

นิเวศวิทยาของค้างคาวปีกถุงต่อมคางที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ภาคตะวันออก

(Ecology of Long-winged Tomb Bats (*Taphozous longimanus*) in the East of Thailand)

กัลยาณี บุญเกิด นักวิทยาศาสตร์ 8ว

ไสว วังหงษา นักวิชาการป่าไม้ 7ว

คำนำ

ค้างคาวในสกุลปีกถุง (*Taphozous*) เป็นค้างคาวที่อาศัยอยู่ในแหล่งที่มีการกระจายพันธุ์กว้างไกล ตั้งแต่อินเดีย คาบสมุทรมลายู จรดเกาะบอร์เนียว (Lekagul and McNeelly, 1977) มีที่อยู่อาศัยหลากหลายรูปแบบ ทั้งในเมือง และในชนบท (Ratanaworabhan and Felton, 1986) โดยสามารถปรับตัวอาศัยอยู่ได้ทั้งในถ้ำ และที่แอบแสงตามบ้านเรือน สถานที่ราชการ และศาสนสถาน บางชนิดเป็นค้างคาวที่อาศัยอยู่รวมกันเป็น colony ใหญ่ๆ (ไสว และกัลยาณี, 2544) บางชนิดอาศัยอยู่ในถ้ำร่วมกับค้างคาวปากย่น (*Tadarida plicata*) (สุชาติ, 2543; ไสว วังหงษา ข้อมูลไม่ได้พิมพ์เผยแพร่) มีรายงานว่าค้างคาวในสกุลนี้ยังคงอาศัยอยู่ได้ต่อไปในถ้ำที่มีการรบกวนอย่างรุนแรงจนค้างคาวชนิดอื่นไม่สามารถทนอาศัยอยู่ได้ (Brosset, 1963) ด้วยเหตุดังกล่าว ค้างคาวในสกุลนี้ จึงยากต่อการสูญพันธุ์ไปจากเมืองไทย

ค้างคาวปีกถุงเป็นค้างคาวที่ไม่มีการสะสมพลังงานในยามพักผ่อนหลับนอนในรูปของการจำศีล (hibernation) (Brosset, 1963) โดยทั่วไปแล้วในช่วงหลับนอน ค้างคาวจะใช้พลังงานเพียงเพื่อรักษาอุณหภูมิในร่างกายให้เอื้ออำนวยทำงานได้ตามปกติเท่านั้น (Basal Metabolic Rate, BMR) แต่ถ้าถูกรบกวนจนต้องบินจะทำให้มีการใช้พลังงานเพิ่มขึ้นเป็น 14-21 เท่าของ BMR จึงอาจเป็นสาเหตุทำให้ค้างคาวต้องออกหากินก่อนเวลาอันควร ดังนั้นปริมาณอาหารที่ค้างคาวกินในแต่ละวันจึงมีความสำคัญต่อค้างคาวกลุ่มนี้

อาหารของค้างคาวในสกุล *Taphozous* โดยเฉพาะค้างคาวปีกถุงเคราดำ (*T. melanopogon*) ส่วนมากเป็นพวกผีเสื้อกลางคืน (กัลยาณี และคณะ 2542) ซึ่งพบว่าการแพร่กระจายอยู่มากริเวณใต้โครงสร้างป่า และบริเวณพื้นเรือนยอดไม้เพียงเล็กน้อย (ไสว วังหงษา ข้อมูลไม่ได้พิมพ์เผยแพร่) ซึ่งสอดคล้องกับ เอเดรียน (2542) ที่ได้รายงานว่าค้างคาวปีกถุงเป็นค้างคาวที่หากินบริเวณที่โล่งเหนือเรือนยอดไม้ อย่างไรก็ตาม ลักษณะของปีก มีส่วนช่วยในการอธิบายการหากินของค้างคาวได้ (Findley et al., 1972; Aldridge and Rautenbach, 1987) โดยเฉพาะค้างคาวในสกุล *Taphozous* ที่ Brosset (1963) จัดเป็นค้างคาวที่อยู่ในกลุ่ม strong flyer

- วัตถุประสงค์:
1. เพื่อศึกษาปริมาณอาหารในท้องของค้างคาวในขณะที่บินกลับเข้าถ้ำ
 2. เพื่อศึกษาปริมาณมูลที่ค้างคาวถ่ายในถ้ำ
 3. เพื่อศึกษาแมลงที่เป็นอาหารของค้างคาวปีกถุงต่อมคาง
 4. เพื่อศึกษาช่วงเวลาที่ยุงค้างคาวในถ้ำถ่ายมูล
 5. เพื่อศึกษาสัดส่วนของน้ำในมูลของค้างคาว

ช่วงเวลาที่ทำการศึกษา: กุมภาพันธ์ 2543

สถานที่เก็บข้อมูล: ถ้ำแม่ชี อ.เขาฉกรรจ์ จ.สระแก้ว

ถ้ำแม่ชี เป็นถ้ำที่อยู่ในบริเวณเขาฉกรรจ์ ที่เป็นเขาหินปูน อยู่ในเขตเทศบาล ของอำเภอ เขาฉกรรจ์ จังหวัดสระแก้ว เดิมเป็นที่อยู่อาศัยของแม่ชี ที่ได้มีการปรับปรุงสภาพพื้นถ้ำด้วยการเทพูนซีเมนต์ และจัดทำหลังคา เพื่อป้องกันขี้ค้างคาว ปัจจุบันถ้ำแม่ชีเป็นถ้ำร้าง ที่มีการให้สัมปทานในการเก็บมูลค้างคาวร่วมกับถ้ำอื่นๆ ที่พบในเขาฉกรรจ์ พื้นที่โดยรอบของเขาคฉกรรจ์ เป็นพื้นที่การเกษตรที่ราษฎรปลูกพืชไร่เป็นหลัก เช่น มันสำปะหลัง อ้อย ข้าวโพด ถั่ว ฯลฯ

วิธีการ:

