



Universitatea „Babeş-Bolyai”, Cluj-Napoca  
Facultatea de Biologie și Geologie  
Școala doctorală Biologie Integrativă

# Comunități de macrolepidoptere din Copșa Mică (județul Sibiu) și împrejurimi cu accent asupra celor bioindicatoare

- Rezumat al tezei de doctorat -

Doctorand:  
**Török Sergiu-Cornel**

Coordonator științific:  
**Prof. Univ. Dr. László Rákosy**

Cluj-Napoca  
2013

## CUPRINSUL

<b>INTRODUCERE</b> .....	1
<b>I. ISTORICUL CERCETĂRIILOR REFERITOARE LA UTILIZAREA LEPIDOPTERELOR CA BIOINDICATORI AI POLUĂRII ATMOSFERICE</b> .....	3
I.1. Studii referitoare la utilizarea lepidopterelor ca și bioindicatori ai degradării mediului.....	3
I.2. Studii privind melanismul din cadrul ordinului Lepidoptera.....	20
<b>II. ISTORICUL STUDIILOR REFERITOARE LA POLUAREA DIN ZONA COPȘA MICĂ</b> .....	28
II.1. Cercetări referitoare la poluarea componentelor abiotice.....	28
II.1.1. Contaminarea aerului.....	28
II.1.2. Contaminarea apei.....	33
II.1.3. Contaminarea solului.....	35
II.2. Cercetări privind influența poluării asupra componentelor biotice.....	40
II.2.1. Influența poluanților asupra ecosistemelor acvatice.....	40
II.2.2. Influența poluanților asupra ecosistemelor terestre.....	45
<b>III. CARACTERIZAREA ZONEI COPȘA MICĂ</b> .....	52
III.1. Factorii fizico-geografici determinanți în distribuția poluanților.....	52
III.1.1. Așezarea geografică a zonei.....	52
III.1.2. Caracterizarea geomorfologică.....	53
III.1.3. Informații climatice.....	55
III.1.3.1. Temperatura aerului.....	55
III.1.3.2. Nebulozitatea.....	56
III.1.3.3. Precipitațiile atmosferice.....	58
III.1.3.4. Vântul.....	59
III.1.4. Hidrologia.....	60
<b>IV. METODE DE CERCETARE</b> .....	63
IV.1. Caracterizarea habitatelor investigate.....	63
IV.1.1. Așezarea geografică, solul și vegetația.....	63
IV.1.2. Date privind poluarea habitatelor investigate.....	73
IV.2. Metode de colectare și conservare a materialului lepidopterologic.....	82
IV.2.1. Metode de colectare calitative.....	82
IV.2.2. Metode de colectare cantitative.....	85
IV.2.3. Metode de conservare și cercetare în laborator.....	87
IV.2.4. Metode de calcul statistic.....	87
<b>V. CARACTERIZAREA FAUNISTICĂ A MACROLEPIDOPTERELOR DIN ZONA COPȘA MICĂ</b> .....	90
V.1. Lista sistematică a speciilor de macrolepidoptere din zona Copșa Mică.....	90
V.2. Diversitatea taxonomică a macrolepidopterelor din zona Copșa Mică.....	90
V.3. Analiza distribuției abundenței specifice pe stațiunile cercetate.....	91
V.4. Analiza categoriilor sozologice pentru speciile de macrolepidoptere.....	94
V.5. Analiza categoriilor sozologice pentru speciile de macrolepidoptere din siturile cercetate.....	95

V.6. Speciile de macrolepidoptere protejate de lege din zona Copșa Mică.....	97
<b>VI. ANALIZA ECOLOGICĂ A COMUNITĂȚILOR DE MACROLEPIDOPTERE DIN HABITATELE FORESTIERE SITUATE ÎN ZONA COPȘA MICĂ.....</b>	<b>98</b>
VI.1. Analiza sinecologică a comunităților de macrolepidoptere din zona Copșa Mică....	98
VI.2. Analiza taxonilor dominanți și dinamica acestora între habitatele investigate.....	116
VI.3. Similaritatea compoziției comunităților de macrolepidoptere din zona Copșa Mică.....	120
VI.4. Diversitatea și echitabilitatea comunităților de macrolepidoptere din zona Copșa Mică.....	125
VI.5. Sursa trofică a larvelor speciilor de macrolepidoptere din zona Copșa Mică.....	128
<b>VII. ANALIZA FORMELOR MELANICE ALE SPECIEI <i>BISTON BETULARIA</i> (Linnaeus, 1758) DIN ZONA COPȘA MICĂ.....</b>	<b>131</b>
<b>CONCLUZII.....</b>	<b>138</b>
<b>MULȚUMIRI.....</b>	<b>141</b>
<b>BIBLIOGRAFIE.....</b>	<b>142</b>
<b>ANEXA I.....</b>	<b>163</b>
<b>ANEXA II.....</b>	<b>183</b>
<b>LUCRĂRI PUBLICATE ȘI COMUNICATE DE DOCTORAND.....</b>	<b>205</b>

