BRT 542014

การศึกษาเปรียบเทียบความหลากหลายของชนิดและความชุกชุมของด้วงมูลสัตว์ (Coleoptera : Scarabaeidae) ระหว่างป่าที่สมบูรณ์และป่าที่ถูกรบกวน บริเวณบึงสักษาพันธุ์สัตว์ป่าโตนงาช้าง จังหวัดสงขลา

A Comparative Study of Species Diversity and Abundance of Dung Beetle (Coleoptera: Scarabaeidae) in the Primary Forest and the Secondary Forest at Ton Nga Chang Wildlife Sanctuary, Songkhla Province

สิงโต บุญโรจน์พงศ์
Singtoe Boonrotpong

วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสัตววิทยา
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
Master of Science Thesis in Zoology
Prince of Songkla University
2545

An 90

- 8 เม.ย. 2546

โครงการวิจัย ... ประชาชนเพื่อการวิเคราะห์นโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย
c/o ศูนย์วัฒนธรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ
อาคารสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ
73/1 ถนนพระรามที่ 6 เขตราชเทวี
กรุงเทพฯ 10400

การศึกษาเปรียบเทียบความหลากหลายของชนิดและความชุกชุมของด้วงมูลสัตว์ (Coleoptera : Scarabaeidae) ระหว่างป่าที่สมบรูณ์และป่าที่ถูกรบกวน บริเวณเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าโตนงาช้าง จังหวัดสงขลา

A Comparative Study of Species Diversity and Abundance of Dung Beetle (Coleoptera : Scarabaeidae) in the Primary Forest and the Secondary Forest at Ton Nga Chang Wildlife Sanctuary, Songkhla Province

สิงโต บุญโรจน์พงศ์

Singtoe Boonrotpong

วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสัตววิทยา

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

Master of Science Thesis in Zoology

Prince of Songkla University

2545

ชื่อวิทยานิพนธ์ การศึกษาเปรียบเทียบความหลากหลายของชนิดและความชุกชุมของด้วงมูลสัตว์ (Coleoptera : Scarabaeidae) ระหว่างป่าที่สมบรูณ์และป่าที่ถูกรบกวน บริเวณเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าโตนงาช้าง จังหวัดสงขลา

ผู้เขียน นายสิงโต บุญโรจน์พงศ์

สาขาวิชา สัตววิทยา

คณะกรรมการที่ปรึกษา

.....ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. จุฑามาส ผลพันธิน)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุนทร โสตถิพันธุ์)

คณะกรรมการสอบ

.....ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. จุฑามาส ผลพันธิน)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุนทร โสตถิพันธุ์)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กำพล มีสวัสดิ์)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. สุรไกร เพิ่มคำ)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสัตววิทยา

.....
(รองศาสตราจารย์ ดร. ปิติ ทฤษฎิคุณ)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

BRT 542014

ชื่อเรื่อง การศึกษาเปรียบเทียบความหลากหลายของชนิดและความชุกชุมของด้วงมูลสัตว์ (Colcoptera : Scarabaeidae) ระหว่างป่าที่สมบูรณ์และป่าที่ถูกรบกวน บริเวณเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าโตนงาช้าง จังหวัดสงขลา

ผู้เขียน นาย สิงโต บุญโรจน์พงศ์

สาขาวิชา สัตววิทยา

ปีการศึกษา 2545

บทคัดย่อ

การศึกษาเปรียบเทียบความหลากหลายของชนิดและความชุกชุมของด้วงมูลสัตว์ระหว่างป่าสมบูรณ์กับป่าที่ถูกรบกวน ในช่วงระหว่างเดือนเมษายน 2542 ถึง พฤษภาคม 2543 โดยการวาง Line Transect 3 แนว จากป่าที่ถูกรบกวนถึงป่าสมบูรณ์ด้วยระยะทาง 2 กิโลเมตร วางกับดักมูลหมูสดเป็นตัวล่อ วัตถุประสงค์ของการศึกษาครั้งนี้เพื่อศึกษาความหลากหลายและความชุกชุมของด้วงมูลสัตว์ การแพร่กระจายตามระยะทาง รวมทั้งเพื่อการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของด้วงมูลสัตว์ตามฤดูกาลและชนิดของป่า

การศึกษาครั้งนี้พบด้วงมูลสัตว์ทั้งหมด 20 ชนิด ใน 7 สกุล 5 เผ่าพันธุ์และ 2 วงศ์ย่อย และมีด้วงมูลสัตว์ 7 ชนิดที่พบในป่าสมบูรณ์เท่านั้น ได้แก่ *Microcopris reflexus*, *Oniticellus tessellatus*, *Onthophagus pilularius*, *O. taeniatus*, *O. ventralis*, *O.* sp. 3 และ *O.* sp. 4 ด้วงมูล์สัตว์ในสกุล *Onthophagus* มีความหลากหลายของชนิดมากที่สุด ผลการศึกษาความชุกชุมครั้งนี้พบว่า ความชุกชุมของด้วงมูลสัตว์เกือบทุกชนิดไม่มีความแตกต่างกันระหว่างป่าทั้งสอง ยกเว้น *Onthophagus* sp. 2 มีความชุกชุมในป่าสมบูรณ์มากกว่าป่าที่ถูกรบกวนอย่างมีนัยสำคัญ สำหรับการเปลี่ยนแปลงของด้วงมูลสัตว์ตามฤดูกาลและชนิดป่าพบว่า ชนิดของด้วงมูลสัตว์ได้รับอิทธิพลจากป่าที่มีความแตกต่างกัน ในทางตรงกันข้ามพบว่า จำนวนตัวของด้วงมูลสัตว์ได้รับอิทธิพลจากฤดูกาลที่แตกต่างกัน การศึกษาการเปลี่ยนแปลงตามระยะทางของด้วงมูลสัตว์พบว่า ชนิดด้วงมูลสัตว์มีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นเมื่อเข้าสู่ป่าสมบูรณ์ และด้วงมูลสัตว์ที่มี Functional group แบบ Roller พบในฤดูร้อนมากกว่าฤดูฝน แต่ด้วงมูลสัตว์ที่มี Functional group แบบ Tunneller พบในฤดูฝนมากกว่าฤดูร้อน ส่วนด้วงมูลสัตว์ในสกุล *Onthophagus* สามารถพบได้ทั้งในฤดูร้อนและฤดูฝนไม่แตกต่างกัน

ข้อมูลที่ได้แสดงให้เห็นว่า ป่าที่เคยถูกรบกวนมาก่อนมีผลต่อชนิด ความชุกชุม และการแพร่กระจายของค้างมูลสัตว์

Thesis Title A Comparative Study of Species Diversity and Abundance of Dung Beetle (Coleoptera : Scarabaeidae) in the Primary Forest and the Secondary Forest at Ton Nga Chang Wildlife Sanctuary, Songkhla Province

Author Mr. Singtoe Boonrotpong

Major Program Zoology

Academic Year 2002

Abstract

The diversity and abundance of dung beetles between the primary forest and those of the secondary forest were examined in this study from April 1999 to May 2000. Three line transects were set up starting from the secondary forest continuously to the primary forest. The length of each line was approximately 2 kilometers. Dung beetles were collected by pitfall trap using trap baited with fresh pig's dung. The purpose of this project is to study species diversity, abundance, spatial distribution of dung beetles, fluctuation of dung beetle by seasonality and forest type.

A total of 20 species belonging to 7 genera, 5 tribes and 2 subfamilies were identified. *Microcopris reflexus*, *Oniticellus tessellatus*, *Onthophagus pilularius*, *O. taeniatus*, *O. ventralis*, *O.* sp. 3 and *O.* sp. 4 were restricted to the primary forest. The genus *Onthophagus* was the most diverse species group in which 12 species were found. The result of abundance of dung beetles showed that most dung beetles were not significantly different between the primary forest and the secondary forest, except *Onthophagus* sp. 2 was significantly different between the both forest. Species richness of dung beetle depended on forest variation. On the other hand, number of individuals of dung beetle depend on seasonal variation. The spatial distribution of dung beetle was increasing from the secondary forest to the primary forest and the functional group of dung beetle were divided in the 2 groups : Roller and Tunneller. The roller group was found in the wet season more than the dry season whereas the tunneller group was found in the dry season more than the wet season.

This study showed that disturbed forest can have an effect upon species diversity, abundance and the spatial distribution of dung beetles.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี โดยมีผู้ให้คำแนะนำและให้การช่วยเหลือในหลาย ๆ ด้าน ผู้เขียนขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. จุฑามาส ผลพันธิน อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุนทร โสตถิพันธุ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่เสียสละให้คำปรึกษา แนะนำ ตรวจสอบและแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์ ขอพระขอบคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กำพล มีสวัสดิ์ และรองศาสตราจารย์ ดร. สุรไกร เพิ่มคำ กรรมการสอบและตรวจแก้วิทยานิพนธ์

ขอขอบคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ยุพา หาญบุญทรง ภาควิชากีฏวิทยา คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น และ Dr. Hans Huijbregts นักวิจัยของ Leiden Museum ประเทศเนเธอร์แลนด์ ช่วยในการจำแนกตัวอย่างด้วงมูลสัตว์ ขอขอบคุณ รองศาสตราจารย์ ศุภฤกษ์ วัฒนสิทธิ์ และอาจารย์ประกาศ สว่างโชติ ที่ให้คำปรึกษาในการเริ่มต้นแนวคิดวิทยานิพนธ์ ขอขอบคุณ โครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย (BRT) และขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัย ที่สนับสนุนเงินทุนให้โครงการวิจัยนี้สำเร็จลงด้วยดี นอกจากนี้ผู้เขียนได้รับความเอื้อเฟื้อสถานที่ศึกษาจาก คุณกอบศักดิ์ สุวรรณรัตน์ หัวหน้าสถานีวิจัยสัตว์ป่าโตนงาช้าง คุณพินิจ สุวรรณโณ หัวหน้าเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าโตนงาช้าง และคุณประมวล สุวรรณ เจ้าหน้าที่ของสถานีวิจัยสัตว์ป่าโตนงาช้าง ซึ่งผู้เขียนประทับใจเป็นอย่างยิ่งที่ท่านให้ความช่วยเหลือภาคสนามแก่ผู้วิจัยในทุก ๆ เรื่องและขอบคุณผู้ช่วยเหลือท่านอื่น ๆ ที่ไม่ได้ออกนาม โดยเฉพาะคุณทวี มณีปรีชา ที่อดทนต่อกลิ่นมูลหมูที่ใช้ในการศึกษา ขอบคุณคุณน่าวี หนุนอนันต์และคุณจรัล ลีรติวงศ์ ในการร่วมออกภาคสนาม และขอบคุณ คุณหัทยา มีเมืองและ คุณนฤมล ตันธนา ให้คำแนะนำเกี่ยวกับพรรณพืช

งานวิจัยชิ้นนี้จะสำเร็จไม่ได้เลยหากขาดการสนับสนุนจากคณาจารย์ภาควิชาชีววิทยาทุกท่านที่ให้โอกาสและให้ความรู้แก่ผู้เขียน ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ภาควิชาชีววิทยาและเจ้าหน้าที่ห้องสมุดทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือเป็นอย่างดี ขอบคุณและขอบใจ พี่ ๆ เพื่อน ๆ และน้อง ๆ ภาค ชีววิทยาที่รู้จักทุกคน

ท้ายที่สุดกราบขอขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และคนในครอบครัวทุกคน ที่ให้กำลังใจที่ดี และให้โอกาสในการศึกษาเล่าเรียน ณ โอกาสนี้ด้วย

สิงโต บุญโรจน์พงศ์

สารบาญ

หน้า

บทคัดย่อ.....(3)

Abstract.....(5)

กิตติกรรมประกาศ.....(7)

สารบาญ.....(8)

รายการตาราง.....(10)

รายการภาพประกอบ.....(11)

บทที่

1 บทนำ.....1

วัตถุประสงค์ของโครงการ.....5

สมมติฐานของโครงการ.....5

2 การตรวจเอกสาร.....6

ป่าดิบชื้นเขตร้อน.....6

การสูญเสียป่าดิบชื้น.....8

ด้วงมูลสัตว์.....8

เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าโตนงาช้าง.....14

3 อุปกรณ์และวิธีการวิจัย.....19

วัสดุและอุปกรณ์.....19

วิธีการดำเนินการ.....19

พื้นที่ศึกษา.....19

การสุ่มเก็บตัวอย่าง.....20

การวิเคราะห์ข้อมูล.....23

4 ผลการศึกษา.....25

ความหลากหลายของชนิด.....25

ความมากน้อยของชนิด.....25

ความชุกชุมของด้วงมูลสัตว์.....27

ดัชนีความหลากหลายของชนิด.....29

สารบาญ (ต่อ)

หน้า

บทที่

การเปลี่ยนแปลงของด้วงมูลสัตว์ตามฤดูกาลและชนิดป่า.....29
การเปลี่ยนแปลงตามชนิดป่า.....29
การเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล.....30
ปฏิสัมพันธ์ระหว่างฤดูกาลและชนิดของป่า.....33
การเปลี่ยนแปลงจำนวนตัวของด้วงมูลสัตว์แต่ละชนิดตามฤดูกาล.....35
การแพร่กระจายตามระยะทาง.....37
5 วิจารณ์ผลการศึกษา.....39
ความหลากหลายของชนิดและความชุกชุม.....39
การเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลและชนิดของป่า.....41
การแพร่กระจายตามระยะทาง.....43
6 บทสรุป.....45
บทสรุป.....45
ข้อเสนอแนะ.....47
บรรณานุกรม.....48
ภาคผนวก ก.....56
ภาคผนวก ข.....73
ประวัติผู้เขียน.....83

รายการตาราง

ตาราง หน้า

1 จำนวนชนิดและจำนวนตัวของด้วงมูลสัตว์โดยวิธีการกับดักแบบมูลล่อ ระหว่างป่าสมบูรณ์และป่าที่ถูกรบกวน.....25

2 ค่าเฉลี่ยและความผิดพลาดมาตรฐานของจำนวนตัวด้วงมูลสัตว์แต่ละชนิด ระหว่างป่าสมบูรณ์และป่าที่ถูกรบกวน.....27

3 ค่าความหลากหลายของชนิดและค่าความสม่ำเสมอของการแพร่กระจายของด้วงมูลสัตว์ระหว่างป่าสมบูรณ์และป่าที่ถูกรบกวน.....29

4 ความแปรปรวนแบบหนึ่งปัจจัยของจำนวนตัวเฉลี่ยระหว่างป่าและฤดูกาล.....31

5 ความแปรปรวนแบบหนึ่งปัจจัยของจำนวนชนิดเฉลี่ยระหว่างป่าและฤดูกาล.....31

6 ความแปรปรวนแบบสองปัจจัยของจำนวนตัวเฉลี่ยระหว่างป่าและฤดูกาล.....33

7 ความแปรปรวนแบบสองปัจจัยของจำนวนตัวเฉลี่ยระหว่างป่าและฤดูกาล.....33

รายการภาพประกอบ

ภาพประกอบ หน้า

1 วัฏจักรชีวิตของด้วงมูลสัตว์.....10

2 บริเวณพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าโตนงาช้าง จังหวัดสงขลา.....21

3 ป่าสมบูรณ์บริเวณที่ทำการศึกษา.....22

4 ป่าที่ถูกรบกวนบริเวณที่ทำการศึกษา.....22

5 การเก็บตัวอย่างด้วงมูลสัตว์ใช้วิธี Line transect ในพื้นที่ทำการศึกษา.....23

6 ค่าเฉลี่ยจำนวนชนิดของด้วงมูลสัตว์ ระหว่างป่าสมบูรณ์กับป่าที่ถูกรบกวน.....26

7 ค่าเฉลี่ยจำนวนตัวของด้วงมูลสัตว์แต่ละชนิดระหว่างฤดูร้อนและฤดูฝน.....32

8 ปฏิสัมพันธ์ระหว่างฤดูกาลกับชนิดของป่าต่อจำนวนตัวและจำนวนชนิดของด้วงมูลสัตว์....34

9 การเปลี่ยนแปลงของด้วงมูลสัตว์ตามฤดูกาลตลอดทั้งปี

ก. การเปลี่ยนแปลงของด้วงมูลสัตว์ในสกุล *Sisyphus* 35

ข. การเปลี่ยนแปลงของด้วงมูลสัตว์ในสกุล*Paragymnopleurus*.....35

ค. การเปลี่ยนแปลงของด้วงมูลสัตว์ในสกุล *Copris*.....36

ง. การเปลี่ยนแปลงของด้วงมูลสัตว์ในสกุล *Onthophagus*.....36

10 การแพร่กระจายตามระยะทางของจำนวนชนิดของด้วงมูลสัตว์จากป่าที่ถูกรบกวน บริเวณรอยต่อ จนถึงป่าสมบูรณ์.....37

11 ด้วงมูลสัตว์ *Microcopris reflexus*.....73

12 ด้วงมูลสัตว์ *Copris carinicus*.....73

13 ด้วงมูลสัตว์ *Copris spinator*.....74

14 ด้วงมูลสัตว์ *Oniticellus tessellatus*.....74

15 ด้วงมูลสัตว์ *Tiniocellus sarawacus*.....75

16 ด้วงมูลสัตว์ *Onthophagus babirussoides*.....75

17 ด้วงมูลสัตว์ *Onthophagus incisus*.....76

18 ด้วงมูลสัตว์ *Onthophagus mulleri*.....76

19 ด้วงมูลสัตว์ *Onthophagus pilularius*.....77

20 ด้วงมูลสัตว์ *Onthophagus rugicollis*.....77

21 ด้างมูลสัตว์ *Onthophagus rutilans*.....78

22 ด้วงมูลสัตว์ *Onthophagus taeniatus*.....78

23 ด้วงมูลสัตว์ *Onthophagus ventralis*.....79

24 ด้วงมูลสัตว์ *Onthophagus* sp. 1.....79

25 ด้วงมูลสัตว์ *Onthophagus* sp. 2.....80

รายการภาพประกอบ (ต่อ)

26 ด้วงมูลสัตว์ *Onthophagus* sp. 3.....80
27 ด้วงมูลสัตว์ *Onthophagus* sp. 4.....81
28 ด้วงมูลสัตว์ *Paragymnopleurus muarus*.....81
29 ด้วงมูลสัตว์ *Sisyphus thoracicus*.....82
30 ด้วงมูลสัตว์ *Sisyphus* sp. 1.....82

บทที่ 1

บทนำ

ป่าดิบชื้นหรือป่าฝน (tropical rainforest) เป็นระบบนิเวศที่มีความสำคัญแห่งหนึ่งของโลก (Park, 1992) เป็นแหล่งรวบรวมความหลากหลายทางชีวภาพ (biodiversity) ได้แก่ ความหลากหลายของพันธุกรรม (genetic diversity) ความหลากหลายของชนิดพันธุ์ (species diversity) และความหลากหลายของแหล่งที่อยู่หรือระบบนิเวศ (habitats or ecological diversity) (Reaka-Kudla และคณะ, 1997) คุณสมบัติดังกล่าวมีส่วนทำให้เกิดสมดุลขึ้นภายในป่าดิบชื้นที่เอื้ออำนวยปัจจัยสี่แก่มนุษย์ คือ อาหาร เครื่องนุ่งห่ม ยารักษาโรค และแหล่งที่อยู่อาศัย จึงเป็นที่ยอมรับกันว่าความหลากหลายทางชีวภาพในป่าดิบชื้นมีความสำคัญ (Begon และคณะ, 1996)

จากการศึกษาลักษณะทางภูมิอากาศของป่าดิบชื้นหลายแหล่งที่มีความสำคัญของโลก พบว่าลักษณะของป่าดิบชื้นที่มีความแตกต่างทางกายภาพนั้นต่างก็มีลักษณะภูมิอากาศคล้ายคลึงกันคือ เป็นบริเวณที่มีอุณหภูมิสูงเฉลี่ยค่อนข้างคงที่ตลอดปีและมีปริมาณน้ำฝนสูง ทำให้เกิดเป็นแหล่งที่อยู่ย่อยๆ (microhabitats) ภายในระบบนิเวศ (Park, 1992) ป่าดิบชื้นมีขอบเขตการแพร่กระจายอยู่ระหว่างแนวเส้น Tropic of Cancer และแนวเส้น Tropic of Capricorn แบ่งป่าดิบชื้นที่สำคัญของโลกเป็น 3 แหล่งเรียงลำดับจากป่าขนาดใหญ่ลงไปดังนี้ ป่าดิบชื้นอเมริกา (American rainforest) อยู่ในส่วนของอเมริกากลางและอเมริกาใต้ (Central and South America) ป่าดิบชื้นแอฟริกา (African rainforest) อยู่ในส่วนของแอฟริกาตะวันตก (Western Equatorial Africa) และป่าดิบชื้นแบบอินโด-มาลายัน (Indo–Malayan rainforest) อยู่ในส่วนเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (South – East Asia)

ในสองทศวรรษที่ผ่านมาการสูญเสียป่าดิบชื้นของโลกเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว ไม่ว่าจะเกิดจากจากการเปลี่ยนแปลงของธรรมชาติหรือเกิดจากการกระทำของมนุษย์ ล้วนแล้วแต่นำความเสียหายต่อสมดุลของระบบนิเวศ และส่งผลต่อความอยู่รอดของชนิดพรรณพืชและพันธุ์สัตว์ที่อาศัยในแหล่งนั้น (Park, 1992) จากการศึกษาขององค์การอาหารและยาแห่ง สหประชาชาติ พบว่าการสูญเสียพื้นที่ป่าที่สำคัญของโลกอย่างรุนแรงที่สุดเกิดจากการทำลายของมนุษย์ ในระหว่างปี ค.ศ. 1950 ถึง 1982 ทำให้ป่าผืนใหญ่กลายเป็นหย่อม ๆ

(fragmented forest) บริเวณที่มีการสูญเสียมากที่สุดคือ ป่าดิบชื้นอเมริกา (ในอเมริกากลาง 66 เปอร์เซ็นต์ และในอเมริกาใต้ 37 เปอร์เซ็นต์) ป่าดิบชื้นแอฟริกา (ในแอฟริกาตะวันตก 52 เปอร์เซ็นต์) และป่าดิบชื้นอินโด-มาลายัน (38 เปอร์เซ็นต์)

ประเทศไทยจัดอยู่ในเขตร้อนชื้น ประกอบด้วยป่า 2 ชนิด ได้แก่ (1) ป่าไม่ผลัดใบ (evergreen rainforest) เช่น ป่ากึ่งดิบชื้น (semi-evergreen rainforest) ป่าดิบชื้นที่ราบต่ำ (lowland evergreen rainforest) ป่าดิบชื้นเขาระดับต่ำ (lower montane rainforest) เป็นต้น และ (2) ป่าผลัดใบ (deciduous rainforest) เช่น ป่าเต็งรัง ป่าเบญจพรรณ เป็นต้น (Whitmore, 1990) ดังนั้นประเทศไทยจึงจัดเป็นแหล่งของทรัพยากรที่มีความสำคัญ แต่ปัจจุบันทรัพยากรป่าไม้ได้ถูกทำลายลดลงอย่างน่าเป็นห่วงในทุกภาคของประเทศ จากภาพถ่ายดาวเทียมและการศึกษาขององค์การอาหารและยาแห่งสหประชาชาติ (F.A.O) และกองทุนสัตว์ป่าโลก (W.W.F) ในปี ค.ศ. 1982 ประเทศไทยสูญเสียพื้นที่ป่า 45 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ป่าทั้งหมด พบว่าป่าไม้ทุกภาคมีลักษณะเป็นหย่อมๆ โดยเฉพาะภาคใต้ของประเทศไทยซึ่งจัดเป็นป่าดิบชื้นแบบ อินโด-มาลายัน (Whitmore, 1975) ต้องประสบปัญหาของการบุกรุกเพื่อการเกษตร การทำสวนยางพารา เป็นต้น ส่งผลกระทบต่อชนิดพรรณพืชและสัตว์ โดยเฉพาะประชากรของสัตว์ป่าที่ต้องอาศัยผืนป่าสมบูรณ์มีจำนวนลดลงเนื่องจากแหล่งที่อยู่อาศัยถูกบุกรุกและทำลาย

ในบรรดาพันธุ์สัตว์แมลงเป็นสิ่งมีชีวิตที่สามารถปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมได้ดี ทำให้ประสบความสำเร็จในการแพร่กระจายอยู่ในทุกแหล่งที่อยู่ต่าง ๆ ทั่วโลก บทบาททั่วไปของแมลงที่มนุษย์รู้จักมีมากมาย เช่น ช่วยผสมเกสรในกลุ่มของผึ้ง ผีเสื้อ เป็นต้น แมลงบางชนิดใช้เป็นอาหาร เช่น หนอนผีเสื้อ ตั๊กแตน เป็นต้น เมื่อพิจารณาโครงสร้างของป่าดิบชื้นพบว่า แมลงสามารถแพร่กระจายตามแนวระดับได้ในสองแนวคือ การกระจายในแนวระนาบ (horizontal distribution) และการกระจายในแนวตั้ง (vertical distribution) ตั้งแต่เรือนยอดถึงบริเวณพื้นดิน (Sutton และ Hudson, 1980) แมลงจึงเป็นสิ่งมีชีวิตที่มีความสำคัญในระบบนิเวศของป่าดิบชื้น บทบาทที่สำคัญประการหนึ่งของแมลงในป่าคือ ช่วยย่อยสลายทำให้การหมุนเวียนสาร (nutrient cycling) ในระบบนิเวศเกิดขึ้นเร็ว แมลงกลุ่มดังกล่าวได้แก่ ด้วงมูลสัตว์ (dung beetle) แมลงสองปีกที่กินมูลสัตว์ แมลงก้นกระดก เป็นต้น

ด้วงมูลสัตว์เป็นกลุ่มของแมลงที่มีบทบาทสำคัญในระบบนิเวศกล่าวคือ ช่วยในการย่อยสลายกองมูลสัตว์ โดยใช้กองมูลของสัตว์เป็นแหล่งทรัพยากรในรูปแบบต่างๆ ดังนี้คือ เป็นแหล่งอาหาร เป็นที่อยู่อาศัย และเป็นแหล่งเพาะเลี้ยงตัวอ่อน (Heinrich และ Bartholomew, 1979) นอกจากนี้ด้วงมูลสัตว์บางชนิดยังสามารถควบคุมแมลงชนิดอื่นที่ใช้กองมูลเป็นแหล่งทรัพยากรและเป็นพาหะนำโรคต่าง ๆ ได้เช่นกัน (Edwards และ Aschenborn, 1987) ตัวอย่างที่รู้จักเกี่ยวกับบทบาทในการควบคุมแมลงพาหะ ได้แก่ การนำด้วงมูลสัตว์ไปควบคุมแมลงสองปีกชนิดหนึ่งคือ *Musca vetustissima* Walker ซึ่งเป็นแมลงพาหะโรคที่เกิดกับปศุสัตว์ต่าง ๆ (Hughes และคณะ, 1978) จากที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นว่าด้วงมูลสัตว์มีบทบาทสำคัญในระบบนิเวศมาก พบว่าด้วงมูลสัตว์มีการแพร่กระจายเริ่มจากเขตอบอุ่นถึงเขตร้อนชื้นและสามารถพบด้วงมูลสัตว์จำนวนมากในป่าดิบชื้น (Janzen, 1983)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับป่าดิบชื้นที่ผ่านมาส่วนใหญ่มุ่งเน้นการศึกษาผลกระทบที่เกิดจากการบุกรุกทำลายพื้นที่ป่าต่อโครงสร้างสังคมของสิ่งมีชีวิต การติดตามและประเมินผลกระทบของการลดลงของพื้นที่ป่าเพื่อการจัดการในการอนุรักษ์พื้นที่ป่าที่เหลืออยู่ โดยเลือกสิ่งมีชีวิตมาเป็นต้นแบบ สิ่งมีชีวิตที่นำมาเป็นต้นแบบจำเป็นที่จะต้องมีคุณสมบัติบางประการ เช่น ต้องมีจำนวนมาก ต้องไวต่อการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของแหล่งที่อยู่ และต้องมีอนุกรมวิธานที่ดี เป็นต้น (Holloway และ Stork, 1991) สิ่งมีชีวิตที่เคยมีการศึกษามาแล้ว ได้แก่ ผีเสื้อกลางคืน (Holloway, 1984) มด (Holloway และ Stork, 1991) และด้วงมูลสัตว์ (Davis, 1997) เป็นต้น พบว่าด้วงมูลสัตว์เป็นกลุ่มแมลงที่สามารถใช้ติดตามการเปลี่ยนแปลงของโครงสร้างของแหล่งที่อยู่อาศัยได้ เนื่องจากประชากรของด้วงมูลสัตว์มีความสัมพันธ์กับระบบนิเวศของป่า (Klein, 1989)

ในประเทศไทยป่าดิบชื้นส่วนใหญ่อยู่ทางภาคใต้ของประเทศ รายงานการศึกษาผลกระทบของการบุกรุกที่ทำให้ป่าผืนใหญ่กลายเป็นหย่อม ๆ เน้นการศึกษาผลกระทบต่อโครงสร้างสังคมพืชเป็นส่วนใหญ่ (หัทยา, 2543)

การศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาเปรียบเทียบโครงสร้างสังคมสัตว์ระหว่างป่าที่เคยถูกรบกวนกับป่าสมบูรณ์ โดยเลือกด้วงมูลสัตว์เป็นต้นแบบ คำถามหลักของงานวิจัยนี้มี 2 ประเด็นคือ 1) ความหลากหลายของชนิดและความชุกชุมของด้วงมูลสัตว์ระหว่างป่าสมบูรณ์และป่าที่ถูกรบกวนมีความแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร 2) การแพร่กระจายของชนิด

และความชุกชุมของด้วงมูลสัตว์ตามระยะทางจากป่าที่ถูกรบกวนถึงป่าสมบูรณ์เปลี่ยนแปลงหรือไม่

ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาจะนำไปสู่ความรู้ความเข้าใจถึงผลจากการบุกรุกทำลายป่าต่อโครงสร้างสังคมของสัตว์ และอาจสามารถนำข้อมูลที่ได้ไปประยุกต์ใช้เพื่อการบ่งบอกความหลากหลายทางชีวภาพของสัตว์ป่าในป่าได้ในระดับหนึ่ง

วัตถุประสงค์

1.เพื่อศึกษาความหลากหลายของชนิดและความชุกชุมของด้วงมูลสัตว์ระหว่างป่าสมบูรณ์กับป่าที่ถูกรบกวน ในเขตรักษาพันธุ์ป่าโตนงาช้าง

2.เพื่อศึกษาผลของฤดูกาลและชนิดป่า และปฏิสัมพันธ์ของปัจจัยทั้งสองต่อชนิดและความชุกชุมของด้วงมูลสัตว์

3.เพื่อศึกษาการแพร่กระจายของด้วงมูลสัตว์ตามระยะทางระหว่างป่าทั้งสอง

สมมติฐานการวิจัย

1.ชนิดและความชุกชุมของด้วงมูลสัตว์ในป่าสมบรูณ์มีค่ามากกว่าในป่าที่ถูกรบกวน

2. ฤดูร้อนพบชนิดและความชุกชุมของด้วงมูลสัตว์มากกว่าในฤดูฝน

3.การแพร่กระจายของด้วงมูลสัตว์มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะทางจากป่าที่ถูกรบกวนถึงป่าสมบูรณ์

บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

1. ป่าดิบชื้นเขตร้อน (Tropical rainforest)

ป่าดิบชื้นเป็นสังคมพืชชนิดหนึ่งที่มีความสำคัญของโลก มีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับปัจจัยสภาวะแวดล้อมที่สำคัญคือ ภูมิอากาศ (climate) ปริมาณน้ำในดิน (soil water) ดิน (soil) และระดับความสูง (elevation) สามารถจำแนกป่าดิบชื้นได้ 4 รูปแบบ คือ ป่ากึ่งดิบชื้น(semi evergreen rainforest) ป่าดิบชื้นที่ราบต่ำ (lowland evergreen rainforest) ป่าดิบเขาระดับต่ำ (lower montane rainforest) และป่าดิบเขาระดับสูง (upper montane rainforest) (Whitmore, 1984)

