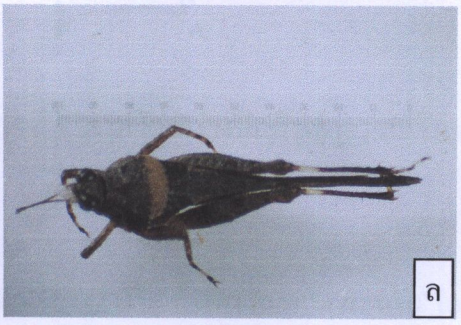
พ แมลงในวงศ์ Cecidomyidae อันดับ Diptera

ฟ แมลงในวงศ์ Mycetophilidae อันดับ Diptera

ภ แมลงในวงศ์ Cecidomyidae อันดับ Diptera

ม แมลงในวงศ์ Dolichopodidae อันดับ Diptera

มาตราส่วน 1 ช่อง = 1 มิลลิเมตร



ภาพผนวกที่ 5 (ต่อ)

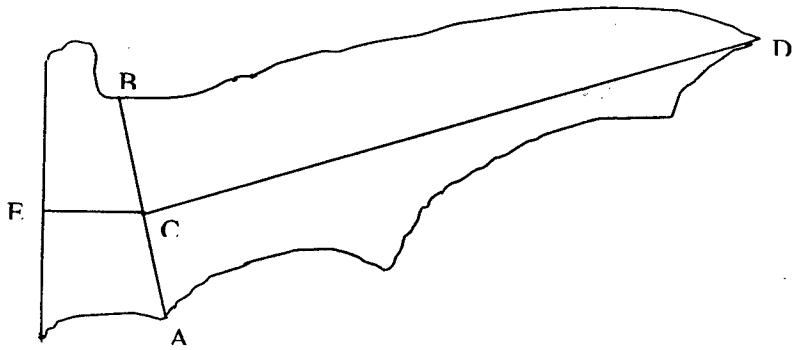
ย แมลงในวงศ์ Ephidridae อันดับ Diptera

ร แมลงในวงศ์ Curtonotidae อันดับ Diptera

ล แมลงในวงศ์ Tetrigidae อันดับ Orthoptera

ว แมลงในอันดับ Lepidoptera

มาตราส่วน 1 ช่อง = 1 มิลลิเมตร



ภาพผนวกที่ 6 ภาพโครงร่างปีกค้างคาว และวิธีการวัดพื้นที่ปีก

วิธีการ

1. วาดเส้นโครงร่างปีกค้างคาวลงบนกระดาษ โดยใช้ตัวอย่างค้างคาวเพศผู้และเพศเมียอย่างละ 10 ตัว
2. ชั่งน้ำหนัก วัดความยาวปีก หาพื้นที่ปีกของค้างคาวโดยนับจากตารางกริด (grid) (หน่วยเป็นตารางเซนติเมตร)
3. คำนวณค่าสัดส่วนของน้ำหนักค้างคาวต่อพื้นที่ปีก (wing loading, WL) และ ค่าสัดส่วนปีก (aspect ratio, AR) จากสูตร (McKenzie and Rolfe, 1986) ดังนี้

$$\text{wing loading, WL} = W/A$$

$$\text{aspect ratio, AR} = S^2/A$$

โดย WL = ค่าสัดส่วนของน้ำหนักค้างคาวต่อพื้นที่ปีก (wing loading) (กรัมต่อตารางเซนติเมตร)

AR = ค่าสัดส่วนปีก (aspect ratio)

W = น้ำหนักค้างคาว (body mass) (กรัม)

A = พื้นที่ปีก (wing area) (ตารางเซนติเมตร)

S = ความยาวปีก (wing span) (เซนติเมตร) = 2(CD+CE)

หมายเหตุ ค่า wing loading และ aspect ratio ของค้างคาวปากย่น แสดงในตารางผนวกที่ 5

ประวัติการศึกษา และการทำงาน

ชื่อ นางสาววัชรี ลีลาไพบูลย์

เกิดวันที่ 30 พฤศจิกายน พ.ศ. 2517

สถานที่เกิด อำเภอเมือง จังหวัดนครปฐม

ประวัติการศึกษา วท.บ. (วนศาสตร์) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (พ.ศ. 2539)

ตำแหน่งปัจจุบัน นักวิชาการป่าไม้ 3

สถานที่ทำงานปัจจุบัน กลุ่มงานวิชาการ สำนักบริหารจัดการในพื้นที่ป่าอนุรักษ์ 5 จังหวัดราชบุรี

ทุนการศึกษาที่ได้รับ ทุนสนับสนุนการทำวิทยานิพนธ์ จากโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย