



Original Article

# Effects of Land use Change on Coprini Dung Beetles in Tropical Karst Ecosystems of Puluong Nature Reserve

Bui Van Bac\*

*Faculty of Forest Resources and Environmental Management, Vietnam National University of Forestry,  
National Route 21, Xuan Mai, Chuong My, Hanoi, Vietnam*

Received 26 July 2019

Revised 13 August 2019; Accepted 15 August 2019

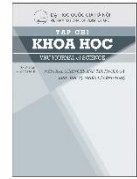
**Abstract:** I examined variation in community structure, species richness, biomass and abundance of Coprini dung beetles from 45 trapping sites in meadows, 35-year-old secondary forests and primary forests in tropical, high-elevation karst ecosystems of Puluong Nature Reserve, Thanh Hoa Province. My main aim was to explore community response to the influence of land use change. By comparing the structure and community attributes of the beetles between 35-year-old secondary forests and primary forests, I expected to give indications on the conservation value of the old secondary forests for beetle conservation. Community structure significantly differed among landuse types. Species richness, abundance and biomass were significantly higher in forest habitats than in meadows. The cover of ground vegetation, soil clay content and tree diameter are important factors structuring Coprini communities in karst ecosystems of Pu Luong. The secondary forests, after 35 years of regrowth showed similarities in species richness, abundance and biomass to primary forests. This gives hope for the recovery of Coprini communities during forest succession.

**Keywords:** Coprini, dung beetles, karst ecosystems, land use change, Pu Luong.

\* Corresponding author.

Email address: [buibac80@gmail.com](mailto:buibac80@gmail.com)

<https://doi.org/10.25073/2588-1140/vnunst.4930>



# Ảnh hưởng của sự thay đổi sử dụng đất đến bọ hung Coprini cư trú trên hệ sinh thái núi đá vôi tại Khu Bảo tồn thiên nhiên Pù Luông

Bùi Văn Bắc\*

*Khoa Quản lý Tài nguyên rừng và Môi trường, Trường Đại học Lâm nghiệp Việt Nam,  
Quốc lộ 21, Xuân Mai, Chương Mỹ, Hà Nội, Việt Nam*

Nhận ngày 26 tháng 7 năm 2019

Chỉnh sửa ngày 13 tháng 8 năm 2019; Chấp nhận đăng ngày 15 tháng 8 năm 2019

**Tóm tắt:** Nghiên cứu đã tiến hành so sánh cấu trúc quần xã, thành phần loài, sinh khối và mật độ của bọ hung Coprini tại 45 vị trí bẫy. Các bẫy này được bố trí dọc theo các dạng sử dụng đất từ trồng cỏ đến rừng thứ sinh 35 năm và rừng nguyên sinh thuộc hệ sinh thái núi đá vôi tại Khu Bảo tồn thiên nhiên Pù Luông, tỉnh Thanh Hóa. Mục đích của nghiên cứu này là xác định xu hướng biến đổi của quần xã bọ hung trong quá trình thay đổi sử dụng đất. Thông qua việc so sánh cấu trúc và các đặc trưng quần xã bọ hung giữa rừng thứ sinh 35 năm và rừng nguyên sinh, nghiên cứu đã xác định giá trị bảo tồn của rừng thứ sinh già cho quần xã bọ hung. Cấu trúc quần xã bọ hung Coprini khác nhau có ý nghĩa thống kê giữa các kiểu sử dụng đất. Thành phần loài, mật độ và sinh khối của bọ hung Coprini cư trú ở các hệ sinh thái rừng cao hơn trồng cỏ. Mức độ che phủ mặt đất của thực vật tầng dưới (< 0.5 m), tỷ lệ đất sét và đường kính cây gỗ là các nhân tố môi trường quan trọng ảnh hưởng đến cấu trúc bọ hung Coprini. Rừng thứ sinh phục hồi sau 35 năm bỏ hóa có thành phần loài, mật độ và sinh khối tương tự như ở rừng nguyên sinh. Kết quả này mang lại hy vọng cho việc phục hồi quần xã bọ hung trong quá trình phục hồi rừng.

**Từ khóa:** Bọ hung, Coprini, hệ sinh thái đá vôi, Pù Luông, thay đổi sử dụng đất.

\* Tác giả liên hệ.

Địa chỉ email: buibac80@gmail.com

<https://doi.org/10.25073/2588-1140/vnunst.4930>

## 1. Mở đầu

Thuật ngữ “bọ hung” thường được sử dụng để chỉ những loài bọ cánh cứng ăn phân thuộc ba họ Scarabaeidae, Aphodiidae và Geotrupidae (Coleoptera: Scarabaeoidea) [1, 2]. Bọ hung thường sử dụng phân các loài động vật làm nguồn thức ăn chính và làm nguyên liệu để xây tổ. Bọ hung có phân bố rộng, sinh sống ở nhiều vùng địa lý và hệ sinh thái khác nhau từ đất trang trại, sa mạc, đồng cỏ đến các hệ sinh thái rừng. Chúng có vai trò sinh thái quan trọng thông qua việc di dời phân động vật, thúc đẩy chu trình tuần hoàn dinh dưỡng của đất. Ngoài ra bọ hung có vai trò quan trọng trong việc phát tán hạt giống cũng như kiểm soát các loài ký sinh người và động vật (ví dụ ruồi ký sinh) thông qua quá trình vận chuyển và tiêu thụ nhanh chóng phân của động vật [1, 3].

Quần xã bọ hung đang bị thay đổi do sự chuyển đổi mục đích sử dụng đất của con người. Đặc biệt là ở khu vực nhiệt đới, hơn 80% diện tích đất nông nghiệp được hình thành trên diện tích rừng tự nhiên trong giai đoạn 1980 – 2000 [4]. Để có thể bảo vệ và duy trì tính đa dạng sinh học bọ hung cũng như chức năng sinh thái của chúng thì việc đánh giá ảnh hưởng của sự chuyển đổi đất đến quần xã bọ hung là quan trọng. Mặc dù hậu quả của việc chuyển đổi rừng tới quần xã bọ hung đã được đánh giá trong nhiều nghiên cứu trên thế giới [5-16], kết luận về xu hướng biến đổi của bọ hung theo các kiểu thay đổi sử dụng đất vẫn còn ít sự thống nhất. Ví dụ, Boonrotpong [7], Shahabuddin và cs. [14], Gardner và cs. [11] chỉ ra một sự suy giảm nghiêm trọng trong quần xã bọ hung ở rừng thứ sinh. Trong khi đó, Vulinec [15], Quintero và Roslin [13], Vulinec và cs. [16], Nichols và cs. [17] không thể tìm thấy sự khác nhau trong quần xã bọ hung giữa hai hệ sinh thái này. Do sự thiếu thống nhất trong các nghiên cứu đã thực hiện, những nghiên cứu xa hơn về bọ hung ở các vùng địa lý khác nhau và các hệ sinh thái đặc biệt là cần thiết để góp phần tổng hợp kết quả.