ป่าดิบชื้นในประเทศไทยจัดเป็นป่าแบบอินโด-มาลายัน สำหรับป่าดิบชื้นในภาคใต้ของประเทศไทย หากเป็นป่าดิบชื้นที่อยู่ใต้แนวเขตที่เชื่อมต่อระหว่างจังหวัดปัตตานีและเมือง Kanger ของประเทศมาเลเซีย เป็นป่าดิบชื้นที่ราบต่ำหรือเรียกว่าแบบมาลายัน (malayan type) และหากเหนือแนวเขตดังกล่าวจะเป็นป่ากึ่งดิบชื้น หรือป่าดิบชื้นแบบไทย (thai type) (Whitmore, 1984) ซึ่งมีลักษณะป่าประกอบด้วย 2 ชั้นเรือนยอด ไม้ชั้นบนเป็นไม้มีขนาดใหญ่จำพวกไม้วงศ์ยาง สกุลต่าง ๆ เช่น สกุลไม้ยาง (*Dipterocarpus*) สกุลไม้ตะเคียน (*Hopea*) สกุลไม้เต็งและสยา (*Shorea*) สกุลไม้ตะเคียนชันตาแมว (*Balanocarpus*) เป็นต้น สำหรับไม้ชั้นรองเป็นไม้ที่มีขนาดสูงปานกลาง เช่น ไม้สกุลพันจำ (Vatica) ไม้สกุลมณฑา (*Talauma*) เป็นต้น (Smitinand , 1977) จัดจำแนกแยกชนิดของป่าตามการทดแทน (succession) ได้ 2 รูปแบบคือ (Clement, 1916)

1.1 ป่าสมบูรณ์ (Primary forest)

โครงสร้างของป่าสมบูรณ์เป็นโครงสร้างพรรณพืชที่มีความซับซ้อน หากแบ่งพรรณพืชตามการมีหรือไม่มีคลอโรฟิลล์ (Chlorophyll) สามารถแบ่งได้ 2 กลุ่ม ได้แก่ พืชที่สามารถสังเคราะห์แสงได้ (autotrophic plants : with chlorophyll) และพืชที่ไม่สามารถสังเคราะห์แสง (heterophic plants ; without chlorophyll) พืชกลุ่มที่สามารถสังเคราะห์แสงสามารถแบ่งย่อยออกได้อีก 2 กลุ่ม คือ พืชที่สามารถอยู่ได้อย่างอิสระ (mechanically

independent plants) เช่น ต้นไม้ยืนต้น (tress) ต้นไม้ชนิดเตี้ย ๆ (shrubs) ต้นไม้ที่มีลำต้นอ่อน (herbs) และอีกลุ่มหนึ่งคือ พืชที่ไม่สามารถอยู่ได้อย่างอิสระ (mechanically dependent plants) เช่น ต้นไม้เลื้อย (climbers) พืชอิงอาศัย (epiphytes) ส่วนพืชที่ไม่สามารถสังเคราะห์แสงเองได้ ได้แก่ พืชกินซาก (saprophytes) และพืชเบียน (parasites) จากโครงสร้างที่ปรากฏทำให้ป่าสมบูรณ์มีความซับซ้อนและหลากหลาย จากการศึกษาใน ซาลาวัค ประเทศมาเลเซีย พบว่าป่าสมบูรณ์ส่วนใหญ่เป็นป่าแบบผสม (mixed rainforests) วงศ์ของพืชเด่นคือ วงศ์ยาง (Family Dipterocarpaceae) บางครั้งอาจเรียกป่าแบบนี้ว่า ป่าผสมวงศ์ยาง (mixed dipterocarp forest) (Richards, 1993)

1.2 ป่าที่ถูกรบกวน (Secondary forest)

ป่าที่ถูกรบกวนเป็นป่าที่เคยเป็นป่าสมบูรณ์มาก่อน แต่ได้รับอิทธิพลจากภัยธรรมชาติหรือจากการกระทำของมนุษย์ ได้แก่ การตัดไม้ ไฟไหม้ การเผาป่าเพื่อทำการเกษตร เป็นต้น จนทำให้โครงสร้างป่าเปลี่ยนแปลงจากเดิม (Park,1992) ลักษณะที่สำคัญของป่าที่ ถูกรบกวน คือ โครงสร้างของป่าไม่ซับซ้อน มีต้นไม้ขนาดเล็กถึงปานกลาง (Richards, 1993)

จากการเปลี่ยนแปลงป่าสมบูรณ์ไปเป็นป่าที่ถูกรบกวนมีผลกระทบโดยตรงต่อโครงสร้างของพรรณพืชและพันธุ์สัตว์ พบว่าป่าที่ถูกรบกวนจนหมดสภาพความเป็นป่า (clearance forest) จะสูญเสียความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตทั้งหมด มีผลต่อโครงสร้างของดินและการหมุนเวียนของสาร (Richards, 1993) จากการศึกษาป่าดิบชื้นในอเมริกาใต้พบว่าลำดับขั้นของการทดแทนในกรณีที่ไม่มีการรบกวนอีกจะเริ่มต้นจากพืชบุกเบิก (pioneer) จะใช้ระยะเวลา 1 – 3 ปี สำหรับปรับสภาพทางกายภาพให้เหมาะสมกับพืชลำดับถัดไปคือ พืชบุกเบิกได้แก่ ไลเคน มอส พืชในวงศ์ Euphobiaceae ซึ่งเป็นพืชที่มีช่วงชีวิตสั้นและเจริญเติบโตเร็ว และพบพืชชั้นล่างจำนวนมากและหลากหลาย ต่อมาเมื่อสภาพแวดล้อมเหมาะสมมากขึ้นในช่วงระยะเวลาโดยประมาณ 5-15 ปี (early secondary) เป็นพืชเจริญเติบโตได้เร็ว ไม่ทนต่อร่มเงา ความสูง 12–20 เมตร เส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นไม่เกิน 60 เซนติเมตร พืชชั้นล่างพบว่ามีจำนวนชนิดน้อย เมื่อมีการทดแทนเกิดอย่างต่อเนื่องป่าที่ถูกรบกวนระยะเริ่มต้นก็กลายเป็นป่าที่ถูกรบกวนระยะสุดท้าย (late secondary) มีจำนวนชนิดของไม้ยืนต้นมากขึ้น ใช้ระยะเวลา 20 – 50 ปี ประกอบด้วยพืชหลายวงศ์ จำนวนลำดับชั้นของป่ามากกว่า 3 ชั้น

จัดลำดับชั้นได้ยาก ความสูง 20 – 30 เมตร พบพืชชั้นล่างน้อยมาก หลังจากนั้นจำนวนชนิดและการแพร่กระจายของพืชค่อนข้างคงที่

ป่าดิบชื้นเป็นสังคมพืชซึ่งเกิดขึ้นในบริเวณที่มีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงค่อนข้างสม่ำเสมอ กล่าวคือ มีอุณหภูมิเฉลี่ยของเดือนที่อากาศหนาวที่สุดประมาณ 15 องศาเซลเซียส หรืออุณหภูมิฤดูหนาวต่างจากฤดูร้อนไม่เกิน 5 องศาเซลเซียส มีปริมาณน้ำฝนค่อนข้างสูงและกระจายสม่ำเสมอตลอดปีเฉลี่ยเดือนละ 100 มิลลิเมตรหรือมากกว่า (Whitmore, 1990) ความหลากหลายของภูมิอากาศมีความสำคัญต่อระบบนิเวศ องค์ประกอบของสิ่งมีชีวิต โครงสร้างของพรรณพืชและพันธุ์สัตว์ ผลผลิต (productivity) และพลวัตของประชากร (population dynamics) ทำให้ป่าดิบชื้นแต่ละแหล่งแตกต่างกัน

1.3 การสูญเสียป่าดิบชื้น (Deforestation)

จากการศึกษารวบรวมข้อมูลการสูญเสียพื้นที่ป่าดิบชื้นตั้งแต่ปี 1960 – 1985 พบว่าป่าดิบชื้นทุกแหล่งของโลกลดลงอย่างรวดเร็ว อันเนื่องมาจากภัยธรรมชาติและกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ ซึ่งอัตราการสูญเสียพื้นที่ป่ามากที่สุดคือ ในระหว่างปี ค.ศ. 1981 – 1988 โดยบริเวณอเมริกาใต้มีอัตราการสูญเสียพื้นที่ป่าดิบชื้นร้อยละ 0.57 ต่อปี ส่วนในทวีปแอฟริกามีอัตราการสูญเสียพื้นที่ป่าดิบชื้นประมาณร้อยละ 0.61-1 ต่อปี แต่ในเอเชียและหมู่เกาะมีอัตราการสูญเสียเสียพื้นที่ป่าดิบชื้นประมาณร้อยละ 0.57 และ 0.08 ตามลำดับ (FAO, 1982 และ WWF, 1988) ต่อปี ในระหว่างปี ค.ศ. 1960 – 1985 ประเทศฟิลิปปินส์มีอัตราสูญเสียพื้นที่ป่าดิบชื้นร้อยละ 55 ของพื้นที่ป่าทั้งหมด ส่วนประเทศไทยมีอัตราการสูญเสียป่าดิบชื้นถึงร้อยละ 45 บริเวณที่จัดว่ามีความเสี่ยงในการสูญเสียป่าดิบชื้นเขตร้อนมากที่สุดได้แก่ ออสเตรเลีย ป่าดิบชื้นระดับต่ำในประเทศอินโดเนียเซีย, มาเลเซีย, ฟิลิปปินส์, ไทย, บราซิล, อเมริการกลาง, เกาะมาดากาสการ์ และแอฟริกาตะวันตก (Myers,1984)

2. ด้วงมูลสัตว์

2.1 อนุกรมวิธาน สัณฐานวิทยา วัฏจักรชีวิตและการแพร่กระจายตามเขตภูมิศาสตร์

ด้วงมูลสัตว์เป็นแมลงปีกแข็งอยู่ใน Superfamily Scarabaeoidea Section Laparosticti แม้ความหลากหลายของด้วงมูลสัตว์จะมีไม่มากนักเมื่อเปรียบเทียบกับแมลง

กลุ่มอื่น ๆ แต่มีบทบาทสำคัญต่อระบบนิเวศต่าง ๆ มาก ด้วงมูลสัตว์ส่วนใหญ่อยู่ในวงศ์ Scarabaeidae ปัจจุบันถูกค้นพบและให้ชื่อทางวิทยาศาสตร์แล้วประมาณ 5,000 ชนิด เป็นด้วงมูลสัตว์ในวงศ์ Aphodiidae (1,850 ชนิด) วงศ์ Geotrupidae (150 ชนิด) ส่วนด้วงมูลสัตว์ในวงศ์ Hybosoridae วงศ์ Trogidae และวงศ์ Cetoniidae มีจำนวนชนิดลดลงตามลำดับ (Hanski และ Cambefort, 1991)

การจัดจำแนกด้วงมูลสัตว์ในระดับวงศ์ย่อย (Subfamily) และเผ่าพันธุ์ (Tribe) ดังนี้ (Balthasar, 1963)

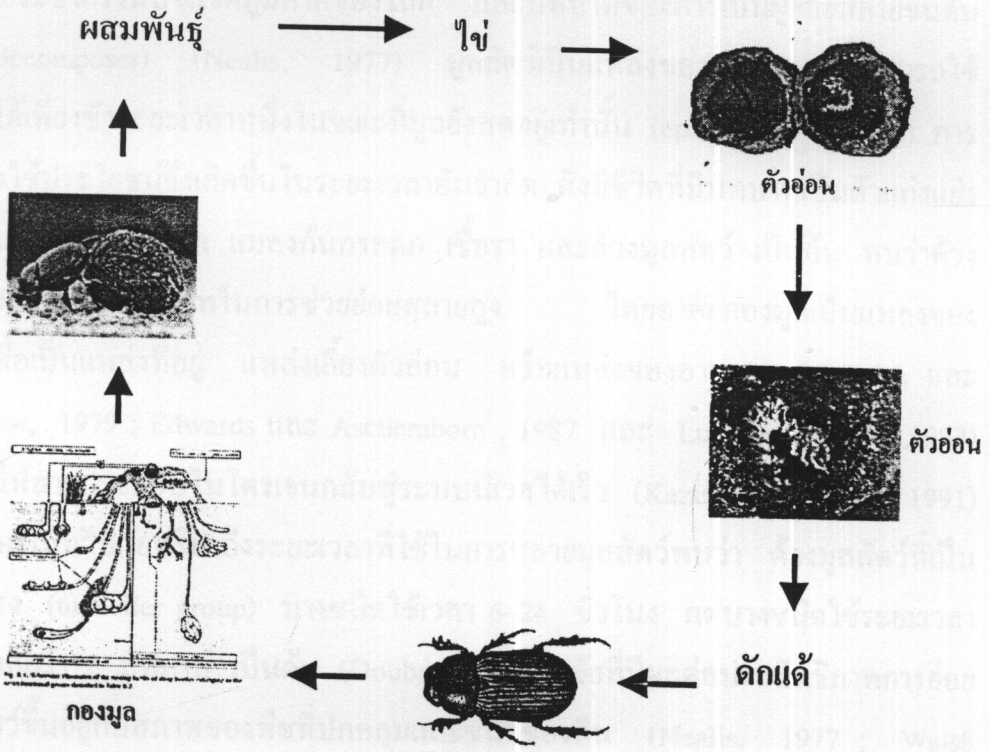
วงศ์ย่อย(Subfamily)	เผ่าพันธุ์(Tribe)
Coprinae เป็นกลุ่ม Tunnelers	Coprini*
	Dichotomiini
	Oniticellini*
	Onitini*
	Onthophagini*
	Phanaeini
Scarabaeinae เป็นกลุ่ม Rollers	Canthonini
	Eucraniini
	Eurysternini
	Gymnopleurini*
	Scarabaeini
	Sisyphini*

*** ชุกชุมในป่าดิบชื้น**

ลักษณะทางสัณฐานวิทยาที่สำคัญได้แก่ Clypeus แผ่ขยายกว้างปกคลุมส่วนของปาก Mandible คล้ายรูปใบไม้ (หนวดมี 8 หรือ 9 ปล้อง มี 3 ปล้องที่ขนาดใหญ่คล้ายลูกตุ้ม) Coxa คู่กลางแยกกันอย่างชัดเจน Tibia คู่หลังมีหนาม (Spur) 1 อัน Elytra ไม่ปกคลุมถึง Pygidium ส่วนของ Abdomen มี 6 ปล้อง Pronotum และ Scutellum ใหญ่ และด้วงมูลสัตว์เกือบทุกชนิดในวงศ์ Scarabaeidae ส่วนหัวและขาคู่หน้าเปลี่ยนแปลงมีรูปร่าง

คล้ายคราด เพื่อทำหน้าที่ในการขุด (Boror และคณะ , 1992; Davis 1993 และ Gillott, 1995)

วัฏจักรชีวิตของด้วงมูลสัตว์เกี่ยวข้องกับมูลสัตว์ตั้งแต่ผสมพันธุ์จนถึงมาเป็นด้วงมูลสัตว์



ภาพประกอบ 1 วัฏจักรชีวิตของด้วงมูลสัตว์

ด้วงมูลสัตว์สามารถแพร่กระจายตามเขตภูมิศาสตร์ได้เกือบทุกถิ่นที่อยู่ (Janzen, 1983) แต่ในป่าดิบชื้นมีความหลากหลายและความชุกชุมของด้วงมูลสัตว์มากที่สุด อันเนื่องมาจากความหลากหลายของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม ซึ่งส่งผลให้ประชากรของด้วงมูลสัตว์มีจำนวนมากเช่นกัน (Hanski, 1991) จากหลักฐานด้วงมูลสัตว์ที่มีอายุเก่าแก่ที่สุดในภูมิภาคนี้คือ *Catharsius molossus* Linn. พบในปี ค.ศ. 1758 และตั้งแต่นั้นเป็นต้นมาการค้นพบชนิดของด้วงมูลสัตว์ก็เพิ่มสูงขึ้น โดยเฉพาะในช่วงปี 10 ปีที่ผ่านมา พบด้วงมูลสัตว์เพิ่มอีก 450 ชนิด ในวงศ์ Scarabacidae ส่วนใหญ่เป็นสกุล *Onthophagus* (324 ชนิด) จากการ

คาดการณ์ชนิดด้วงมูลสัตว์ทั้งหมดในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้อาจจะมีประมาณ 1,000 ถึง 2,000 ชนิด (Hanski, 1991)

2.2 บทบาทของด้วงมูลสัตว์

บทบาทของด้วงมูลสัตว์มีหลายประการได้แก่ บทบาทของการเป็นแหล่งอาหารของประชากรในบางเขตภูมิภาคของโลก และบทบาทของการเป็นผู้ย่อยสลายขั้นต้น (primary decomposer) (Nealis, 1977) มูลสัตว์เป็นแหล่งของทรัพยากรที่สามารถใช้ประโยชน์ได้เพียงชั่วระยะเวลาหนึ่งในขณะที่มูลยังสดอยู่เท่านั้น (ephemeral resource) การแก่งแย่งการใช้ประโยชน์จึงเกิดขึ้นในระยะเวลาอันจำกัด สิ่งมีชีวิตที่มีบทบาทเป็นตัวแก่งแย่งที่สำคัญได้แก่ แมลงสองปีก แมลงก้นกระดก เชื้อรา และด้วงมูลสัตว์ เป็นต้น พบว่าด้วงมูลสัตว์เป็นแมลงที่มีศักยภาพในการช่วยย่อยสลายสูง โดยอาศัยกองมูลเป็นแหล่งของทรัพยากรเพื่อเป็นแหล่งที่อยู่ แหล่งเลี้ยงตัวอ่อน หรือแหล่งของอาหาร (Heinrich และ Bartholomew, 1979 ; Edwards และ Aschemborn , 1987 และ Lumaret และคณะ,1992) และยังช่วยให้สารประกอบไนโตรเจนกลับสู่ระบบนิเวศได้เร็ว (Kazuhira และคณะ, 1991) จากการศึกษาในทวีปแอฟริกาถึงระยะเวลาที่ใช้ในการสลายมูลสัตว์พบว่า ด้วงมูลสัตว์ที่เป็นกลุ่มขุดโพรง (tunneller group) บางชนิดใช้เวลา 6–24 ชั่วโมง แต่บางชนิดใช้ระยะเวลาประมาณมากกว่า 6 สัปดาห์ เป็นต้น (Doube, 1990) ปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพการย่อยสลายมูลสัตว์ขึ้นอยู่กับสภาพของพืชที่ปกคลุมและชนิดของดิน (Nealis, 1977 ; Walsh และ Gondolfo , 1989)

นอกจากนี้ด้วงมูลสัตว์ยังมีบทบาทของการเป็นดัชนีบ่งชี้ความหลากหลายทางชีวภาพ การศึกษาค้นคว้าด้านนี้ยังมีอยู่อย่างจำกัดในบางพื้นที่ สิ่งมีชีวิตที่จะนำมาใช้เป็นดัชนีบ่งชี้ความหลากหลาย ต้องมีคุณสมบัติหลายประการ เช่น ต้องไวต่อการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างทางกายภาพของถิ่นที่อยู่ และสามารถบ่งบอกแนวโน้มถึงความแตกต่างของโครงสร้างระหว่างแต่ละถิ่นที่อยู่ มีความหลากหลายทางอนุกรมวิธานและนิเวศวิทยา แพร่กระจายได้กว้างตามเขตภูมิศาสตร์อย่างอิสระ เป็นต้น (Brown 1991 ; Davis, 1993 ; Holloway และ Stork, 1991) นอกจากด้วงมูลสัตว์จะใช้มูลเป็นแหล่งอาหารแล้ว ในป่าดิบชื้นเขตร้อนยังพบว่าด้วงมูลสัตว์มีแหล่งอาหารชนิดอื่นด้วยได้แก่ ผลไม้เน่าเสีย เห็ดรา และซากพืชและสัตว์ ซึ่งเป็นแหล่งอาหารที่ดีเหมือนกับมูลสัตว์ (Balthasar, 1967 และ Kingston, 1977) ด้วงมูลสัตว์มีคุณสมบัติที่สามารถใช้เป็นดัชนีบ่งชี้ความหลากหลายทาง

ชีวภาพ ได้แก่ มีข้อมูลด้านอนุกรมวิธานและด้านนิเวศวิทยาที่ดี สุ่มเก็บตัวอย่างได้ง่าย แพร่กระจายได้กว้าง สมาชิกในกลุ่มสามารถแสดงลักษณะของแหล่งที่อยู่ได้ตรงกับความเป็นจริง ตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงได้เร็ว เป็นต้น (Brown 1991 ; Davis 1993 ; Holloway และ Stork 1991)

2.3 การแบ่งกลุ่มของด้วงมูลสัตว์ตามลักษณะการใช้ประโยชน์จากมูลสัตว์

สามารถจัดจำแนกด้วงมูลสัตว์ตามวิธีการเคลื่อนย้ายมูลเพื่อใช้ในการสืบพันธุ์และเป็นแหล่งของอาหาร (functional groups) เป็น 4 กลุ่ม (Doube, 1990 ; Hanski และ Cambefort , 1991) คือ

-กลุ่มที่ขุดโพรงใต้กองมูล (tunnellers หรือ paracoprids)

-กลุ่มที่ตัดมูลให้เป็นก้อนกลม กลิ้งออกจากกองมูลใหญ่แล้วนำไปฝังไว้บริเวณที่มีพืชปกคลุม (rollers หรือ telecoprids)

-กลุ่มที่สร้างรัง สืบพันธุ์ วางไข่บนกองมูล (dwellers หรือ endocoprids)

-กลุ่มที่ขโมยก้อนมูลเพื่อเป็นแหล่งอาหารวางไข่ภายใน (kleptoparasites หรือ kleptocoprids)

กลุ่มที่ขุดโพรงใต้กองมูล

พฤติกรรมการสร้างรังของด้วงมูลสัตว์กลุ่มนี้คือ การขุดโพรงภายใต้กองมูล แล้วนำเอามูลสัตว์เก็บไว้ภายในโพรงที่สร้างขึ้น ส่วนใหญ่เป็นด้วงมูลสัตว์ที่หากินเวลากลางคืน (nocturnal) ยกเว้นเผ่าพันธุ์ Phaeini ซึ่งเป็นกลุ่มที่หากินได้ทั้งกลางวันและกลางคืน บทบาทของด้วงมูลสัตว์กลุ่มนี้ตัวผู้มีบทบาทน้อยกว่าตัวเมีย (Klemperer, 1983) สามารถจัดจำแนกกลุ่มที่ขุดโพรงใต้กองมูลเป็นกลุ่มย่อยตามลักษณะการสร้างรังและการจัดเรียงก้อนมูล (Brood ball) ที่แตกต่างกันได้ดังนี้ (Davis, 1977 ; Cambefort, 1981 ; Cambefort, 1982 และ Rougon และ Rougon , 1982)

ชนิดที่ 1 เป็นรังเดี่ยว วางก้อนมูลจำนวน 1 ก้อนต่อรังบริเวณผิวดิน ตัวเมียมีบทบาทสำคัญในการดูแลตัวอ่อน ทำให้อัตราการออกไข่สูงสุดของเพศเมียสูง มีการช่วยเหลือระหว่างเพศ ตัวอย่างกลุ่มนี้ คือ เผ่าพันธุ์ Dichotomiini, Ontini, Oniticellini และ Onthophagini

ชนิดที่ 2 สร้างรังเป็นท่อรูปทรงกระบอก แต่ละท่อมีก้อนมูลมากกว่า 1 ก้อน สร้างรังลึกลงไปในดิน มีการช่วยเหลือระหว่างเพศ และไม่มีการดูแลตัวอ่อน แต่มีอัตราการ

ออกไข่สูงสุดของเพศเมียสูง ตัวอย่างกลุ่มนี้คือ เผ่าพันธุ์ Dichotomiini, Ontini, Oniticellini และ Onthophagini

ชนิดที่ 3 สร้างรังระหว่างกองมูลกับดิน โดยครึ่งหนึ่งของก้อนมูลอยู่ในดิน และอีกครึ่งอยู่ในกองมูล อัตราการออกไข่สูงสุดของเพศเมียสูง ด้วงมูลสัตว์กลุ่มนี้พบในเผ่าพันธุ์ Oniticellini

ชนิดที่ 4 รังถูกสร้างในกองมูล มีก้อนมูลหลาย ๆ ก้อนใน 1 รัง การสร้างรังแบบนี้ทำให้เกิดช่องว่างภายในรัง ส่วนใหญ่การสร้างรังต้องอาศัยมูลจากสัตว์ที่มีขนาดใหญ่ เช่น มูลช้าง และพบในฤดูแล้ง อัตราการออกไข่สูงสุดของเพศเมียค่อนข้างต่ำ ตัวอย่างกลุ่มนี้อยู่ในสกุล *Oniticellus*

ชนิดที่ 5 สร้างรังระดับผิวดิน ใน 1 รังพบก้อนมูลจำนวนมากแต่อยู่ติดกัน มีการดูแลตัวอ่อน แต่อัตราการออกไข่สูงสุดของเพศเมียต่ำ ตัวอย่างกลุ่มนี้คือ เผ่าพันธุ์ Oniticellini

ชนิดที่ 6 สร้างรังลึกลงไปในดิน รูปร่างของรังเป็นทรงกระบอก อาจจะเป็นท่อเดี่ยวหรือแตกกิ่งก้าน แต่ละท่อมีก้อนมูลมากกว่า 1 โดยทั่วไปไม่มีการดูแลตัวอ่อน แต่อัตราการออกไข่สูงสุดของเพศเมียค่อนข้างสูง ตัวอย่างคือ เผ่าพันธุ์ Coprini, Dichotomiini, Ontini และ Oniticellini

ชนิดที่ 7 สร้างรังลึกลงไปในดิน รูปร่างของรังเป็นทรงกระบอก ก้อนมูลเรียงห่างกันภายในรัง บางชนิดมีหรือไม่มีการดูแลตัวอ่อนก็ได้ อัตราการออกไข่สูงสุดของเพศเมียต่ำมาก

กลุ่มที่ตัดมูลให้เป็นก้อนกลมแล้วกลิ้งออกจากกองมูล

ด้วงมูลสัตว์ที่ตัดมูลให้เป็นก้อนกลมกลิ้งออกจากกองมูลใหญ่แล้วนำไปฝังไว้บริเวณที่มีพืชปกคลุม ประกอบด้วยวงศ์ย่อย Scarabaeinae ในเผ่าพันธุ์ ต่อไปนี้ Scarabaeini , Canthonini , Gymnopleurini และ Sisyphini (Sato และ Imamori,1986) แบ่งได้หลายชนิดดังนี้

ชนิดที่ 1 **เป็นด้วงมูลสัตว์ที่ผสมพันธุ์บริเวณกองมูล เฉพาะตัวเมียเท่านั้นที่ตัดมูลสัตว์เป็นก้อนกลม พฤติกรรมแบบนี้พบใน** 1 สกุลเท่านั้น คือ *Megothoposoma*

ชนิดที่ 2 เป็นด้วงมูลสัตว์ที่ตัวผู้กับตัวเมียมีบทบาทเท่า ๆ กันคือ ตัวผู้ช่วยในการตัดมูลให้เป็นก้อนกลมและกลิ้งก้อนมูลไปยังรัง ต่อมาตัวเมียจะตกแต่งก้อนมูลให้มี

ลักษณะเป็นรูปร่างคล้าย ลูกแพร์ และวางไข่ภายในก้อนมูล ก้อนมูลที่มีไข่จะถูกฝังลึกไปจากผิวดินเล็กน้อย ด้วงมูลสัตว์กลุ่มนี้ไม่มีการดูแลตัวอ่อน ตัวอย่างกลุ่มนี้ได้แก่ เผ่าพันธุ์ Scarabaeini, Canthonini, Gymnopleurini และ Sisyphini

ชนิดที่ 3 เป็นด้วงมูลสัตว์ที่ตัวเมียมีบทบาทมากว่าตัวผู้ โดยตัวเมียจะตัดมูลให้เป็นก้อนมูลที่มีรูปร่างคล้ายปีรามิดจำนวน 1–4 ก้อน มีการดูแลรังจนกว่าตัวอ่อนออกมา ทำให้อัตราการออกไข่สูงสุดของเพศเมียลดลง

ชนิดที่ 4 เป็นด้วงมูลสัตว์ที่ตัวผู้และตัวเมียบทบาทใกล้เคียงกัน ก้อนมูลที่ตัดมาจากกองมูลจะถูกตัดเป็นก้อนย่อย ๆ จำนวน 5 ก้อน หลังจากตัวเมียวางไข่ ก้อนมูลถูกฝังลงไปในดิน โดยตัวเมียจะดูแลตัวอ่อน ทำให้อัตราการออกไข่สูงสุดของเพศเมียมีตลอดช่วงชีวิต ด้วงมูลสัตว์กลุ่มนี้มีเพียง 1 สกุล คือ *Canthon*

กลุ่มที่สร้างรัง สืบพันธุ์และวางไข่ภายในกองมูล

ด้วงมูลสัตว์กลุ่มนี้เกือบทั้งหมดอยู่ในสกุล *Aphodius* วงศ์ย่อย Aphodiinae (มีประมาณ 1,650 ชนิด) แหล่งที่อยู่ในเขตอบอุ่นทางเหนือเป็นแหล่งที่อยู่ที่เหมาะสมของด้วงมูลสัตว์สกุลนี้ และสามารถพบในเขตร้อนชื้นได้แต่มีจำนวนชนิดน้อยกว่า ไข่ ตัวอ่อน ดักแด้ จะพัฒนาอยู่ในกองมูล

กลุ่มที่ขโมยก้อนมูลเพื่อเป็นแหล่งอาหารวางไข่ภายใน

ได้แก่ด้วงมูลสัตว์บางชนิดที่ไม่ใช่ทั้งสามกลุ่มที่กล่าวมาข้างต้น เนื่องจากไม่สร้างรังแบบด้วงมูลสัตว์ที่สร้างรัง ไม่สืบพันธุ์หรือวางไข่บนกองมูล แต่ขโมยก้อนมูลและรังจากด้วงมูลสัตว์ชนิดอื่น (Paulian, 1945) กลุ่มนี้จะเป็นตัวเบียนของด้วงมูลสัตว์กลุ่มอื่น ตัวอย่างได้แก่ วงศ์ย่อย Aphodiinae และวงศ์ Scarabaeidae

3. เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าโตนงาช้าง

3.1 ลักษณะทางภูมิประเทศ ธรณีวิทยาและดิน

เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าโตนงาช้าง มีลักษณะภูมิประเทศโดยทั่วไป เป็นเทือกเขาที่สลับซับซ้อนของเทือกเขาบรรทัด มียอดเขาที่สูงที่สุด สูง 932 เมตร จากระดับน้ำทะเล บางส่วนบริเวณรอบนอกด้านทิศตะวันออก มีลักษณะเป็นหน้าผาสูงชัน จากลักษณะภูมิประเทศดังกล่าว ประกอบกับสภาพป่าที่อุดมสมบูรณ์ปกคลุมพื้นที่ ทำให้พื้นที่เขตรักษา

พันธุ์สัตว์ป่าโตนงาช้าง เป็นแหล่งต้นน้ำลำธารที่สำคัญหลายสายที่ไหลลงสู่ทะเลสาปสงขลา ได้แก่ คลองโตนงาช้าง คลองโตนปลิว คลองลำแซง คลองบริพัตร คลองดุสน คลองต่ำ โดยจากลักษณะภูมิประเทศที่ซับซ้อนลดหลั่นของพื้นที่ ทำให้เกิดสภาพของน้ำตกมีความสวยงามและขึ้นชื่อเป็นที่รู้จักโดยทั่วไป ได้แก่ น้ำตกโตนงาช้าง น้ำตกโตนปลิว น้ำตกบริพัตร น้ำตกคลองลำแซง และน้ำตกปาหนัน (อนุกูล และคณะ, มปป)

ลักษณะทางธรณีวิทยาในพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าโตนงาช้าง ประกอบไปด้วย หินปูน หินดินดาน หินทรายและหินไบโอไทต์มัสโควไวท์ทัวร์มาลีนแกรนิต (อนุกูล และคณะ, มปป)

ลักษณะดินในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าโตนงาช้าง ประกอบด้วยดิน 2 ชนิดหลัก ได้แก่ หน่วยสัมพันธ์ของดินชุดระนอง/ดินชุดพะโต๊ะ/ดินชุดทุ่งหว้า และอีกชนิดคือ ดินที่ลาดเชิงซ้อน (slope complex) ซึ่งเกิดจากการสลายตัวของหินหลากหลายชนิดผสมกัน ดินแต่ละชนิดมีลักษณะความเหมาะสมในการใช้ประโยชน์ต่างกัน