1. ศึกษาหน้าหนักตัวค้างคาวปีกถุงต่อมคางและนำหนักมูลที่ค้างคาวถ่ายในแต่ละวัน
 - 1.1 ใช้ตาข่ายดักค้างคาวซึ่งปากถ้ำ ในช่วงเวลาตั้งแต่ 04.00-06.30 น.
 - 1.2 นำค้างคาวที่ติดตาข่ายมาจำแนกชนิด ชั่งน้ำหนัก วัดความยาวแขน (FA) ความยาวนิ้วที่ 3 (III) และความยาวนิ้วที่ 5 (V)
 - 1.3 นำค้างคาวที่จำแนกในข้อ 1.2 มาชั่งในกรงขนาด 45x50x50 ซม. ที่บุด้วยลวดตาข่าย ขนาด 1x1 นิ้ว กรงละ 10 ตัว จำนวน 4 กรง
 - 1.4 นำกรงไปวางไว้ที่พื้นถ้ำบริเวณที่มีตสนิท โดยใช้ผ้าพลาสติกกรองใต้กรง เพื่อเก็บมูล และใช้ผ้าพลาสติกคลุมไว้บนกรง เพื่อป้องกันมูลของค้างคาวตัวที่เกาะบนเพดานถ้ำตกใส่
 - 1.5 ชั่งน้ำหนักค้างคาวที่ชั่งไว้ในกรงอีกครั้ง เมื่อเวลา 18.20 น. แล้วปล่อยให้ค้างคาวไปหากินตามเดิม
 - 1.6 นำมูลที่ตกอยู่บนแผ่นพลาสติกใต้กรง มาผึ่งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 2 อาทิตย์ และนำมาชั่งน้ำหนักรวมกัน
2. ศึกษาขนาดของมูลและแมลงที่เป็นอาหารของค้างคาวปีกถุงต่อมคาง
 - 2.1 สุ่มตัวอย่างมูลที่ได้ในข้อ 1.6 จำนวน 150 ก้อน แล้วนำมาวัดขนาด ความยาวและความกว้างด้วยกล้องจุลทรรศน์ที่กำลังขยาย 1 เท่า
 - 2.2 นำมูลแต่ละก้อนใส่จานเพาะเลี้ยง (petri dish) รินน้ำอุ่นใส่ แช่ทิ้งไว้ 1-3 ชั่วโมง ปล่อยให้มูลค้างคาวอ่อนและสลายตัว
 - 2.3 นำมูลแต่ละก้อนที่สลายตัวมาส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ขนาดกำลังขยาย 9x40 เท่า โดยใช้เข็มเย็บเชื้อ (dissecting needles) ช่วยในการกระจายชิ้นส่วนแมลงในกองมูล
 - 2.4 จำแนก วิเคราะห์ เปรียบเทียบเศษชิ้นส่วนที่พบผ่านกล้องจุลทรรศน์ โดยอาศัยคู่มือการจำแนกชิ้นส่วนของแมลงที่จัดทำโดย Borror, *et al.* (1976); Whitaker (1988); McAney, *et al.* (1991) อาคม (2538), สวัสดิ์ (2538), วีรวรรณ และสมศรี (2537), พงษ์เทพ และสุทธิ (2537), โกศล และโสภณ (2537) และกัลยาณี และไสว (2542)

3. ศึกษาช่วงเวลาที่ยังคงถ่ายภาพมูลในถ้ำ

3.1 เวลา 06:00 น. นำกระดาษหนังสือพิมพ์ไปวางไว้บริเวณพื้นถ้ำเพื่อรองรับมูลจำนวน 3 จุดๆ ละ 0.80 ตารางเมตร พื้นที่รองรับมูลรวมกันประมาณ 2.40 ตารางเมตร

3.2 เก็บมูลของค้างคาวที่พบบนกระดาษหนังสือพิมพ์ทั้ง 3 จุด ทุกๆ 2 ชั่วโมง โดยเปลี่ยนกระดาษหนังสือพิมพ์ใหม่ทุกครั้งที่เก็บ และวางกระดาษหนังสือพิมพ์ตรงบริเวณตำแหน่งเดิมทุกครั้งที่เปลี่ยนกระดาษทั้ง 3 จุด

3.3 นำมูลที่ได้มาฝังไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 2 อาทิตย์ โดยแยกมูลออกเป็นแต่ละช่วงเวลาในรอบวัน มูลแต่ละชุดประกอบด้วยมูลที่เก็บในช่วงเวลา 2 ชั่วโมง จาก 3 จุด

3.4 ชั่งน้ำหนักมูลแต่ละชุดโดยใช้ตาชั่งที่มีความละเอียดถึง 0.1 กรัม แล้วนำน้ำหนักมูลที่ชั่งได้ในเวลาเดียวกันมาหาค่าเฉลี่ย เพื่อวาดกราฟแสดงอัตราส่วนการถ่ายมูลทุก 2 ชั่วโมง ในหนึ่งวัน

4. ศึกษาสัดส่วนน้ำที่เป็นองค์ประกอบในมูลค้างคาวปีกถุงต่อมค้าง

4.1 เวลา 06:00 น. นำผ้าพลาสติกไปปูไว้ที่พื้นถ้ำ เพื่อรองรับมูลค้างคาวที่ถ่ายออกมาใหม่ๆ

4.2 คอยเก็บมูลค้างคาวที่ตกลงบนผ้าพลาสติก นำมูลที่พบใส่ถุงพลาสติก ถุงละ 10 กรัม โดยใช้ตาชั่งที่สามารถชั่งได้ละเอียดถึง 0.1 กรัม

4.3 นำมูล 10 กรัมในถุงพลาสติกไปฝังไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 2 อาทิตย์ แล้วนำมาชั่งน้ำหนัก

การนำเสนอข้อมูล

1. ลักษณะทางประชากรของค้างคาวปีกถุงต่อมค้าง

การวิเคราะห์ข้อมูลลักษณะเฉพาะของค้างคาวยี่ดหลักการของ Findley *et al.* (1972) ดังนี้