Hệ sinh thái núi đá vôi Việt Nam chiếm diện tích khoảng 60.000 km<sup>2</sup>, và là một hệ sinh thái

đặc biệt có tính đa dạng sinh học cao với nhiều loài đặc hữu. Hệ sinh thái núi đá vôi được đặc trưng bởi những dãy núi cao và tương đối cô lập [18, 19]. Nhiều loài động vật lớn và trung bình – nguồn cung cấp thức ăn chính cho bọ hung, được tìm thấy chủ yếu ở khu vực núi đá vôi như loài sơn dương (*Capricornis milneedwardsii*) và nhiều loài linh trưởng khác (*Trachypithecus delacouri*, *T. francoisi*). Hiện nay hệ sinh thái núi đá vôi đang bị tác động mạnh do sự chuyển đổi mục đích sử dụng đất của con người và sự khai thác quá mức than, đá và quặng. Hậu quả là các hệ sinh thái núi đá vôi đang bị chia cắt mạnh, tạo ra những phân mảnh rừng tự nhiên bị cô lập. Quá trình này gây ảnh hưởng tiêu cực đến tính đa dạng của động, thực vật.

Bọ hung rất nhạy cảm với những thay đổi trong cấu trúc vật lý của sinh cảnh, như lớp che phủ của thực vật [20, 21], lớp thảm mục [22-24] hay đặc điểm đất [6, 25, 26]. Do đó bọ hung đã được lựa chọn làm chỉ thị sinh học hiệu quả cho những tác động đến đa dạng sinh học liên quan đến quá trình thay đổi hệ sinh thái [5, 6, 17]. Bên cạnh đó, bởi vì bọ hung phụ thuộc vào phân của động vật, nên chúng có thể phản ánh những thay đổi trong thành phần, cấu trúc của động vật [27-30]. Tuy nhiên quần xã bọ hung tại khu vực núi đá vôi ở Việt Nam còn ít được biết đến. Một nghiên cứu gần đây về bọ hung, tập trung chính vào những loài bọ hung kích thước nhỏ, giống *Onthophagus* ở khu vực núi đá vôi tại Khu Bảo tồn động vật hoang dã Ton Nga Chang (Thái Lan) đã chỉ ra những ảnh hưởng ý nghĩa của của sự thay đổi các yếu tố môi trường như cường độ ánh sáng, lớp che phủ thực vật và nhiệt độ (liên quan tới sự thay đổi sử dụng đất) tới thành phần các loài bọ hung *Onthophagus* [8]. Kết quả này đã xác nhận mức độ nhạy cảm của những loài bọ hung có kích thước nhỏ tới những thay đổi môi trường. Tuy nhiên những loài bọ hung có kích thước lớn như tông Coprini đóng vai trò chính trong chức năng sinh thái [10, 11, 24]. Do đó, nghiên cứu quản lý bảo tồn cần bao gồm những loài bọ hung có kích thước lớn.

Mục đích của nghiên cứu này là đánh giá những ảnh hưởng tiềm năng của thay đổi sử dụng

đất đến đa dạng và cấu trúc quần xã bộ hung Coprini thông qua việc điều tra và đánh giá các loài bộ hung có kích thước lớn thuộc tông Coprini theo các kiểu sử dụng đất từ rừng nguyên sinh, rừng thứ sinh đến trảng cỏ. Giả thuyết của nghiên cứu này là quần xã bộ hung Coprini sẽ phản ứng rõ rệt với những thay đổi kiểu sử dụng đất từ hệ sinh thái rừng đến trảng cỏ. Ngoài ra, thông qua việc so sánh thành phần, cấu trúc quần xã bộ hung giữa rừng nguyên sinh và rừng thứ sinh già, nghiên cứu có thể bước đầu đánh giá giá trị bảo tồn của rừng thứ sinh đối với bộ hung.

## 2. Vật liệu và phương pháp nghiên cứu

### 2.1. Khu vực nghiên cứu

Nghiên cứu được thực hiện tại Khu Bảo tồn thiên nhiên Pù Luông (Thanh Hóa) (20°21' – 20°34'N, 105°02' – 105°20'E). Khu vực điều tra nằm trên hệ sinh thái núi đá vôi vùng Cao Sơn (xã Lũng Cao, huyện Bá Thước) thuộc dãy núi đá vôi Pù Luông – Cúc Phương. Khu vực này chịu ảnh hưởng của khí hậu nhiệt đới gió mùa với lượng mưa trung bình từ 1500 – 1700 mm. Mùa đông kéo dài từ tháng 11 đến tháng 4 năm sau. Nhiệt độ trung bình tại khu vực từ 20 – 22°C [31, 32]. Nhiều diện tích rừng của Khu Bảo tồn đã bị tác động mạnh bởi các hoạt động của người dân địa phương như: săn bắn, khai thác gỗ, chuyển đổi đất rừng sang đất nông nghiệp. Vì vậy, hiện nay Khu Bảo tồn Pù Luông đang tồn tại nhiều kiểu sử dụng đất: rừng nguyên sinh, rừng thứ sinh, rừng trồng, đất nông nghiệp, trảng cỏ. Mặc dù việc khai thác và chuyển đổi đất rừng đã bị nghiêm cấm từ năm 1991 theo Luật Bảo vệ và Phát triển rừng (58-LCT/HĐNN8), quá trình chuyển đổi đất rừng vẫn diễn ra, đặc biệt ở khu vực cộng đồng dân tộc thiểu số vùng núi cao [33].

Bộ hung Coprini được thu bắt tại ba kiểu sử dụng đất chính là rừng nguyên sinh, rừng thứ sinh và trảng cỏ. Các kiểu sử dụng đất này nằm ở độ cao từ 780 – 900 m và cách nhau ít nhất 2 km. Theo hệ thống phân loại rừng của Thái [34],

rừng nguyên sinh trong nghiên cứu này là rừng kín thường xanh trên núi đá vôi với cấu trúc tầng tán phức tạp gồm 5 tầng chính. Tầng trên cao được đặc trưng bởi những cây gỗ cao hơn 35 m thuộc hai họ chính Dipterocarpaceae và Combretaceae. Tầng ưu thế và tầng thấp gồm các loài cây gỗ với chiều cao trung bình từ 15-25 m thuộc các họ: Lauraceae, Magnoliaceae, Meliaceae, Fagaceae, Sapindaceae, Mimosaceae, Ulmaceae và Annonaceae. Thực vật tầng dưới bao gồm các họ Urticaceae, Araceae và Begoniaceae. Cũng theo Thái [34], rừng thứ sinh trong nghiên cứu này được xác định là rừng thứ sinh phục hồi sau nương rẫy, bao gồm những loài cây gỗ đang sinh trưởng trên diện tích đất nông nghiệp bị bỏ hóa lâu năm (> 35 năm). Khu vực trảng cỏ từng là nơi canh tác nông nghiệp nhưng đã bỏ hóa được 5 năm và được đặc trưng bởi cây bụi, cỏ và một số ít cây gỗ nhỏ.

### 2.2. Phương pháp thu thập mẫu và giám định

Bộ hung Coprini được thu bắt bằng bẫy hổ có mồi nhử trong thời gian 10 ngày từ 15.4. – 25.4.2016. Tại mỗi kiểu sử dụng đất, 15 bẫy được thiết lập trên hai tuyến điều tra song song, cách nhau 100 m. Trên các tuyến, các bẫy được đặt cách nhau ít nhất 150 m để giảm mức độ nhiễu giữa các bẫy [35]. Tổng số 45 bẫy được sử dụng cho ba kiểu sử dụng đất trong nghiên cứu này. Mỗi bẫy gồm một hộp nhựa (đường kính 22 cm, chiều cao 16 cm) chứa khoảng 500 ml dung dịch cồn 70° và được chôn xuống đất tới miệng hộp. Mồi nhử là 300 g hỗn hợp phân lợn và phân trâu (tỷ lệ 1:1). Mồi được treo phía trên và cách miệng hộp khoảng 7 cm. Sau 72 giờ bẫy, toàn bộ bộ hung thu được sẽ được bảo quản trong cồn 70° và được mang tới phòng thí nghiệm.