3.2 สภาพภูมิอากาศ

พื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าโตนงาช้างตั้งอยู่บนคาบสมุทรมาเลย์เพนนิซูล่า โดยตั้งอยู่ลึกเข้ามาจากชายฝั่งทะเลทางด้านอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา มีสภาพภูมิประเทศเป็นเทือกเขาสลับซับซ้อน พืชพรรณปกคลุมโดยส่วนมากเป็นป่าดิบชื้นที่สมบูรณ์ พื้นที่ได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมที่พัดผ่าน ที่เด่นชัดได้แก่ ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ที่พัดพาเอาความชื้นมาจากทะเลชายฝั่งอันดามัน ทำให้มีฝนตกชุกและอากาศชุ่มชื้น และยังได้รับผลกระทบจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือที่พัดเอาความเย็นและไอน้ำจากอ่าวไทยมาสู่พื้นที่ ทำให้พื้นที่มีสภาพอากาศที่เย็นสบายทุกฤดู และฝนตกชุกมากในฤดูฝนช่วงเดือนพฤษภาคมถึงเดือนธันวาคม

ข้อมูลด้านภูมิอากาศได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ปริมาณน้ำฝน ปริมาณการระเหยและกระแสลมที่ได้จากสถานีตรวจอากาศของกรมอุตุนิยมวิทยาใกล้เคียงได้แก่ สถานีตรวจวัดอากาศสงขลา สถานีตรวจวัดอากาศสนามบินหาดใหญ่ และสถานีตรวจวัดอากาศสตูล พบว่า

ฤดูกาล

สภาพภูมิอากาศบริเวณเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าโตนงาช้างมีลักษณะอากาศแบบคาบสมุทร มีลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้และลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือพัดผ่าน ทำให้มีฤดูกาลของพื้นที่ที่ชัดเจน 2 ฤดูกาล ได้แก่ ฤดูฝนซึ่งอยู่ในช่วงระหว่างเดือนพฤษภาคมถึงเดือนมกราคม โดยเฉพาะในเดือนตุลาคมถึงเดือนธันวาคมจะเป็นช่วงที่มีฝนตกชุกที่สุด และฤดูร้อนเริ่มตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนเมษายน

อุณหภูมิ

อุณหภูมิของพื้นที่เฉลี่ยในแต่ละเดือนของรอบปีมีค่าคงที่ไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิตลอดทั้งปี เท่ากับ 27.9, 26.8 และ 27.5 องศาเซลเซียส ณ สถานีตรวจวัดอากาศสงขลา สถานีตรวจวัดอากาศสนามบินหาดใหญ่และสถานีตรวจวัดอากาศสตูล ตามลำดับ โดยมีค่าอุณหภูมิสูงสุดในเดือนเมษายนและอุณหภูมิต่ำสุดในเดือนมกราคม

ความชื้นสัมพัทธ์

จากลักษณะที่ตั้งและสภาพพื้นที่มีผลทำให้ความชื้นสัมพัทธ์มีค่าค่อนข้างสูง ค่าความชื้นสัมพัทธ์วัดจากสถานีตรวจวัดอากาศสงขลา สนามบินหาดใหญ่และสตูล มีค่าค่อนข้างสูงคือ 77, 81 และ 78 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และมีความชื้นสัมพัทธ์สูงสุดเฉลี่ยในช่วงฤดูฝน (เดือนตุลาคม) เท่ากับ 94, 97 และ 95 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ความชื้นสัมพัทธ์ต่ำสุดเฉลี่ยในช่วงฤดูร้อน (เดือนกุมภาพันธ์) เท่ากับ 65, 58 และ 50 ตามลำดับ

ปริมาณน้ำฝน

ข้อมูลปริมาณน้ำฝนของพื้นที่จากสถานีตรวจวัดอากาศทั้งสามสถานี ได้แก่ สถานีตรวจวัดอากาศสงขลา สถานีตรวจวัดอากาศสนามบินหาดใหญ่และสถานีตรวจวัดอากาศสตูล มีแนวโน้มที่มีลักษณะที่คล้ายกัน คือ มีฝนตกตลอดปีในปริมาณสูง ค่าปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยทั้งปีเท่ากับ 2,035.1, 1,612.4 และ 2,204.9 มิลลิเมตรตามลำดับ โดยเดือนพฤศจิกายนเป็นเดือนที่มีปริมาณฝนตกมากที่สุดในสองสถานีคือ สถานีตรวจวัดอากาศสงขลาและสถานีตรวจวัดอากาศสนามบินหาดใหญ่เท่ากับ 587.9 และ 294.9 มิลลิเมตรตามลำดับ ส่วนสถานีตรวจวัดอากาศสตูลมีปริมาณฝนตกมากที่สุดในเดือนกันยายนเท่ากับ 346.3 มิลลิเมตร

3.3 สภาพการใช้ที่ดิน

สามารถจำแนกสภาพการใช้ที่ดินในบริเวณเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าโตนงาช้าง ได้ 5 ประเภท คือ ป่าไม้ธรรมชาติ ป่าปลูก เขาหินโผล่ สวนยางพาราและพื้นที่ป่าเสื่อมโทรม โดยร้อยละ 81.40 ของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าโตนงาช้างเป็นป่าดิบชื้นธรรมชาติ มีพื้นที่บางส่วนเป็นพื้นที่ที่ถูกบุกรุกเข้าไปจับจองเพื่อทำสวนยางพาราประมาณร้อยละ 0.39 ของพื้นที่ทั้งหมด และที่เหลืออีกร้อยละ 16.83 เป็นพื้นที่เกษตรกรรม การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าโตนงาช้างจะเปลี่ยนแปลงใน 2 รูปแบบหลักคือ จากพื้นที่ป่าไม้ธรรมชาติเป็นพื้นที่เพาะปลูกสวนยาง โดยการบุกรุกของชาวบ้านที่อาศัยอยู่โดยรอบเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าโตนงาช้าง และจากพื้นที่ป่าไม้ธรรมชาติเป็นพื้นที่เพาะปลูกเกษตรกรรม ลักษณะป่าดิบชื้นธรรมชาติในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าโตนงาช้าง

3.4 พรรณพืชในพื้นที่ศึกษา

การศึกษาโครงสร้างสังคมพืชในป่าดิบชื้นระดับต่ำ (250 เมตรจากระดับน้ำทะเล) บริเวณพื้นที่ศึกษา พบพรรณไม้ทั้งสิ้น 308 ชนิด 144 สกุล 47 วงศ์ และลักษณะโครงสร้างป่าสมบูรณ์ในพื้นที่ศึกษา พบว่า โครงสร้างสังคมพืชเด่นได้แก่ วงศ์สลัดได (Euphorbiaceae) วงศ์ไม้กระดังงา (Annonaceae) วงศ์ไม้กระทุ่ม (Rubiaceae) และวงศ์ไม้ยาง (Dipterocarpaceae) เป็นต้น ในป่าสมบูรณ์มีพืชที่มีลำต้นขนาดค่อนข้างโต ทรงพุ่มมีการแผ่กว้างทำให้แสงส่องผ่านลงสู่พื้นล่างได้น้อย ทำให้มีพืชชั้นล่างน้อยชนิด (ประกาศ, 2541) ส่วนป่าที่ถูกรบกวนพบว่าโครงสร้างป่าเป็นไม้ขนาดเล็ก วงศ์ไม้เป็นพืชโตเร็ว เช่น วงศ์มะเดื่อ สำหรับพืชพื้นล่างพบอยู่อย่างหนาแน่น โดยพืชพื้นล่างได้แก่ วงศ์ขิง และวงศ์บอน เป็นต้น (หัทยา, 2543)

ป่าดิบชื้นเป็นระบบนิเวศที่มีความสำคัญและเป็นแหล่งรวบรวมความหลากหลายทางชีวภาพ ปัจจุบันพบว่าพื้นที่ป่าดิบชื้นมีแนวโน้มลดลง บางพื้นที่จากป่าที่เคยเป็นผืนเดียวกันกลับกลายเป็นป่าผืนย่อย ๆ เป็นเหตุให้การศึกษาในปัจจุบันมุ่งเน้นการเปรียบเทียบความแตกต่างขององค์ประกอบและความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตระหว่างป่าที่ไม่เคยถูกบุกรุก (undisturbed forest) กับป่าที่ถูกบุกรุก (disturbed forest) เพื่อให้ได้ข้อมูลพื้นฐานซึ่งอาจจะนำไปสู่การอนุรักษ์และจัดการทรัพยากรชีวภาพ รวมทั้งการใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืน (Holloway และ Stork, 1991) ในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างป่ากับโครงสร้างสิ่งมีชีวิตมีมากขึ้น

ด้วงมูลสัตว์เป็นแมลงกลุ่มหนึ่งที่มีผู้สนใจศึกษา เช่น การศึกษาด้วงมูลสัตว์ในรัฐซาบาร์ เกาะบอร์เนียว ประเทศมาเลเซีย (Davis, 1993) และการศึกษาอนุกรมวิธานและนิเวศวิทยาของด้วงมูลสัตว์บนเรือนยอดเกาะบอร์เนียว (Davis และคณะ, 1997) สำหรับประเทศไทยมีรายงานการศึกษาด้วงมูลสัตว์เน้นในงานอนุกรมวิธานในเขตทุ่งหญ้าเป็นส่วนใหญ่ (Hanboonsong, 1998) ยังไม่มีการศึกษาเชิงเปรียบเทียบด้วงมูลสัตว์ในสภาพป่าดิบชื้นที่แตกต่างกัน การศึกษาเปรียบเทียบสภาพป่าที่แตกต่างกันต่อความชุกชุม ชนิดและการแพร่กระจายของด้วงมูลสัตว์ครั้งนี้จึงอาจจะให้ข้อมูลที่อาจนำไปประยุกต์ใช้ในการอธิบายผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพป่าธรรมชาติต่อโครงสร้างสังคมสัตว์ต่อไป

บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการวิจัย

1. วัสดุและอุปกรณ์

1.1 วัสดุและอุปกรณ์ในภาคสนาม

กล่องพลาสติกขนาด 11 x 16 เซนติเมตร

มูลหมูสด

เชือกไนลอนขนาด 1 หุน

หมุดเหล็ก เทอร์โมมิเตอร์ พลั่ว

1.2 วัสดุและอุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการ

เข็มปักแมลง เบอร์ 0, 1 และ เบอร์ 2

แอลกอฮอล์ 75 และ 95 เปอร์เซ็นต์

กล่องเก็บแมลง

ขวดเก็บตัวอย่างดอง

2. วิธีดำเนินการ

2.1 พื้นที่ศึกษา

กำหนดสถานที่ทำการศึกษาในบริเวณเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าโตนงาช้าง ซึ่งจากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม พบว่าพื้นที่ดังกล่าวเป็นบริเวณที่ปกคลุมด้วยป่าร้อยละ 75 ขึ้นไป ประกอบด้วยป่าหลายแบบเช่น ป่าดิบชื้น ป่าดิบชื้นที่ถูกบุกรุก เป็นต้น ข้อมูลโดยละเอียดเกี่ยวกับพื้นที่ศึกษามีดังนี้

ที่ตั้งและอาณาเขต

เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าโตนงาช้าง ตั้งอยู่บริเวณภาคใต้ของประเทศไทย ในเขตจังหวัดสงขลาและสตูล ตั้งอยู่ระหว่างเส้นรุ้งที่ 15 องศา 33 ลิปดา ถึง 16 องศา 23 ลิปดาเหนือและเส้นแวงที่ 98 องศา 33 ลิปดา ถึง 99 องศา 07 ลิปดาตะวันออกครอบคลุมพื้นที่ 182 ตารางกิโลเมตรหรือประมาณ 113,750 ไร่ ในท้องที่ตำบลทุ่งตำเสา ตำบลฉลุง อำเภอหาดใหญ่ ตำบลท่าชะมวง ตำบลเขาพระ อำเภอรัตภูมิ จังหวัดสงขลา และตำบลทุ่ง

นุ้ย อำเภอควนกาหลง จังหวัดสตูล มีอาณาเขตติดต่อของพื้นที่ดังนี้ (ภาพประกอบ 2ก) กล่าวคือ

ทิศเหนือ	:	จดอำเภอรัตภูมิ จังหวัดสงขลา
ทิศใต้	:	จดอำเภอควนกาหลง จังหวัดสตูล
ทิศตะวันออก	:	จดอำเภอควนกาหลง จังหวัดสตูล และอำเภอรัตภูมิ จังหวัดสงขลา
ทิศตะวันตก	:	จดอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา

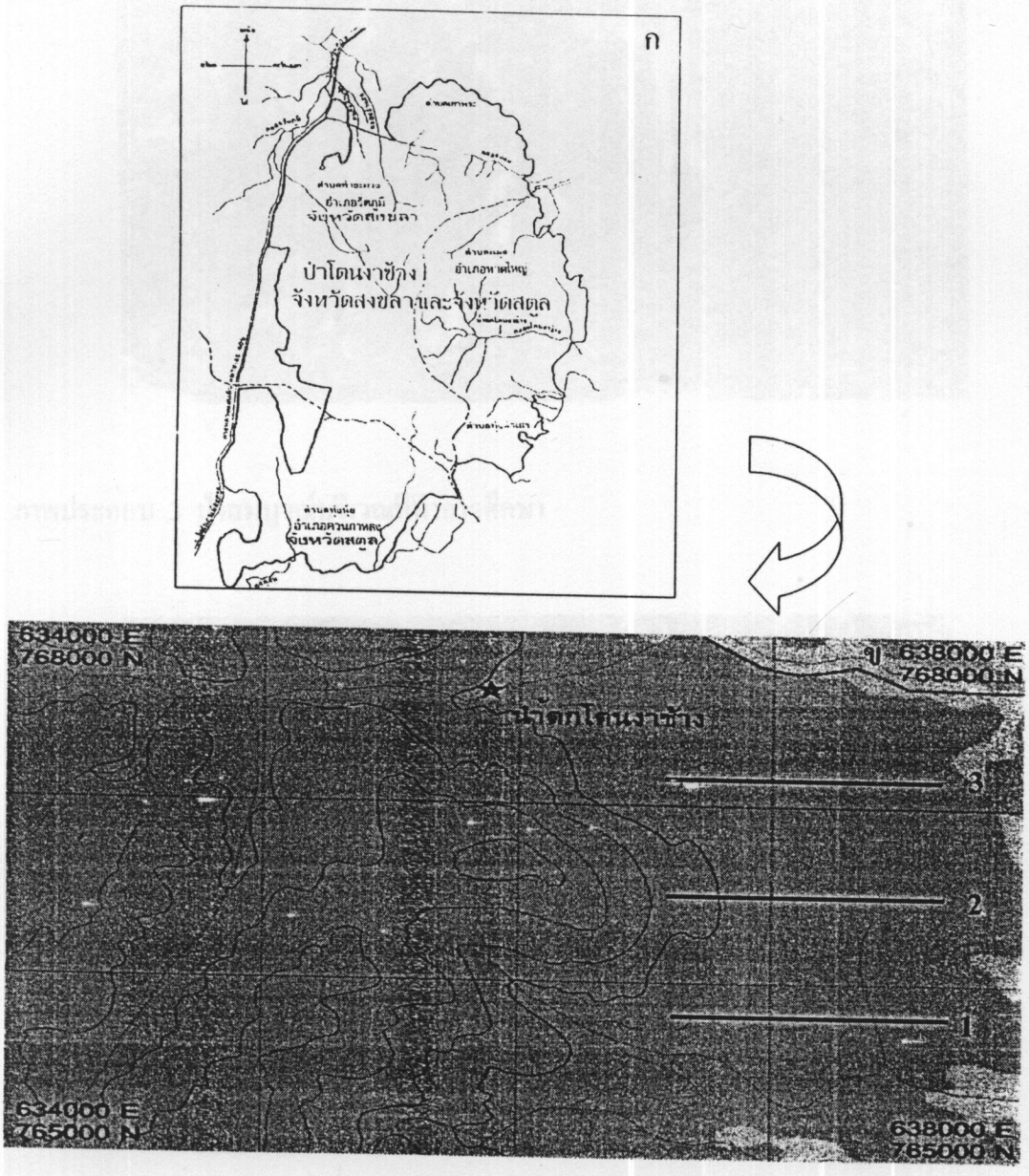
การศึกษาครั้งนี้มุ่งเน้นการศึกษาบริเวณป่าดิบชื้นที่ไม่มีกิจกรรมรบกวนจากมนุษย์ ซึ่งพื้นที่ส่วนใหญ่อยู่ในป่าดิบชื้นระดับต่ำ (ความสูงไม่เกิน 300 เมตรจากระดับน้ำทะเล) (ภาพประกอบ 3) และป่าที่ถูกรบกวนซึ่งเป็นป่าดิบชื้นที่ถูกรบกวนจากกิจกรรมของมนุษย์ ได้แก่ สวนยางพาราที่ปล่อยทิ้งร้างมานานกว่า 10 ปีขึ้นไป (ภาพประกอบ 4) (ข้อมูลได้จากการซักถามจากเจ้าหน้าที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าโตนงาช้าง การเดินสำรวจ แผนที่ดาวเทียม และแผนที่ทางทหารมาตราส่วน 1 : 50,000)

2.2 การสุ่มเก็บตัวอย่าง

การวางแนวเส้นและการสุ่มเก็บตัวอย่าง

กำหนดวิธีการเก็บตัวอย่างเป็นแบบ Line transect 3 แนว แต่ละแนว ห่างกัน 500 เมตร วางกับดักแบบเหยื่อล่อโดยใช้มูลสุกรสด ใส่ถาดขนาด 11 x 16 เซนติเมตร วางกับดักตลอดแนวเส้นทุกระยะ 50 เมตร เพื่อไม่ให้กลิ่นรบกวนกัน (Lemon และ Getz, 1999) เริ่มจากป่าที่ถูกรบกวนไป จนถึงป่าสมบูรณ์เป็นระยะทางประมาณ 2 กิโลเมตร (ภาพประกอบ 2ข และ 5) เปลี่ยนมูลที่เป็นเหยื่อทุก 24 ชั่วโมง เป็นเวลา 3 วัน สุ่มตัวอย่างทุก 2 เดือน เป็นระยะเวลา 12 เดือน นำตัวอย่างที่ได้มาแยกในห้องปฏิบัติการ จำแนกชนิดและนับจำนวน

ตัวอย่างของด้วงมูลสัตว์ในแต่ละชนิดจัดเก็บ 2 วิธีคือ เก็บตัวอย่างแบบแห้ง และเก็บในแอลกอฮอล์ 70 เปอร์เซ็นต์ วิเคราะห์และจัดจำแนกหมวดหมู่ของด้วงมูลสัตว์โดยใช้หนังสือจัดจำแนกชนิดของ Paulian (1945) และส่งไปเทียบตัวอย่างกับตัวอย่างต้นแบบ



ภาพประกอบ 2 ก. พื้นที่ของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าโตนงาช้างโดยสังเขป *

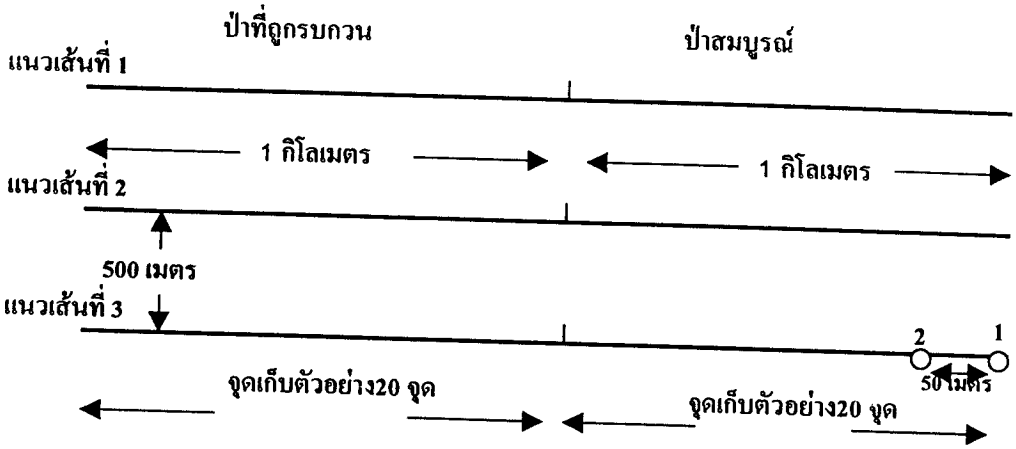
ข.รูปขยายแผนที่ลักษณะภูมิประเทศบริเวณที่ทำการศึกษาแสดงตำแหน่งของ Line transect ทั้ง 3 เส้น

*** ที่มา : รูป ก. อนุกูล และคณะ, มปป**

ภาพประกอบ 3 ป่าสมบูรณ์บริเวณที่ทำการศึกษา

ภาพประกอบ 4 ป่าที่ถูกรบกวนบริเวณที่ทำการศึกษา

ในพิพิธภัณฑ์ธรรมชาติวิทยาเมือง Leiden ประเทศเนเธอร์แลนด์ หากไม่สามารถจัดจำแนกในระดับของชนิดได้ ทำการจัดจำแนกในระดับ Morphospecies



ภาพประกอบ 5 การเก็บตัวอย่างด้วงมูลสัตว์ใช้วิธี Line transect ในพื้นที่ทำการศึกษา

2.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาความหลากหลายของชนิด (Species diversity)

จัดจำแนกชนิดและนับจำนวนตัวของด้วงมูลสัตว์จากตัวอย่างที่ได้โดยแยกตามชนิดของป่าและฤดูกาล นำมาหาค่าดัชนีความหลากหลายของชนิดโดยใช้วิธีของ Shannon-Weiner index และหาความสม่ำเสมอของชนิด (Evenness หรือ Equitability) เพื่อเปรียบเทียบความหลากหลายของชนิดของด้วงมูลสัตว์ในป่าทั้งสอง วิเคราะห์ความแปรปรวนแบบปัจจัยเดียว (One-way Anova) เพื่อศึกษาผลของป่าและฤดูกาลที่มีต่อชนิดและจำนวนตัวของด้วงมูลสัตว์ และทำการวิเคราะห์หาความแปรปรวนแบบสองปัจจัย (Two-factors MANOVA : Multivariate analysis of variance) เพื่อศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างป่าและฤดูกาลต่อจำนวนชนิดและจำนวนตัวของด้วงมูลสัตว์

ข้อกำหนดของการใช้ Shannon-Weiner index (Pielou, 1975) คือ

$$H' = - \sum P_i \ln P_i$$

โดย H' คือดัชนีความหลากหลายของ Shannon-Weiner

P_i คือสัดส่วนของจำนวนตัวในแต่ละชนิด

สูตรของความสม่ำเสมอ (Evenness หรือ Equitability) คือ

$$E = H' / H_{max} = H'/\ln S$$

โดย E คือค่าของความสม่ำเสมอ ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1

H_{max} คือค่าความหลากหลายสูงสุด (ในกรณีที่สามารถพบทุกชนิดที่มีความชุกชุมเท่ากันและมีค่าเท่ากับค่า ln S) (Pielou, 1975)

S คือ จำนวนชนิดทั้งหมด

การศึกษาการแพร่กระจายตามระยะทาง (Spatial distribution)

การศึกษาการแพร่กระจายของสิ่งมีชีวิตตามการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมที่ ปรากฏตามระยะทาง เพื่อทราบถึงแหล่งที่อยู่ที่เหมาะสมของสิ่งมีชีวิตตามการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อม ทำได้โดยการสร้างกราฟแสดงความสัมพันธ์ถดถอยเชิงเส้นระหว่างจำนวนตัวเฉลี่ยของแต่ละชนิดกับระยะทางตามแนวเส้นจากป่าที่ถูกรบกวนถึงป่าสมบูรณ์ (0-2000 เมตร) (Gauch, 1986)

บทที่ 4

ผลการศึกษา

1. ความหลากหลายของชนิด (Species diversity)

1.1 ความมากน้อยของชนิด (Species richness)

ตารางที่ 1 และภาคผนวกที่ 1 แสดงผลการศึกษาความหลากหลายของชนิดด้วงมูลสัตว์ในป่าสมบูรณ์และป่าที่ถูกรบกวน โดยใช้กับดักแบบมูลล่อในช่วงเดือนเมษายน 2542 ถึงพฤษภาคม 2543

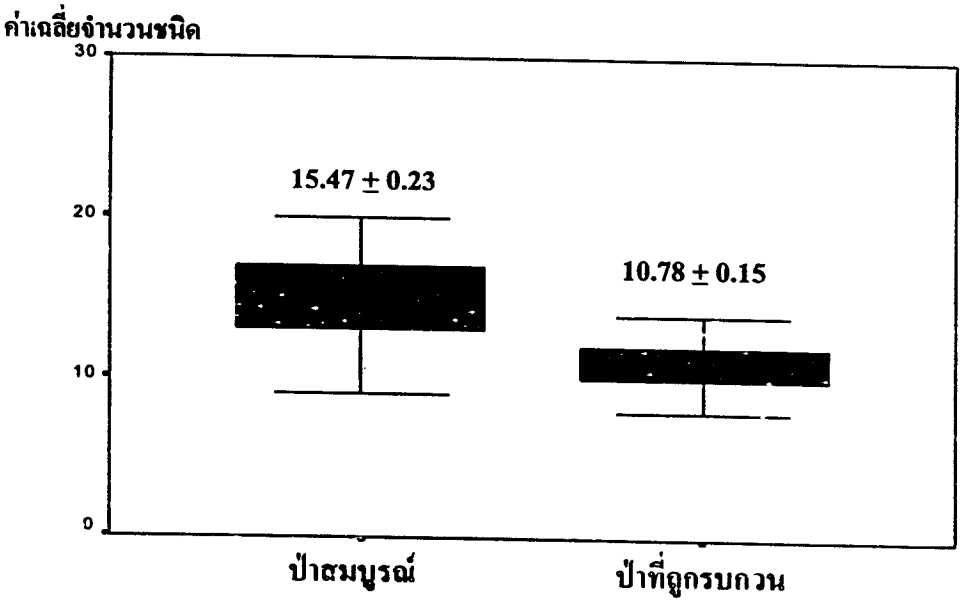
ตารางที่ 1 จำนวนชนิดและจำนวนตัวของด้วงมูลสัตว์โดยวิธีการกับดักแบบมูลล่อ ระหว่างป่าสมบูรณ์กับป่าที่ถูกรบกวน

วงศ์ย่อย	เผ่าพันธุ์	สกุล	ชนิด	ป่าสมบูรณ์	ป่าที่ถูกรบกวน
1. Coprinae	Coprini	*Microcopris*	*Microcopris reflexus*	+	-
		Copris	*Copris carinicus*	+	+
			C. spinator	+	+
	Oniticellini	*Oniticellus*	*O. tessellatus*	+	-
		Tiniocellus	*Tiniocellus sarawacus*	+	+
	Onthophagini	*Onthophagus*	*Onthophagus babirussoides*	+	+
			O. incisus	+	+
			O. mulleri	+	+
			O. near *pilularius*	+	-
			O. rugicollis	+	+
			O. rutilans	+	+
			O. taeniatus	+	-
			O. ventralis	+	-
			O. sp1	+	+
			O. sp2	+	+
			O. sp3	+	-
			O. sp4	+	-
2.Scarabaeinae	Gymnopleurini	*Paragymnopleurus*	*Paragymnopleurus maurus*	+	+
	Sisyphini	*Sisyphus*	*S. thoracicus*	+	+
			S. sp1.	+	+

+ พบด้วงมูลสัตว์ - ไม่พบด้วงมูลสัตว์

พบด้วงมูลสัตว์ทั้งหมด 20 ชนิด ใน 7 สกุล 5 เผ่าพันธุ์ 2 วงศ์ย่อย ด้วงมูลสัตว์ที่พบเฉพาะป่าสมบูรณ์เท่านั้นมีจำนวน 7 ชนิดได้แก่ คือ *Microcopris reflexus, Oniticellus tessellatus, Onthophagus* near *pilularius, O. taeniatus, O. ventralis, O.* sp.3 และ *O.* sp.4 ด้วงมูลสัตว์ที่เป็นกลุ่มเด่นโดยพิจารณาจากจำนวนตัวรวมในป่าทั้งสองชนิด ในวงศ์ย่อย Coprinae ได้แก่ *Copris carinicus, C. spinator, Onthophagus babirussoides, Onthophagus rugicollis, O. mulleri* และ *O.* sp.1 ส่วนวงศ์ย่อย Scarabaeinae ได้แก่ *Sisyphus thoracicus, Sisyphus* sp.1 และ *Paragymonpleurus maurus* (ภาคผนวกที่ 1)

ค่าเฉลี่ยและค่าความผิดพลาดมาตรฐานของชนิดด้วงมูลสัตว์ในป่าสมบูรณ์มีค่า 15.74 ± 0.23 สูงกว่าค่าเฉลี่ยจำนวนชนิดและค่าความผิดพลาดมาตรฐานของจำนวนชนิดด้วงมูลสัตว์ในป่าที่ถูกรบกวนซึ่งมีค่าเท่ากับ 10.78 ± 0.15 จากผลการทดสอบทางสถิติโดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบปัจจัยเดียว (one – way Anova) ของค่าเฉลี่ยจำนวนชนิดด้วงมูลสัตว์ระหว่างป่าทั้งสอง ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.001$) (ภาพประกอบ 6 และภาคผนวกที่ 2)



ภาพประกอบ 6 ค่าเฉลี่ยจำนวนชนิดของด้วงมูลสัตว์ ระหว่างป่าสมบูรณ์กับป่าที่ถูกรบกวน

1.2 ความชุกชุมของด้วงมูลสัตว์

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยและการวิเคราะห์ความแปรปรวนของด้วงมูลสัตว์แต่ละชนิดระหว่างป่าสมบูรณ์และป่าที่ถูกรบกวน ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยและความผิดพลาดมาตรฐาน ($\bar{X}$ + SE.) ของจำนวนตัวของด้วงมูลสัตว์แต่ละชนิด ระหว่างป่าสมบูรณ์และป่าที่ถูกรบกวน (n = 6)

วงศ์ย่อย	ชนิดของด้วงมูลสัตว์	ค่าเฉลี่ยจำนวนตัว ($\bar{X}$ ± SE.) ป่าสมบูรณ์	ป่าที่ถูกรบกวน	F	P
1. Coprinae	*Microcopris reflexus*	15.83 ± 6.49	0.00	5.965	0.035*
	Copris carinicus	171.33 ± 15.57	179.00 ± 11.60	0.156	0.701 ns
	Copris spinator	125.17 ± 11.29	117.50 ± 17.21	0.139	0.717 ns
	Oniticellus tessellatus	16.50 ± 3.96	0.00	17.396	0.002**
	Tiniocellus sarawacus	55.33 ± 6.89	46.67 ± 6.33	0.960	0.350 ns
	Onthophagus babirussoides	995.00 ± 94.41	1036.83 ± 86.47	0.107	0.751 ns
	Onthophagus incisus	93.50 ± 14.07	53.50 ± 15.15	3.742	0.082 ns
	Onthophagus mulleri	260.67 ± 24.06	204.33 ± 36.33	1.671	0.225 ns
	Onthophagus near *pilularius*	23.33 ± 6.54	0.00	12.727	0.005**
	Onthophagus rugicollis	766.83 ± 82.00	621.67 ± 33.38	2.688	0.132 ns
	Onthophagus rutilans	26.83 ± 5.15	15.6667 ± 7.10	1.621	0.232 ns
	Onthophagus taeniatus	39.83 ± 6.81	0.00	34.176	0.000***
	Onthophagus ventralis	23.83 ± 5.64	0.00	17.847	0.002**
	Onthophagus sp.1	423.00 ± 58.96	342.33 ± 57.26	0.963	0.350 ns
	Onthophagus sp.2	98.67 ± 16.24	14.33 ± 2.53	26.332	0.000***
	Onthophagus sp.3	15.17 ± 5.55	0.00	7.478	0.021*
	Onthophagus sp.4	50.83 ± 7.41	0.00	47.073	0.000***
2. Scarabaeinae	*Paragymnopleurus maurus*	274.33 ± 95.29	245.83 ± 142.66	0.028	0.871 ns
	Sisyphus thoracicus	774.67 ± 266.57	882.83 ± 307.41	0.071	0.796 ns
	Sisyphus sp.1	717.33 ± 228.11	565.17 ± 197.09	0.255	0.625 ns

หมายเหตุ : ns = ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ (P > 0.05), * = P < 0.05, ** = P<0.01, *** = P < 0.001

: เกณฑ์ในการจัดในการพบหรือไม่พบในป่า โดยผลรวมของจำนวนตัวเฉลี่ยและค่าความผิดพลาดมาตรฐานจำเป็นที่ต้องมากกว่า 5 ตัว