1.1 Tip Index คือ สัดส่วนความยาวนิ้วที่ 3 ต่อความยาวแขน, (III/FA)

1.2 Aspect Ratio คือ สัดส่วนของผลรวมความยาวแขนกับนิ้วที่ 3 ต่อความยาวนิ้วที่ 5, (FA+III)/V

1.3 Wing Area Index คือ ผลคูณระหว่างผลรวมความยาวแขนกับความยาวนิ้วที่ 3 กับ 2 เท่าของความยาวนิ้วที่ 5, (FA+III) X 2V

1.4 Wing Loading คือ อัตราส่วนระหว่างน้ำหนักของค้างคาวกับ Wing Area Index

2. อาหารของค้างคาวปีกถุงต่อมค้าง

2.1 นำเสนอข้อมูลกลุ่มแมลงที่พบในมูลของค้างคาวที่ทำการวิเคราะห์ โดยยี่ดหลักของ McAney *et al.* (1991) ดังนี้

$$1. \quad PO_A = \left(\frac{n_A}{N} \right) \times 100$$

PO_A = Percentage Occurrence ของแมลงอันดับ

n_A = จำนวนก้อนมูลที่พบแมลงอันดับ A

N = จำนวนก้อนมูลที่นำมาวิเคราะห์ทั้งหมด

$$2. \quad PF_A = \left(\frac{n_A}{\sum_{i=1}^N I_i} \right) \times 100$$

PF_A = Percentage Frequency ของแมลงอันดับ A
 n_A = จำนวนก้อนมูลที่พบแมลงอันดับ A
 I_i = จำนวนอันดับแมลงที่พบในมูลก้อน I

2.2 นิสัยการกินอาหารของค้างคาวปีกถุงต่อมคาง

การสรุปนิสัยการกินอาหารของค้างคาวปีกถุงต่อมคาง ในช่วงเวลาที่ทำการศึกษา ยึดหลักของ Richards and Hall (1998) ที่ถือว่าค้างคาวที่กินอาหารเฉพาะเจาะจงคือ ค้างคาวที่มีชนิดของเหยื่อกลุ่มใดกลุ่มหนึ่งที่เป็นส่วนประกอบในอาหารตั้งแต่ 90% ขึ้นไป ซึ่งในที่นี้ยึดถือค่า Percentage Frequency ของแมลงที่พบเป็นหลัก

3. การทดสอบทางสถิติ

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติสำหรับการศึกษานี้ อาศัยตำราสถิติที่แต่งโดย Zar (1984) เป็นหลัก สำหรับการคำนวณค่าทางสถิติพื้นฐานทั่วไป การศึกษานี้ใช้ Program SPSS for Windows version 9 ร่วมกับคู่มือการใช้ Program ที่แต่งโดย กัลยา (2543) และ ศิริชัย (2543)

ผลการศึกษา:

1. ศึกษาน้ำหนักตัวค้างคาวปีกถุงต่อมคางและน้ำหนักมูลที่ค้างคาวถ่ายในแต่ละวัน

1.1 จากการวางตาข่ายดักค้างคาวบริเวณปากถ้ำแม่ชี พบค้างคาว 3 ชนิดคือ ค้างคาวปีกถุงต่อมคาง (*Taphozous longimanus*) ค้างคาวหน้ายักษ์ทศกรรณ (*Hipposideros armiger*) และค้างคาวหน้ายักษ์หมอบูญส่ง (*H. lekaguli*)

1.2 น้ำหนักเฉลี่ยของค้างคาวปีกถุงต่อมคาง ซึ่งเมื่อเวลา 04.00-06.30 คือ 27.88 ± 1.92 (SD) กรัม (N=177)

1.3 น้ำหนักเฉลี่ยของค้างคาวปีกถุงต่อมคาง ซึ่งเมื่อเวลา 18.30 คือ 25.40 ± 1.63 (SD) กรัม (N=177)

1.4 น้ำหนักของค้างคาวปีกถุงต่อมคาง ก่อนเข้าถ้ำแตกต่างกับน้ำหนักของค้างคาวตอนออกจากถ้ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Student *t*-test, $t=13.142$, $df=352$, $p<0.05$) โดยมีน้ำหนักเพิ่มขึ้นกว่าปกติ 9.76%

1.5 ค่า Aspect Ratio (AR), Tip Index (TI) และ Wing Loading (WL) ของค้างคาวปีกถุงต่อม-คาง (N=177) มีค่าเท่ากับ 2.79, 1.53 และ 0.030 กรัม ต่อ ตร. ซม. ตามลำดับ

1.6 โดยเฉลี่ยความยาวนิ้วที่ 3 ของคางคาวตัวเมีย ($\bar{X} = 100.10 \pm 2.32$ SD มม.) มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Student *t*-test, $t=1.57$, 127df, $p=0.12$) กับความยาวนิ้วที่ 3 ของคางคาวตัวผู้ ($\bar{X} = 99.43 \pm 2.50$ SD มม.)

1.7 โดยเฉลี่ยความยาวแขน (FA) ของคางคาวตัวเมีย ($\bar{X} = 65.45 \pm 1.16$ SD มม.) มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Student *t*-test, $t=1.43$, 127df, $p=0.15$) กับความยาวแขนของคางคาวตัวผู้ ($\bar{X} = 65.11 \pm 1.54$ SD มม.)

1.8 โดยเฉลี่ยความยาวนิ้วที่ 5 ของคางคาวตัวเมีย ($\bar{X} = 58.90 \pm 2.17$ SD มม.) มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Student *t*-test, $t=0.60$, 127df, $p=0.55$) กับความยาวนิ้วที่ 5 ของคางคาวตัวผู้ ($\bar{X} = 58.68 \pm 2.01$ SD มม.)

1.9 สัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (Coefficient of Variation, V) ความยาวนิ้วที่ 3 (2.32%) และความยาวนิ้วที่ 5 (3.68%) ของคางคาวตัวเมีย มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (A two-tailed variance ratio test, $F_{72,72} = 2.51$, $p < 0.001$)

1.10 สัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (V) ความยาวนิ้วที่ 3 (2.51%) และความยาวนิ้วที่ 5 (3.42%) ของคางคาวตัวผู้ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($F_{55,55} = 1.78$, $0.02 < p < 0.05$)

1.11 น้ำหนักมูลของคางคาวปึกถุงต่อมคาง ที่ขังไว้ทั้ง 177 ตัว ปล่อยทิ้งไว้ในอุณหภูมิตั้งแต่ 2 อาทิตย์ เท่ากับ 27.5 กรัม คิดเป็น 0.61% ของน้ำหนักตัว

2. ศึกษาขนาดของมูลและแมลงที่เป็นอาหารของคางคาวปึกถุงต่อมคาง

2.1. มูลของคางคาวปึกถุงต่อมคาง กว้างโดยเฉลี่ย 23.61 ± 2.79 (SD) มม. และยาวโดยเฉลี่ย 62.73 ± 13.13 (SD) มม.