Bộ hung Coprini được giám định chủ yếu dựa vào khóa phân loại được xây dựng gần đây cho Việt Nam của Bui và cs. [36], Bui và Bonkowski [37], Kabakov và Napolov [38] và dựa trên sự so sánh hình thái với các mẫu vật trong các bộ sưu tập tại Bảo tàng lịch sử tự nhiên Pháp (French National Museum of Natural

History (MNHN), Pari, Pháp), Bảo tàng lịch sử tự nhiên Prague (National Museum Prague (NMPC), Prague, Cộng hòa Séc) và Trung tâm đa dạng sinh học tự nhiên Leiden (Naturalis Biodiversity Center (RMNH), Leiden, Hà Lan). Các mẫu vật trong nghiên cứu này đang được lưu trữ ở các bảo tàng trên và tại Trường Đại học Lâm nghiệp Việt Nam (VNUF, Xuân Mai, Chương Mỹ, Hà Nội).

### 2.3. Phương pháp xác định các nhân tố môi trường

Dữ liệu về môi trường và mẫu đất được thu thập cùng thời điểm với việc thu thập bọ hung. Phương pháp bốn hướng của Brower và Von-Ende [39], Campos và Hernández [22] được cải tiến để đo đếm các nhân tố môi trường tại mỗi vị trí nghiên cứu. Với việc sử dụng vị trí bẫy như một điểm trung tâm, một hình chữ thập được tạo ra chia vị trí điều tra thành bốn góc. Trong mỗi góc, cây gỗ (đường kính ngang ngực  $\geq 6$  cm và chiều cao  $\geq 1$  m) và cây bụi (chiều cao  $< 1$  m) ở vị trí gần bẫy nhất được đánh dấu và được đo đếm các chỉ tiêu sinh trưởng như đường kính, chiều cao và khoảng cách tới bẫy. Bên cạnh đó, một diện tích nhỏ  $1 \text{ m}^2$  trong mỗi góc được sử dụng để đo đếm chiều cao lớp thảm mục, tỷ lệ phần trăm che phủ của lớp thảm mục và diện tích che phủ mặt đất của thực vật tầng dưới ( $< 0.5$  m) bằng cách sử dụng 6 lớp phân cấp: 0 – 5%, 6 – 25%, 26 – 50%, 51 – 75%, 76 – 95% và 96 – 100%. Các mẫu đất được thu thập xung quanh bẫy và được trộn đều trước khi mang về phòng thí nghiệm. Việc xác định độ tàn che của cây gỗ cũng được tính toán dựa vào 6 lớp phân cấp: 0 – 5%, 6 – 25%, 26 – 50%, 51 – 75%, 76 – 95% và 96 – 100%.

### 2.4. Phân tích dữ liệu

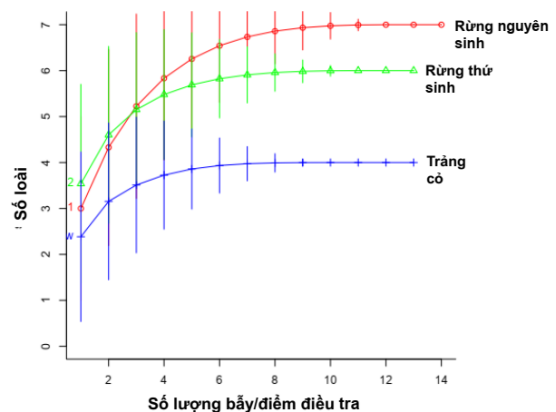
Phân tích thống kê được thực hiện với phần mềm R, phiên bản v. 3.4.0 [40]. Đường cong tích lũy được sử dụng để đánh giá mức độ hiệu quả của phương pháp điều tra. Phương pháp NMDS “Non-metric multidimensional scaling” dựa vào chỉ số không giống nhau Bray-Curtis từ một ma trận dữ liệu thành phần loài qua các vị trí điều tra. Phương pháp NMDS được sử dụng để mô tả

đặc điểm cấu trúc quần xã bọ hung cư trú ở các kiểu sử dụng đất. Phương pháp phân tích hoán vị đa biến của phương sai “Permutational multivariate analysis of variance” (PERMANOVA) được sử dụng để kiểm tra sự sai khác trong cấu trúc quần xã bọ hung giữa các kiểu sử dụng đất. Tất cả các phương pháp kiểm tra và biểu đồ được thực hiện với gói dữ liệu “vegan” phiên bản v. 2.4–5 [41], và được tính toán với 999 hoán vị. Để làm rõ ảnh hưởng của các nhân tố môi trường đến cấu trúc quần xã bọ hung, các yếu tố môi trường cũng như thành phần loài bọ hung được đưa vào biểu đồ NMDS sử dụng chức năng “envfit” trong gói dữ liệu “vegan”. Giá trị  $p$  được tính toán 999 lần.

## 3. Kết quả nghiên cứu

### 3.1. Thành phần, phân bố và sinh khối các loài bọ hung *Copriini* theo các kiểu sử dụng đất

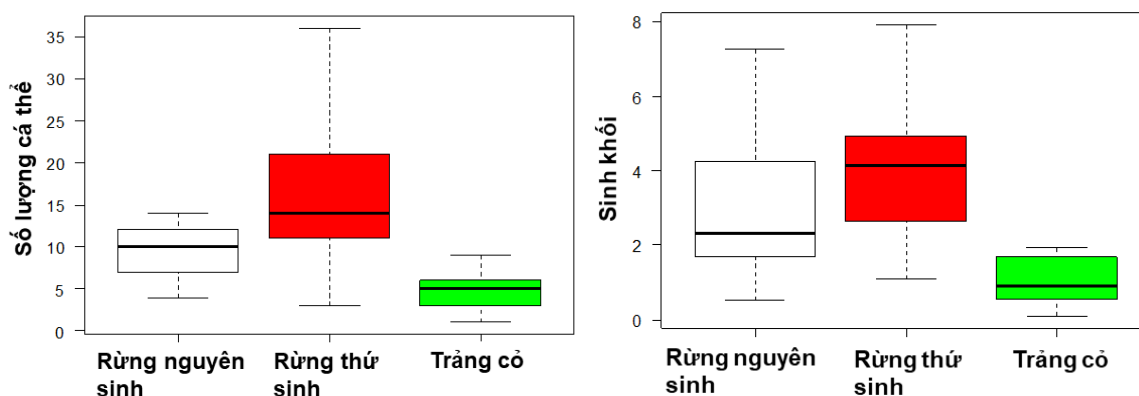
Tổng số 413 cá thể của 7 loài bọ hung *Copriini* đã được ghi nhận tại khu vực nghiên cứu. Trong đó giống *Copris* có số lượng loài cao nhất với 4 loài, giống *Synapsis* có 2 loài và giống *Catharsius* với 1 loài. Đường cong tích lũy loài qua cả ba kiểu sử dụng đất đạt đến mức tiệm cận (Hình 1). Mô hình phân tích này đã chỉ ra rằng: số lượng loài được ghi nhận ở các vị trí điều tra phản ánh gần như chính xác số lượng loài ở trong tự nhiên.



Hình 1. Đường cong tích lũy loài mô tả tính hiệu quả của việc thu mẫu qua các kiểu sử dụng đất: rừng nguyên sinh, rừng thứ sinh và trảng cỏ.