การศึกษาครั้งนี้กำหนดเกณฑ์ว่า หากค่าเฉลี่ยจำนวนตัวและความผิดพลาดมาตรฐานของด้วงมูลสัตว์มีค่าไม่ถึง 5 ตัวต่อพื้นที่ให้ถือว่าไม่พบด้วงมูลสัตว์ชนิดนั้น เนื่องจากการทดสอบทางสถิติพบว่า หากจำนวนตัวของด้วงมูลสัตว์ทั้งสองป่าพบต่ำกว่า 5 ตัวกับอีกบริเวณไม่พบด้วงมูลสัตว์และเมื่อทดสอบทางสถิติไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ จากเกณฑ์ที่ตั้งไว้สามารถจัดกลุ่มด้วงมูลสัตว์ได้ทั้งหมด 2 กลุ่มคือ

กลุ่มที่ 1 คือ ด้วงมูลสัตว์ที่พบในป่าสมบูรณ์เท่านั้นมีทั้งหมด 7 ชนิด ได้แก่ ด้วงมูลสัตว์ในสกุล *Microcopris* พบเพียง 1 ชนิดในพื้นที่ที่ทำการศึกษาคือ *M. reflexus* มีจำนวนตัวเฉลี่ยเท่ากับ 15.83 ± 6.49 ตัว ด้วงมูลสัตว์ในสกุล *Oniticellus* พบเพียง 1 ชนิด ได้แก่ *O. tessellatus* มีจำนวนตัวเฉลี่ยเท่ากับ 16.50 ± 3.96 ตัว ส่วนสกุล *Onthophagus* มีด้วงมูลสัตว์ในสกุลนี้ที่พบเฉพาะในป่าสมบูรณ์ถึง 5 ชนิด ได้แก่ *O.* near *pilularius* มีจำนวนตัวเฉลี่ย 23.33 ± 6.54 ตัว *O. taeniatus* มีจำนวนตัวเฉลี่ย 39.83 ± 6.82 ตัว *O. ventralis* มีจำนวนตัวเฉลี่ย 23.83 ± 5.64 ตัว *O.* sp. 3 มีจำนวนตัวเฉลี่ย 15.17 ± 5.55 ตัว และ *O.* sp. 4 มีจำนวนตัวเฉลี่ย 50.83 ± 7.41 ตัว

กลุ่มที่ 2 ด้วงมูลสัตว์ที่พบทั้งสองป่า มีทั้งหมด 13 ชนิด โดยที่ด้วงมูลสัตว์ 12 ชนิด พบกระจายอยู่ในทั้งสองป่าและมีจำนวนตัวเฉลี่ยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) (ตารางที่ 2) ได้แก่ ด้วงมูลสัตว์ในสกุล *Copris* 2 ชนิด คือ *C. carinicus* และ *C. spinator* สกุล *Tiniocellus* 1 ชนิด คือ *T.* sarawacus สกุล *Onthophagus* 7 ชนิด คือ *O. babirussoides*, *O. incisus*, *O. mulleri*, *O. rugicollis*, *O. rutilans*, *O.* sp.1 และ *O.* sp.2 ด้วงมูลสัตว์ในสกุล *Sisyphus* พบ 2 ชนิด คือ *S. thoracicus* และ *S.* sp.1 และด้วงมูลสัตว์ในสกุล *Paragymnopleurus* พบเพียง 1 ชนิด สำหรับด้วงมูลสัตว์ *O.* sp. 2 พบจำนวนตัวเฉลี่ยในป่าสมบูรณ์มากกว่าป่าที่ถูกรบกวนและเมื่อทดสอบทางสถิติพบว่ามีความแตกต่างระหว่างป่าทั้งสองอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (98.67 ± 16.24 และ 14.33 ± 2.53 ตามลำดับ, $P < 0.001$)

จากการศึกษาครั้งนี้พบด้วงมูลสัตว์ที่คาดว่าเป็นชนิดใหม่ของโลก 2 ชนิด ได้แก่ *Onthophagus* sp.1 และ *Onthophagus* sp.2 ซึ่งขณะนี้อยู่ระหว่างการตรวจสอบเพื่อยืนยันผล และด้วงมูลสัตว์ที่พบครั้งแรกในประเทศไทยมีอยู่ 2 ชนิด คือ *Tiniocellus sarawacus* และ *Microcopris reflexus*

1.3 ดัชนีความหลากหลายของชนิด

จากการศึกษาความหลากหลายของชนิดและความสม่ำเสมอของการแพร่กระจาย พบว่า ป่าสมบูรณ์มีค่าดัชนีความหลากหลาย (Shanon – Weiner index) เท่ากับ 2.2909 มีค่ามากกว่าค่าดัชนีความหลากหลายในป่าที่ถูกรบกวนซึ่งมีค่าเท่ากับ 2.0288 ($P < 0.05$) สำหรับค่าความสม่ำเสมอของการแพร่กระจาย (Evenness) ของด้วงมูลสัตว์ในป่าสมบูรณ์มีค่า 0.7647 ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกันกับป่าที่ถูกรบกวนมีค่า 0.7910 (ตารางที่ 3 และภาคผนวกที่ 3)

ตารางที่ 3 ค่าความหลากหลายของชนิดและค่าความสม่ำเสมอของการแพร่กระจายของด้วงมูลสัตว์ ระหว่างป่าสมบูรณ์และป่าที่ถูกรบกวน

ค่าจากการคำนวณ	ป่าสมบูรณ์	ป่าที่ถูกรบกวน	P
1. ค่า Shanon – Weiner index	2.2909	2.0288	0.05*
2.ค่าความสม่ำเสมอของการแพร่กระจาย	0.7647	0.7910	-

: ns = ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P > 0.05$), * = $P < 0.05$, ** = $P<0.01$, *** = $P < 0.001$

2. การเปลี่ยนแปลงของด้วงมูลสัตว์ตามฤดูกาลและชนิดป่า

2.1 การเปลี่ยนแปลงตามชนิดป่า

ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงความชุกชุมของด้วงมูลสัตว์ระหว่างป่าสมบูรณ์และป่าที่ถูกรบกวน ดังแสดงในตารางที่ 4 และตารางที่ 5

พบว่าในช่วงฤดูร้อนป่าสมบูรณ์มีจำนวนตัวของด้วงมูลสัตว์เฉลี่ยเท่ากับ 334.57 ± 13.66 ตัว ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P > 0.05$) กับค่าเฉลี่ยจำนวนตัวในป่าที่ถูกรบกวนซึ่งมีค่าเท่ากับ 320.17 ± 8.70 แต่จำนวนชนิดเฉลี่ยของด้วงมูลสัตว์ในป่าสมบูรณ์ (14.82 ± 0.32) มีค่ามากกว่าในป่าที่ถูกรบกวน (10.63 ± 0.22) อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P < 0.001$)

สำหรับในช่วงฤดูฝน (ตารางที่ 4) พบว่าในป่าสมบูรณ์มีจำนวนตัวด้วงมูลสัตว์เฉลี่ยเท่ากับ 200.56 ± 7.50 ตัว ซึ่งมีค่ามากกว่าค่าเฉลี่ยจำนวนตัวในป่าที่ถูกรบกวนเท่ากับ 167.33 ± 8.74 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) เช่นเดียวกันกับจำนวนชนิดเฉลี่ยของด้วงมูลสัตว์ในป่าสมบูรณ์เท่ากับ 15.77 ± 0.35 มีค่ามากกว่าในป่าที่ถูกรบกวนเท่ากับ 10.87 ± 0.20 อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P < 0.001$) (ตารางที่ 5)

2.2 การเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล

ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของด้วงมูลสัตว์ระหว่างฤดูร้อนและฤดูฝน ในป่าสมบูรณ์ (ตารางที่ 4) พบว่าจำนวนตัวเฉลี่ยในฤดูร้อนมีจำนวนเท่ากับ 334.57 ± 13.66 ตัว ซึ่งมีค่าสูงกว่าจำนวนตัวเฉลี่ยในฤดูฝนเท่ากับ 200.56 ± 7.50 ตัว และผลการทดสอบทางสถิติ พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P < 0.001$) แต่ค่าเฉลี่ยจำนวนชนิดด้วงมูลสัตว์ในป่าสมบูรณ์ที่พบในฤดูร้อนและฤดูฝนไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) (14.82 ± 0.32 ชนิด และ 15.77 ± 0.35 ชนิด ตามลำดับ (ตารางที่ 5)

ในป่าที่ถูกรบกวน (ตารางที่ 4) พบว่าจำนวนตัวเฉลี่ยในฤดูร้อนมีจำนวนเท่ากับ 320.17 ± 8.70 ตัว ซึ่งสูงกว่าจำนวนตัวเฉลี่ยในฤดูฝนเท่ากับ 167.33 ± 8.74 ตัว อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P < 0.001$) แต่ค่าเฉลี่ยจำนวนชนิดด้วงมูลสัตว์ในฤดูร้อนเท่ากับ 10.63 ± 0.22 ชนิด กับค่าเฉลี่ยจำนวนชนิดด้วงมูลสัตว์ในฤดูฝนเท่ากับ 10.87 ± 0.20 ชนิด ไม่มีความแตกต่างทางสถิติระหว่างทั้งสองฤดูกาล ($P > 0.05$) (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 4 ความแปรปรวนแบบหนึ่งปัจจัยของจำนวนตัวเฉลี่ยระหว่างป่าและฤดูกาล

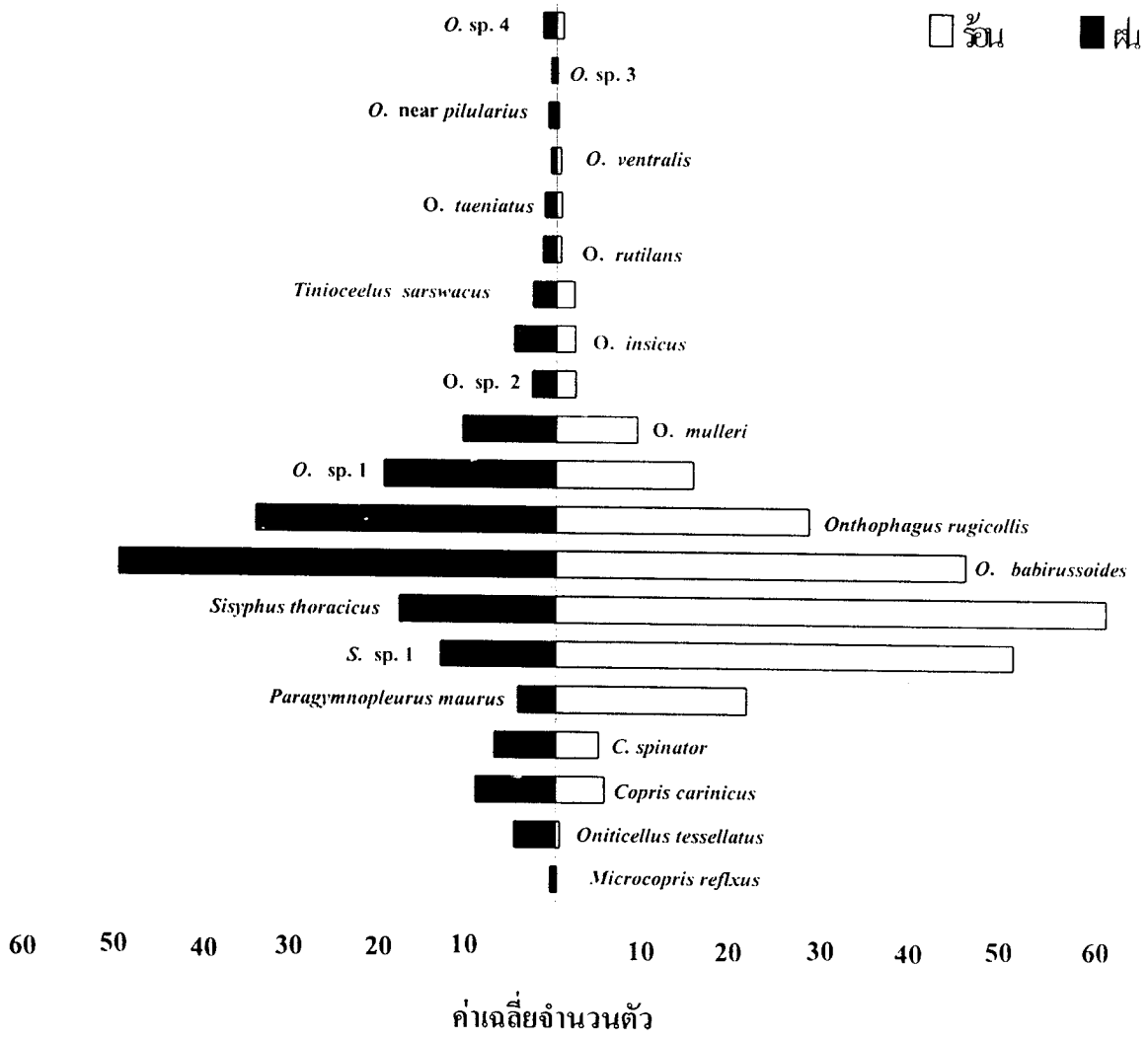
ฤดูกาล	ค่าเฉลี่ยของจำนวนตัว			
ป่า	ร้อน	ฝน	F	P
ป่าสมบูรณ์	334.5680 ± 13.6574	200.5605 ± 7.5036	73.947	0 .000***
ป่าที่ถูกรบกวน	320.1665 ± 8.6909	167.3330 ± 8.7414	153.727	0.000***
F	0.791	8.322		
P	0.379 ns	0.006 **		

หมายเหตุ : ns = ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ , * = P <0.05, ** = P < 0.01 และ *** = P < 0.001

ตารางที่ 5 ความแปรปรวนแบบหนึ่งปัจจัยของจำนวนชนิดเฉลี่ยระหว่างป่าและฤดูกาล

ฤดูกาล	ค่าเฉลี่ยของจำนวนชนิด			
ป่า	ร้อน	ฝน	F	P
ป่าสมบูรณ์	14.8167 ± 0.3176	15.7667 ± 0.3526	3.597	0.060 ns
ป่าที่ถูกรบกวน	10.6333 ± 0.2178	10.8667 ± 0.2023	0.616	0.434 ns
F	118.021	142.313		
P	0.000***	0.000 ***		

หมายเหตุ : ns = ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ , * = P <0.05, ** = P < 0.01 และ *** = P < 0.001



ภาพประกอบ 7 ค่าเฉลี่ยจำนวนตัวของด้วงมูลสัตว์แต่ละชนิดระหว่างฤดูร้อนและฤดูฝน

เมื่อพิจารณาด้วงมูลสัตว์แต่ละชนิดระหว่างฤดูร้อนและฤดูฝน (ภาพประกอบ 7) พบว่า จำนวนตัวเฉลี่ยของด้วงมูลสัตว์ในสกุล *Onthophagus* ไม่แตกต่างกันระหว่าง 2 ฤดูกาล และด้วงมูลสัตว์บางชนิดมีความแตกต่างกันระหว่างฤดูร้อนและฤดูฝน เช่น ด้วงมูลสัตว์สกุล *Copris* พบในฤดูฝนมากกว่าฤดูร้อน แต่ด้วงมูลสัตว์สกุล *Sisyphus* และสกุล *Paragymnopleurus* พบในฤดูร้อนมากกว่าฤดูฝน

2.3 ปฏิสัมพันธ์ระหว่างฤดูกาลและชนิดของป่า

การทดสอบผลของฤดูกาลและชนิดของป่าต่อจำนวนตัวของด้วงมูลสัตว์โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองปัจจัย (Two factor Anova) ได้ผลดังแสดงในตาราง ที่ 6 และตารางที่ 7

ตารางที่ 6 การวิเคราะห์แบบสองปัจจัยระหว่างฤดูกาลและป่าของจำนวนตัวด้วงมูลสัตว์

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F	P
Corrected Model	424490.3[a]	3	141496.8	71.685	0.000
Season	411371.6	1	411371.6	208.408	0.000***
Forest	11345.466	1	11345.466	5.748	0.019*
Season * Forest	1773.221	1	1773.221	0.898	0.346 ns
Error	150014.2	76	1973.872		

a : R squared = 0.739 (Adjusted R Squared = 0.729)

ns = ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ , * = P <0.05, ** = P < 0.01 และ *** = P < 0.001

ตารางที่ 7 การวิเคราะห์แบบสองปัจจัยระหว่างฤดูกาลและป่าของจำนวนชนิดด้วงมูลสัตว์

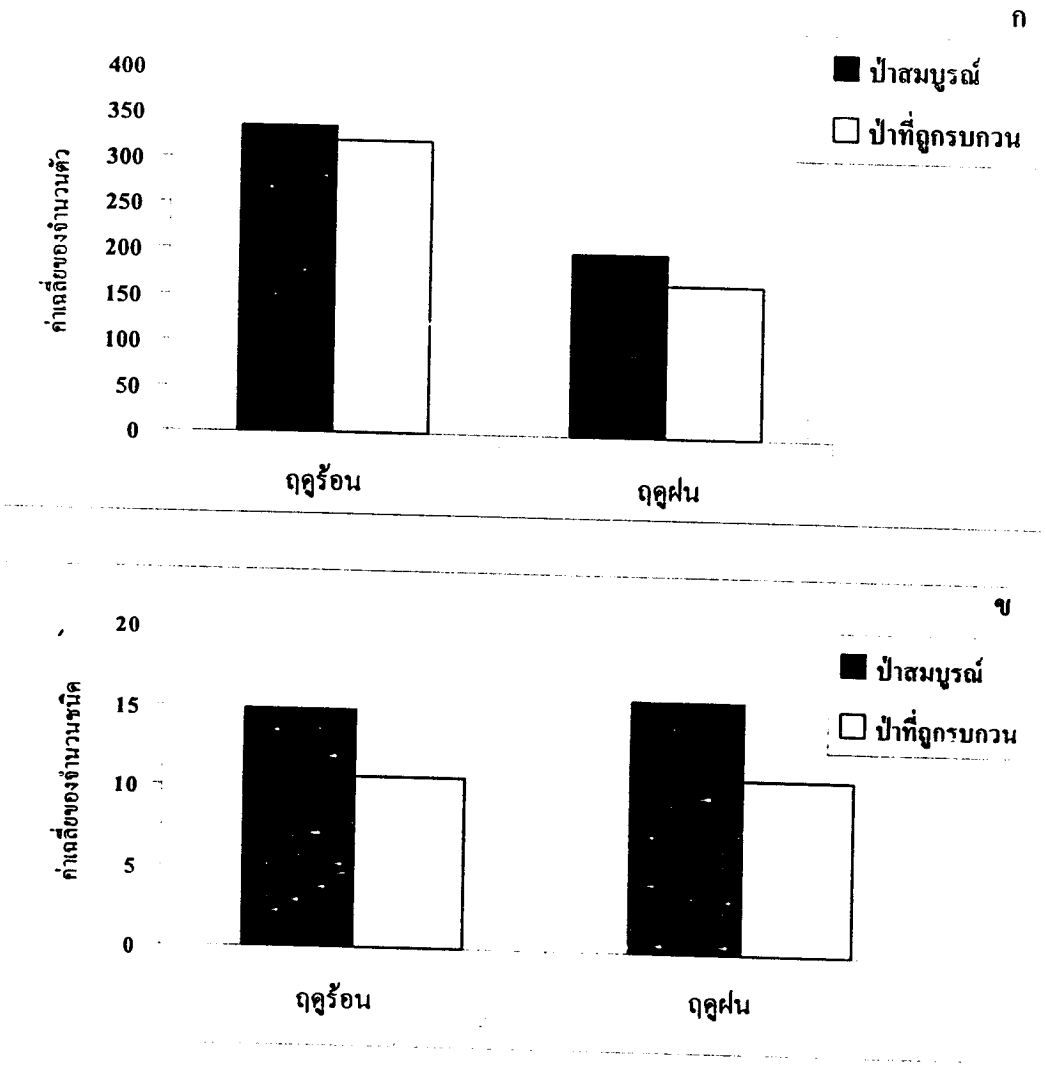
Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F	P
Corrected Model	1249.950[a]	3	416.65	88.582	0.000
Season	19.267	1	19.267	4.096	0.044*
Forest	1224.017	1	1224.017	260.234	0.000***
Season * Forest	6.667	1	6.667	1.417	0.235 ns
Error	1110.033	236	4.704		

a : R squared = 0.530 (Adjusted R Squared = 0.524)

ns = ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ , * = P <0.05, ** = P < 0.01 และ *** = P < 0.001

พบว่าฤดูกาลและชนิดของป่าต่างก็มีผลต่อจำนวนตัวของด้วงมูลสัตว์อย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.001$ และ $P < 0.05$ ตามลำดับ) เช่นเดียวกับฤดูกาลและชนิดของป่าที่มีผลต่อจำนวนชนิดของด้วงมูลสัตว์อย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$ และ$P < 0.001$ ตามลำดับ) อย่างไรก็ตามไม่พบผลของปฏิสัมพันธ์ร่วมกันระหว่างฤดูกาลและชนิดของป่าต่อจำนวนตัวและจำนวนชนิดของด้วงมูลสัตว์ ($P > 0.05$) (ตารางที่ 6 และ 7)

ภาพประกอบ 7ก. แสดงปฏิสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นระหว่างฤดูกาลกับชนิดของป่า พบว่า ฤดูกาลจะส่งผลต่อจำนวนตัวของด้วงมูลสัตว์มาก แต่จำนวนตัวจะได้รับอิทธิพลจากชนิดของป่าเพียงเล็กน้อย ในขณะที่ภาพประกอบ 7ข. แสดงให้เห็นว่าจำนวนชนิดของด้วงมูลสัตว์ได้รับอิทธิพลของปัจจัยฤดูกาลเพียงเล็กน้อย แต่ได้รับอิทธิพลของชนิดของป่ามากกว่า



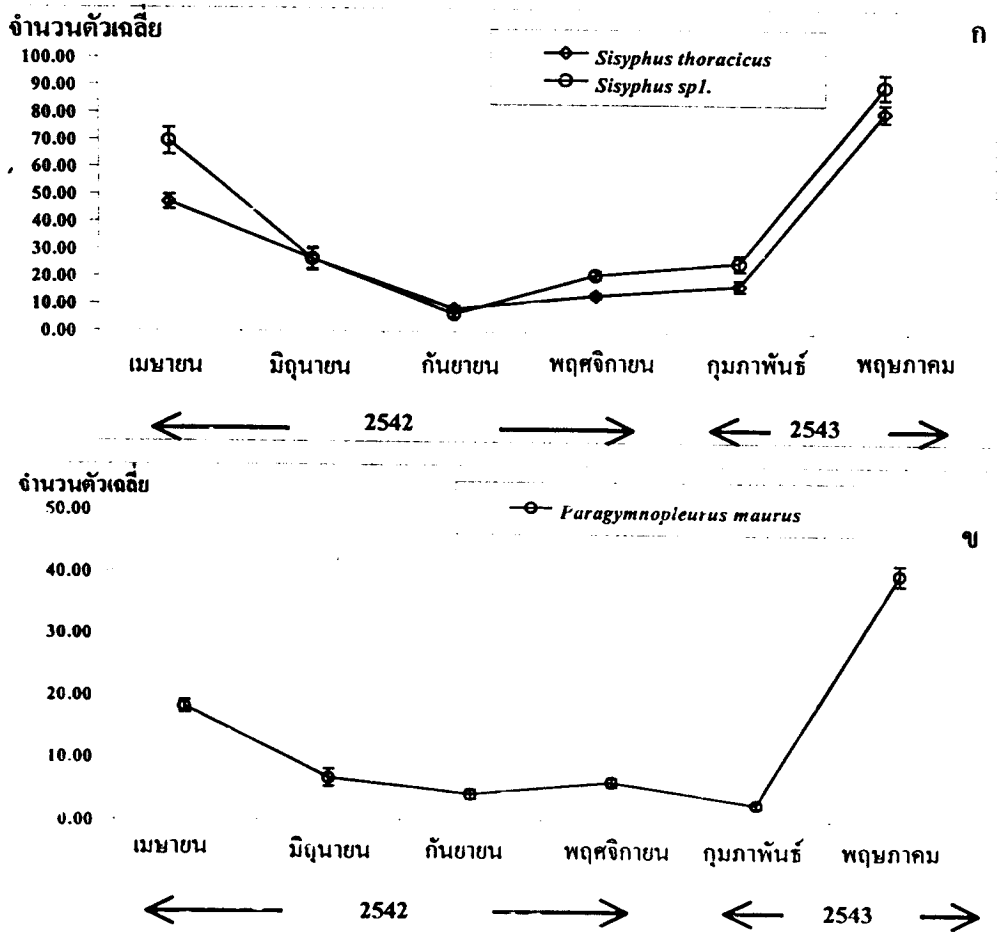
ภาพประกอบ 8 ปฏิสัมพันธ์ระหว่างฤดูกาลกับชนิดของป่าต่อจำนวนตัวและจำนวนชนิดของด้วงมูลสัตว์

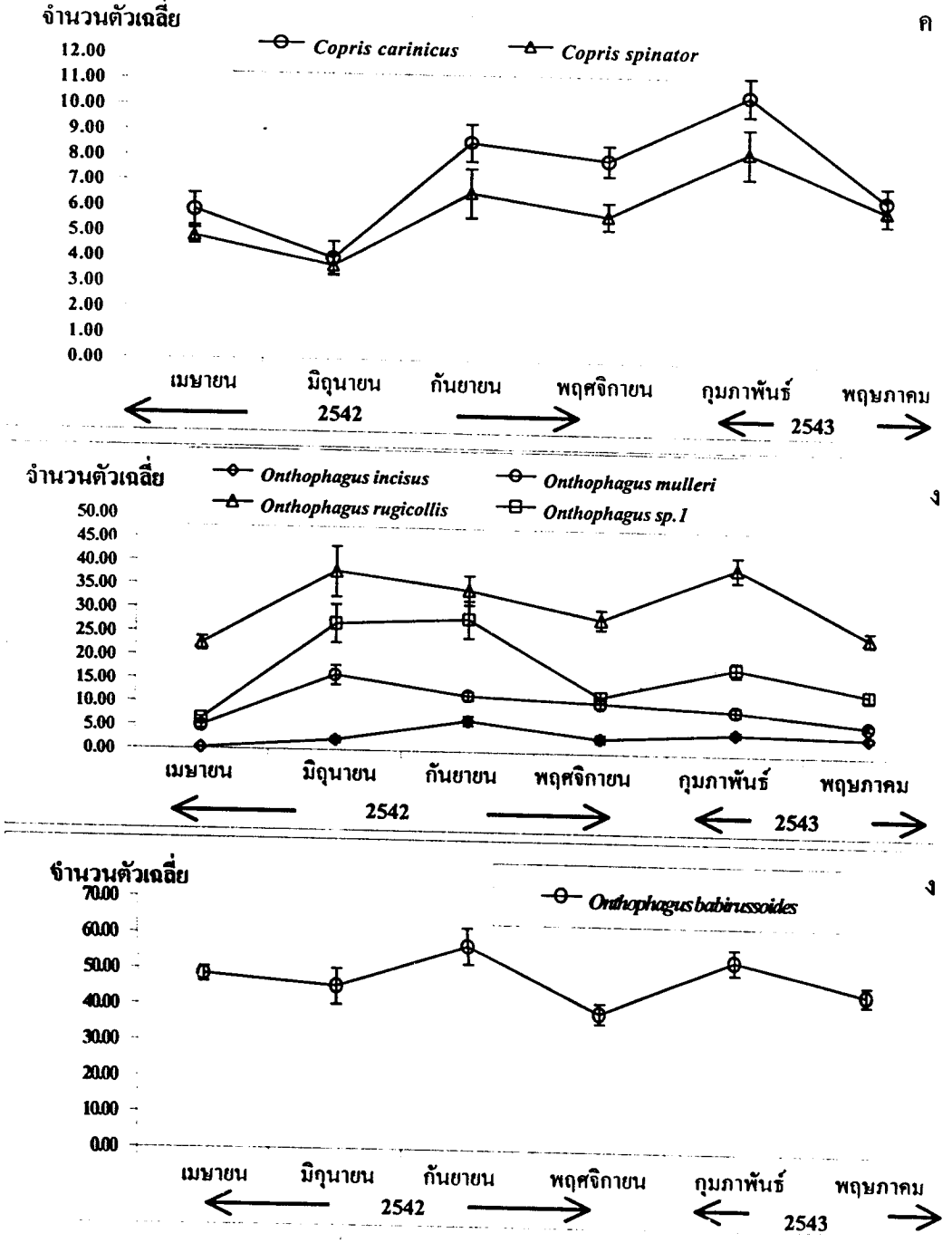
ก. ปฏิสัมพันธ์ระหว่างฤดูกาลกับชนิดของป่าต่อจำนวนตัวของด้วงมูลสัตว์

ข. ปฏิสัมพันธ์ระหว่างฤดูกาลกับชนิดของป่าต่อจำนวนชนิดของด้วงมูลสัตว์

2.4 การเปลี่ยนแปลงจำนวนตัวของด้วงมูลสัตว์แต่ละชนิดตามฤดูกาล

ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงจำนวนตัวของด้วงมูลสัตว์แต่ละชนิดในแต่ละฤดูกาลพบว่า ด้วงมูลสัตว์ในสกุล *Sisyphus* ทั้งสองชนิดเป็นด้วงมูลสัตว์ที่พบในช่วงฤดูร้อนมากกว่าฤดูฝนเช่นเดียวกับด้วงมูลสัตว์ *P. maurus* (ภาพประกอบ 9ก) ในทางกลับกันด้วงมูลสัตว์ในสกุล *Copris* คือ *C. carinicus* และ *C. spinator* ทั้งสองชนิดมีจำนวนตัวในฤดูฝนมากกว่าฤดูร้อน (ภาพประกอบ 9ข) สำหรับด้วงมูลสัตว์ในสกุล *Onthophagus* ส่วนใหญ่เป็นด้วงมูลสัตว์ที่สามารถแพร่กระจายได้ตลอดทั้งปีและมีจำนวนตัวเฉลี่ยที่ใกล้เคียงกันระหว่างฤดูร้อนและฤดูฝน เช่น *O. babirussoides*, *O. incisus*, *O. mulleri* , *O. rugicollis* และ *O.* sp. 1 เป็นต้น (ภาพประกอบ 9ค)





ภาพประกอบ 9 การเปลี่ยนแปลงของด้วงมูลสัตว์ตามฤดูกาลตลอดทั้งปี

ก. การเปลี่ยนแปลงของด้วงมูลสัตว์ในสกุล *Sisyphus* และสกุล *Paragymnopleurus*

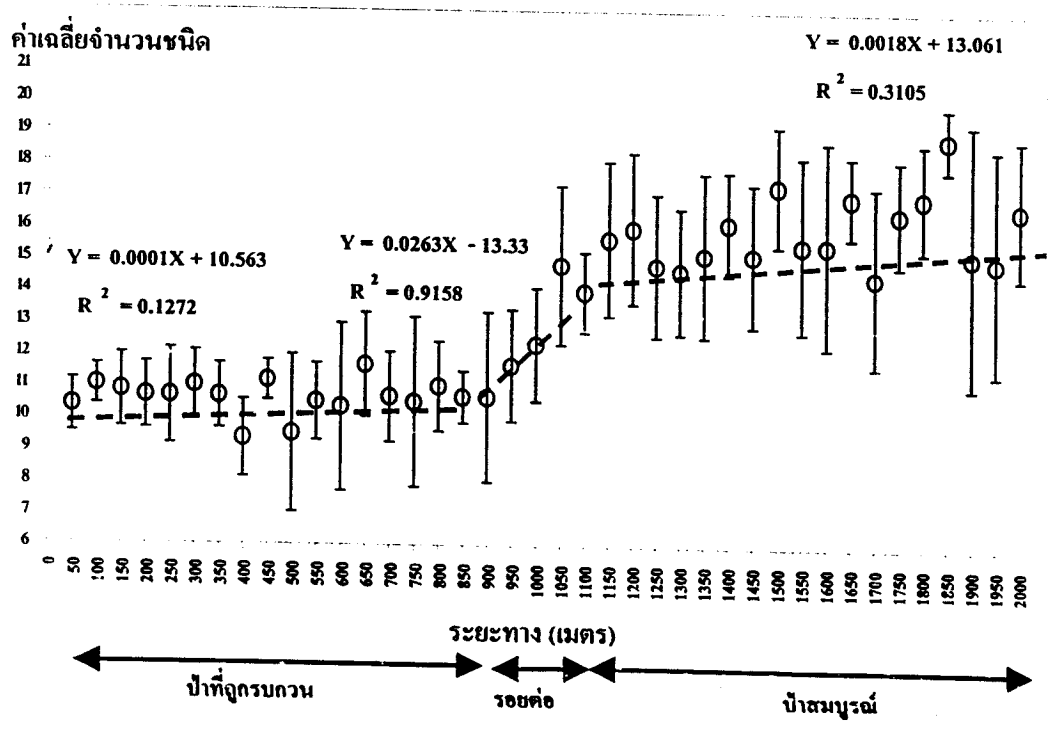
ข. การเปลี่ยนแปลงของด้วงมูลสัตว์ในสกุล *Paragymnopleurus*