2.2 สัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของความกว้างและความยาวของมูลคางคาวปึกถุงต่อมคาง (V) มีค่าเท่ากับ 11.82% และ 20.93% ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($F_{149,149} = 2.85$, $p < 0.05$)

2.3 อาหารของคางคาวปึกถุงต่อมคาง แสดงไว้ในตารางที่ 1 มีรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 1 สัตว์ส่วนแมลงที่เป็นอาหารในเดือนกุมภาพันธ์ 2543 ของคางคาวปึกถุงต่อมคาง

อันดับแมลง	Percentage Occurrence	Percentage Frequency	ชิ้นส่วนที่ใช้จำแนก
Coleoptera	42.00	26.25	เปลือกหุ้มลำตัว, ปีก, ขา, กราม, หนวด
Hemiptera	14.67	9.17	ปีก, ขา, หัว
Homoptera	10.00	6.25	เกล็ด, ปีก, ขา
Hymenoptera	0.67	0.417	ตัวที่สมบูรณ์
Lepidoptera	92.67	57.92	เกล็ด, หนวด

2.3.1 48.0% ของมูลที่นำมาวิเคราะห์พบแมลงเพียงอันดับเดียว อีกร้อยละ 44.67, 6.67 และ 0.67 ประกอบด้วยแมลงจำนวน 2, 3 และ 4 อันดับ ตามลำดับ (Chi-square test for homogeneity $X^2_3 = 110.64, p < 0.05$)

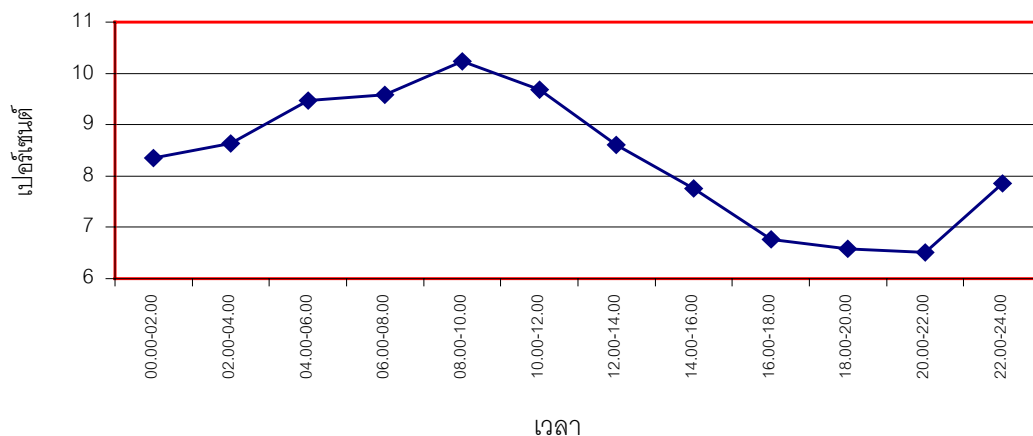
2.3.2 Lepidoptera และ Coleoptera เป็นอาหารหลักของค้างคาวปีกถุงต่อมคาง ที่คิดเป็นส่วนประกอบสูงถึง 84.17%

2.3.3 เดือนกุมภาพันธ์ พบว่าเป็นเดือนที่ค้างคาวปีกถุงต่อมคางกินอาหารไม่เลือกชนิด (generalists) โดยไม่มีแมลงกลุ่มใดมีค่า PF เกินกว่า 90% ตามหลักเกณฑ์ของ Richards and Hall (1998)

2.3.4 จากชิ้นส่วนของแมลงที่พบในมูลทั้ง 150 ก้อนสามารถระบุได้ว่า เป็นแมลงในวงศ์แมลงหุน (Scarabaeidae) วงศ์เพลี้ยกระโดด (Delphacidae) วงศ์เพลี้ยจักจั่น (Cicadellidae) วงศ์ผีเสื้อหนอนกอ (Pyralidae) และวงศ์ผีเสื้อหนอนกระทู้ (Noctuidae)

3. ศึกษาช่วงเวลาที่ยังคายถ่ายมูลในถ้ำ

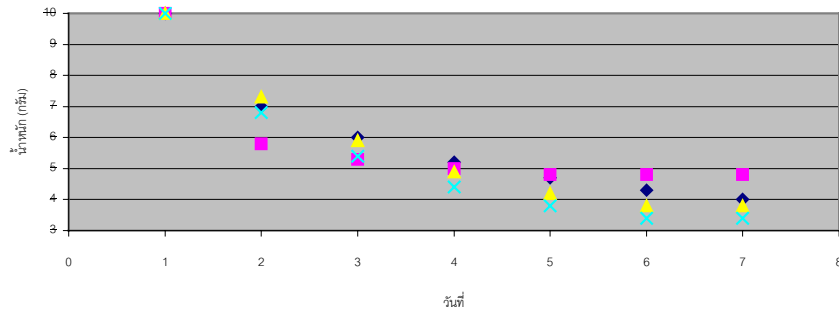
จากการเก็บมูลติดต่อกันเป็นเวลา 5 วันๆ ละ 24 ชั่วโมง พบว่า มีมูลค้างคาวตกที่พื้นถ้ำตลอดทั้ง 24 ชั่วโมง โดยช่วงเวลา 08.00-10.00 น. เป็นเวลาที่พบมูลค้างคาวมากที่สุด ในขณะที่เวลา 20.00-22.00 น. เป็นช่วงเวลาที่พบมูลน้อยที่สุด (แผนภูมิที่ 1)