Hệ sinh thái rừng có số lượng loài Coprini lớn hơn trảng cỏ (rừng nguyên sinh: 7 loài; rừng thứ sinh 6 loài và trảng cỏ 4 loài). Ba loài Coprini chỉ được ghi nhận ở các hệ sinh thái rừng, bao gồm: *Synapsis tridens* Sharp, 1881, *S. puluongensis* Bui & Bonkowski, 2018 và *Copris sonensis* Bui, Dumack & Bonkowski, 2018. Trong đó, loài *S. puluongensis* chỉ được ghi nhận ở rừng nguyên sinh.

Tương tự như thành phần loài, số lượng cá thể và sinh khối của các loài bọ hung Coprini cũng thay đổi ý nghĩa từ hệ sinh thái rừng đến trảng cỏ. Đặc biệt có sự khác nhau rất lớn giữa rừng thứ sinh và trảng cỏ. Tuy nhiên, không có sự khác nhau ý nghĩa giữa rừng thứ sinh và rừng nguyên sinh ở số lượng cá thể và sinh khối bọ hung trong các bẫy (Hình 2, Bảng 1).



Hình 2. Biểu đồ hình hộp mô tả sự thay đổi số lượng cá thể và sinh khối (trong một bẫy) qua các kiểu sử dụng đất: rừng nguyên sinh, rừng thứ sinh và trảng cỏ.

Bảng 1. Kết quả phân tích phương sai và kiểm định Tukey cho sinh khối và tổng số cá thể qua các kiểu sử dụng đất. Giá trị trung bình, giá trị F và giá trị p được cung cấp

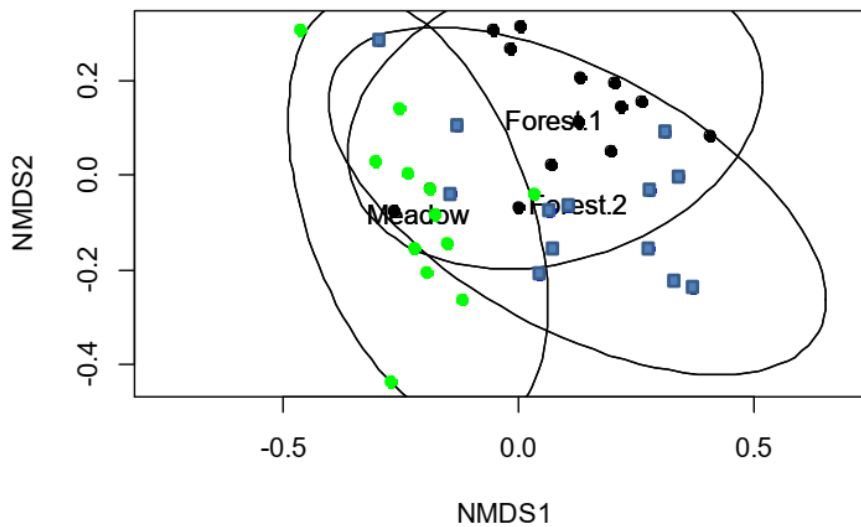
	Gía trị trung bình	F-value	p-value
<b>Tổng số lượng cá thể (1 bẫy)</b>	10.33	10.56	<0.001
Rừng nguyên sinh – rừng thứ sinh			0.13
Trảng cỏ - rừng nguyên sinh			<b>0.03</b>
Trảng cỏ - rừng thứ sinh			<0.001
<b>Sinh khối (1 bẫy)</b>	2.84	9.96	<0.001
Rừng nguyên sinh – rừng thứ sinh			0.20
Trảng cỏ - rừng nguyên sinh			<b>0.02</b>
Trảng cỏ - rừng thứ sinh			<0.001

### 3.2. Cấu trúc quần xã bọ hung Coprini theo các kiểu sử dụng đất

Cấu trúc quần xã bọ hung Coprini khác nhau ý nghĩa qua các kiểu sử dụng đất (PERMANOVA,  $F = 6.92$ ,  $R^2 = 0.27$ ,  $p < 0.001$ ). Kết quả phân tích NMDS (“Nonmetric multidimensional scaling”) chỉ ra rằng, quần xã

bọ hung Coprini cư trú ở trảng cỏ khác biệt lớn với quần xã bọ hung tại các hệ sinh thái rừng (Hình 3). Mặc dù có sự giao thoa tương đối lớn giữa rừng nguyên sinh và rừng thứ sinh, cấu trúc quần xã bọ hung Coprini giữa hai hệ sinh thái này vẫn có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê (PERMANOVA,  $F = 3.85$ ,  $R^2 = 0.13$ ,  $p < 0.001$ )





Hình 3. Phân tích NMDS chỉ ra sự khác nhau trong cấu trúc quần xã bộ hung Coprinini giữa các kiểu sử dụng đất. Trảng cỏ (Meadow), rừng nguyên sinh (Forest 1) và rừng thứ sinh (Forest 2). Giá trị nhiễu (“stress value”): 0.09.

#### 4. Thảo luận

##### 4.1. Đa dạng loài bộ hung Coprinini trên hệ sinh thái núi đá vôi

Số lượng các loài bộ hung Coprinini được ghi nhận tại hệ sinh thái núi đá vôi trong nghiên cứu này chiếm 20% tổng số các loài bộ hung Coprinini đã được xác định ở Việt Nam. Nhìn chung, hệ sinh thái núi đá vôi tại Pù Luông có tính đa dạng loài Coprinini cao hơn so các hệ sinh thái khác ở khu vực Đông Nam Á trong các nghiên cứu đã

công bố [7, 12, 14]. Ngoài ra, hai loài Coprinini tại Pù Luông đã được xác định là loài mới cho khoa học và được mô tả gần đây: *Copris sonensis* Bui, Dumack & Bonkowski, 2018 và *Synopsis puluongensis* Bui & Bonkowski, 2018. Kết quả này đã bổ sung những minh chứng cho những giả thuyết cho rằng khu vực núi đá vôi có tính đặc hữu cao với nhiều loài động, thực vật chưa được phát hiện [19, 42-44]. Bảng 2 dưới đây cung cấp thông tin về thành phần và phân bố của các loài bộ hung Coprinini tại các khu vực nghiên cứu ở Việt Nam.

Bảng 2. Thành phần các loài bộ hung Coprinini đã được ghi nhận tại khu vực nghiên cứu ở Việt Nam (tổng hợp từ kết quả các nghiên cứu [12, 36, 37, 45-52])

STT	Giống/loài	Khu vực đã ghi nhận được ở Việt Nam	Ghi nhận tại Pù Luông
<b>I. <i>Synopsis</i> Bates, 1868</b>			
1	<i>S. horaki</i> Zidek & Pokorný, 2010	Vĩnh Phúc, Cao Bằng	
2	<i>S. ovalis</i> Boucomont, 1920	Bình Phước, Sông Bé	
3	<i>S. puluongensis</i> Bui & Bonkowski, 2018		Pù Luông (Thanh Hóa)
4	<i>S. simplex</i> Sharp, 1875	Điện Biên, Nghệ An	
5	<i>S. strnadi</i> Král, 2002	Vĩnh Phúc, Lào Cai	