ค. การเปลี่ยนแปลงของด้วงมูลสัตว์ในสกุล *Copris*

ง. การเปลี่ยนแปลงของด้วงมูลสัตว์ในสกุล *Onthophagus*

3. การแพร่กระจายตามระยะทาง (Spatial distribution)

ผลการศึกษาการแพร่กระจายตามระยะทางของชนิดด้วงมูลสัตว์จากป่าที่ถูกรบกวน (0 ถึง 850 เมตร) บริเวณรอยต่อระหว่างป่าที่ถูกรบกวนและป่าสมบูรณ์ (900 ถึง 1050 เมตร) ไปจนถึงป่าสมบูรณ์ (1,100 ถึง 2,000 เมตร) ได้ผลดังแสดงในภาพประกอบ 10 พบว่า การแพร่กระจายตามระยะทางของชนิดด้วงมูลสัตว์ในป่าที่ถูกรบกวนค่อนข้างสม่ำเสมอตามระยะทางการแพร่กระจาย โดยมีค่าความชันเท่ากับ 0.0001 ดังสมการถดถอยเชิงเส้น $Y = 0.0001 X + 10.563$, $R^2 = 0.1272$ เช่นเดียวกับการแพร่กระจายของชนิดด้วงมูลสัตว์ภายในป่าสมบูรณ์ที่สามารถแพร่กระจายสม่ำเสมอตลอดระยะทาง แต่มีค่าความชันสูงกว่าป่าที่ถูกรบกวน (b = 0.0018) ดังสมการถดถอยเชิงเส้น $Y = 0.0018 X + 13.061$, $R^2 = 0.3105$ พบว่า การแพร่กระจายบริเวณรอยต่อระหว่างป่าทั้งสองมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นของจำนวนชนิดอย่างรวดเร็วโดยมีค่าความชันเท่ากับ 0.0263 ดังสมการถดถอยเชิงเส้น $Y = 0.0263 X + 13.33$, $R^2 = 0.9158$



ภาพประกอบ 10 การแพร่กระจายตามระยะทางของจำนวนชนิดของด้วงมูลสัตว์จากป่าที่ถูกรบกวน (0 ถึง 850 เมตร) บริเวณรอยต่อ (900 ถึง 1050 เมตร)ไปจนถึงป่าสมบูรณ์ (1,100 ถึง 2,000 เมตร)

เมื่อพิจารณาการแพร่กระจายโดยดูจากจำนวนตัวเฉลี่ยตลอดระยะทางของด้วงมูลสัตว์แต่ละชนิด พบว่าด้วงมูลสัตว์กลุ่มที่พบทั้งในป่าสมบูรณ์และป่าที่ถูกรบกวนทั้ง 13 ชนิด มีอยู่ 12 ชนิดที่มีการแพร่กระจายค่อนข้างสม่ำเสมอตลอดระยะทางจากป่าที่ถูกรบกวนถึงป่าสมบูรณ์ (ภาคผนวกที่ 4,8,9,11,13) ยกเว้นด้วงมูลสัตว์ 1 ชนิด คือ *Onthophagus* sp.2 มีแนวโน้มของการแพร่กระจายในป่าสมบูรณ์มากกว่าป่าที่ถูกรบกวน (ภาคผนวกที่ 12) สำหรับด้วงมูลสัตว์ที่พบเฉพาะในป่าสมบูรณ์ 7 ชนิด ส่วนใหญ่จะเริ่มพบตั้งแต่เริ่มเข้าสู่ป่าสมบูรณ์ (ระยะทาง 1,050 เมตร) และพบจำนวนตัวเฉลี่ยสูงขึ้นในบริเวณลึกเข้าไปของป่าสมบูรณ์ (ระยะทาง 1,600 เมตรเป็นต้นไป) (ภาคผนวกที่ 5,6,7,9,10,14)

บทที่ 5

วิจารณ์ผลการศึกษา

1. ความหลากหลายของชนิด

ผลการศึกษาความหลากหลายของชนิดของด้วงมูลสัตว์ระหว่างป่าสมบูรณ์และป่าที่ถูกรบกวน ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าโตนงาช้าง พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ จากด้วงมูลสัตว์ทั้งหมด 20 ชนิดมีด้วงมูลสัตว์ที่พบร่วมกันระหว่างป่าทั้งสอง 13 ชนิดและอีก 7 ชนิดพบเฉพาะในป่าสมบูรณ์ และไม่มีด้วงมูลสัตว์ชนิดใดเลยที่พบเฉพาะในป่าที่ถูกรบกวน และเมื่อทดสอบดัชนีความหลากหลายพบว่าป่าสมบูรณ์มีความหลากหลายของด้วงมูลสัตว์สูงกว่าป่าที่ถูกรบกวนอย่างมีนัยสำคัญ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากในป่าสมบูรณ์มีความหลากหลายของแหล่งที่อยู่ จากความหลากหลายของแหล่งที่อยู่นี้เองทำให้คาดว่าสัตว์ป่าชนิดต่าง ๆ สามารถเข้ามาใช้พื้นที่ได้มาก ซึ่งนำมาซึ่งความหลากหลายของมูลสัตว์ป่า (Whitmore, 1975 และ Hanski และ Cambefort, 1991) จากการศึกษาข้อมูลสังคมของพรรณพืชในบริเวณเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าโตนงาช้าง โดยประกาศ (2541) พบว่า ลักษณะโครงสร้างสังคมพืชเด่นในป่าสมบูรณ์บริเวณพื้นที่ศึกษา ได้แก่ วงศ์สลัดได (Euphorbiaceae) วงศ์ไม้กระดังงา (Annonaceae) วงศ์ไม้กระทุ่ม (Rubiaceae) และวงศ์ไม้ยาง (Dipterocarpaceae) เป็นต้น พืชมีลำต้นขนาดค่อนข้างโต ทรงพุ่มมีการแผ่กว้างทำให้แสงส่องผ่านลงสู่พื้นล่างได้น้อย ทำให้มีพืชชั้นล่างน้อยชนิด ต่างจากป่าที่ถูกรบกวนในพื้นที่ศึกษาซึ่ง หัทยา (2543) รายงานว่าส่วนใหญ่เป็นไม้ขนาดเล็ก วงศ์ไม้เป็นพืชโตเร็ว เช่น วงศ์มะเดื่อ สำหรับพืชพื้นล่างพบอยู่อย่างหนาแน่น โดยพืชพื้นล่างได้แก่ วงศ์ขิง และวงศ์บอน เป็นต้น โครงสร้างสังคมพืชระหว่างป่าสมบูรณ์และป่าที่ถูกรบกวนซึ่งมีความแตกต่างกันดังกล่าวอาจส่งผลโดยตรงต่อโครงสร้างสังคมสัตว์ที่อาศัยป่าเป็นที่อยู่อาศัยและเป็นแหล่งอาหาร มีรายงานว่าปัจจัยที่มีผลโดยตรงต่อด้วงมูลสัตว์ ได้แก่ มูลสัตว์ (Young, 1978 ; Heinrich และ Bartholomew, 1979 ; Peck และ Forsyth, 1982) และมูลสัตว์ถูกกำหนดโดยชนิดของสัตว์ป่าซึ่งมีความสัมพันธ์ทางอ้อมกับชนิดอาหาร การศึกษาของ อนุกูล และคณะ (มปป) รายงานสัตว์ป่าในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าโตนงาช้างว่า กลุ่มของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมที่พบมากได้แก่ หมูป่า (*Sus scrofa*) เก้ง (*Muntiacus muntjak*) กวาง กลุ่มของหนูต่างๆ ลิง

และค่าง เป็นต้น และจากการสำรวจเพิ่มเติมในการศึกษาครั้งนี้จากมูลธรรมชาติ รอยเท้า และการปรากฏตัวให้เห็นของสัตว์ป่าพบว่า สัตว์ป่าที่พบอยู่ภายในป่าสมบูรณ์ส่วนใหญ่ ได้แก่ หมูป่า กวาง เก้ง ลิง ค่าง อีเห็น และกลุ่มของหนูชนิดต่างๆ ในขณะที่หมูป่า กวาง เป็นกลุ่มสัตว์ส่วนใหญ่ที่พบในป่าที่ถูกรบกวน จากสาเหตุดังกล่าวจะเห็นว่า เมื่อโครงสร้างของป่าแตกต่างกันย่อมส่งผลให้ความหลากหลายของแหล่งที่อยู่และสัตว์ป่าที่เข้ามาใช้พื้นที่แตกต่างกันไปด้วย มูลที่เกิดจากสัตว์ป่าชนิดต่าง ๆ ก็หลากหลายด้วยเช่นกัน ความหลากหลายและความชุกชุมของด้วงมูลสัตว์จึงได้รับอิทธิพลทางอ้อมจากความหลากหลายและความชุกชุมของประชากรสัตว์ป่า รวมทั้งชนิดของพรรณพืชที่เป็นแหล่งอาหารของสัตว์ป่านั้น

นอกจากนี้มีรายงานว่าปัจจัยทางกายภาพ ได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้น และชนิดของดิน มีผลโดยตรงต่อด้วงมูลสัตว์ และยังมีผลทางอ้อมต่อมูลสัตว์ป่าที่เป็นแหล่งอาหารของด้วงมูลสัตว์อีกด้วย (Klein, 1989 ; Halffter et al, 1992 และ Estrada et al, 1993) มูลสัตว์ป่าเป็นแหล่งอาหารโดยตรงต่อด้วงมูลสัตว์เป็นทรัพยากรที่มีคุณค่าอยู่ช่วงระยะเวลาหนึ่ง ปัจจัยทางกายภาพที่ไม่เหมาะสมทำให้มูลสัตว์เหล่านั้นลดคุณค่าลงไปอย่างรวดเร็ว ส่งผลให้ด้วงมูลสัตว์ไม่สามารถใช้ประโยชน์จากมูลนั้นได้ (Young, 1978 ; Heinrich และ Bartholomew, 1979 ; Peck และ Forsyth, 1982) พบว่าในบริเวณป่าสมบูรณ์ของพื้นที่ศึกษามีโครงสร้างสังคมพืชที่ซับซ้อน ต้นไม้ใหญ่ ทำให้แสงส่องถึงพื้นล่างได้น้อย ผลอาจมีผลให้การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิและความชื้นในรอบวันน้อยกว่าป่าที่ถูกรบกวนซึ่งมีโครงสร้างป่าไม่ซับซ้อนและแสงส่องถึงพื้นล่างได้มากกว่า มีผลให้อุณหภูมิและความชื้นในป่าที่ถูกรบกวนแตกต่างกันมากในรอบวัน จากสาเหตุดังกล่าวอาจอธิบายได้ว่า ความหลากหลายของแหล่งที่อยู่ ความหลากหลายของสัตว์ป่า และปัจจัยทางกายภาพที่เหมาะสม มีส่วนทำให้ความหลากหลายของชนิดและความชุกชุมของด้วงมูลสัตว์มีความแตกต่างกันระหว่างป่าสมบูรณ์และป่าที่ถูกรบกวน

การศึกษาครั้งนี้ด้วงมูลสัตว์ที่มีความหลากหลายของชนิดมากที่สุดคือ สกุล *Onthophagus* พบทั้งหมด 12 ชนิด โดยที่ *Onthophagus* 5 ชนิดพบเฉพาะป่าสมบูรณ์เท่านั้น ส่วนด้วงมูลสัตว์อีก 2 ชนิดที่พบเฉพาะป่าสมบูรณ์ได้แก่ *Microcopris reflexus* และ *Oniticellus tessellatus* โดยด้วงมูลสัตว์ที่พบเฉพาะในป่าสมบูรณ์นั้นมี Functional groups เป็นแบบ Tunneller เกือบทั้งหมด ยกเว้น *Oniticellus tessellatus* ที่มี Functional groups

เป็นแบบ Dweller สาเหตุที่พบด้วงมูลสัตว์ทั้ง 7 ชนิดเฉพาะในป่าสมบูรณ์อาจเนื่องมาจากความจำเพาะเจาะจงต่อมูลสัตว์ป่าบางชนิดที่ไม่พบในป่าที่ถูกรบกวน ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาด้วงมูลสัตว์ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าสะแกราชที่มีโครงสร้างป่าที่แตกต่างกัน พบว่าด้วงมูลสัตว์บางชนิดมีความจำเพาะเจาะจงกับสัตว์ป่าบางชนิดและป่าบางชนิดเช่นกัน (Hanboonsong, 1998)

ด้วงมูลสัตว์กลุ่มที่พบทั้งสองป่าได้แก่ ด้วงมูลสัตว์สกุล *Copris* คือ *C. carinicus* และ *C. spinator* ด้วงมูลสัตว์ชนิดทั้งสองชนิดนี้มี Functional groups เป็นแบบขุดโพรงภายใต้กองมูล (Tunneller) เป็นกลุ่มที่ช่วงเวลาหากินในตอนกลางคืน (nortunal) เพื่อลดการแก่งแย่งในช่วงเวลากลางวัน โดยด้วงมูลสัตว์กลุ่มนี้เป็นองค์ประกอบหลักของด้วงมูลสัตว์ที่หากินในช่วงเวลากลางคืนในเกาะบอร์เนียวและเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าสะแกราช (Davis, 1993 และ Hanboonsong, 1998) และจากการศึกษาลำดับการกิน (trophic level) ของด้วงมูลสัตว์สกุลนี้ พบว่าสามารถใช้แหล่งอาหารได้ทั่วไป (generalist) กล่าวคือสามารถปรับรูปแบบการกินจากมูลสัตว์มากินซากพืชและสัตว์ได้ในสภาวะที่ขาดมูลสัตว์ (Hanski, 1983) จากการปรับตัวดังกล่าวทำให้ *Copris* เป็นกลุ่มเด่นที่สามารถพบได้ทั้งสองป่า

2. การเปลี่ยนแปลงด้วงมูลสัตว์ตามฤดูกาลและชนิดของป่า

ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลและชนิดของป่าพบว่า ฤดูกาลมีผลต่อจำนวนตัวของด้วงมูลสัตว์โดยจะพบด้วงมูลสัตว์มีความชุกชุมในฤดูร้อนมากกว่าฤดูฝน แต่ไม่มีผลต่อชนิดของด้วงมูลสัตว์ สอดคล้องกับงานวิจัยที่ผ่านมาของ Paarmann และ Stork (1987) ซึ่งรายงานว่าฤดูกาลจะทำให้เกิดความแปรผันของจำนวนตัวด้วงมูลสัตว์ในพื้นที่ขนาดเล็กมากกว่าพื้นที่ขนาดใหญ่ ผลของฤดูกาลที่มีต่อด้วงมูลสัตว์อาจอธิบายได้ดังนี้ เนื่องจากในฤดูฝนน้ำฝนจะเป็นตัวชะล้างให้มูลสัตว์สลายอย่างรวดเร็วเป็นการลดโอกาสที่ด้วงมูลสัตว์จะพบกับมูลนั้น และด้วงมูลสัตว์บางชนิดมีพฤติกรรมในการวางไข่ในก้อนมูลระดับผิวดินและโอกาสที่น้ำฝนทำให้เกิดความเสียหายแก่ไข่นั้นย่อมมีมากกว่า (Hanski และ Cambefort, 1991) และการศึกษาของ Davis (1996) และ Davis (2000) พบว่าด้วงมูลสัตว์บางชนิดต้องการแหล่งที่อยู่ที่มีอุณหภูมิสูงและความชื้นในดินต่ำเพื่อการอยู่รอดที่ดีขึ้นของตัวอ่อน

และเมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงจำนวนตัวของด้วงมูลสัตว์แต่ละชนิดในฤดูกาลที่แตกต่างกัน พบว่า ด้วงมูลสัตว์ *Sisyphus* ทั้งสองชนิดและ *Paragymnopleurus maurus* พบในช่วงฤดูร้อนมากกว่าฤดูฝน เนื่องจากด้วงมูลสัตว์ทั้งสองสกุลข้างต้นมี Functional groups เป็นแบบ Roller เหมือนกันและออกหากินในช่วงกลางวัน โดยในช่วงฤดูร้อนระยะเวลาที่ด้วงมูลสัตว์ชนิดนี้ใช้ในการเคลื่อนย้ายมูลจนหมดอยู่ในช่วงระยะเวลาประมาณ 2 – 24 ชั่วโมง ด้วงมูลสัตว์ทั้งสองสกุลนี้ต้องการแหล่งที่อยู่ที่มีอุณหภูมิค่อนข้างสูงและความชื้นต่ำสำหรับการเจริญของตัวอ่อน (Doube, 1990 และ Davis, 1996) นอกจากนี้ด้วงมูลสัตว์สกุลดังกล่าว ยังวางไข่ภายในก้อนมูลและฝังก้อนมูลบริเวณผิวดิน และเมื่อฝนตกโอกาสที่ก้อนมูลจะเกิดความเสียหายจากน้ำฝนเป็นไปได้มากกว่าในช่วงฤดูร้อน (Hanski และ Cambefort, 1991) ดังนั้นฤดูร้อนจึงมีความเหมาะสมต่อการเพิ่มจำนวนของด้วงมูลสัตว์ที่เป็น Roller ได้มากกว่าในฤดูฝน แตกต่างจากสกุล *Copris* ซึ่งพบจำนวนตัวในฤดูฝนมากกว่าในฤดูร้อน ด้วงมูลสัตว์กลุ่มนี้มี Functional groups เป็นแบบ Tunneller ออกหากินในช่วงกลางคืน ขุดโพรงภายใต้กองมูลเพื่อนำมูลมาเป็นแหล่งที่อยู่ของตัวอ่อน สาเหตุที่พบเช่นนี้อาจเนื่องมาจาก 2 สาเหตุคือ 1) การแก่งแย่งที่เกิดขึ้นภายในกองมูล พบว่า ด้วงมูลสัตว์สกุลนี้เป็นสกุลที่มีความสามารถในการแก่งแย่งได้ดี จากการศึกษาของ Doube (1990) พบว่า กลุ่ม Tunneller ขนาดของลำตัวผกผันกับระยะเวลาการเคลื่อนย้ายมูล กล่าวคือ ยิ่งมีขนาดตัวเล็กมากเท่าไรก็จะมีประสิทธิภาพการเคลื่อนย้ายกองมูลได้เร็ว แต่ *Copris* ทั้งสองชนิดมีขนาดลำตัวใหญ่กว่าสกุล *Onthophagus* ที่เป็น Tunneller เหมือนกัน จึงทำให้ *Copris* ต้องปรับตัวไปใช้มูลสัตว์ป่าที่ออกหากินในตอนกลางคืน ประกอบกับจำนวนตัวของด้วงมูลสัตว์ในสกุลที่เป็น Roller ซึ่งหากินกลางคืนมีจำนวนลดลงในช่วงฤดูฝน 2) สาเหตุจากพฤติกรรมการสร้างรัง และวางไข่กล่าวคือ ด้วงมูลสัตว์สกุล *Copris* จะวางไข่ลึกลงไปใต้ผิวดิน ทำให้น้ำฝนไม่สร้างความเสียหายแก่ไข่ภายในมูล ประกอบกับในฤดูฝนพื้นดินมีความอ่อนนุ่มมากกว่าในฤดูร้อน (Doube, 1990 ; Hanski และ Cambefort, 1991 และ Davis, 1996) สำหรับด้วงมูลสัตว์ในสกุล *Onthophagus* พบตลอดทั้งปีและมีจำนวนตัวที่ไม่แตกต่างกันระหว่างฤดูร้อนและฤดูฝน โดยด้วงมูลสัตว์สกุลนี้มี Functional groups ที่เป็น Tunneller แต่สามารถขุดโพรงแล้ววางไข่ได้ลึกกว่าและใช้ระยะเวลาในการเคลื่อนย้ายมูลสัตว์อย่างรวดเร็วกว่าด้วงมูลสัตว์สกุลอื่น (Doube, 1990) ทำให้ด้วงมูลสัตว์สกุลนี้เป็นสกุลที่พบได้ทั้งสองฤดูกาล

ในทางกลับกันเมื่อพิจารณาผลของชนิดของป่าพบว่า ป่าที่มีความแตกต่างกันจะส่งผลให้ชนิดด้วงมูลสัตว์มีความแตกต่างกันด้วย แต่มีผลต่อความแตกต่างของจำนวนตัวของด้วงมูลสัตว์เฉพาะในช่วงฤดูร้อนเท่านั้นโดยไม่มีผลต่อจำนวนตัวในฤดูฝน สาเหตุอาจเนื่องมาจากด้วงมูลสัตว์บางชนิดมีความจำเพาะเจาะจงต่อมูลสัตว์ป่าบางชนิด โดยจะเห็นได้จากการศึกษาของ Estrada และคณะ (1993) ในป่าดิบชื้น ประเทศเม็กซิโก พบว่าด้วงมูลสัตว์บางชนิดจำเพาะเจาะจงต่อมูลของสัตว์กินพืชเท่านั้น (Herbivore) และบางชนิดจำเพาะเจาะต่อมูลของสัตว์ที่กินทั้งพืชและสัตว์ (Omnivore) และจากการศึกษาของ Hanboonsong (1998) พบว่าโครงสร้างป่าที่ต่างกันทำให้พืชอาหารของสัตว์ป่าแตกต่างย่อมทำให้สัตว์ป่าและมูลสัตว์แตกต่างกัน

3. การแพร่กระจายตามระยะทาง

ผลการศึกษาการแพร่กระจายตามระยะทางของด้วงมูลสัตว์จากป่าที่ถูกรบกวนถึงป่าสมบูรณ์พบว่า จำนวนชนิดของด้วงมูลสัตว์ในป่าที่ถูกรบกวนกระจายสม่ำเสมอตลอดระยะทาง (b = 0.0001) แต่เมื่อเข้าสู่บริเวณรอยต่อระหว่างป่าทั้งสอง (900 ถึง 1,050 เมตร) จำนวนชนิดของด้วงมูลสัตว์เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว (b = 0.0263) หลังจากนั้นเมื่อเข้าสู่ป่าสมบูรณ์จะมีการแพร่กระจายสม่ำเสมอในป่าสมบูรณ์ ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่า โครงสร้างพรรณพืชในป่าทั้งสองมีความแตกต่างกับบริเวณรอยต่อ พบว่า บริเวณรอยต่อมีโครงสร้างพืชที่มีขนาดเล็ก พืชพื้นล่างจำนวนมาก และพบพืชที่มีหนามอยู่อย่างหนาแน่น และจากการสังเกตุพบรอยเท้าและมูลของสัตว์บางชนิดเป็นจำนวนมาก เช่น หมูป่าและกวาง โดยสามารถอธิบายผลการศึกษาได้ว่า บริเวณรอยต่อระหว่างป่าทั้งสองจะเป็นตัวกีดขวางหรือแบ่งแยกชนิดด้วงมูลสัตว์บางชนิดระหว่างป่าทั้งสองให้มีความแตกต่างกัน และอีกสาเหตุอาจเนื่องมาจากบริเวณรอยต่อเป็นที่อยู่อาศัยหรือหลบภัยของสัตว์ป่าบางชนิดที่เข้ามาใช้ในพื้นที่ทำให้มูลที่เกิดจากสัตว์ป่ามีความหลากหลายมากขึ้น ในการศึกษาครั้งนี้พบว่า ในป่าที่ถูกรบกวนมีด้วงมูลสัตว์ 13 ชนิดและเพิ่มขึ้นเป็น 20 ชนิดเมื่อเข้าสู่ป่าที่สมบูรณ์ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Hanski (1983) บนเกาะบอร์เนียวที่ศึกษาเกี่ยวกับการแพร่กระจายตามระยะทางตามสภาพป่าที่เปลี่ยนแปลงไป พบว่า จำนวนชนิดของด้วงมูลสัตว์มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจากป่าที่เกิดจากป่าที่ถูกรบกวนถึงป่าที่มีความซับซ้อนมากขึ้น

อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาการแพร่กระจายตามระยะทางของด้วงมูลสัตว์บางชนิดที่น่าสนใจ ได้แก่ ด้วงมูลสัตว์ *Sisyphus thoracicus* โดยการศึกษาของ Davis (2000) พบด้วงมูลสัตว์ *S. thoracicus* มีจำนวนตัวภายในป่าที่ถูกรบกวนมากกว่าป่าสมบูรณ์มาก การศึกษาครั้งนี้พบว่า ด้วงมูลสัตว์ชนิดนี้ไม่มีความแตกต่างกันระหว่างป่าทั้งสองซึ่งให้ผลขัดแย้งกับการศึกษาที่ผ่านมา โดย Davis สรุปว่า ด้วงมูลสัตว์ชนิดนี้เป็นดัชนีที่ดีสำหรับบ่งชี้สภาพป่าที่ถูกรบกวนมาก เนื่องจากด้วงมูลสัตว์ชนิดนี้มีความต้องการสภาพแวดล้อมที่มีแสงค่อนข้างมากและความชื้นต่ำ ความแตกต่างของผลการศึกษาทั้งสองอาจเนื่องมาจากการศึกษาของ Davis (2000) นั้น สภาพของโครงสร้างป่าแตกต่างกับการศึกษาครั้งนี้ โดย Davis ศึกษาป่าที่เกิดจากการบุกรุกอย่างต่อเนื่องเปรียบเทียบกับป่าสมบูรณ์ ซึ่งเป็นสภาพป่าที่ต่างกันมากและอาจส่งผลให้ด้วงมูลสัตว์ชนิดนี้แตกต่างกันอย่างชัดเจน ซึ่งต่างกับการศึกษาครั้งนี้ที่เปรียบเทียบระหว่างป่าที่ถูกรบกวนที่ฟื้นตัวจากการถูกบุกรุกมากกว่า 10 ปีกับป่าสมบูรณ์ การศึกษาของ นฤมล (2539) และ หัทยา (2543) โครงสร้างป่าที่ถูกรบกวนในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าโตนงาช้าง เป็นป่าที่เริ่มมีการฟื้นตัวมากแล้ว โดยโครงสร้างสังคมพรรณพืชประกอบด้วย พืชวงศ์ Euphorbiaceae วงศ์ Moraceae และวงศ์ Annonaceae เป็นต้น และมีเปอร์เซ็นต์การปกคลุมเรือนยอดประมาณ 60. 87 เปอร์เซ็นต์ และมีพืชบางชนิดที่เป็นพืชบุกนำได้แก่ พลับพลา ยอเถื่อน หลอดเถื่อน เป็นต้น แสดงว่าป่าที่ถูกรบกวนมีขบวนการเปลี่ยนมากกว่าระยะที่ถูกรบกวนในช่วงแรก ๆ

สำหรับด้วงมูลสัตว์ในสกุล *Onthophagus* มีความหลากหลายของชนิดมากที่สุดและส่วนใหญ่สามารถแพร่กระจายได้ตลอดระยะทาง Hanski (1983) รายงานว่าสาเหตุที่พบด้วงมูลสัตว์ในสกุลนี้มากที่สุด เนื่องจากด้วงมูลสัตว์สกุลนี้สามารถปรับตัวได้ดีกับแหล่งที่อยู่เกือบทุกรูปแบบและมี Functional groups ที่หลากหลาย ด้วงมูลสัตว์ที่น่าสนใจชนิดหนึ่งในกลุ่มนี้คือ *Onthophagus* sp.2 จากข้อมูลความชุกชุมพบว่า ด้วงมูลสัตว์ชนิดนี้มีความชุกชุมแตกต่างกันระหว่างป่าสมบูรณ์และป่าที่ถูกรบกวน และจากรูปแบบการแพร่กระจายของด้วงมูลสัตว์ชนิดนี้ ทำให้เห็นภาพที่ชัดเจนยิ่งขึ้นกล่าวคือสามารถพบด้วงมูลสัตว์ชนิดนี้ภายในป่าที่ถูกรบกวนได้ตลอดระยะทางแต่มีจำนวนน้อยมาก และเมื่อเข้าสู่ป่าสมบูรณ์พบการแพร่กระจายในจำนวนที่มากกว่าอย่างชัดเจนตลอดระยะทาง ด้วงมูลสัตว์ชนิดนี้คาดว่าจะเป็นชนิดใหม่ของโลกซึ่งอยู่ระหว่างการตรวจสอบยืนยันจึงยังขาดข้อมูลเกี่ยวกับนิเวศวิทยาและ Functional groups ซึ่งสมควรจะได้รับการศึกษาโดยละเอียดต่อไป

บทที่ 6

บทสรุป

บทสรุป

การศึกษาเปรียบเทียบความหลากหลายของชนิดและความชุกชุมของด้วงมูลสัตว์ระหว่างป่าสมบูรณ์กับป่าที่ถูกรบกวน ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าโตนงาช้าง โดยการวาง Line Transect ด้วยวิธีกับดักแบบมูลล่อในช่วงระหว่างเดือน เมษายน 2542 ถึง พฤษภาคม 2543 สามารถสรุปผลได้ดังนี้คือ ความหลากหลายของชนิดด้วงมูลสัตว์ที่พบทั้งสองป่าในการศึกษาครั้งนี้มี 20 ชนิด ใน 7 สกุล 2 เผ่าพันธุ์ โดยพบในป่าสมบูรณ์ 20 ชนิดและในป่าที่ถูกรบกวน 13 ชนิด ค่าเฉลี่ยของจำนวนชนิดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ด้วงมูลสัตว์ในสกุล *Onthophagus* มีความหลากหลายของชนิดมากที่สุดคือ 12 ชนิด ส่วนด้วงมูลสัตว์ที่พบเฉพาะในป่าสมบูรณ์เท่านั้นมี 7 ชนิด อยู่ในสกุล *Onthophagus* 5 ชนิดและอีกสองชนิดอยู่ในสกุล *Microcopris* และ *Oniticellus* จากการศึกษาครั้งนี้พบว่า ความชุกชุมของด้วงมูลสัตว์เกือบทุกชนิดไม่แตกต่างกันระหว่างป่าทั้งสอง ยกเว้นด้วงมูลสัตว์ *Onthophagus* sp. 2 มีความชุกชุมในป่าสมบูรณ์มากกว่าในป่าที่ถูกรบกวนอย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้พบว่า ด้วงมูลสัตว์ *Onthophagus* sp.1 และ *Onthophagus* sp.2 คาดว่าน่าจะเป็นชนิดใหม่ของโลกและขณะนี้อยู่ระหว่างขั้นตอนการยืนยัน และพบด้วงมูลสัตว์อีก 2 ชนิดที่พบครั้งแรกในประเทศไทยคือ *Tiniocellus sarawacus* และ *Microcopris reflexus* ผลการศึกษาเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ คือ ชนิดและความชุกชุมของด้วงมูลสัตว์ในป่าสมบูรณ์มีค่ามากกว่าป่าที่ถูกรบกวน

การศึกษาการเปลี่ยนแปลงด้วงมูลสัตว์ตามฤดูกาลและชนิดของป่าสามารถสรุปได้ว่า ฤดูกาลมีผลต่อจำนวนตัวของด้วงมูลสัตว์แต่ไม่มีผลต่อชนิดของด้วงมูลสัตว์ สามารถแบ่งด้วงมูลสัตว์ตามฤดูกาลที่พบได้ 3 กลุ่มคือ กลุ่มที่ 1 ด้วงมูลสัตว์ที่พบในฤดูร้อนมากกว่าฤดูฝน ได้แก่ ด้วงมูลสัตว์ในสกุล *Sisyphus* และ *Paragymnopleurus* กลุ่มที่ 2 ด้วงมูลสัตว์สกุลนี้พบในฤดูฝนมากกว่าฤดูร้อน ได้แก่ *Copris* กลุ่มที่ 3 ด้วงมูลสัตว์ที่พบสม่ำเสมอทั้งสองฤดูกาลได้แก่ *Onthophagus* โดยที่ด้วงมูลสัตว์ที่มี Functional group แบบ Tunneller พบในฤดูฝนมากกว่าฤดูร้อน ในขณะที่ด้วงมูลสัตว์ที่มี Functional group

แบบ Roller พบในฤดูร้อนมากกว่าฤดูฝน ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้คือ ฤดูร้อนพบชนิดและความชุกชุมของด้วงมูลสัตว์มากกว่าในฤดูฝน