แผนภูมิที่ 1 สัดส่วนปริมาณมูลที่พบบนพื้นถ้ำแม่ชี ในแต่ละช่วงเวลา

4. ศึกษาสัดส่วนน้ำที่เป็นองค์ประกอบในมูลค้างคาวปีกถุงต่อมคาง

น้ำหนักมูลของค้างคาวกินแมลง มีน้ำเป็นส่วนประกอบอยู่ประมาณ 39.6% โดยน้ำนี้ส่วนใหญ่จะระเหยออกไปในช่วง 24 ชั่วโมงแรก หลังจากที่ยังคายถ่ายมูล ดังแสดงไว้ในแผนภูมิที่ 2



แผนภูมิที่ 2 การลดลงของน้ำหนักมูลค้างคาวที่เกิดจากการระเหยของน้ำ

วิจารณ์ผลการศึกษา

ค้างคาวเป็นสัตว์ที่ออกหากินในตอนกลางคืน และพักผ่อนหลับนอนในตอนกลางวัน ดังนั้นในตอนกลางวัน ค้างคาวจะไม่ได้รับอาหารเพิ่มเลย เป็นเวลาทั้งสิ้นประมาณ 12-14 ชั่วโมง ด้วยเหตุนี้ในช่วงหากินตอนกลางคืน ค้างคาวจึงจำเป็นต้องกินให้มากเพื่อให้ได้อาหารที่เพียงพอ (Fenton, 1992) ก่อนที่จะเข้าที่หลับนอน และเนื่องจากค้างคาวกินแมลงเป็นสัตว์ที่มีลำไส้สั้น ประมาณ 1.3-1.5 เท่าของความยาวลำตัว (Kulzer, 1990) ดังนั้น ค้างคาวกินแมลงจึงเป็นสัตว์ที่กินไปถ่ายมูลไป โดยเฉพาะช่วงเวลา 2-3 ชั่วโมงแรกของการหากิน (กัลยาณี และคณะ, 2542) ค้างคาวที่มีปีกเรียวยาว (AR สูง) เช่นในสกุล *Tadarida* และ *Taphozous* เป็นค้างคาวที่หากินไกล ไม่ค่อยบินกลับเข้าถ้ำ (Hillman, 2542) เหมือนค้างคาวที่มีปีกกว้าง (AR ต่ำ) เช่นในสกุล *Hipposideros* และ *Rhinolophus* การถ่ายมูลของค้างคาวในกลุ่มนี้ จึงอยู่นอกถ้ำเป็นส่วนใหญ่ โดยมีค่าอยู่ประมาณ 3.33-8.33% ของน้ำหนักตัว (ไลส และ กัลยาณี, 2544) ค้างคาวจึงเป็นสัตว์ที่ช่วยเติมปุ๋ยให้กับป่าที่ค้างคาวบินผ่านหรือป่าที่เป็นพื้นที่หากินของค้างคาว

อย่างไรก็ตาม ก่อนบินกลับเข้าถ้ำนั้น ค้างคาวจำเป็นต้องเร่งหาอาหารกินก่อนที่จะสว่าง อาหารที่หาได้ในช่วงเวลานี้ ส่วนหนึ่งจะยังคงตกค้างอยู่ในท้องของค้างคาวตอนบินกลับเข้าถ้ำ ดังนั้นจากการศึกษาครั้งนี้ น้ำหนักของค้างคาวปีกถุงต่อมคาง ที่ชั่งเมื่อเวลา 18.30 น. จึงเป็นน้ำหนักที่แท้จริงของค้างคาว เนื่องจากอาหารในกระเพาะที่ค้างคาวกินในตอนกลางคืนก่อนบินกลับเข้าถ้ำนั้น ได้ถูกย่อยสลายและถูกขับถ่ายออกไปหมดแล้วในช่วงที่ค้างคาวพักผ่อน ความแตกต่างของน้ำหนักที่ชั่งตอนเช้ามีดและตอนเย็นจึงเป็นน้ำหนักของแมลงที่ตกค้างอยู่ในกระเพาะ ก่อนที่ค้างคาวจะเข้าที่พักผ่อนนอน ซึ่งพบว่ามีค่าแตกต่างกันถึง 2.48 กรัม หรือประมาณร้อยละ 9.76 ของน้ำหนักตัวที่แท้จริงของค้างคาวปีกถุงต่อมคาง

สัตว์ที่กินแมลงเป็นอาหารสามารถใช้ประโยชน์จากร่างกายของแมลงได้ไม่เกิน 75% ของน้ำหนักแมลงที่กินเข้าไป ที่เหลือจะเป็นส่วนของ chitin ที่จะถูกขับถ่ายออกมาในรูปของมูล ดังนั้นน้ำหนักแมลงที่ค้างอยู่ในกระเพาะอาหารของค้างคาว 2.48 กรัมนี้จะถูกดูดซึมไปใช้มากที่สุดไม่เกิน 75% 1.86 กรัม หรือ 75% ที่เหลืออีก 0.62 กรัม หรือประมาณ 2.44% ของน้ำหนักตัว จะเป็นส่วนของมูล อย่างไรก็ตาม มูลของค้างคาวปีกถุง

ต่อมคางทั้ง 177 ตัว ที่ขังไว้ในการศึกษาครั้งนี้ เมื่อแห้งแล้วหนักประมาณ 27.5 กรัม หรือเท่ากับ 69.44 % ณ วันที่ถ่ายมูลที่ยังคงมีน้ำเป็นส่วนประกอบ ซึ่งคิดเป็น 1.54% ของน้ำหนักตัว จะเห็นได้ว่ามีความแตกต่างระหว่าง มูลที่ค้างคาวควรจะถ่ายออกมา 2.44% ของน้ำหนักตัว กับมูลที่ค้างคาวถ่ายออกมาจริง 1.54% ที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้ นั้น อาจมีสาเหตุมาจาก ความเครียดจากการถูกขัง และความไม่เหมาะสมใน micro-habitats ของบริเวณที่วางกรง กับบริเวณเพดานถ้ำที่เป็นที่เกาะนอนจริงของค้างคาว ทำให้มีความแตกต่างระหว่างตัวเลข 2.44 ที่ได้จากการคาดการณ์ดังกล่าวข้างต้น แต่ทั้งนี้ทั้งนั้น ปริมาณมูลที่พบก็มีค่าไม่ต่ำกว่า 1% ของน้ำหนักตัวค้างคาว