6	<i>S. tridens</i> Sharp, 1881	Lào Cai, Nghệ An	Pù Luông (Thanh Hóa)
7	<i>S. yama</i> Gillet, 1911	Tuyên Quang, Thanh Hóa	
<b>II. <i>Catharsius</i> Hope, 1837</b>			
8	<i>C. javanus</i> Lansberge, 1886	Hòa Bình, Bình Thuận	
9	<i>C. molossus</i> (Linnaeus), 1758	Hà Nội, Hà Giang, Tuyên Quang, Thái Nguyên, Bắc Kạn, Vĩnh Phúc, Lạng Sơn, Lào Cai, Sơn La, Điện Biên, Lai Châu, Hòa Bình, Thanh Hóa, Nghệ An, Quảng Bình, Quảng Trị, Bình Thuận, Gia Lai, Kon Tum, Đồng Nai, Sông Bé,	Pù Luông (Thanh Hóa)
<b>III. <i>Copris</i> Geoffroy, 1762</b>			
<b>III.1 <i>Giống phụ Copris (copris)</i></b>			
10	<i>C. (C.) angusticornis</i> Arrow, 1933	Cao Bằng, Lạng Sơn, Sơn La	
11	<i>C. (C.) carinicus</i> Gillet, 1910	Tuyên Quang, Thái Nguyên, Bắc Kạn, Vĩnh Phúc, Sơn La, Điện Biên, Thanh Hóa, Gia Lai, Kontum	
12	<i>C. (C.) confucius</i> Harold, 1877	Hà Giang, Tuyên Quang, Thái Nguyên, Vĩnh Phúc, Quảng Ninh, Lào Cai, Sơn La, Nghệ An, Quảng Bình	Pù Luông (Thanh Hóa)
13	<i>C. (C.) corpulentus</i> Gillet, 1910	Hà Giang, Tuyên Quang, Thái Nguyên, Vĩnh Phúc, Quảng Ninh, Sơn La, Thanh Hóa, Nghệ An, Hà Tĩnh, Quảng Bình	
14	<i>C. (C.) iris</i> Sharp, 1875	“Việt Nam”	
15	<i>C. (C.) magicus</i> Harold, 1881	Lào Cai, Cao Bằng, Nghệ An	
16	<i>C. (C.) marcoberrai</i> Ochi, Kon & Pham, 2019	“Miền Trung Việt Nam”, Quảng Nam	
17	<i>C. (C.) nevinsoni</i> Waterhouse, 1891	Bình Dương	
18	<i>C. (C.) numa</i> Lansberge, 1886	Nghệ An	
19	<i>C. (C.) paraszechouanicus</i> Ochi, Kon & Pham 2018	Quảng Nam	
20	<i>C. (C.) repertus</i> Walker, 1858	Nghệ An	
21	<i>C. (C.) sinicus</i> Hope, 1842	Hà Giang, Tuyên Quang, Vĩnh Phúc, Quảng Ninh, Sơn La, Điện Biên, Thanh Hóa, Nghệ An, Quảng Bình, Gia Lai, Kontum, Đồng Nai	
22	<i>C. (C.) sonensis</i> Bui, Dumack & Bonkowski, 2018		Pù Luông (Thanh Hóa)
23	<i>C. (C.) sorex</i> Balthasar, 1942	Vĩnh Phúc	
24	<i>C. (C.) szechouanicus</i> Balthasar, 1958	Thanh Hóa, Cao Bằng	Pù Luông (Thanh Hóa)



25	<i>C. (C.) vietnamicus</i> Kabakov, 1994	Vĩnh Phúc
26	<i>C. (C.) vietnamimontanus</i> Ochi, Kon & Pham 2018	“Miền Trung và miền Nam Việt Nam”
<b>III.2 Giống phụ Paracopris</b>		
27	<i>C. (P.) bartolozzii</i> Ochi, Kon & Pham 2019	Bắc Kạn
28	<i>C. (P.) cariniceps</i> Felsche, 1910	Hà Giang, Tuyên Quang, Bắc Kạn, Thanh Hóa, Nghệ An
29	<i>C. (P.) montreuili</i> Ochi, Kon & Pham 2019	Quảng Nam
30	<i>C. (P.) punctulatus</i> Wiedeman, 1823	Sơn La, Điện Biên, Quảng Bình
<b>III.3 Giống phụ Microcopris</b>		
31	<i>C. (M.) doriae</i> Harold, 1877	Vĩnh Phúc, Lào Cai, Nghệ An
32	<i>C. (M.) miyakei</i> Ochi & Kon, 2004	Cao Bằng
33	<i>C. (M.) propinquus</i> Felsche, 1910	Quảng Ninh, Vĩnh Phúc, Tuyên Quang, Thái Nguyên, Bắc Kạn, Thanh Hóa, Nghệ An, Hà Tĩnh, Quảng Bình, Gia Lai, Kon Tum
34	<i>C. (M.) reflexus</i> Fabricius, 1787	Hà Nội, Hà Giang, Cao Bằng, Bắc Kạn, Tuyên Quang, Thái Nguyên, Vĩnh Phúc, Lạng Sơn, Quảng Ninh, Hải Phòng, Lào Cai, Hòa Bình, Sơn La, Lai Châu, Điện Biên, Thanh Hóa, Nghệ An, Hà Tĩnh, Quảng Bình, Quảng Trị, Gia Lai, Kon Tum
35	<i>C. caobangensis</i> Bui, Dumack & Bonkowski, 2018	Cao Bằng

#### 4.2. Thay đổi cấu trúc quần xã bọ hung Coprini theo các kiểu sử dụng đất

Sự thay đổi thành phần, sinh khối và cấu trúc quần xã bọ hung theo các kiểu sử dụng đất đã được miêu tả trong các nghiên cứu ở vùng ôn đới Châu Âu [10] cũng như vùng nhiệt đới Nam Mỹ [5, 6, 11, 13, 15, 16] và Đông Nam Á [7-9, 12, 14]. Nhìn chung, các nghiên cứu này chỉ ra sự khác biệt trong thành phần, cấu trúc quần xã bọ hung giữa các kiểu sử dụng đất. Tuy nhiên, xu hướng biến đổi của quần xã bọ hung rất phức tạp và khác biệt ở từng vùng nghiên cứu. Nguyên nhân chính của sự khác nhau này là do sự khác nhau rất lớn trong thành phần các loài bọ hung giữa các châu lục, các quốc gia, thậm chí các vùng địa lý. Trong khi đó, các loài bọ hung có mức độ nhạy cảm khác nhau với những thay đổi môi trường. Do đó quần xã bọ hung giữa các

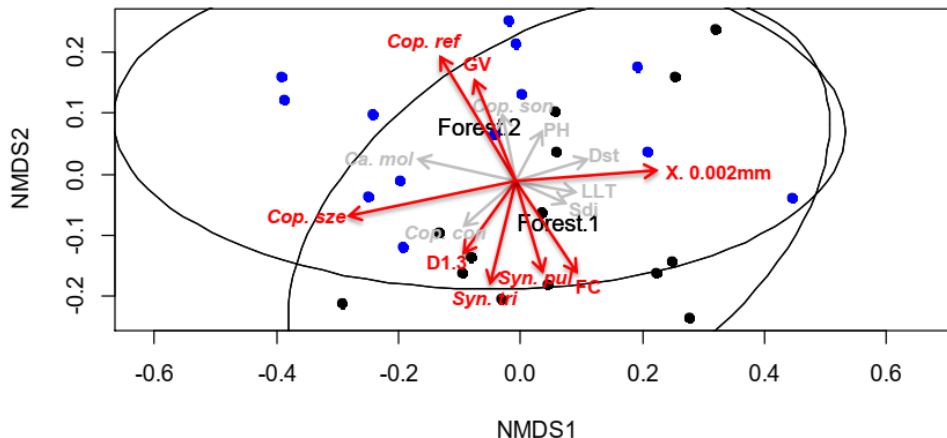
vùng địa lý sẽ có những phản ứng khác nhau với thay đổi kiểu sử dụng đất.