จากสมสมติฐานที่ตั้งไว้การแพร่กระจายตามระยะทางของจำนวนชนิดด้วงมูลสัตว์จากป่าที่ถูกรบกวนถึงป่าสมบูรณ์มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะทาง จากการศึกษาพบว่าไม่เป็นไปตามสมมติฐานโดยที่จากผลการศึกษาสามารถอธิบายได้ว่า การแพร่กระจายของด้วงมูลสัตว์ไม่มีการเพิ่มขึ้นอย่างคงที่ตลอดระยะทางแต่จะเพิ่มขึ้นในบริเวณรอยต่อระหว่างป่าทั้งสอง

ข้อเสนอแนะ

1.การศึกษาครั้งนี้ด้วงมูลสัตว์บางชนิดเป็นกลุ่มที่น่าสนใจในเชิงการแพร่กระจาย เช่น *Tiniocellus sarawacus* ที่พบครั้งแรกในประเทศไทย โดยด้วงมูลสัตว์ชนิดนี้มีรายงานว่าพบเฉพาะในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้เท่านั้นแต่ไม่เคยมีรายงานว่าพบในประเทศไทย การแพร่กระจายของด้วงมูลสัตว์ชนิดนี้เท่าที่มีการศึกษาพบในหมู่เกาะต่าง ๆ ในอินโดเนียเซีย ดังนั้นกลุ่มนี้จึงเป็นกลุ่มที่น่าสนใจในการศึกษาการแพร่กระจาย ส่วนด้วงมูลสัตว์ที่น่าสนใจอีกชนิดหนึ่งคือ *Onthophagus* sp. 2 เป็นด้วงมูลสัตว์ที่คาดว่าเป็นชนิดใหม่ของโลกและมีความชุกชุมและแพร่กระจายที่แตกต่างกันระหว่างป่าทั้งสองอย่างชัดเจน

2.ควรมีการศึกษา Functional group ที่มีความจำเพาะเจาะจงต่อพื้นที่ เนื่องจากการศึกษา Functional group โดย Doube ทำการศึกษาในทุ่งหญ้า ทวีปแอฟริกา ดังนั้นรูปแบบของ Functional group ที่ได้จึงเป็นรูปแบบที่จำเพาะเจาะจงต่อพื้นที่ทุ่งหญ้านั้นเอง จากที่กล่าวมาพบว่าหากมีการศึกษา Functional group จำเพาะเจาะจงต่อป่าดิบชื้นอาจจะมีรูปแบบใหม่ที่เกิดขึ้นของ Functional group เนื่องจากพื้นที่มีความแตกต่างกันมาก

3.การศึกษาการแพร่กระจายตามระยะทางของด้วงมูลสัตว์ได้ทำการศึกษาแล้ว ส่วนใหญ่เป็นการศึกษาในแนวระนาบ (Horizontal distribution) แต่การแพร่กระจายตามแนวระดับ (Vertical distribution) ของด้วงมูลสัตว์ที่อาศัยอยู่บนเรือนยอดยังมีอยู่น้อย หากมีการศึกษาเพิ่มในแนวระดับย่อมทำให้ทราบถึงความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตที่หากินบนเรือนยอด

สืบเนื่องมาจากข้อเสนอแนะทั้งสามข้อข้างต้นที่กล่าวมา พบว่า ด้วงมูลสัตว์มีบทบาทที่สำคัญในระบบนิเวศในพื้นที่ที่ศึกษา ดังนั้นการศึกษาด้วงมูลสัตว์ในเชิงนิเวศวิทยา พฤติกรรม อนุกรมวิธาน และดัชนีบ่งชี้ความหลากหลาย ยังมีความสำคัญต่อไป ข้อมูลที่ได้ทั้งหมดเมื่อนำมาประกอบกันจะนำไปสู่การติดตามและประเมินการเปลี่ยนแปลงของโครงสร้างแหล่งที่อยู่ เพื่อการอนุรักษ์ต่อไป

เอกสารอ้างอิง

นฤมล ตันธนา. 2539. " การฟื้นตัวตามธรรมชาติของป่าในสวนยางพาราร้าง. (Natural Reforestation of Abundoned Rubber Plantation)", วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชานิเวศวิทยา มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. (สำเนา)

ประกาศ สว่างโชติ. 2541. "ลักษณะโครงสร้างสังคมพืชในป่าดิบชื้นเขตร้อนระดับต่ำ บริเวณเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าโตนงาช้าง. (Phytosociological Structure of Lower Tropical Rain forest at Ton Nga Chang Wildlife Sanctuary,Songkhla Province)", วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชานิเวศวิทยา มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. (สำเนา)

หัทยา มีเมือง. 2543. "การเปรียบเทียบโครงสร้างสังคมพืชระหว่างป่าที่ไม่ถูกรบกวนกับป่าที่ถูกรบกวน บริเวณเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าโตนงาช้าง และป่าสงวนใกล้เคียง. (A Comparison of Plant Community Structure between Undisturbed and Disturbed Forest at Ton Nga Chang Wildlife Sanctuary and National Reserved Forests)", วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. (สำเนา)

อนุกูล โอพารกิจวานิช , ดวงเดือน ซื้อตระกูล, สกุณา ปิยะวาทิน, ภัสรินทร แสนรัษฎากร และชลดา ศรีพิมพ์. มปป. ข้อมูลพื้นฐานรายงานฉบับร่างแผนแม่บท เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าโตนงาช้าง จังหวัดสงขลา-สตูล. กรมป่าไม้. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

Bailey, C. G. 1976. Temperature effects on nondiapause development in *Mamestra configurata* (Lepidoptera : Noctuidae). *Canadian Entomologist.* 108 : 1339 – 1344.

Balthasar, V. 1963. Monographie der Scarabaeidae und Aphodiidae der Palaeark – tischen und Orientalischen Region (Coleoptera : Lamellicornia). Vol. 1 – 3. Verlag Tschechosl. Akad. Wissenschaft. Praque.

Begon, M., Harper, J. L., and Townsend, C. R. 1996. Ecology : Individual, Population and Communities. 3 rd edition. Blackwell Science. London.

Borrer, D. J., Triplehorn, C. A., and Johnson, N. F. 1992. An Introduction to Study of Insect. 6 th edition. Saunder College Publishing. New York.

Brown, K. S., Jr. 1991. Conservation of neotropical environments : insect as indicator. In The conservation of insects and their habitats (The 15 th Symposium of the Royal Entomological Society of London). 349-404. N. M. Collins and J. A. Thomas, eds. Academic Press, London.

Cambefort, Y. 1981. La nidification du genre Cyptochirus (Coleopotera : Scarabaeidae). *C. R. Acod. Sci. Paris III.* 292 : 379 – 381.

_____. 1982. Nidification behavior of Old World Oniticellini (Coleotera : Scarabaeidae). In The nesting behavior of dung beetles (Scarabaeinae) : An ecological and Evolutionary Approach. 141 – 45. G. Halffter and W. D. Edmonds, eds. Publ. 10, Inst. Ecol. Mexico.

Clement, F. E. 1916. Plant Succession : An analysis of the development of vegetation. In The structure of plant communities. 2 – 3. J. Michaell. Eds.Redwood Press Limited, London.

Collins, N. M., and Morris, M. G. 1985. Threatened Swallowtail Butterflies of the World. International Union for the Conservation of Nature and Natural Resources (IUCN), Gland.

Davis, A. L. V. 1977. The endocoprid dung beetle of South Africa (Coleoptera : Scarabaeidae). M Sc. Thesis, Rhodes Univ., Grahamstown. (สำเนา)

Davis, A. J. 1993. The ecology and behaviour of dung beetles in norther Borneo. Unpublished Ph.D. Thesis, University of Leeds, Leeds. (สำเนา)

_____. 1997. Manual : For international pilot course on environment evaluation using insects indicators of biodiversity ; dung beetle guide. unpublished.

_____. 2000. Does Reduced-Impact Logging Help Preserve Biodiversity in Tropical Rainforest? A Case Study from Borneo using Dung Beetles (Coleoptera : Scarabaeoidea) as Indicators. *Environmental Entomology*. 29 : 467 – 475.

Davis, A. J., Huijbregts, J., Krik-Spriggs, A. H., Krikken, J., and Sutton, S. L. 1997. The ecology and behaviour of arboreal dung beetles in Borneo. In Canopy Arthropods. 417 – 32. N. E. Stork., J. Adis, and R. K. Didham, eds. Chapman & Hall, London.

Doube, B. M. 1990. A functional classification for analysis of the structure of dung beetle assemblages. *Ecological Entomology*. 15 : 371 – 383.

Edwards, P. B., and Aschenborn, H. H. 1987. Pattern of nesting and dung burial in *Onitis* dung beetle : Implications for pasture productivity and fly control. *Journal of Applied Ecology*. 24 : 837 - 851.

Estrada, A., Halffter, G., Coates-Estrada, R., and Meritt Jr, D. A. 1993. Dung beetles attracted to mammalian herbivore (*Alouatta palliara*) and omnivore (*Nasua narica*) dung in the tropical rain forest of Los Tuxtlas, Mexico. *Journal of Tropical Ecology*. 9 : 45 – 54.

Food and Agriculture Organisation. 1981. Tropical Forest Resource. FAO Forestry Paper.No. 30. FAO, Rome.

Gauch, H. G., Jr. 1986. Multivariate Analysis in Community Ecology. 3rd edition. Cambridge University Press. New York.

Gillott, C. 1995. Entomology. 2nd edition. Plenum Press. New York.

Guppy, J. C. 1969. Some effects of temperature on the immature stages of the army worm, *Pseudaletia unipuncta* (Lepidoptera : Noctiidae) under controlled conditions. *Canadian Entomologist*. 101 : 1320 – 1327.

Halffter, G., Favila, M. E., and Halffter, V. 1992. A comparative study of the structure of the scarab guild in Mexican tropical rain forest and derived ecosystems. *Folia Entomologica Mexicana*. 84 : 131 – 156.

Hanboonsong, Y. 1998. A study of dung beetles diversity in Sakaerat biosphere, Northeast Thailand. *MAB Young Scientists Award 2000*. (Internet)

Hanski, I. 1991. The dung insect community. In Dung Beetle Ecology. 5 – 21. I. Hanski, and Y. Cambefort, eds. Princeton University Press. Cambridge.

Hanski, I., and Cambefort, Y. 1991. Dung Beetle Ecology. Princeton University Press, Cambridge.

Hanski, I., and J. Krikken. 1991. Dung beetles in tropical forest in South-East Asia. In Dung beetle ecology. 179 – 197. I. Hanski, and Y. Cambefort, eds, Princeton University Press, New York.

Heinrich, B. and Bartholomew, G. A. 1979. The ecology of African dung beetle. *Scientific American*. 235 : 118 - 126.

Holloway, J. D. 1984. Moths as indicator organisms for categorizing rain – forest and monitoring changes and regeneration processes. In Tropical Rain Forest : The Leeds Symposium. 235 – 42. A. C. Chadwick and S. L. Sutton, eds. Special Publication of the Leeds Philosophical and Literary Society, Leeds.

Holloway, J. D., and Stork, N. E. 1991. The dimensions of biodiversity : the use of invertebrates as indicators of human impact.In D. L. Hawksworth [eds.] The biodiversity of microorganisms and invertebrates : its role in sustainable agriculture. CAB International, Wallingford.

Howe, R. W., and Currie, J. E. 1964. Some laboratory observations on the rate of development, mortality and oviposition of several species of Bruchidae breeding in stored pulse. *Bulletin of Entomological Research*. 55 : 437 – 477.

Hughs, R. D., Tyndale-Biscoe, M., and Walker, J. 1978. Effect of introduced dung beetles (Coleopotera : Scarabaeidae) on the breeding and abundance of the Australian bush fly, *Musca vetustissima* Walker (Diptera : Muscidae). *Bulletin of Entomological Research*. 68.pp. pp. 361-372.

Janzen, D. H. 1983. Insect at carrion and dung. In Costa Rican Natural History. 640 – 42 . D. H. Janzen, [eds.] University of Chicago Press. Chicago,IL.

Kazuhira, Y., Kai, H., Koga, T., and Kawaguchi, S. 1991. Effect of dung beetle, *Onthophagus lenzii* H. on nitrogen transformation in cow dung and dung ball. *Soil Sci. Plant Nutr.* 37(2) : 341 – 345.

Kingston, T. J. 1977. Natural Manuring by elephants in Tsovo national park, Kenya. D Phil. Thesis, University of Oxford. Oxfords.

Klein, B. C. 1989. Effects of forest fragmentation dung and carrion beetle communities in Central Amazonia. *Ecology* . 29 : 349 - 356.

Klemperer, H. G. 1983. The evolution of parental behaviour in Scarabaeinae (Coleoptera : Scarabaeidae) : an experimental approach. *Ecological Entomology.* 8 : 49 – 59.

Lemon, W. C., and Getz, W. M. 1999. Neural coding of general odor in insect. Entomological Society of America. 92 : 861 – 872.

Lumaret, J. P., Kadiri, N., and Bertrand, M. 1992. Changes in resources : consequence for the dynamics of dung beetle communities. *Journal of Applied Ecology.* 29 : 349 – 356.

Murphy, D. D., and Ehrlich, P. R. 1980. Two checkerspot subspecies : one new, one on the verge of extinction. *Journal of the Lepidopterist Society.* 34 : 316 – 320.

Myers, N. 1984. The primary source : Tropical Forests and our Future. Norton, New York.

Nealis, V. G. 1977. Habitat associations and community analysis of South Texas dung beetles (Coleoptera : Scarabaeidae). *Can. J. Zool.* 55 : 138 - 147.

Park, C. C. 1992. Tropical rainforest. Routledge Press. London.

Paarmann, W., and Stork, N. E. 1987. Canopy fogging, a method of collecting live insects for investigations of life history strategies. *Journal of Natural History.*21: 563-566.

Pualian, R. 1945. Coléoptères Scarabéides de l Indochine (Faunede l empire franşais, 3). Larose, Paris.

Peck, S. B., and Forsyth, A. 1982. Composition, Structure and Competitive behavior in a guild of Ecuadorian rain forest dung beetles (Coleopotera : Scarabaeidae). *Can. J. Zool.* 60 : pp. 1624 – 34.

Pielou, E. C. 1975. Ecological Diversity. Wiley, New York.

Reaka - Kudla, M. L., Wilson, D. E., and Wilson, E. O. 1997. Biodiversity ll. Joseph Henry Press. Washington, D. C.

Richards, P. W. 1993. The Tropical Rain Forest an Ecological Study. 2nd edition. Blackwell Sciencc. New York.

Rougon, D., and Rougon, C. 1982. Le comportement nidificateur des Coléoptères Scarabaeinae Oniticellini en zone sahélienne. Bull. Soc. Entomol. Fr. 87 : 272 – 279.

Sato, H., and Imaraori, M. 1986. Nidification of an African ball-rolling scarab, *Scarabaeus platynotus* Bates. (Coleopotera : Scarabaeidae). *Kontyu*. 54 : 203 – 207.

Smitinard, T. 1977. Vegetation and ground cover or Thailand. Dept. of For. Biol., Faculty of Forestry Kasetsart Univ., Bangkok.

Sutton, S. L., and Hudson, P. J. 1980. The vertical distribution of small flying insects in the lowland rain forest of Zaire. *Zoological Journal of the Linnean Society*, 68 : 111 – 123.

Walsh, G. C. and Gandolfo, D. 1989. Nidification of Thirteen Common Argentine dung beetle (Scarabaeidae : Scarabaeinae). *Annal of Entomological Society of America*. 59 : 581 - 588.

Whitmore, T. C. 1975. Tropical rainforest of the Far East. Clarendon Press. Oxford.

_____. 1984. Tropical rainforest of the Far East. 2nd edition. Clarendon Press. Oxford.

_____. 1990. Tropical rainforest. Clarendon Press. Oxford.

World Wide Fund for Nature. 1988. Conservation of Tropical Forests. Special Report 1. WWF, Gland.

Young, O.P. 1978. Resource partitioning in a neotropical necrophagous scarab guild. Unpublished Ph.D. thesis, University of Maryland, USA. (สำเนา)

ภาคผนวก ก

ภาคผนวกที่ 1 จำนวนชนิดและจำนวนตัวของด้วงมูลสัตว์โดยวิธีการกับดักแบบมูลล่อ ระหว่างป่าสมบูรณ์กับป่าที่ถูกรบกวน

วงศ์ย่อย	เผ่าพันธุ์	สกุล	ชนิด	ป่าสมบูรณ์	ป่าที่ถูกรบกวน	จำนวนรวม
1. Coprinae	Coprini	*Microcopris*	*Microcopris reflexus*	95	0	95
		Copris	*Copris carinicus*	1033	784	1817
			C. spinator	770	734	1504
	Oniticellini	*Oniticellus*	*O. tessellatus*	107	0	112
		Tiniocellus	*Tiniocellus sarawacus*	322	253	575
	Onthophagini	*Onthophagus*	*Onthophagus babirussoides*	6086	6375	12461
			O. incisus	519	309	828
			O. mulleri	1387	1000	2387
			O. pilularius	137	0	151
			O. rugicollis	4356	3802	8158
			O. rutilans	157	94	251
			O. taeniatus	224	0	235
			O. ventralis	135	0	145

ภาคผนวกที่ 1 (ต่อ) จำนวนชนิดและจำนวนตัวของด้วงมูลสัตว์โดยวิธีการกับดักแบบมูลล่อ ระหว่างป่าสมบูรณ์กับป่าที่ถูกรบกวน

	Onthophagini	*Onthophagus*	*O.* sp1	2392	1851	4243
			O. sp2	510	78	588
			O. sp3	86	0	86
			O. sp4	275	0	290
Scarabaeinae	Gymnopleurini	*Paragymnopleurus*	*Paragymnopleurus maurus*	2134	2018	4152
	Sisyphini	*Sisyphus*	*S. thoracicus*	5103	4934	10037
			S. sp1.	6015	6950	12965

ภาคผนวกที่ 2 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบหนึ่งปัจจัยระหว่างป่าสมบูรณ์กับป่าที่ถูกรบกวน

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F	P
Between Groups	1480.067	1	480.067	328.01	0.000***
Within Groups	1073.917	238	4.512		
Total	2553.983	239			

หมายเหตุ : ns = ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ, * = P < 0.05 , ** = P < 0.01 และ *** = P < 0.0001

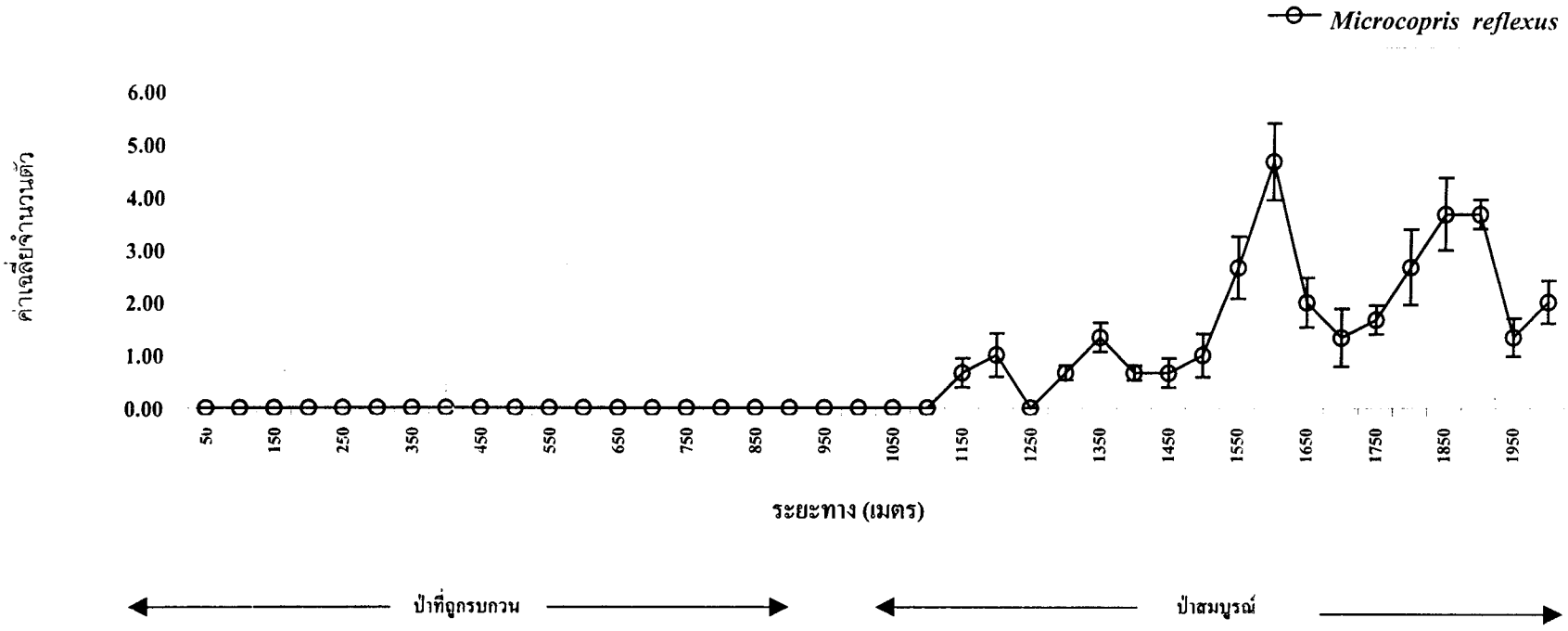
ภาคผนวกที่ 3 ผลการคำนวณค่าของ Shanon-Wiener Index ระหว่างป่าสมบูรณ์กับป่าที่ถูกรบกวน

	Number of Individuals per Species, n_i			Proportional abundance for each species, p_i	
ชนิดของด้วงมูลสัตว์	ป่าที่ถูกรบกวน	ป่าสมบูรณ์		ป่าที่ถูกรบกวน	ป่าสมบูรณ์
Microcopris reflexus	0	95		0.0000	0.0030
Copris carinicus	784	1033		0.0269	0.0324
Copris spinator	734	770		0.0252	0.0242
Paragymnopleurus maurus	2018	2134		0.0692	0.0670
Sisyphus thoracicus	4934	5103		0.1691	0.1603
Sisyphus sp1.	6950	6015		0.2382	0.1889
Oniticellus tesseilatus	0	107		0.0000	0.0034
Onthophagus babirussoides	6375	6086		0.2185	0.1911
Onthophagus incisus	309	519		0.0106	0.0163
Onthophagus mulleri	1000	1387		0.0343	0.0436
Onthophagus pilularius	0	137		0.0000	0.0043
Onthophagus rugicollis	3802	4356		0.1303	0.1368
Onthophagus rutilans	94	157		0.0032	0.0049
Onthophagus taeniatus	0	224		0.0000	0.0070
Onthophagus ventralis	0	135		0.0000	0.0042
Onthophagus sp.1	1851	2392		0.0634	0.0751
Onthophagus sp.2	78	510		0.0027	0.0160
Onthophagus sp.3	0	86		0.0000	0.0027
Onthophagus sp.4	0	275		0.0000	0.0086
Tiniocellus sarawacus	253	322		0.0087	0.0101
Species richness per site, S =	**13**	**20**		0.0004	0.0006
Total abundance per site, N =	**29182**	**31843**	S p_i =	1	1

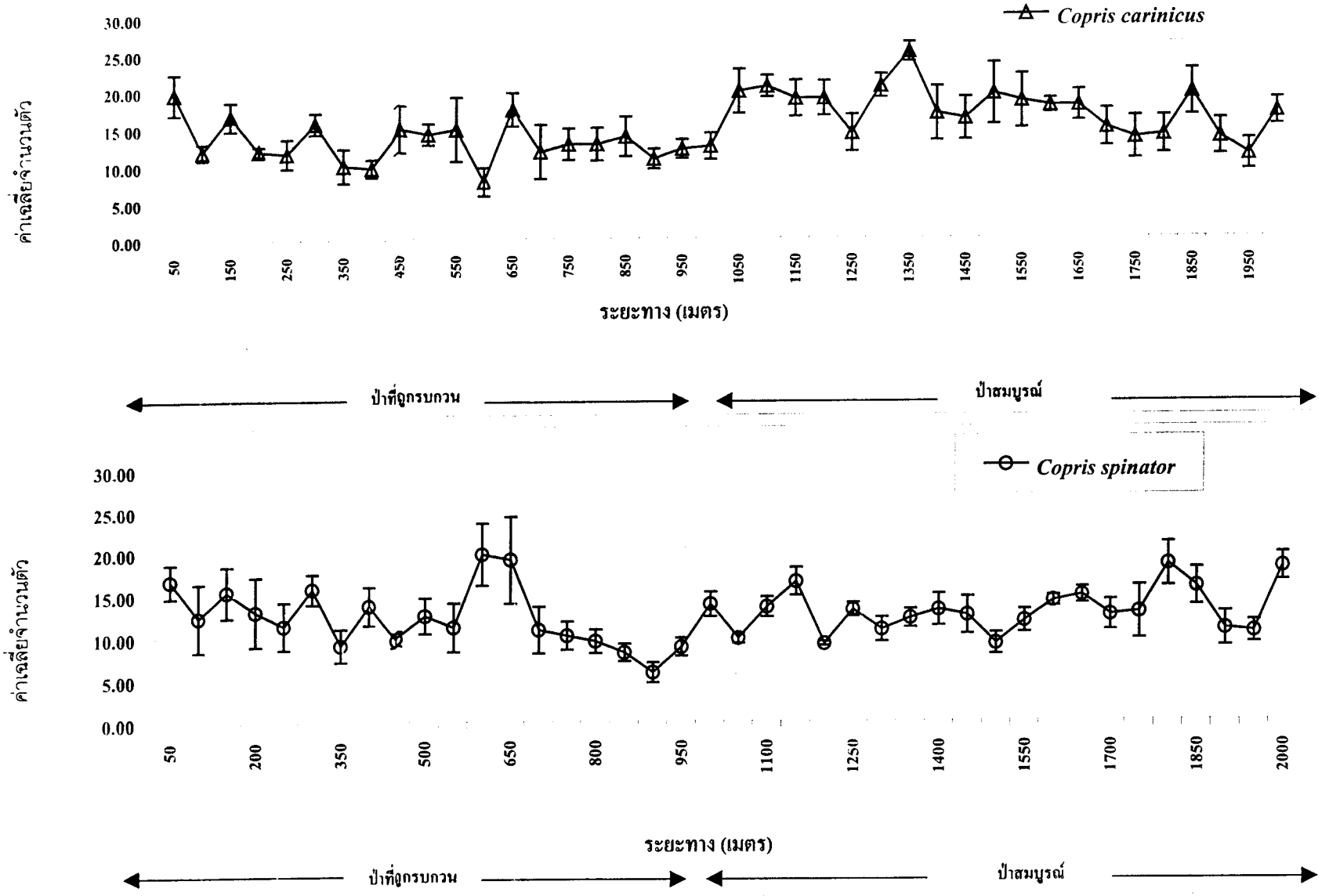
ภาคผนวกที่ 3 (ต่อ) ผลการคำนวณค่าของ Shanon-Wiener Index ระหว่างป่าสมบูรณ์กับป่าที่ถูกรบกวน

ชนิดของด้วงมูลสัตว์	pi loge pi	
	ป่าที่ถูกรบกวน	ป่าสมบูรณ์
Microcopris reflexus	0.0000	-0.0173
Copris carinicus	-0.0972	-0.1112
Copris spinator	-0.0926	-0.0900
Paragymnopleurus maurus	-0.1847	-0.1811
Sisyphus thoracicus	-0.3005	-0.2934
Sisyphus sp1.	-0.3417	-0.3148
Oniticellus tessellatus	0.0000	-0.0191
Onthophagus babirussoides	-0.3323	-0.3163
Onthophagus incisus	-0.0482	-0.0671
Onthophagus mulleri	-0.1156	-0.1365
Onthophagus pilularius	0.0000	-0.0234
Onthophagus rugicollis	-0.2655	-0.2721
Onthophagus rutilans	-0.0185	-0.0262
Onthophagus taeniatus	0.0000	-0.0349
Onthophagus ventralis	0.0000	-0.0232
Onthophagus sp.1	-0.1749	-0.1945
Onthophagus sp.2	-0.0158	-0.0662
Onthophagus sp.3	0.0000	-0.0160
Onthophagus sp.4	0.0000	-0.0410
Tiniocellus sarawacus	-0.0412	-0.0465
Shannon Index	**-2.0288**	**-2.2909**
$-S\, p_i \ln p_i =$	**2.0288**	**2.2909**
EVENNESS	**-0.7910**	**-0.7647**

สกุล *Microcopris*

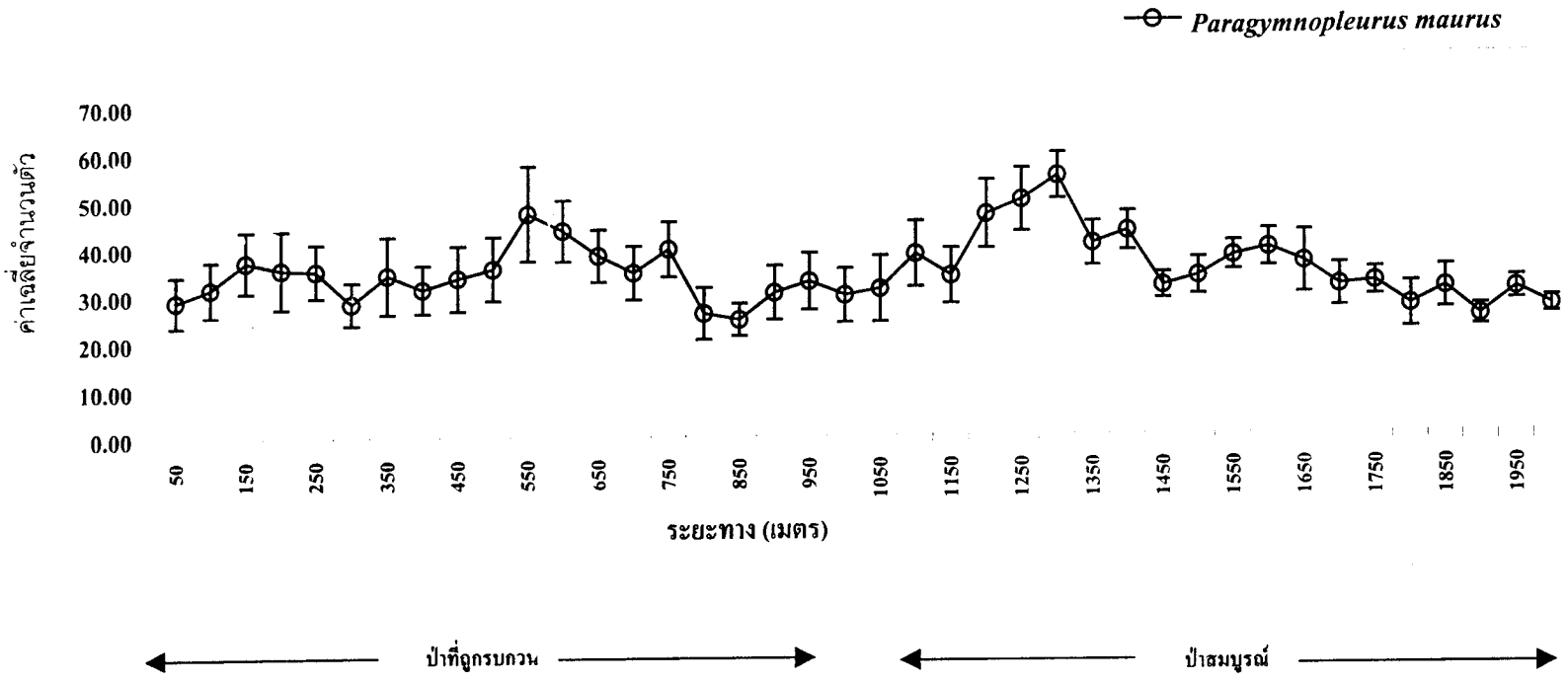


ภาคผนวกที่ 4 การแพร่กระจายตามระยะทางของด้วงมูลสัตว์ *Microcopris reflexus* จากป่าที่ถูกรบกวนถึงป่าสมบูรณ์