**Cuvinte cheie:** comunități de Macrolepidoptere, poluare atmosferică, Copșa Mică, diversitate, melanism industrial

## INTRODUCERE

Pe plan global printre grupurile taxonomice frecvent utilizate ca și bioindicatori se numără și Lepidopterele. Acestea sunt: ușor de monitorizat, sunt intens studiate, au un areal larg de răspândire, diversitatea acestora poate fii corelată cu diversitatea altor taxoni și răspund la schimbările din mediu atât naturale cât și antropice, din acest motiv acest grup are un potențial ridicat ca și bioindicatori ai degradării mediului.

Astfel macrolepidopterele au fost utilizate în acest studiu ca și bioindicatori ai poluării atmosferice din zona intens poluată Copșa Mică.

Copșa Mică având în trecut renumele de cea mai poluată zonă din România și una din cele mai poluate din Europa, efectele poluării au fost resimțite pe o rază de 180,750 hectare. Poluare atmosferică pe bază de compuși ai sulfului în acțiune sinergică cu metale grele (Pb, Zn, Cd, Cu) afectând toate componentele ecosistemelor din acest perimetru.

Această lucrare își propune să evidențieze pe de-o parte impactul poluării asupra comunităților de lepidoptere din această zonă și ponderea formelor melanice din cadrul anumitor specii de lepidoptere.

Melanismul industrial din zona Copșa Mică a fost studiat de Rákosy & Rákosy în anul 1987-1988, ponderea formelor melanice de *Biston betularia* (forma carbonaria) fiind mult mai mare decât ponderea formelor tipice, în zona foarte puternic poluată ponderea formei carbonaria fiind de 100 % (Rákosy & Rákosy, 1997). Cunoscând aceste date, în anul 2012 au fost efectuate cercetări asupra speciilor cu forme melanice, fiind evidențiate anumite schimbări în ponderea formelor acestei specii.

Scopul acestei lucrări este determinarea diversității, a similarităților dintre situri și a particularităților ecologice ale comunităților de macrolepidoptere din zona Copșa Mică, în vederea evidențierii efectelor produse de poluarea atmosferică în aceste comunități, pentru aceasta au fost stabilite următoarele obiective:

- Identificarea și stabilirea componenței specifice prezente în zona de studiu și a adundenței acestora;

- Evidențierea speciilor rare și amenințate cu dispariția din zona Copșa Mică;
- Cercetarea și analiza diversității și structurii comunităților de macrolepidoptere;
- Stabilirea sursei trofice larvare în entomocenozele macrolepidopterelor din zona Copșa Mică.
- Analiza speciilor cu forme melanice și a proporției acestora, în vederea evidențierii intensității poluării din diferite localități.

Activitățile antropice (printre care și poluarea atmosferică) au dus la reducerea arealului multor specii și a suprafețelor habitatelor lor, la restructurări profunde în complexele faunistice din habitatele de pădure.

Aceste consecințe au sporit vulnerabilitatea speciilor de macrolepidoptere în parte și a biodiversității acestora în general, schimbând componența specifică, structura și efectivele lepidopterofaunei.

## MULȚUMIRI

Realizarea acestui studiu nu ar fi fost posibil fără sprijinul și neprețuitul ajutor al tuturor celor care mi-au acordat parte din timpul, răbdarea și încrederea lor.

La finalul stagiului de doctorat îi mulțumesc domnului prof. univ. dr. László Rákosy pentru îndrumarea științifică, cât și pentru încrederea investită încă de la acceptarea mea ca doctorand.

Mulțumesc de asemenea, membrilor din comisiile de susținere a referatelor și colectivului Departamentului de Taxonomie și Ecologie pentru sugestiile și observațiile oferite de-a lungul celor trei ani de studii.

Mulțumirile se îndreaptă și spre colegul și prietenul, drd. Tăușan Ioan pentru sprijinul acordat în efectuarea analizelor statistice cuprinse în această lucrare.