Nghiên cứu này lần đầu tiên sử dụng một nhóm bọ hung thuộc tông Coprini để đánh giá ảnh hưởng của thay đổi sử dụng đất đến quần xã sinh vật. Kết quả nghiên cứu đã xác nhận mức độ nhạy cảm cao của quần xã bọ hung (thậm chí ngay một nhóm nhỏ Coprini) đối với sự thay đổi sử dụng đất. Đáng chú ý là, trong cùng một tông Coprini, các loài khác nhau cũng chỉ ra một sự thích ứng các điều kiện môi trường riêng biệt. Ví dụ loài *Copris reflexus* có mối quan hệ thuận với tỷ lệ che phủ của thực vật tầng dưới (GV). Trong khi đó các loài thuộc giống *Synapsis* ưa thích những khu vực có độ tàn che cao (FC) và có cây gỗ lớn (D1.3). Kết quả này có thể được giải thích bởi sự khác nhau ở tập tính kiếm ăn và làm tổ của các loài bọ hung Coprini. Theo Howden và

Nealis [53], Larsen và cs. [54], Peck và Forsyth [55], những loài bọ hung Coprini có kích thước nhỏ (chiều dài cơ thể < 10 mm, ví dụ *Copris reflexus*) thường đậu trên lá của các cây bụi, tầng thấp (< 0.5 m) để quan sát, dò tìm phân của các loài động vật. Trong khi các loài bọ hung Coprini kích thước lớn (chiều dài cơ thể > 10 mm) thường dò tìm thức ăn trong quá trình bay, và chúng ít khi đậu trên lá của các cây bụi, cây cỏ mặt đất. Rừng thứ sinh có diện tích che phủ bởi cây bụi, cây cỏ mặt đất lớn. Vì vậy hệ sinh thái này là nơi thích hợp cho hoạt động tìm kiếm thức ăn của những loài kích thước nhỏ, như loài *Copris reflexus*.

Kết cấu đất là nhân tố môi trường quan trọng ảnh hưởng đến phân bố của các loài bọ hung, bởi vì kết cấu đất có thể ảnh hưởng đến quá trình đào hang, làm tổ của các loài bọ hung [6]. Nghiên cứu của chúng tôi đã cung cấp thêm những bằng chứng cho luận điểm này, phát hiện ra rằng loài *Copris szechouanicus* không thích hợp ở những nơi có tỷ lệ đất sét (X. 0.002mm) cao (Hình 4).

Trong các nhân tố ảnh hưởng đến phân bố, cấu trúc của quần xã bọ hung, nguồn phân động vật là nhân tố quyết định. Phân động vật cung cấp nguồn thức ăn cũng như nguyên vật liệu để xây dựng cấu trúc tổ của bọ hung. Tuy nhiên, mức độ phụ thuộc của các loài bọ hung vào nguồn phân động vật là không giống nhau. Các loài bọ hung kích thước nhỏ có thể sử dụng đa dạng nguồn phân từ các loài động vật kích thước lớn (ví dụ: các loài động vật móng guốc) đến những loài động vật nhỏ (ví dụ: các loài chim, gặm nhấm, ếch nhái, bò sát). Các loài bọ hung kích thước lớn phải cần nguồn phân từ những loài động vật lớn, đặc biệt trong mùa sinh sản để cung cấp nguyên liệu làm tổ cũng như nguồn thức ăn cho ấu trùng [1, 53]. Kết quả phân tích NMDS (Hình 04), xác nhận nơi cư trú ưa thích của loài bọ hung kích thước lớn (giống *Synapsis*) là hệ sinh thái rừng tự nhiên, nơi có độ tàn che (FC) cao và có nhiều cây gỗ có đường kính (D13) lớn. Bởi vì, hệ sinh thái rừng tự nhiên trên núi đá vôi cung cấp nơi cư trú và nguồn thức ăn quan trọng cho các loài động vật lớn như các loài Sơn dương, khỉ, cây.



Hình 4. Phân tích NMDS chỉ ra sự khác nhau trong cấu trúc quần xã bọ hung Coprini giữa rừng nguyên sinh và rừng thứ sinh. Các vectơ đậm nét biểu thị cho các nhân tố môi trường ảnh hưởng ý nghĩa tới cấu trúc quần xã ( $p < 0.05$ ). Vectơ mờ biểu thị cho các nhân tố môi trường không ảnh hưởng ý nghĩa tới cấu trúc quần xã ( $p > 0.05$ ). *Syn. tri* = *Synapsis tridens*; *Syn. pul* = *S. puluongensis*; *Ca. mol* = *Catharsius molossus*; *Cop. con* = *Copris Confucius*; *Cop. ref* = *Copris reflexus*; *Cop. son* = *Copris sonensis*; *Cop. sze* = *Copris szechouanicus*; GV = mức độ che phủ mặt đất của thực vật tầng dưới (chiều cao < 0.5 m); PH = Độ pH của đất; Dst = Khoảng cách trung bình từ bầy đến cây bụi gần nhất; LLT = Độ che phủ mặt đất của thảm mục; Sdi = đường kính tán trung bình của cây bụi (chiều cao 1 – 3 m); X.0.002mm = tỷ lệ phần trăm của đất sét; D1.3 = đường kính trung bình tại vị trí 1.3 m của các cây gỗ gần bầy nhất. Độ nhiều (“stress value”) = 0.07.

## 5. Kết luận

Hệ sinh thái núi đá vôi Pù Luông có tính đa dạng loài bọ hung Coprini cao. Sự chuyển đổi hệ sinh thái rừng tự nhiên sang hệ sinh thái nông nghiệp đã gây ra những biến đổi ý nghĩa trong thành phần, mật độ, sinh khối và cấu trúc quần xã bọ hung này. Tuy nhiên, các loài bọ hung Coprini khác nhau đã chỉ ra những xu hướng biến đổi không giống nhau theo các yếu tố môi trường. Sự vắng mặt của các loài bọ hung có kích thước lớn (*Synapsis* spp.) ở các hệ sinh thái nông nghiệp ảnh hưởng tiêu cực đến chức năng sinh thái của quần xã bọ hung. Số lượng loài, cá thể và sinh khối của bọ hung Coprini ở rừng thứ sinh không có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê so với rừng nguyên sinh. Kết quả này chỉ ra giá trị bảo tồn bọ hung Coprini của các hệ sinh thái rừng thứ sinh. Mặc dù vậy, sự khác biệt trong cấu trúc quần xã bọ hung giữa rừng thứ sinh và rừng nguyên sinh cảnh báo một hậu quả là: chức năng sinh thái của quần xã bọ hung Coprini không thể phục hồi sau khi hệ sinh thái của chúng bị mất hoặc thay đổi.

## Lời cảm ơn

Bài báo là một phần kết quả của đề tài nghiên cứu sinh của tác giả được thực hiện dưới sự hướng dẫn của GS.TS. Bonkowski, Viện Động vật học, Trường Đại học Cologne, CHLB Đức. Tác giả xin gửi lời cảm ơn tới TS. O. Montreuil (Bảo tàng lịch sử tự nhiên Pháp), TS. J. Hájek (Bảo tàng lịch sử tự nhiên Prague, Cộng hòa Séc) và TS. H. Huijbregts (Bảo tàng lịch sử tự nhiên Leiden, Hà Lan) đã cho phép thực hiện việc đo đếm các mẫu vật tại các Bảo tàng trên.