สำหรับค้างคาวแล้วปริมาณอาหารที่กินในแต่ละวัน จะผันแปรตามฤดูกาล อายุ ตลอดจนเพศของค้างคาว (Whitaker and Black, 1976; Anthony and Kuzn, 1977; Fenton *et al.*, 1985; Rolseth *et al.*, 1994; Adams, 1997) ดังเช่นในช่วงให้นมลูก มีรายงานว่าค้างคาวกินอาหารเท่ากับน้ำหนักตัว ซึ่งในช่วงนี้ปริมาณมูลของค้างคาวก็ย่อมมากตามปริมาณอาหารที่กินเข้าไปด้วย

จากการศึกษาพบมูลใหม่ของค้างคาวที่ถ้ำแม่ชีตลอดทั้ง 24 ชั่วโมง นั้นย่อมหมายความว่า ในถ้ำนี้มีค้างคาวอาศัยเกาะอยู่ตลอด 24 ชั่วโมง จากการสำรวจค้างคาวที่อาศัยอยู่ในถ้ำนี้พบค้างคาว 3 ชนิด คือ ค้างคาวปีกถุงต่อมคาง ค้างคาวหน้ายักษ์หมอบุญสง และค้างคาวหน้ายักษ์ทศกรรม ค้างคาวทั้ง 3 ชนิดในถ้ำนี้น่ามีประชากรไม่มาก สังเกตได้จากความถี่ในการเก็บมูลค้างคาวของผู้ทำสัมปทาน ที่เก็บมูลค้างคาวจากถ้ำนี้ทุกๆ 1 เดือน และถ้ำนี้ไม่มีประตูปิดปากถ้ำที่ไว้ใช้ป้องกันการลักลอบเก็บมูลค้างคาว การที่ในถ้ำนี้มีค้างคาวไม่มาก อาจเป็นเพราะพื้นที่เพดานถ้ำมีจำกัด โดยมีบางส่วนของเพดานถ้ำทะลุต่อกับถ้ำใหญ่ที่เป็นที่อยู่อาศัยของค้างคาวปากย่น และเป็นแหล่งเก็บมูลค้างคาวของผู้รับสัมปทาน

สัดส่วนปริมาณมูลที่ตกบนพื้นถ้ำตลอดทั้ง 24 ชั่วโมง มีค่าไม่แตกต่างกันมากนัก ทั้งนี้อาจมีสาเหตุมาจากค้างคาวที่พบในถ้ำนี้ มีทั้งค้างคาวที่มีปีกกว้าง เช่นในค้างคาวหน้ายักษ์หมอบุญสง และค้างคาวหน้ายักษ์ทศกรรม ที่หากินไม่ไกลจากถ้ำ จึงมีการบินเข้า-บินออกจากถ้ำตลอดทั้งคืน ในขณะที่ค้างคาวที่มีปีกยาวเรียว เช่น ค้างคาวปีกถุงต่อมคาง เป็นค้างคาวที่หากินไกลจากถ้ำจะไม่ค่อยบินกลับเข้าถ้ำในช่วงเวลาหากิน ค้างคาวปีกกว้างที่บินกลับเข้าถ้ำในระหว่างหากินนี้ จะมีการถ่ายมูลในขณะอยู่ในถ้ำด้วย จึงพบปริมาณมูลที่พื้นถ้ำไม่แตกต่างกันมากในแต่ละช่วงเวลา โดยมีค่าสูงสุดคือ 10.23% ในช่วงเวลา 08.00-10.00 น. และมีค่าน้อยสุดคือ 6.51% ในช่วงเวลา 20.00-22.00 น.

ค้างคาวในถ้ำนี้จะบินออกหลังจากพระอาทิตย์ตกดิน ดังนั้นช่วงเวลาระหว่าง 19.00-24.00 น. จึงเป็นช่วงที่มีค้างคาวอยู่ในถ้ำน้อยที่สุด ซึ่งสนับสนุนโดยปริมาณมูลที่พบในช่วงเวลาดังกล่าวมีน้อยด้วยเช่นกัน

แมลงที่เป็นอาหารของค้างคาวปีกถุงต่อมคางส่วนมาเป็นพวกแมลงปีกแข็ง (Coleoptera) และผีเสื้อกลางคืน (Lepidoptera) ซึ่งชิ้นส่วนที่พบในมูลสามารถระบุได้ว่าเป็นแมลงที่เป็นศัตรูทางการเกษตร ทั้งนี้อาจเป็นเพราะพื้นที่รอบเขตรกรรจล้นแต่เป็นพื้นที่การเกษตร ที่ชาวบ้านมักจะปลูกมันสำปะหลัง อ้อย ข้าวโพด ฯลฯ ดังนั้นค้างคาวปีกถุงต่อมคางจึงเป็นสัตว์ที่ช่วยควบคุมประชากรของแมลงที่เป็นศัตรูทางการเกษตร

Coleoptera และ Lepidoptera นั้น เป็นแมลงที่อุดมไปด้วยโปรตีน (Beck and Beck, 1955) ซึ่งขบวนการ metabolism โปรตีน จะได้น้ำ 42% ของน้ำหนักโปรตีนที่สัตว์กินเข้าไป (Chaudhuri, 1968) ด้วยเหตุนี้จึงพบว่าน้ำที่เป็นส่วนประกอบในมูลของค้างคาวที่ถ่ายออกมา มีค่าถึง 39.6% ของน้ำหนักมูล น้ำที่อยู่ในมูลนี้จะระเหยเป็นไอน้ำสะสมอยู่ในถ้ำ ทำให้ถ้ำมีความชื้นที่สูงค่อนข้างคงที่และสูงกว่าภายนอกถ้ำ ทำให้ถ้ำอับชื้น

อยู่ตลอดเวลา และถ้าหากถ้ำนั้นมีตัวขนสัตว์ (Dermestidae) อยู่ในถ้ำจำนวนมาก ของเสียที่ตัวขนสัตว์ถ่ายออกมาจะทำปฏิกิริยากับไอน้ำผลที่ได้คือ ก๊าซ Ammonium hydroxide ที่เป็นอันตรายต่อระบบทางเดินหายใจ (Tuttle, 1994) ด้วยเหตุดังกล่าวถ้ำค้างคาวจึงมีกลิ่นที่ฉุน สามารถรับรู้ได้แต่ไกล