Mulțumesc domnului prof. emeritus dr. Zoltán Varga pentru sugestiile și observațiile oferite de-a lungul programului de pregătire a tezei de doctorat.

Le mulțumesc tuturor celor din Departamentul de Zoologie Evoluționară și Biologie Umană al Universității din Debrecen pentru tot sprijinul acordat în perioada petrecută la această universitate.

Mulțumesc echipei POSDRU și personalului de la Serviciul Doctorate pentru promptitudinea și înțelegerea de care au dat dovadă.

Cele mai calde mulțumiri le adresez colectivului de la Muzeul de Istorie Naturală din Sibiu, în special curator mrd. Gabriela Cuzepan și șef de secție dr. Rodica Ciobanu pentru ajutorul acordat în analiza colecțiilor entomologice din acest muzeu.

Mulțumesc doamnei drd. Ghizela Vonica pentru sprijinul acordat în efectuarea caracterizării vegetației din siturile analizate.

Țin să aduc mulțumiri și colectivului de la Ocolul Silvic Mediaș, în special domnului ing. Bărbătei Radu, pentru informațiile legate de habitatele forestiere investigate și pentru unele resurse bibliografice.

Doresc să mulțumesc familiei mele pentru întreg sprijinul moral, de asemenea doresc să mulțumesc domnului/doamnei Crețu Petre, Crețu Niculae, Crețu Petre, Török Elena, Török Cornel, Crețu Paula, Armie Cristian și Armie Paul pentru sprijinul acordat în timpul deplasărilor pe teren.

## **ISTORICUL CERCETĂRILOR REFERITOARE LA UTILIZAREA LEPIDOPTERELOR CA BIOINDICATORI AI POLUĂRII ATMOSFERICE**

Degradarea mediului a fost pusă în evidență utilizându-se speciile sau comunitățile bioindicatoare. De regulă bioindicatorii sunt specii, populații, sau ansambluri de specii care, datorită variabilității lor (biochimice, fiziologice, etologice sau ecologice), permit caracterizarea stării unui ecosistem și pun în evidență, cât mai fidel posibil, modificările naturale sau antropice ale acestuia.

Lepidopterele, împreună cu lichenii, păsările și plantele vasculare, sunt cele mai frecvent monitorizate grupuri taxonomice (de Heer et al., 2005; Thomas, 2005; Settele et al., 2008).

Lepidopterele sunt buni indicatori ai biodiversității deoarece au unele caracteristici ecologice pe care alte grupuri taxonomice nu le au, de exemplu: aceștia au un ciclu scurt de viață ceea ce îi face mai sensibili la modificările habitatelor (Thomas, 1994; van Swaay & Warren, 1999; Thomas et al., 2004); datorită reproducerii lor în habitate restrânse, aceștia reflectă schimbările care au loc la o scară mică (van Swaay et al., 2006); în majoritatea habitatelor sunt prezente specii caracteristice de lepidoptere (van Swaay et al., 2006) și mai cel mai important diversitatea acestora reflectă diversitatea

altor grupe de nevertebrate și chiar a unor grupe de vertebrate (Thomas & Clarke, 2004; Thomas, 2005).

În consecință, monitorizarea schimbărilor din abundența și distribuția fluturilor ar putea fi folosite ca un potențial instrument al evaluării biodiversității la scară mare (Grosser, 1989; Măciucă, 2003; Thomas, 2005; van Swaay & van Strien, 2005; van Swaay et al., 2006; van Swaay, 2007; Fleishman & Murphy, 2009).

Lepidopterele sunt un grup taxonomic deosebit printre insecte deoarece fiind adaptați aproape la toate tipurile de habitate, aceștia pot fi studiați în toată lumea (Thomas, 2005).

De altfel doar prezența unei sau unor specii de lepidoptere într-un anumit habitat ne pot indica potențialul de conservare (Mas & Dietsch, 2004), sănătatea (Nel, 1992) și calitatea habitatului (Gordon & Cobblah, 2000; Brown & Freitas, 2002; Mouquet et al, 2005).

Lepidopterologii au mai încercat să coreleze diversitatea unei sau unor anumite specii sau grupe taxonomice cu diversitatea generală a speciilor de lepidoptere dintr-o anumită zonă (Beccaloni & Gaston, 1995; Swengel & Swengel, 1997; Swengel & Swengel, 1999; Horner-Devine et al. 2003, Schulze et al., 2004).