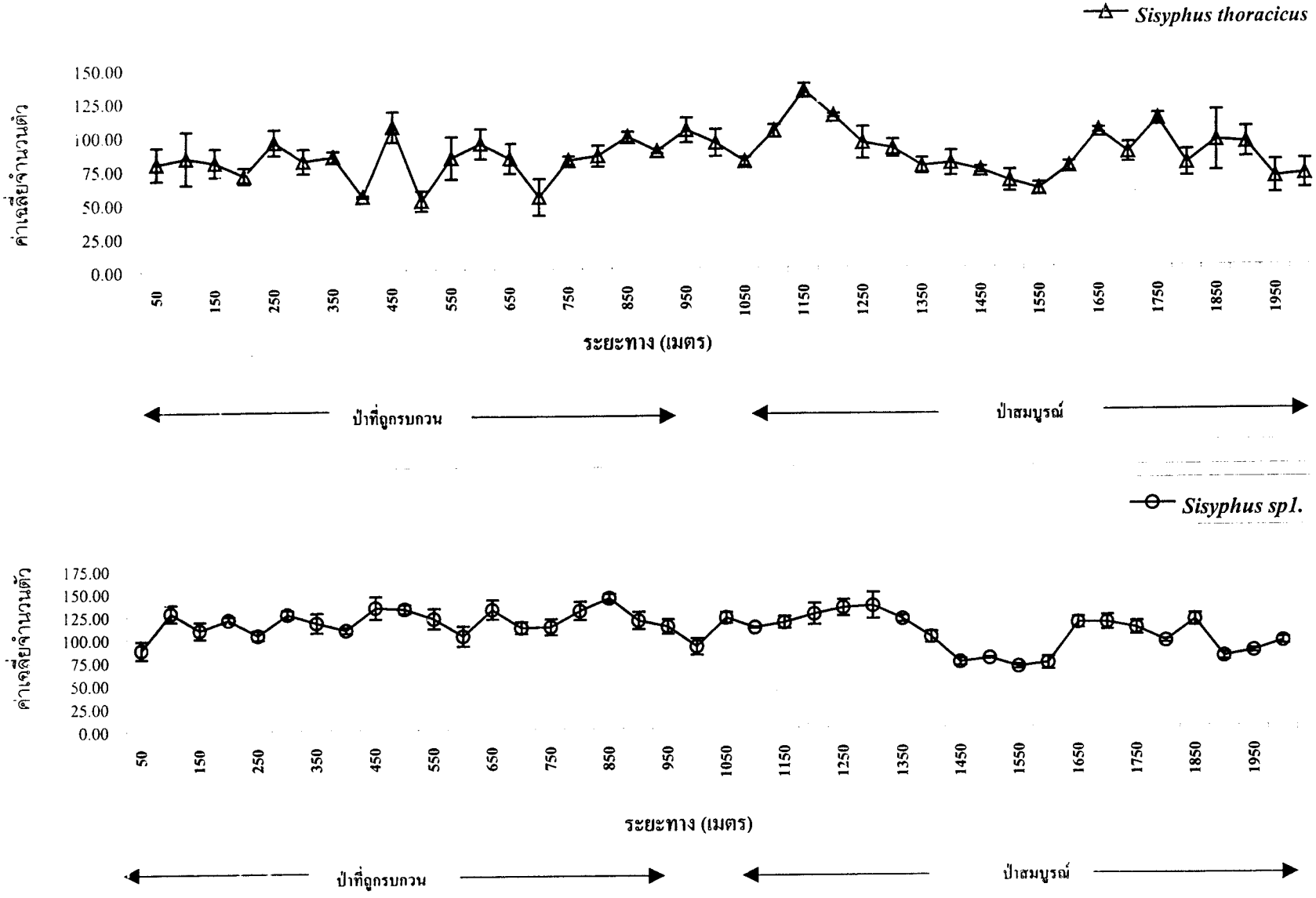
ภาคผนวกที่ 5 การแพร่กระจายตามระยะทางของด้วงมูลสัตว์ *Copris carinicus* และ *Copris spinator* จากป่าที่ถูกรบกวนถึงป่าสมบูรณ์

สกุล *Paragymnopleurus*

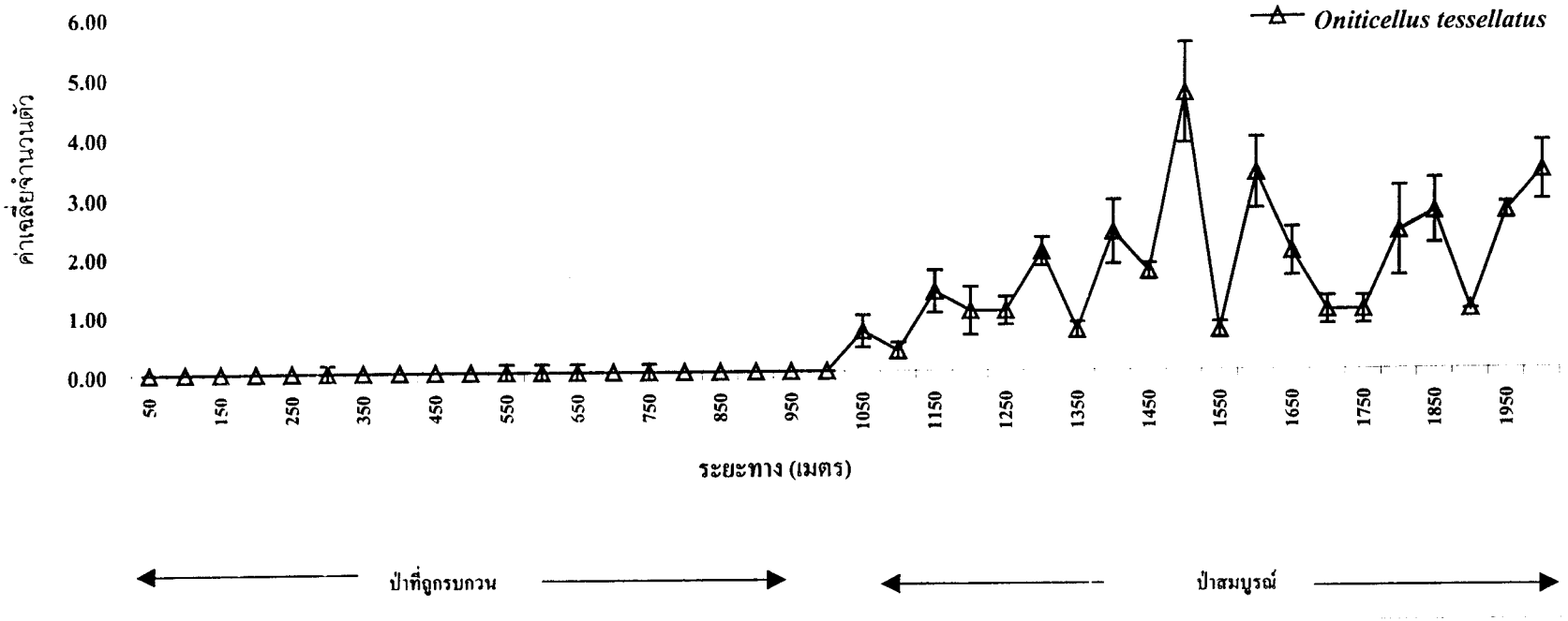


ภาคผนวกที่ 6 การแพร่กระจายตามระยะทางของด้วงมูลสัตว์ *Paragymnopleurus maurus* จากป่าที่ถูกรบกวนถึงป่าสมบูรณ์

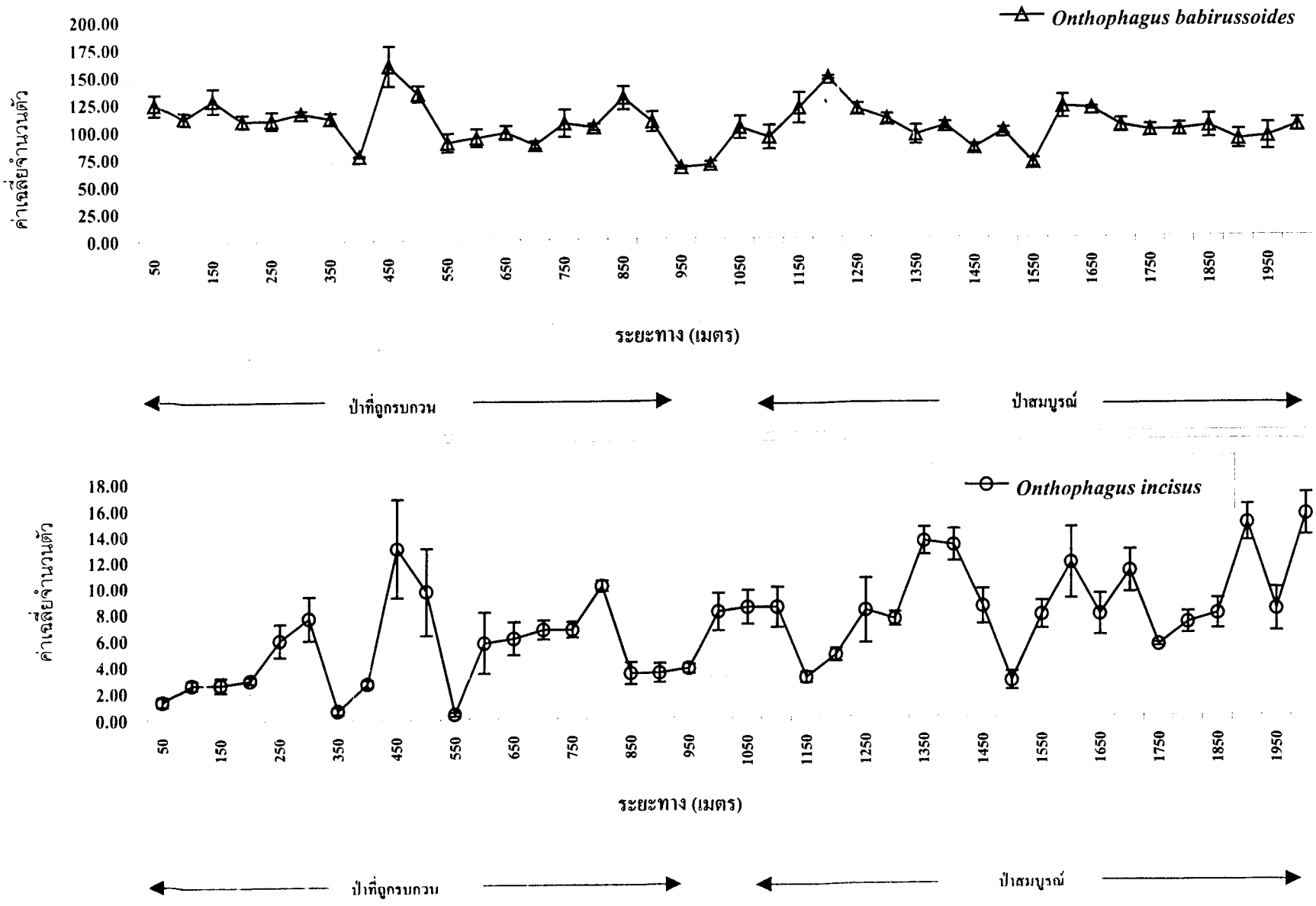
สกุล *Sisyphus*



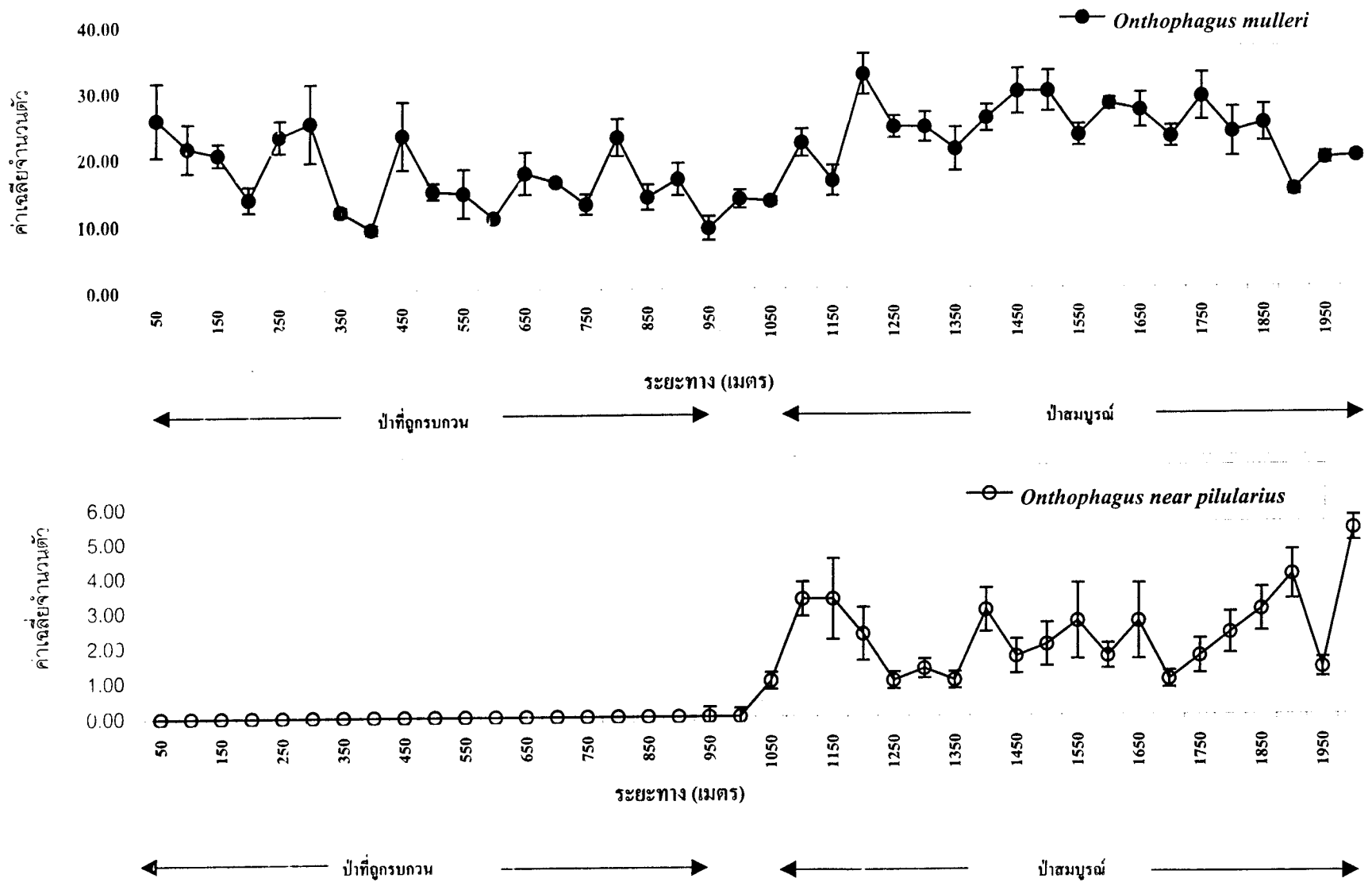
ภาคผนวกที่ 7 การแพร่กระจายตามระยะทางของด้วงมูลสัตว์ *Sisyphus thoracicus* และ *Sisyphus sp. 1* จากป่าที่ถูกรบกวนถึงป่าสมบูรณ์



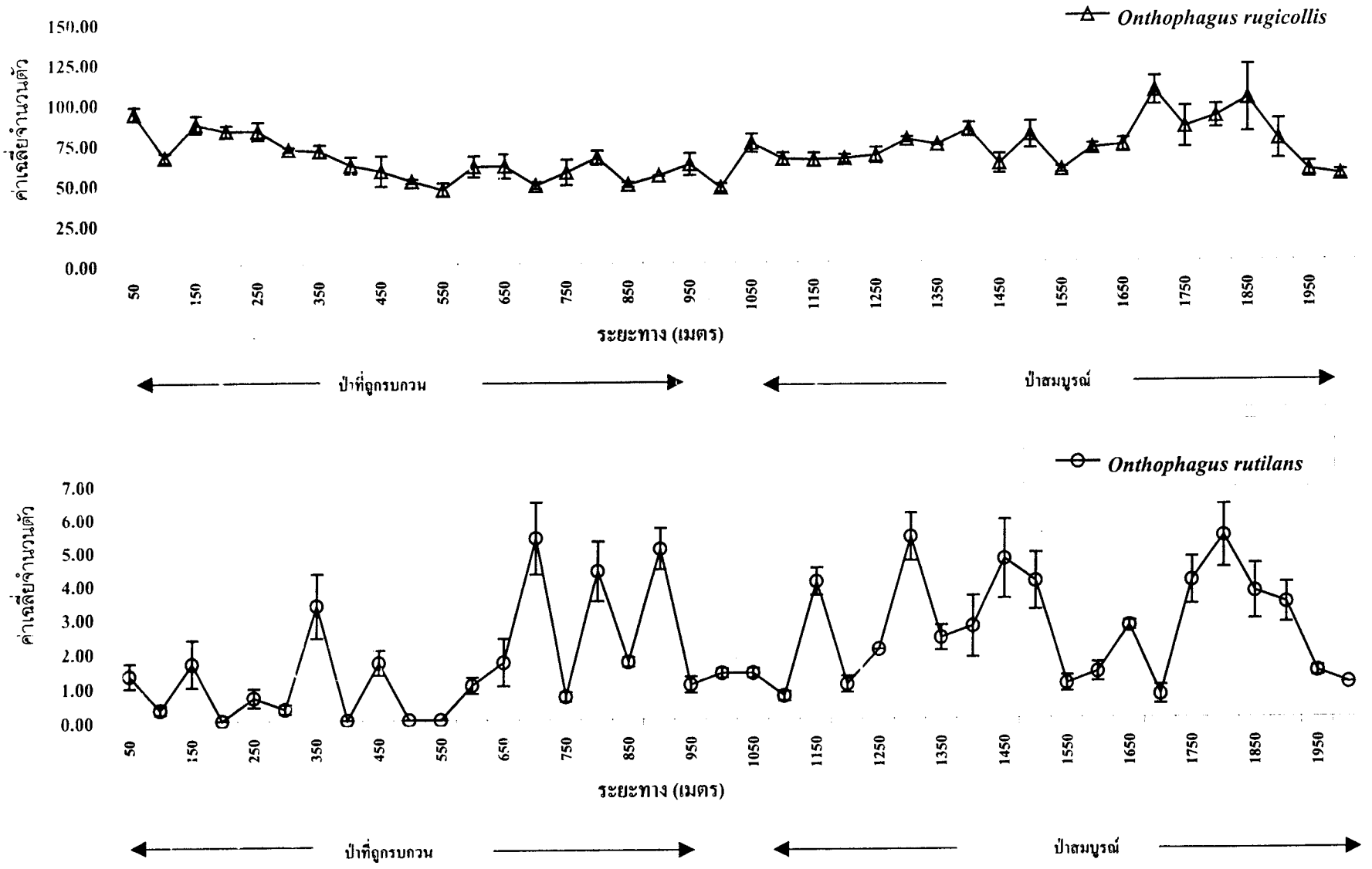
ภาคผนวกที่ 8 การแพร่กระจายตามระยะทางของด้วงมูลสัตว์ *Oniticellus tessellatus* จากป่าที่ถูกรบกวนถึงป่าสมบูรณ์



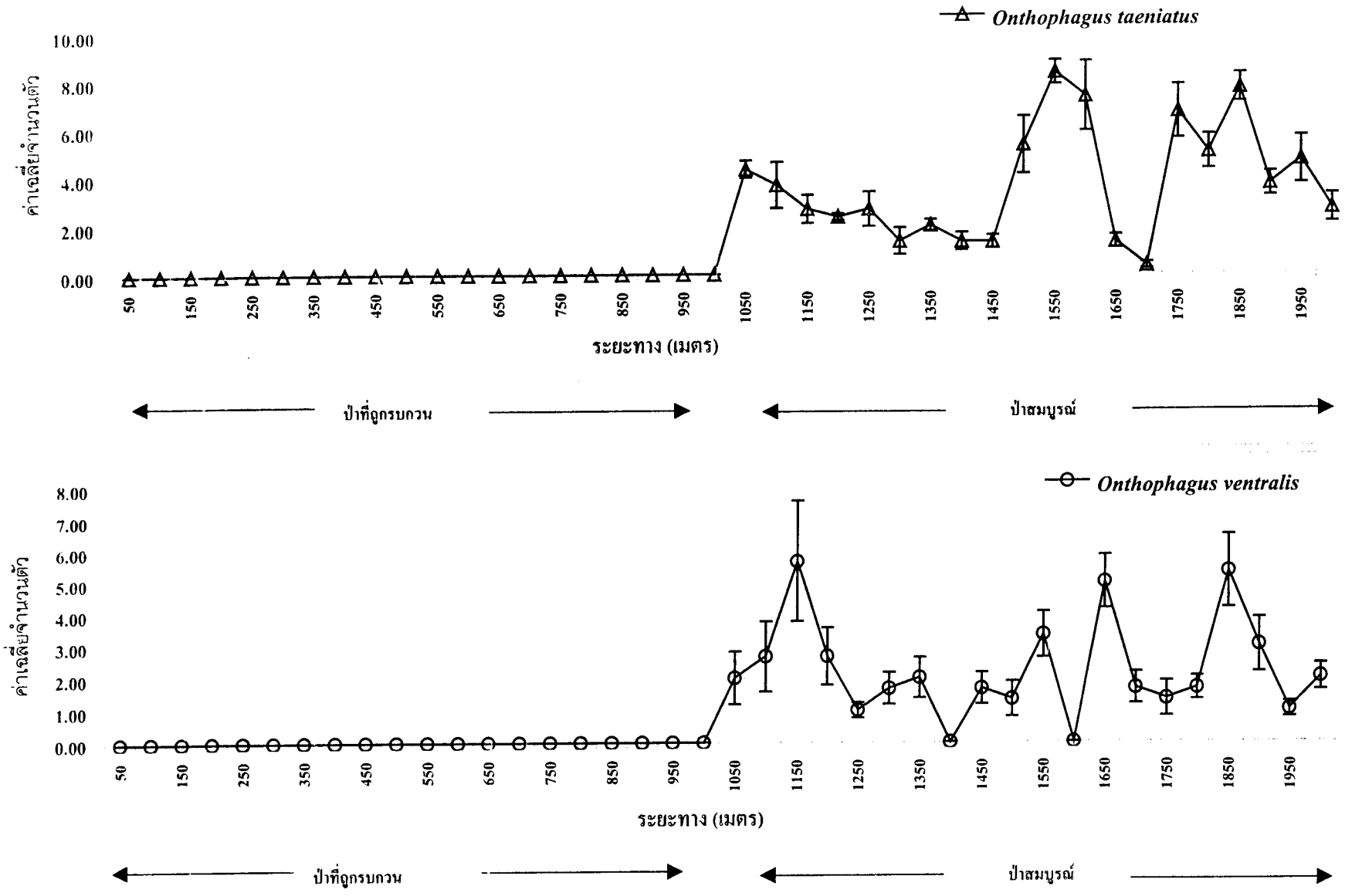
ภาคผนวกที่ 9 การแพร่กระจายตามระยะทางของด้วงมูลสัตว์ *O. babirussoides* และ *O. incisus* จากป่าที่ถูกรบกวนถึงป่าสมบูรณ์



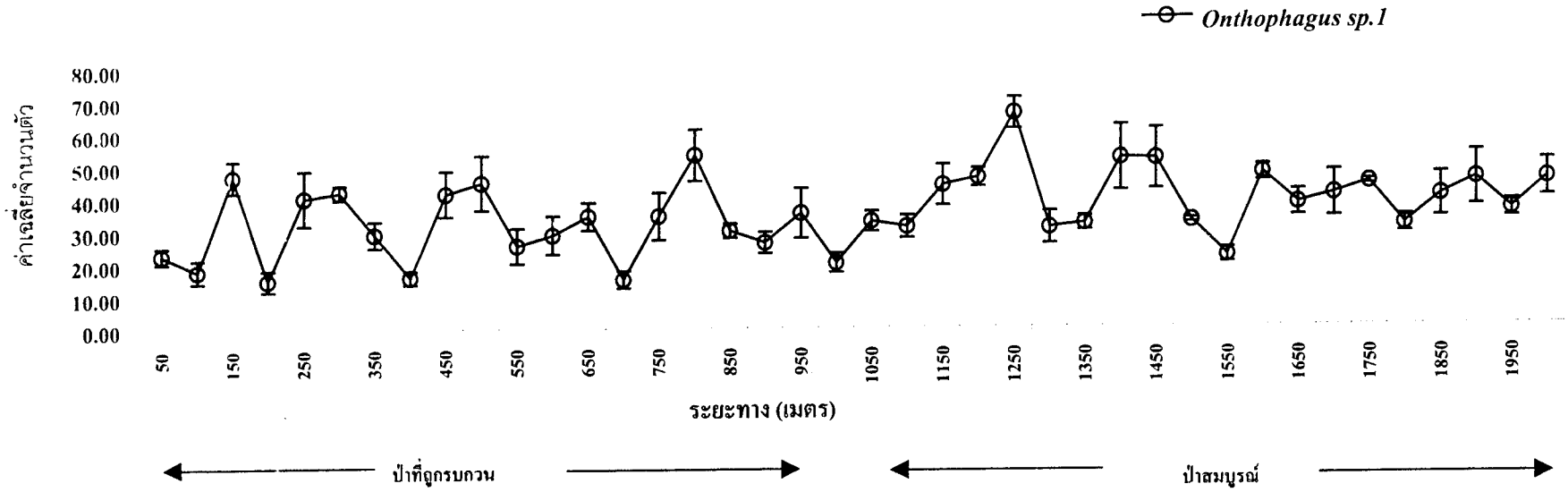
ภาคผนวกที่ 9 การแพร่กระจายตามระยะทางของด้วงมูลสัตว์ *O. mulleri* และ *O. near pilularius* จากป่าที่ถูกรบกวนถึงป่าสมบูรณ์

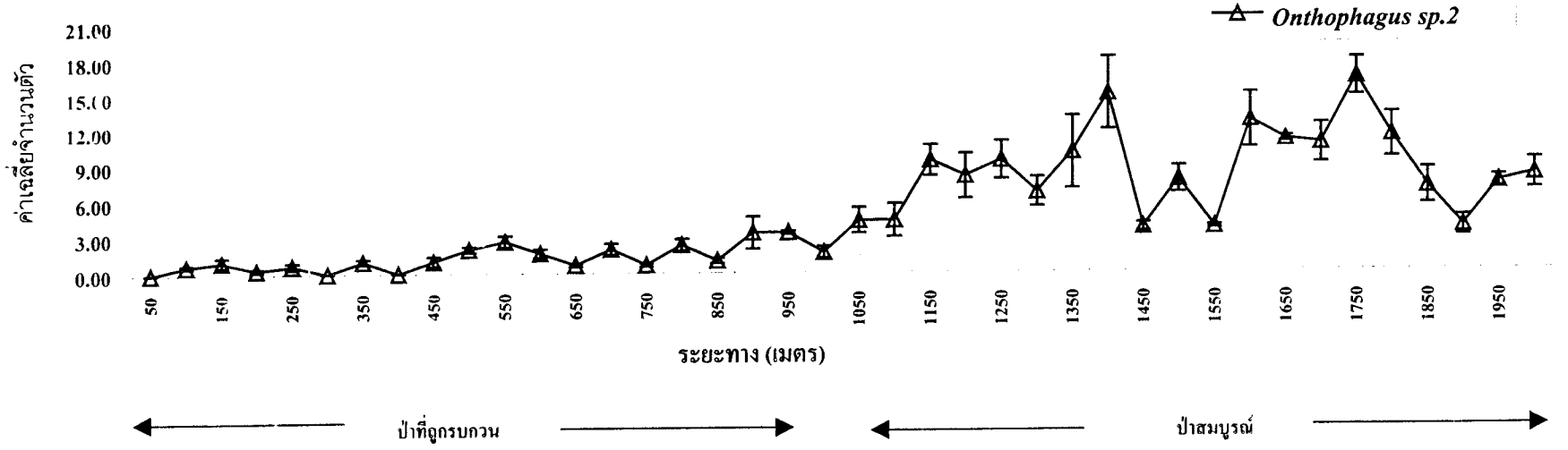


ภาคผนวกที่ 10 การแพร่กระจายตามระยะทางของด้วงมูลสัตว์ *O. rugicollis* และ *O. rutilans* จากป่าที่ถูกรบกวนถึงป่าสมบูรณ์



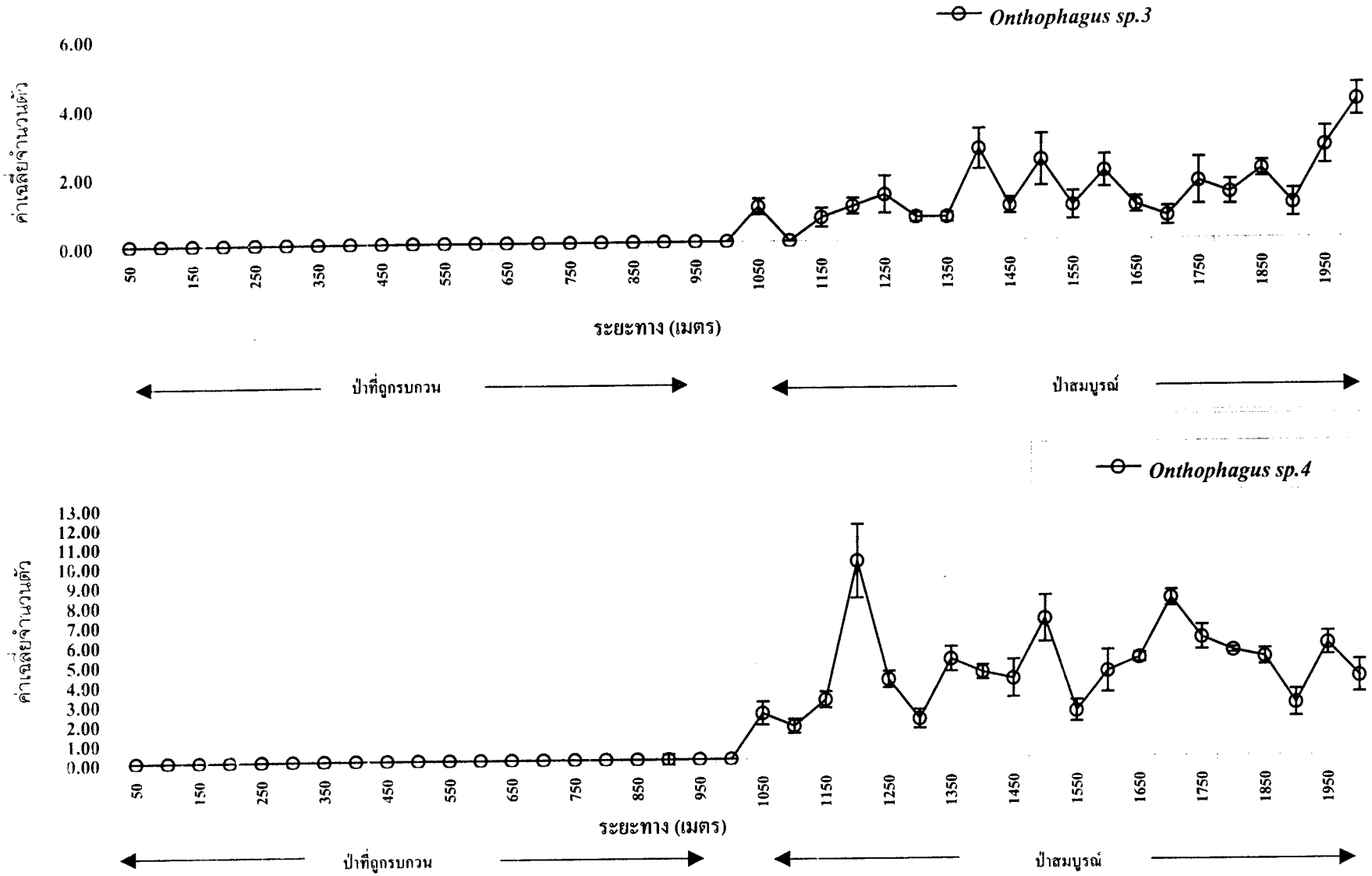
ภาคผนวกที่ 11 การแพร่กระจายตามระยะทางของด้วงมูลสัตว์ *O. taeniatus* และ *O. ventralis* จากป่าที่ถูกรบกวนถึงป่าสมบูรณ์