Aspect ratio ของค้างคาวปีกถุงต่อมคางมีค่าต่ำกว่า Aspect ratio ของค้างคาวปีกถุงเคราดำ ที่รายงานโดย กัลยาณี และคณะ (2542) ที่มีค่าเท่ากับ 2.89 (N=30) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (One sample t -test, $t_{128} = -10.709$, $p < 0.05$) แสดงว่าค้างคาวปีกถุงต่อมคางมีความสามารถในการบินหลบหลีกสิ่งกีดขวางได้ดีกว่า จึงเป็นค้างคาวที่น่าจะบินหากินในระดับใกล้เรือนยอดไม่มากกว่าค้างคาวปีกถุงเคราดำ จากการเปรียบเทียบอาหารที่ได้จากการวิเคราะห์มูลของค้างคาวทั้ง 2 ชนิดนี้โดยใช้ค่า percentage frequency พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างเด่นชัด ในองค์ประกอบที่เป็นแมลงปีกแข็ง ที่พบเพียง 12.22% ในค้างคาวปีกถุงเคราดำ ในขณะที่ค้างคาวปีกถุงต่อมคาง มีแมลงปีกแข็งเป็นส่วนประกอบในอาหารสูงถึง 42.0% ความแตกต่างดังกล่าวนอกจากจะมีสาเหตุมาจากความแตกต่างในลักษณะการบินแล้ว สภาพพื้นที่โดยรอบที่อยู่อาศัย และช่วงเวลาในการเก็บมูล ก็อาจเป็นปัจจัยที่ทำให้เกิดความแตกต่างดังกล่าวได้ โดยเฉพาะบริเวณที่เป็นพื้นที่การเกษตรที่ใช้ทำไร่ พื้นที่หากินมีลักษณะเกือบจะมีเพียง 2 มิติคือกว้างและยาวเท่านั้น ส่วนมิติทางความสูงหรือแนวตั้งค่อนข้างต่ำ เมื่อเปรียบเทียบกับมิติของป่าไม้ยืนต้นที่เป็นแหล่งหากินของค้างคาวปีกถุงเคราดำ ที่ศึกษาโดย กัลยาณี และคณะ (2542)

จากการศึกษาพบว่า นั้วที่ 3 และ นั้วที่ 5 ของตัวเมียมีค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนมากกว่าตัวผู้ นั้นอาจมีสาเหตุสำคัญมาจากการที่ตัวเมียต้องพาลูกบิน ซึ่งจำเป็นต้องมีค่า Wing Loading (WL) มาก การที่จะมีค่า WL มาก มีตัวแปรที่สำคัญคือนั้วที่ 3 และนั้วที่ 5 ดังนั้นความแปรปรวนของนั้วที่ 3 และนั้วที่ 5 ในค้างคาวตัวเมีย จึงเกี่ยวข้องโดยตรงต่อการที่ค้างคาวตัวเมียต้องพาลูก ในขณะที่ยังอยู่ในถ้ำเมื่อลูกยังเล็ก

สรุปผลการศึกษา

1. น้ำหนักตัวของค้างคาวก่อนบินเข้าที่หลบนอนตอนใกล้รุ่ง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับน้ำหนักของค้างคาวก่อนบินออกหากินตอนพลบค่ำ น้ำหนักส่วนต่างนี้เป็นอาหารที่ค้างอยู่ในท้องที่ค้างคาวกินก่อนสว่าง
2. ลักษณะทางประชากรของค้างคาวปีกถุงต่อมคางเพศผู้และเพศเมียไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่ทั้งตัวผู้และตัวเมียมีความแตกต่างในความแปรปรวนความยาวนั้วที่ 3 และ นั้วที่ 5 โดยตัวเมียมีความแปรปรวนที่มากกว่าตัวผู้
3. ค้างคาวปีกถุงเคราดำถ่ายมูลในถ้ำวันละ 1.54-2.44% ของน้ำหนักตัว ส่วนมากถ่ายมูลในช่วงเวลา 08.00-10.00 น. โดยมูลที่ถ่ายออกมาจะมีน้ำเป็นส่วนประกอบประมาณ 39.6% น้ำนี้จะระเหยออกไปจากมูลในช่วง 1 วันแรก ยังผลให้ภายในถ้ำมีความชื้นสูงกว่าปกติ
4. ค้างคาวปีกถุงต่อมคางกินผีเสื้อกลางคืน (Lepidoptera) ในวงศ์ผีเสื้อหนอนกอ (Pyralidae) และวงศ์ผีเสื้อหนอนกระทู้ (Noctuidae) และแมลงปีกแข็ง (Coleoptera) ในวงศ์ Scarabaeidae เป็นอาหารหลัก และมีแมลงในอันดับเพลี้ย (Hemiptera) และมวน (Homoptera) โดยเฉพาะวงศ์เพลี้ยกระโดด (Delphaeidae) และวงศ์เพลี้ยจักจั่น (Cicadelidae) เป็นอาหารรอง