## Tài liệu tham khảo

- [1] I. Hanski, Y. Cambefort, Dung beetle ecology, Princeton University Press, Princeton, 1991.
- [2] C.H. Scholtz, A.L.V. Davis, U. Kryger, Evolutionary biology and conservation of dung beetles, Pensoft Publisher, Bulgaria, 2009.
- [3] E. Nichols, S. Spector, J. Louzada, T. Larsen, S. Amezquita, M.E. Favila et al., Ecological functions and ecosystem services provided by Scarabaeinae dung beetles, *Biol. Conserv.* 141 (2008) 1461-1474. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2008.04.011>.
- [4] H.K. Gibbs, A.S. Rueschb, F. Achard, M.K. Clayton, P. Holmgren, N. Ramankutty, J.A. Foley, Tropical forests were the primary sources of new agricultural land in the 1980s and 1990s, *Proc Natl Acad Sci USA* 107 (2010) 16732-16737. <https://doi.org/10.1073/pnas.0910275107>.
- [5] L.D. Audino, J. Louzada, L. Comita, Dung beetles as indicators of tropical forest restoration success: is it possible to recover species and functional diversity? *Biol. Conserv.* 169 (2014) 248-257. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2013.11.023>.
- [6] W. Beiroz, E.M. Slade, J. Barlow, J.M. Silveira, J. Louzada, E. Sayer, Dung beetle community dynamics in undisturbed tropical forests: implications for ecological evaluations of land-use change, *Insect Conservation and Diversity* 10 (2017) 94-106. <https://doi.org/10.1111/icad.12206>.
- [7] S. Boonrotpong, S. Sotthibandhu, C. Pholpunthin, Species composition of dung beetles in the primary and secondary forests at Ton Nga Chang Wildlife Sanctuary, *ScienceAsia* 30 (2004) 59-65. <https://doi.org/10.2306/scienceasia1513-1874.2004.30.059>.
- [8] S. Boonrotpong, S. Sotthibandhu, C. Satasook, Species turnover and diel flight activity of species of dung beetles, *Onthophagus*, in the tropical lowland forest of peninsular Thailand, *Journal of Insect Science* 12 (77) (2012). <https://doi.org/10.1673/031.012.7701>.
- [9] A.J. Davis, J.D. Holloway, H. Huijbregts, J. Krikken, A.H. Kirk-Spriggs, S.L. Sutton, Dung beetles as indicators of change in the forests of northern Borneo, *Journal of Applied Ecology* 38 (2001) 593-616. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2664.2001.00619.x>.
- [10] K. Frank, M. Hülsmann, T. Assmann, T. Schmitt, N. Blüthgen, Land use affects dung beetle communities and their ecosystem service in forests and grasslands, *Agriculture, Ecosystems & Environment* 243 (2017) 114-122.
- [11] T.A. Gardner, M.I.M. Hernández, J. Barlow, C.A. Peres, Understanding the biodiversity consequences of habitat change: the value of secondary and plantation forests for neotropical dung beetles, *Journal of Applied Ecology* 45 (2008) 883-893. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2008.01454.x>.
- [12] L. Hayes, D.J. Mann, A.L. Monastyrskii, O.T. Lewis, Rapid assessments of tropical dung beetle and butterfly assemblages: contrasting trends along a forest disturbance gradient, *Insect Conservation and Diversity* 2 (2009) 194-203. <https://doi.org/10.1111/j.1752-4598.2009.00058.x>.
- [13] I. Quintero, T. Roslin, Rapid recovery of dung beetle communities following habitat

- fragmentation in central Amazonia, *Ecology* 12 (2005) 3303-3311. <https://doi.org/10.1890/04-1960>.
- [14] Shahabuddin, C.H. Schulze, T. Tschardt, Changes of dung beetle communities from rainforests towards agroforestry systems and annual cultures in Sulawesi (Indonesia), *Biodiversity and Conservation* 14 (2005) 863-877. <https://doi.org/10.1007/s10531-004-0654-7>.
- [15] K. Vulinec, Dung beetle communities and seed dispersal in primary forest and disturbed land in Amazonia, *Biotropica* 34 (2002) 297-309. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.2002.tb00541.x>.
- [16] K. Vulinec, J.E. Lambert, D.J. Mellow, Primate and dung beetle communities in secondary growth rain forests: implications for conservation of seed dispersal systems, *International Journal of Primatology* 27 (2006) 855-879. <https://doi.org/10.1007/s10764-006-9027-2>.
- [17] E. Nichols, T. Larsen, S. Spector, A.L. Davis, F. Escobar, M. Favila, K. Vulinec, Global dung beetle response to tropical forest modification and fragmentation: a quantitative literature review and meta-analysis, *Biological Conservation* 137 (2007) 1-19. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2007.01.023>.
- [18] R. Clements, N.S. Sodhi, M. Schilthuizen, K.L. Ng. Peter, Limestone karsts of Southeast Asia: imperiled arks of biodiversity, *BioScience* 56 (2006) 733-742. [https://doi.org/10.1641/0006-3568\(2006\)56\[733:LKOSAI\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1641/0006-3568(2006)56[733:LKOSAI]2.0.CO;2).
- [19] M. Schilthuizen, T.S. Liew, B.B. Elahan, I. Lackman-Ancrenaz, Effects of karst forest degradation on pulmonate and prosobranch land snail communities in Sabah, Malaysian Borneo, *Conservation Biology* 19 (2005) 949-954. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2005.00209.x>.
- [20] C. Costa, V.H.F. Oliveira, R. Maciel, W. Beiroz, V. Korasaki, J. Louzada, Variegated tropical landscapes conserve diverse dung beetle communities, *PeerJ* 5 (2017). <https://doi.org/10.7717/peerj.3125>.
- [21] R.P. Salomão, D. González-Tokmana, W. Dáttilo, J.C. López-Acosta, M.E. Favila, Landscape structure and composition define the body condition of dung beetles (Coleoptera: Scarabaeinae) in a fragmented tropical rainforest, *Ecol. Indic.* 88 (2018) 144-151. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2018.01.033>.
- [22] R.C. Campos, M.I.M. Hernández, Dung beetle assemblages (Coleoptera, Scarabaeinae) in Atlantic forest fragments in southern Brazil, *Revista Brasileira de Entomologia* 57 (2013) 47-54.
- [23] E. Nichols, Fear begets function in the 'brown' world of detrital food webs, *Journal of Animal Ecology* 82(4) (2013) 717-720. <https://doi.org/10.1111/1365-2656.12099>.
- [24] Tixier, J.M.G. Bloor, J.-P. Lumaret, Species-specific effects of dung beetle abundance on dung removal and leaf litter decomposition, *Acta Oecologica* 69 (2015) 31-34. <https://doi.org/10.1016/j.actao.2015.08.003>.
- [25] P.M. Farias, L. Arellano, M.I.M. Hernández, S.L. Ortiz, Response of the copro- necrophagous beetle (Coleoptera: Scarabaeinae) assemblage to a range of soil characteristics and livestock management in a tropical landscape, *Journal of Insect Conservation* 19 (2015) 947-960. <https://doi.org/10.1007/s10841-015-9812-3>.
- [26] D.C. Osberg, B.M. Doube, S.A. Hanrahan, Habitat specificity in African dung beetles: the effect of soil type on the survival of dung beetle immatures (Coleoptera: Scarabaeidae), *Tropical Zoology* 7 (1994) 1-10. <https://doi.org/10.1080/03946975.1994.10539236>.
- [27] E. Andresen, S. Laurance, Possible indirect effects of mammal hunting on dung beetle assemblages in Panama, *Biotropica* 39 (2006) 141-146. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.2006.00239.x>.
- [28] H. Enari, S. Koike, H. Sakamaki, Influences of different large mammalian fauna on dung beetle diversity in beech forests, *Journal of Insect Science* 13(54)(2013). <https://doi.org/10.1673/031.013.5401>.
- [29] A. Estrada, D.A. Anzuraz, R. Coastes-Estrada, Tropical forest fragmentation, howler monkeys (*Alouatta palliata*) and dung beetles at Los Tuxtlas, Mexico, *American Journal of Primatology* 48 (1999) 353-362.
- [30] C.A. Harvey, J. Gonzalez, E. Somarriba, Dung beetle and terrestrial mammal diversity in forests, indigenous agroforestry systems and plantain monocultures in Talamanca, Costa Rica, *Biodiversity and Conservation* 15 (2006) 555-585. <https://doi.org/10.1007/s10531-005-2088-2>.
- [31] K.V. Nguyễn, T.H. Nguyễn, K.L. Phan, T.H. Nguyễn, Bản đồ sinh khí hậu Việt Nam, Nhà xuất bản Đại học Quốc gia, Hà Nội, 2000.
- [32] E.J. Sterling, M.M. Hurley, M.D. Le, Vietnam—a natural history, Yale University Press, New Haven, CT, 2006.
- [33] T. Do, Characteristics of karst ecosystems of Vietnam and their vulnerability to human impact, *Acta Geologica Sinica* 75 (2001) 325-329.