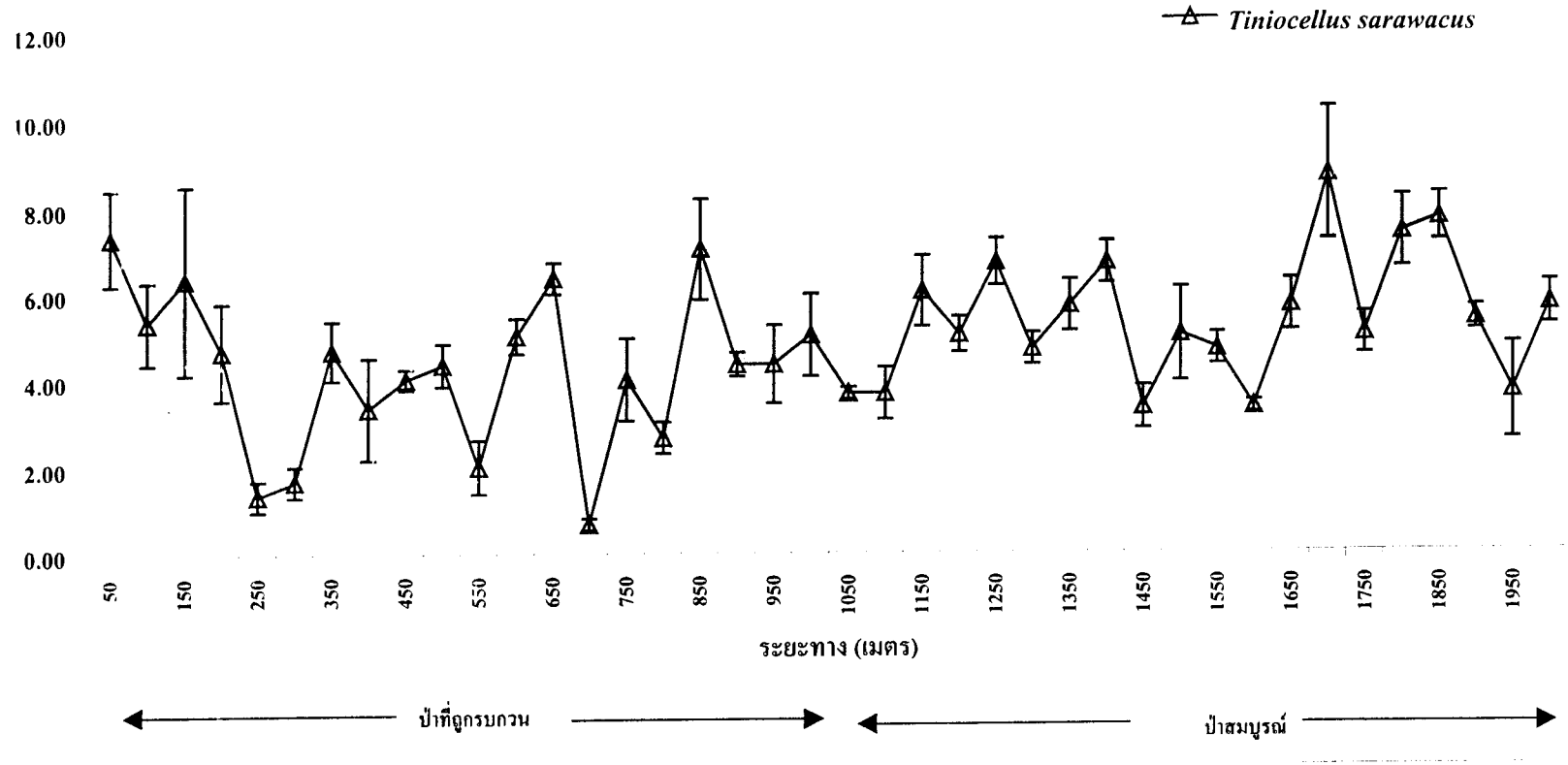
ภาคผนวกที่ 12 การแพร่กระจายตามระยะทางของด้วงมูลสัตว์ *O. sp.1* และ *O. sp.2* จากป่าที่ถูกรบกวนถึงป่าสมบูรณ์

สกุล *Onthophagus*



ภาคผนวกที่ 13 การแพร่กระจายตามระยะทางของด้วงมูลสัตว์ *O. sp.3* และ *O. sp.4* จากป่าที่ถูกรบกวนถึงป่าสมบูรณ์

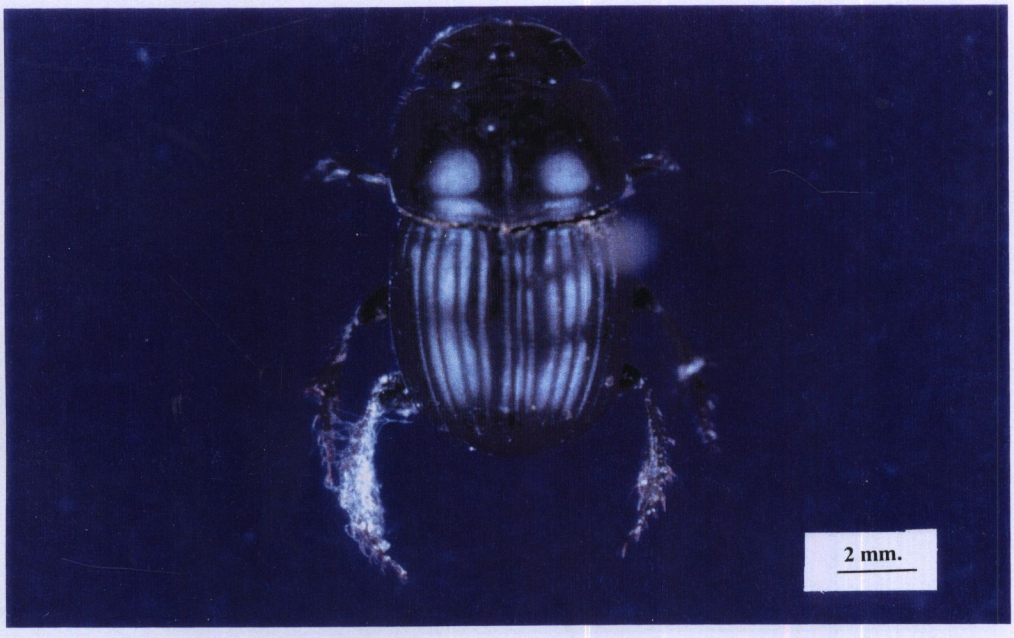
สกุล *Tiniocellus*



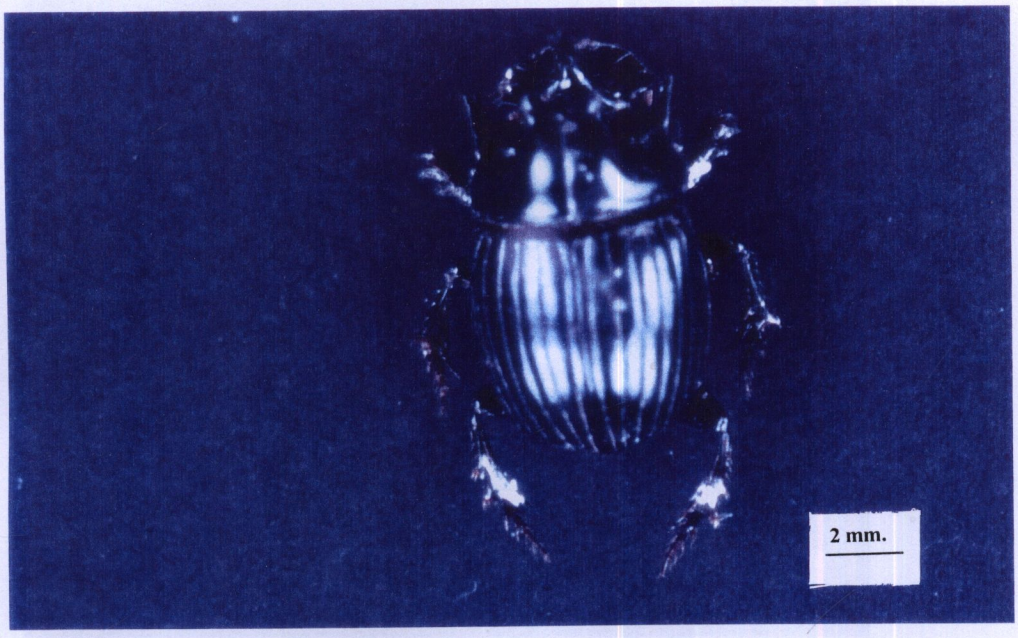
ภาคผนวกที่ 14 การแพร่กระจายตามระยะทางของด้วงมูลสัตว์ *Tiniocellus sarawacus* จากป่าที่ถูกรบกวนถึงป่าสมบูรณ์

ภาคผนวก ข

ภาพประกอบ 11 ด้วงมูลสัตว์ *Microcopris reflexus*

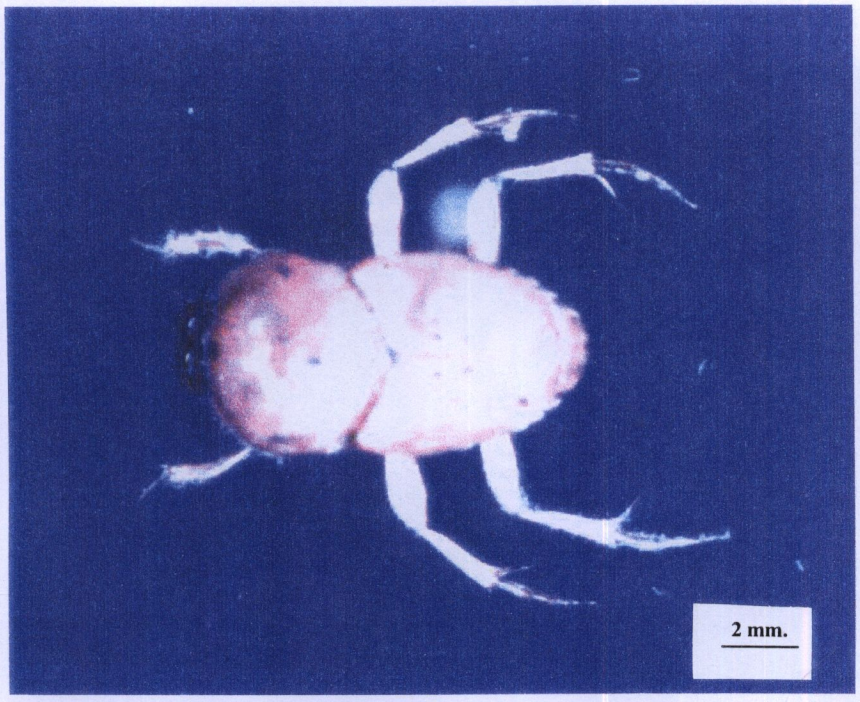


ภาพประกอบ 12 ด้วงมูลสัตว์ *Copris carinicus*



ภาพประกอบ 13 ด้วงมูลสัตว์ *Copris spinator*

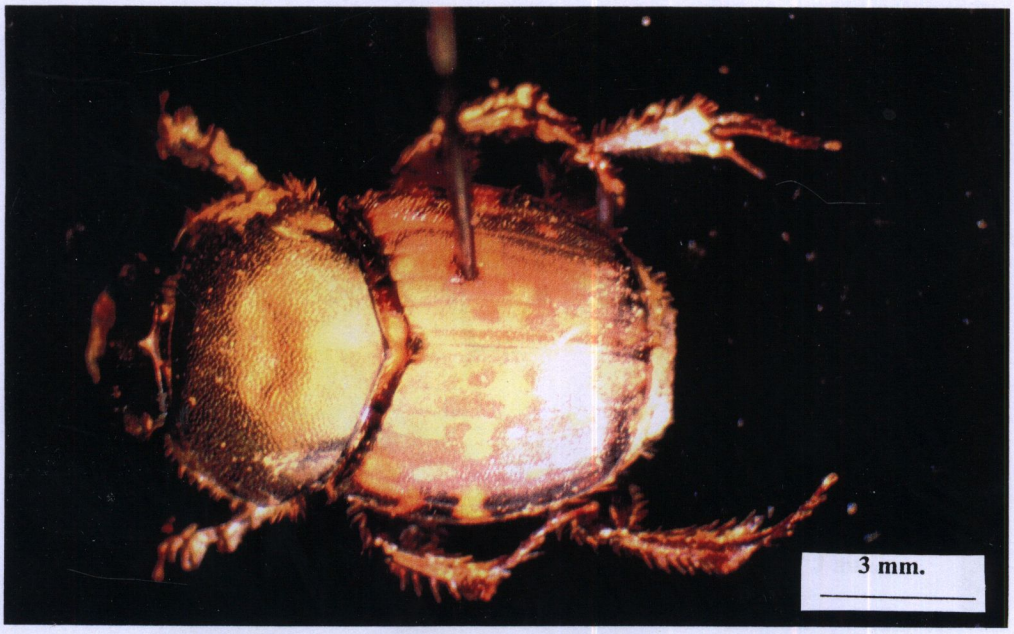
ภาพประกอบ 14 ด้วงมูลสัตว์ *Oniticellus tessellatus*



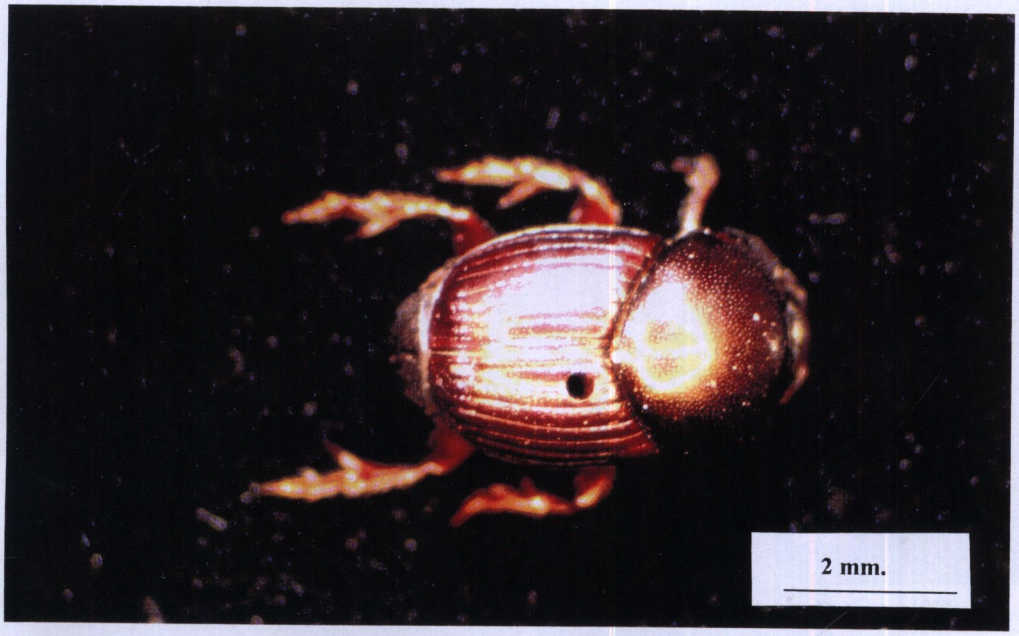
ภาพประกอบ 15 ด้วงมูลสัตว์ *Tiniocellua sarawacus*

ภาพประกอบ 16 ด้วงมูลสัตว์ *Onthophagus babirussoides*

ภาพประกอบ 17 ด้วงมูลสัตว์ *Onthophagus incisus*

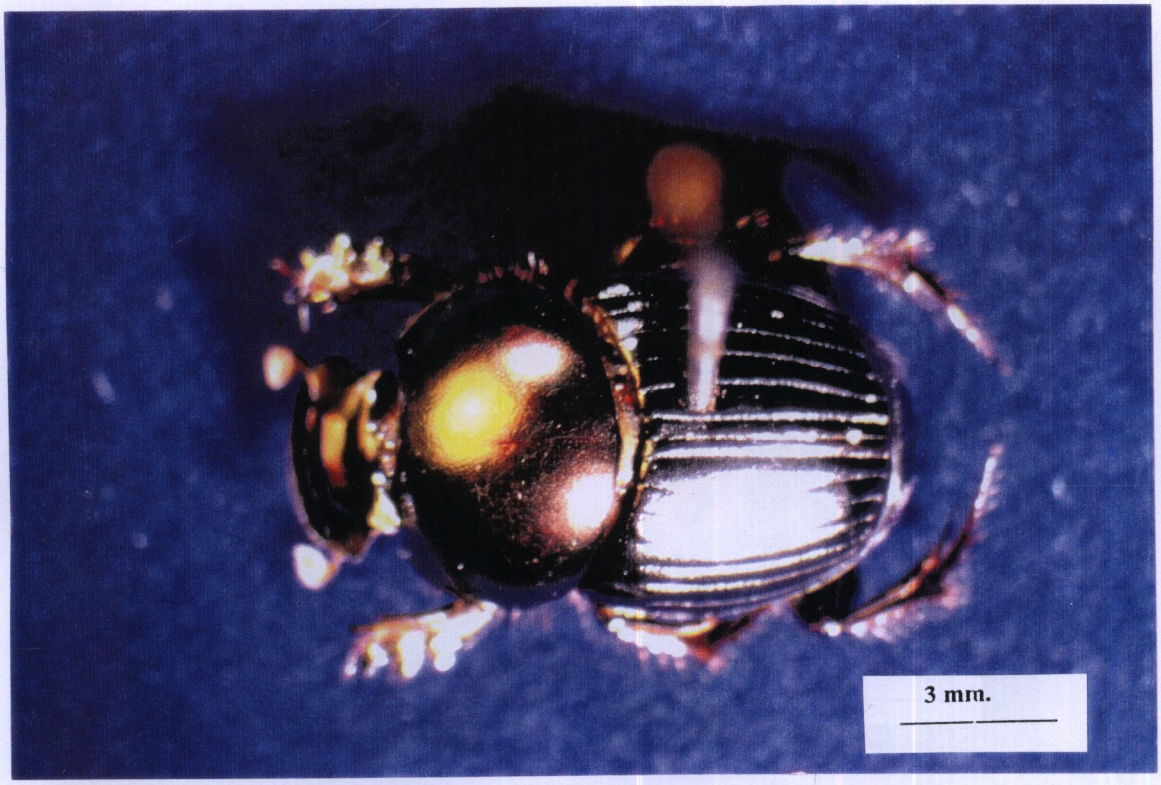


ภาพประกอบ 18 ด้วงมูลสัตว์ *Onthophagus mulleri*

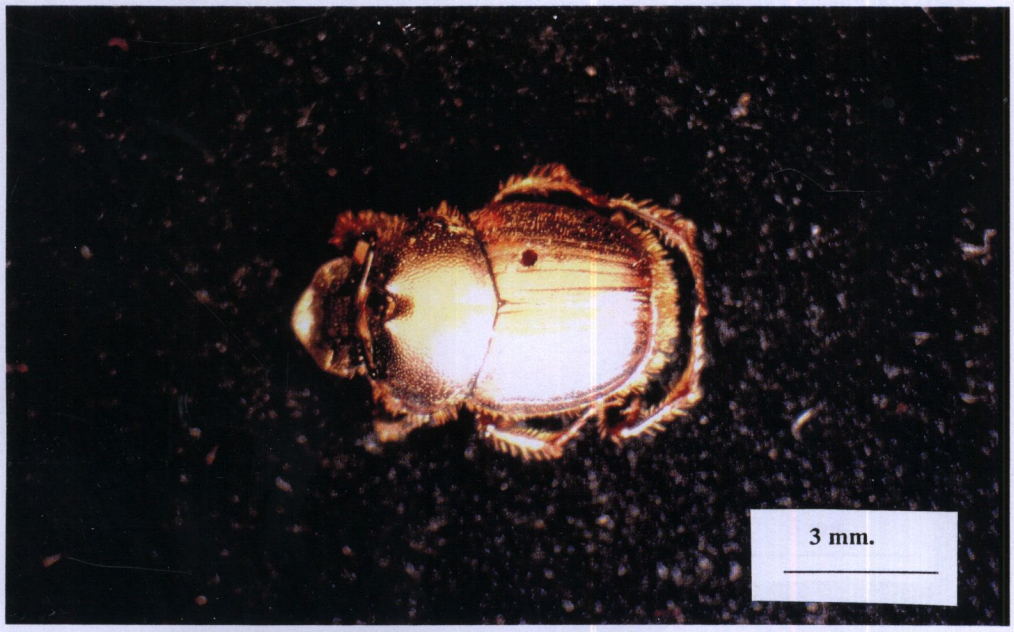


ภาพประกอบ 19 ด้วงมูลสัตว์ *Onthophagus* near *pilularius*

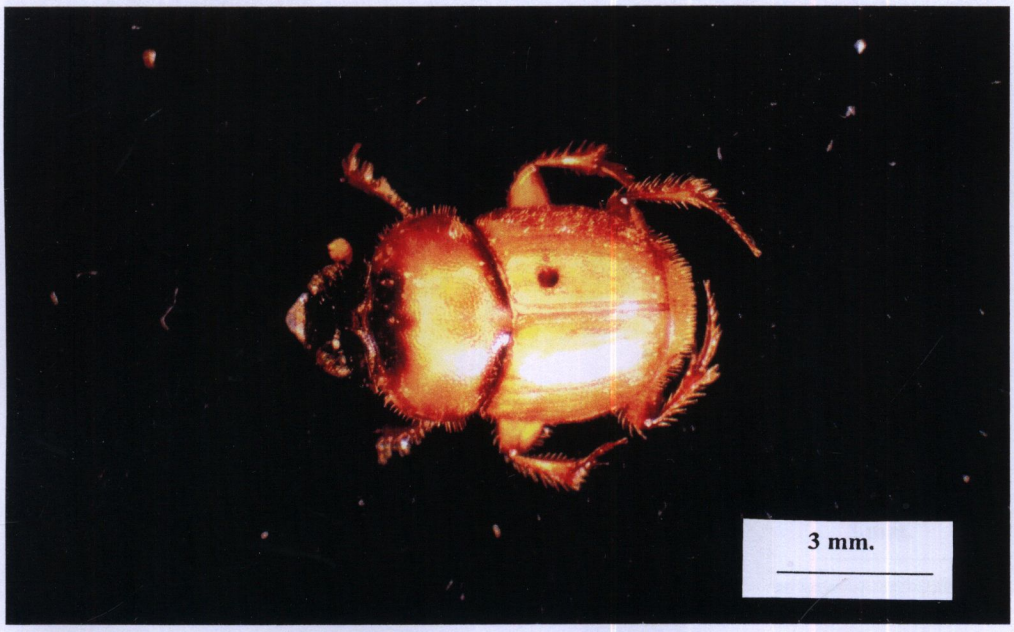
ภาพประกอบ 20 ด้วงมูลสัตว์ *Onthophagus rugicollis*



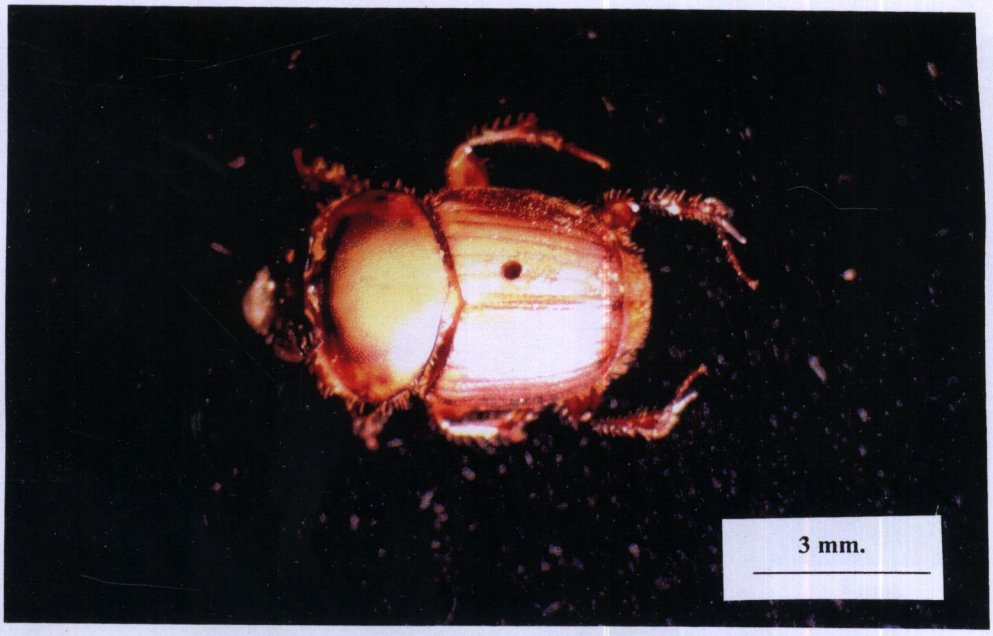
ภาพประกอบ 21 ด้วงมูลสัตว์ *Onthophagus rutilans*



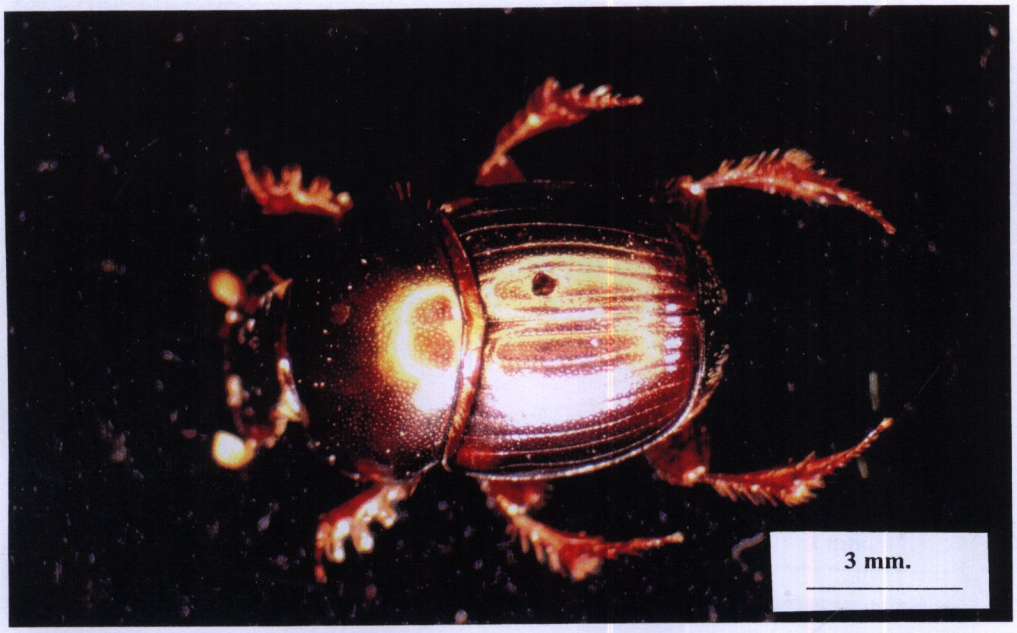
ภาพประกอบ 22 ด้วงมูลสัตว์ *Onthophagus taeniatus*



ภาพประกอบ 23 ด้วงมูลสัตว์ *Onthophagus ventralis*



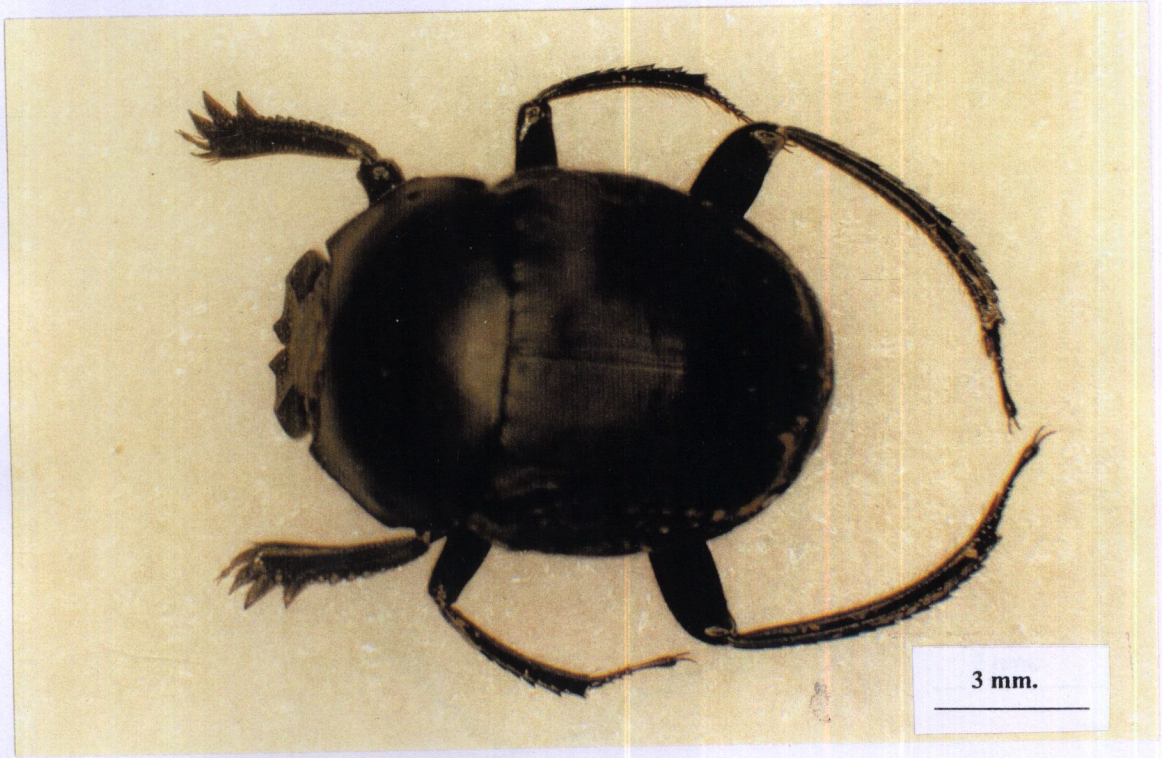
ภาพประกอบ 24 ด้วงมูลสัตว์ *Onthophagus* sp. 1



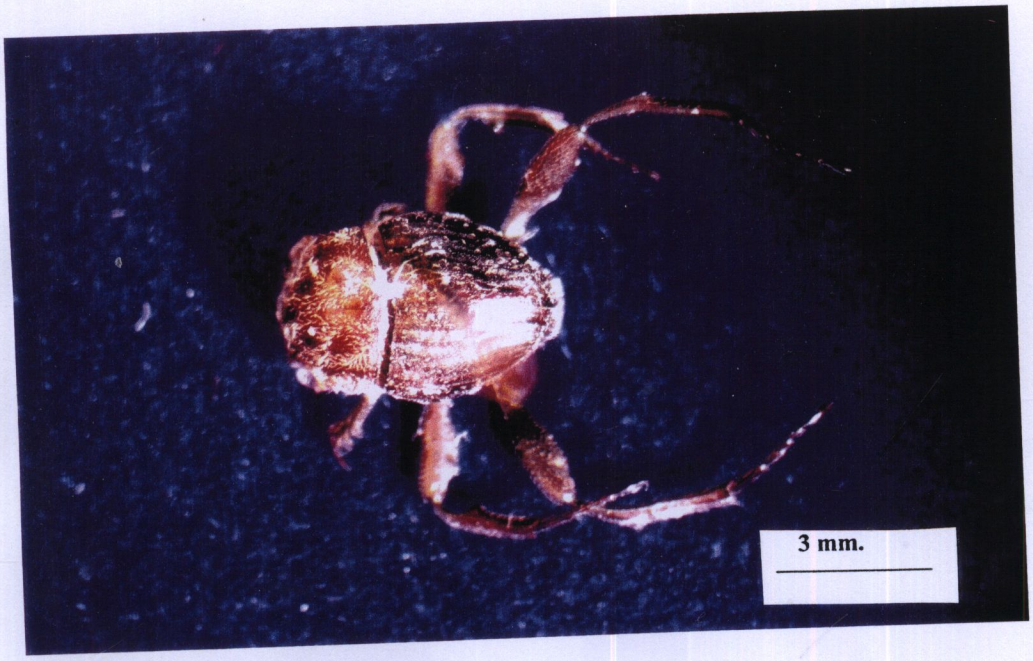
ภาพประกอบ 25 ด้วงมูลสัตว์ *Onthophagus* sp. 2

ภาพประกอบ 26 ด้วงมูลสัตว์ *Onthophagus* sp. 3

ภาพประกอบ 27 ด้วงมูลสัตว์ *Onthophagus* sp. 4



ภาพประกอบ 28 ด้วงมูลสัตว์ *Paragymnopleurus maurus*



ภาพประกอบ 29 ด้วงมูลสัตว์ *Sisyphus thoracicus*

ภาพประกอบ 30 ด้วงมูลสัตว์ *Sisyphus* sp. 1

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ นายสิงโต บุญโรจน์พงศ์

วัน เดือน ปีเกิด 23 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2518

วุฒิการศึกษา

วุฒิ	ชื่อสถาบัน	ปีที่สำเร็จการศึกษา
วิทยาศาสตรบัณฑิต (ชีววิทยา)	คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์	2539