Alte studii au arătat că există o corelație între prezența unei părți dintr-o populație și toată populația de lepidoptere prezentă (Franzen & Ranius, 2004), iar alți entomologi au încercat să facă o legătură între prezența și absența unor sau tuturor speciilor de lepidoptere și diversitatea și abundența altor grupe taxonomice (Williams & Gaston, 1998; Ricketts et al., 1999; Maes et al., 2005).

Pentru a observa pentru ce sunt folosite lepidopterele ca specii bioindicatoare trebuie în primul rând să cunoaștem factorii naturali și antropici care le influențează.

Printre presiunile naturale exercitate asupra speciilor de lepidoptere se numără: condițiile climatice, relațiile interspecifice, dintre acestea în principal relațiile de parazitism, competiție și prădătorism dar și succesiunile naturale. Influențele antropice sunt extrem de diversificate, dar între principalele presiuni antropice sunt incluse: poluarea, transporturile, împăduririle și despăduririle, intensificarea agriculturii,

drenajul, managementul pășunilor, urbanizarea, suprapășunatul, turismul, arderea vegetației, combaterea dăunătorilor și supercolectarea (Rákosy & Stan, 1997; Kovács & Rákosy, 2001; Szekely, 1995).

Lepidopterele au fost folosite cu mare succes ca bioindicatori ai poluării, deoarece la aceștia a fost observat fenomenul de melanism (Ford, 1937, 1940, 1953, 1955; Kettlewell, 1955a, 1955b, 1956, 1957, 1958, 1961a, 1961b, 1973; Clarke și Sheppard, 1966; Lees, 1968, 1974, 1981; Bery, 1990; etc.). Melanismul la fluturi este fenomenul prin care unii indivizi ai speciei sunt mai închiși la culoare decât forma tipică, fapt în mare măsură datorat depunerii crescute de melanină din solzi epidermici.

## CARACTERIZAREA ZONEI COPȘA MICĂ

Suprafața cercetată are în centru orașul Copșa Mică (principala sursă de poluare), ale cărei coordonate sunt 46°06'45" latitudine nordică, respectiv 24°13'50" longitudine estică, aceasta se află situată în Depresiunea Transilvaniei, partea sud-vestică, mai precis în Podișul Târnavelor și în Podișul Blajului (nordul județului Sibiu și estul județului Alba).

În anul 2011 s-a efectuat un studiu faunistic al zonei, perioadă în care au fost investigate multe tipuri de habitate, au fost selectate și cercetate un număr de 12 puncte de colectare intinerante (fig. 1).

Iar pe lângă acestea, prin investigații personale, au fost identificate în anul 2010 exemplare provenind din zona cercetată în colecțiile entomologice Daniel Czekelius, Eckbert Schneider, Victor Weindel, depozitate la Muzeul de Istorie Naturală din Sibiu. Același lucru a fost realizat și în cadrul Muzeului din Mediaș, unde a fost studiată colecția de lepidoptere Szucs Oliveriu, care din pacate nu a fost etichetată, proveniența exemplarelor din împrejurimile localității Mediaș nefiind sigură.

În aceste colecții dar și sursele bibliografice: Czekelius (1897, 1917, 1935), Burnaz (1993), Ciochia & Barbu, 1980, Popescu-Gorj (1964), Rákosy (1996), Rákosy & Weber (1986), Schneider (1970, 1984), Skolka (1993), Stănescu (1995), König (1986), Vicol (1982), sunt incluse specii din localitățile: Șeica Mare (Cb 01), Agârbiciu (Cb 02),



Axente Sever (Cb 03), Moșna (Cb 04), Târnăvioara (Cb 05), Bazna (Cb 06), Valea Lungă (Cb 07) și Micăsasa (Cb 08).

Lepidoptere diurne au fost colectate cu ajutorul fileului entomologic și cele nocturne cu ajutorul capcanelor luminoase portabile cu lumină UV.

Adițional au fost investigate 11 puncte permanente de colectare, descoperind în urma studiului faunistic că habitate de pădure sunt potrivite pentru acest studiu. Acestea conțin cel mai mare număr de specii cu forme melanice, în plus prezentând și o biodiversitate relativ ridicată (Fig. 2). Perioada de colectare a probelor este cuprinsă între 04 aprilie - 28 septembrie 2012, fiecare punct fiind investigat lunar prin aceleași metode de colectare. Au fost evitate nopțile cu lună plină, cu temperaturi minime sub 10 °C și nopțile cu ploi abundente.