- [34] V.T. Thái, *Thảm thực vật rừng Việt Nam*, Nhà xuất bản Khoa học và kỹ thuật, Hà Nội, 1978.
- [35] P.G.d. Silva, M.I.M. Hernández, Spatial patterns of movement of dung beetle species in a tropical forest suggest a new trap spacing for dung beetle biodiversity studies. *PloS ONE* 10 (5) (e0126112) (2015). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0126112>.
- [36] V.B. Bui, K. Dumack, M. Bonkowski, Two new species and one new record for the genus *Copris* (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) from Vietnam with a key to Vietnamese species, *European Journal of Entomology* 115 (2018) 167-191. <https://doi.org/10.14411/eje.2018.016>.
- [37] V.B. Bui, M. Bonkowski, *Synopsis puluongensis* sp. nov. and new data on the poorly known species *Synopsis horaki* (Coleoptera: Scarabaeidae) from Vietnam with a key to Vietnamese species. *Acta Entomologica Musei Nationalis Pragae* 58 (2018) 407-418. <https://doi.org/10.2478/aemnp-2018-0032>.
- [38] O.N. Kabakov, A. Napolov, Fauna and ecology of Lamellicornia of subfamily Scarabaeinae of Vietnam and some parts of adjacent countries: South China, Laos, and Thailand, *Latvijas Entomologs* 37 (1999) 58-96.
- [39] J.E. Brower, J.H. Zar, C.N. Von-Ende, *Field and laboratory methods for general ecology*, 4th ed. Boston, WCB. McGraw-Hill, 1998.
- [40] R Core Team, R: A Language and Environment for Statistical Computing. <https://www.R-project.org/> (accessed 15 May 2017).
- [41] J. Oksanen, F.G. Blanchet, M. Friendly, R. Kindt, P. Legendre, D. McGlinn et al., *Vegan: Community Ecology Package*, R package version 2.4–5 (2017). <https://cran.r-project.org/web/packages/vegan>.
- [42] R. Clements, P.K.L. Nga, X.X. Lub, S. Ambu, M. Schilthuizen, C.J.A. Bradshaw, Using biogeographical patterns of endemic land snails to improve conservation planning for limestone karsts, *Biological Conservation* 141 (2751e2764) (2008). <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2008.08.011>.
- [43] P.K.L. Ng, D. Guinot, T.M. Iliffe, Revision of the anchialine varunine crabs of the genus *Orcovita* Ng & Tomascik, 1994 (Crustacea: Decapoda: Brachyura: Grapsidae), with descriptions of four new species, *Raffles Bulletin of Zoology* 44 (1996) 109-134.
- [44] P.K.L. Ng, *Cancrocaeca xenomorpha*, new genus and species, a blind troglotic freshwater hymenosomatid (Crustacea: Decapoda: Brachyura) from Sulawesi, Indonesia, *Raffles Bulletin of Zoology* 39 (1991) 59-73.
- [45] V. Balthasar, *Monographie der Scarabaeidae und Aphodiidae der Palaearktischen und Orientalischen Region*. Coleoptera: Lamellicornia. Band 1. Allgemeiner Teil, Systematischer Teil: 1. Scarabaeinae, 2. Coprinae (Pinotini, Coprini). Verlag der Tschechoslowakischen Akademie der Wissenschaften, Prag, 1963.
- [46] Y. Hanboonsong, K. Masumoto, T. Ochi, Dung beetles (Coleoptera, Scarabaeidae) of Thailand. Part 5. Genera *Copris* and *Microcopris* (Coprini), *Elytra* 31 (2003) 103-124.
- [47] D. Král, J. Rejsek, *Synopsis naxiorum* sp. n. from Yunnan (Coleoptera: Scarabaeidae), *Acta Societatis Zoologicae Bohemicae* 64 (2000) 267-270.
- [48] D. Král, Distribution and taxonomy of some *Synopsis* species, with description of *S. strnadi* sp. n. from Vietnam (Coleoptera: Scarabaeidae), *Acta Societatis Zoologicae Bohemicae* 66 (2002) 279-289.
- [49] T. Ochi, M. Kon, Notes on the coprophagous scarab beetles (Coleoptera, Scarabaeidae) from Southeast Asia (IV). A new horned species of *Microcopris* from Vietnam and a new subspecies of *Copris* erratus from Peleng off Sulawesi, *Kogane* 5 (2004) 25-30.
- [50] T. Ochi, M. Kon, H.T. Pham, Five new taxa of *Copris* (Coleoptera: Scarabaeidae) from Vietnam and Laos, *Giornale Italiano di Entomologia* 15 (64) (2019) 435-446.
- [51] T. Ochi, M. Kon, H.T. Pham, Two new species of *Copris* (Coprini) (Coleoptera: Scarabaeidae) and a new subspecies of *Phelotrupes* (*Sinogeotrupes*) *strnadi* Král, Malý & Schneider (Coleoptera: Geotrupidae) from Vietnam, *Giornale Italiano di Entomologia* 15 (63) (2018) 159-168.
- [52] J. Zídek, S. Pokorný, Review of *Synopsis* Bates (Scarabaeidae: Scarabaeinae: Coprini), with description of a new species, *Insecta Mundi* 142 (2010) 1-21.
- [53] H.F. Howden, V.G. Nealis, Observations on height of perching in some tropical dung beetles (Scarabaeidae), *Biotropica* 10 (1978) 43-46. <https://doi.org/10.1111/j.1752-4598.2009.00058.x>.
- [54] T.H. Larsen, A. Lopera, A. Forsyth, Understanding trait-dependent community disassembly: Dung beetles, density functions, and forest fragmentation, *Conservation Biology* 22 (2008) 1288-1298. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2008.00969.x>.
- [55] S.B. Peck, A. Forsyth, Composition, structure, and competitive behaviour in a guild of Ecuadorian rain forest dung beetles (Coleoptera; Scarabaeidae), *Canadian Journal of Zoology* 60(7) (1982) 1624-1634. <https://doi.org/10.1139/z82-213>.