เอกสารอ้างอิง

- โกศล เจริญสม และ โสภณ อุไรชื่น. 2537. การจัดหมวดหมู่ของแมลง (ตอน 2), น. 49-74. ใน อินทวัฒน์ บุรีคำ (บรรณาธิการ). **บทปฏิบัติการกีฏวิทยาทางการเกษตร**. โรงพิมพ์รุ่งวัฒนา, กรุงเทพฯ.
- กัลยาณี บุญเกิด และ ไสว วังหงษา. 2543. การวิเคราะห์อาหารของค้างคาวกินแมลง. ส่วนวิจัยสัตว์ป่า กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.
- กัลยาณี บุญเกิด, ไสว วังหงษา และ เอเดรียน อิลล์มัน. 2542. การศึกษาผลกระทบต่อดังคาวที่เกิดจากการวางแนวท่อส่งก๊าซธรรมชาติ จากแหล่งยาดานา สหภาพพม่า. ส่วนวิจัยสัตว์ป่า กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.
- กัลยา วาณิชยปัญญา. 2543. การใช้โปรแกรม **SPSS for Windows** ในการวิเคราะห์ข้อมูล. ห้างหุ้นส่วนจำกัด ซี เค แอนด์ เอส โฟโตสตูดิโอ, กรุงเทพฯ. 594 น.
- วีรวรรณ อมรศักดิ์ และ สมศรี กันตรัตนากุล. 2537. รูปร่างลักษณะภายนอกของแมลง, น. 1-16. ใน อินทวัฒน์ บุรีคำ (บรรณาธิการ) **บทปฏิบัติการกีฏวิทยาทางการเกษตร**. โรงพิมพ์รุ่งวัฒนา, กรุงเทพฯ.
- พงษ์เทพ อัครนกุล และ สุทธิ ทองขาว. 2537. การจัดหมวดหมู่แมลง (ตอน 1). หน้า 27-49. ใน อินทวัฒน์ บุรีคำ (บรรณาธิการ) **บทปฏิบัติการกีฏวิทยาทางการเกษตร**. โรงพิมพ์รุ่งวัฒนา, กรุงเทพฯ.
- ศิริชัย พงษ์วิชัย. 2543. วิธีใช้โปรแกรม **SPSS** และแปลความหมายผลลัพธ์ที่ได้. พิมพ์ครั้งที่ 2. โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ. 275น.
- สาวิตรี มาลัยพันธุ์. 2538. **บทปฏิบัติการกีฏวิทยาเบื้องต้น**. ภาควิชากีฏวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- สุชาติ โกษฉงศ์. 2543. การสำรวจประชากรค้างคาวปากย่น ปริมาณมูล และความสัมพันธ์กับระบบนิเวศภายในถ้ำเจ้าราม จังหวัดสุโขทัย. ส่วนอนุรักษ์สัตว์ป่า กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ. 46 หน้า
- ไสว วังหงษา และ กัลยาณี บุญเกิด. 2544. การจัดการถ้ำค้างคาว. ส่วนวิจัยอุทยานแห่งชาติและสัตว์ป่า กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ
- อาคม สังข์วรานนท์. 2538. **กีฏวิทยาทางสัตวแพทย์**. สำนักพิมพ์รวีเขียว, กรุงเทพฯ.
- เอเดรียน อิลล์มัน. 2542. การศึกษาค้างคาวปากย่น (*Tadarida plicata*) ในเขตห้ามล่าสัตว์ป่าเขาช่องพราน จังหวัดราชบุรี. **วารสารวิชาการป่าไม้ 1** : 72-83.
- Adams, R.A. 1997. Onset of volancy and foraging patterns of juvenile little brown bats, *Myotis Lucifugus*. *J. Mammal.* 78(1): 239-246.
- Aldridge, H.D. and I.L. Rautenbach. 1987. Morphology, echolocation and resource partitioning in insectivorous bats. *J. Ani. Ecol.* 56: 763-778.
- Anthony, E.L.P. and T.H. Kuzn, 1977. Feeding strategies of the little brown bats, *Myotis lucifugus*, in Southern New Hampshire. *Ecology*. 58: 775-786.

- Beck, J.R. and D.O. Beck. 1955. A method for nutritional evaluation of wildlife food. **J. Wildl. Manage.** 19(2): 198-205.
- Borror, D.J. , D.M. DeLong and C.A. Triplehorn, 1976. **An Introduction to the Study of Insects.** Philippines Graphic Arts, Caloocan.
- Brosset, A. 1963. The bats of Central and West India. **J. Bom. Nat. Hist.** 60: 337-355.
- Chaudhuri, A.C. 1968. **Animal Nutrition.** Scientific Book Agency. Calcutta.
- Fenton, M.B., R.M.Brigham, A.M. Mills and I.L. Rautenbach. 1985. The roosting and foraging areas of *Epomophorus wahlbergi* (Pteropodidae) and *Scotophilus viridis* (Vespertilionidae) in Kruger National Park, South Africa. **J. Mammal.** 53(3): 461-468.
- Fenton, M.B. 1992. **Bats.** Fact on Files Inc., New York.
- Findley, J.S., E.H. Studier and D.E. Wilson. 1972. Morphologic properties of bat wings. **J. Mamm.** 53 (3): 429-444.
- Kulzer, E. 1990 Bats: Introduction. P.536-551. **In** Grzimek, B. **Grzimek's Encyclopedia of Mammals** Vol.1. Mc Graw-Hill Publishing.
- Lekagul, B. and J.A. Mcleely. 1977. **Mammals of Thailand.** Kurusapha Ladpraw Prees, Bangkok.
- McAney, C.M, C.B.; Shiel, C.M. Sullivan and J.S. Fairley 1991. **The Analysis of bat dropping. An Occasional Publication of the Mammal Society.** No. 14.
- Ratanaworabhan, N. and H. Felten 1986. Short remarks on bats in their environment in Thailand. **Cour. Forsch. Inst. Senchenberg.** 87: 747-54.
- Richards, G.C. and L.S. Hall, 1998. Conservation biology of Australian bats: Are recent advances solving our problems?, pp. 271-281. In Kunz, T.H. and P.A. Racey (editor), **Bat Biology and Conservation.** Smithsonian Institution Press, Washington, USA.
- Rolset, S.L., C.E. Koehler and M.R. Barclay 1994. Differences in the diets of juvenile and adult hoary bats, *Lasiurus cinereus*. **J. Mammal.** 75(2): 394-398.
- Tuttle, M.D. 1994 The lives of Mexican free-tailed bats. **Bats** 12(3): 6-14.
- Whitaker, J. O. Jr. and H. Black 1976. Food habits of cave bats from Zambia, Africa. **J. Mammal.** 57(1): 199-204.
- Whitaker, J. O. Jr. 1988. Food habit analysis of insectivorous bats. pp. 171-189. **In** Kunz, T.H. **Ecological and Behavioural Methods for the Study of Bats.** Smithsonian Institution Press. Washington and London.
- Zar, J.H. 1984. **Biostatistical Analysis:** 2nd Edition. Prentice-Hall, Inc., New Jersey. 718p.

.....