În fiecare din cele 11 puncte de colectare au fost instalate câte 2 capcane luminoase portabile cu tub fluorescent 8W blacklight, conectate la o baterie de 12 V (McGregor et al., 1987; Huemer, 2002; Axmacher & Fiedler, 2004; Hilt et al., 2006; Fayle et al., 2007; Hawes et al., 2009; Ramamurthy et al., 2010). Aceste capcane au fost amplasate la minim 200 m de marginea păduri și la minim 200 m una de cealaltă pentru ca razele luminoase să nu se suprapună.

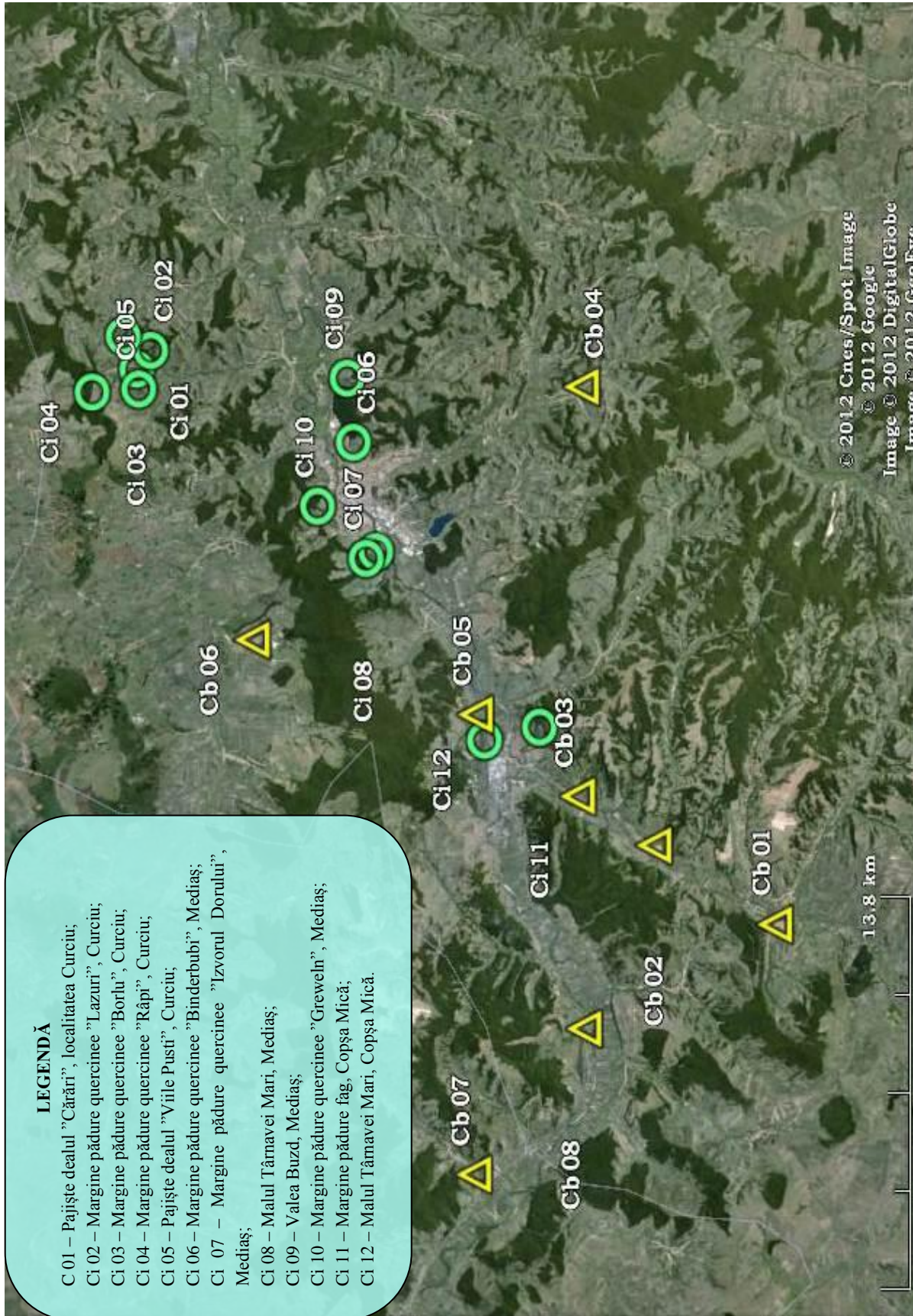


Fig. 01 – Harta punctelor de colectare intinerante pentru materialul lepidopteric din zona Copșa Mică

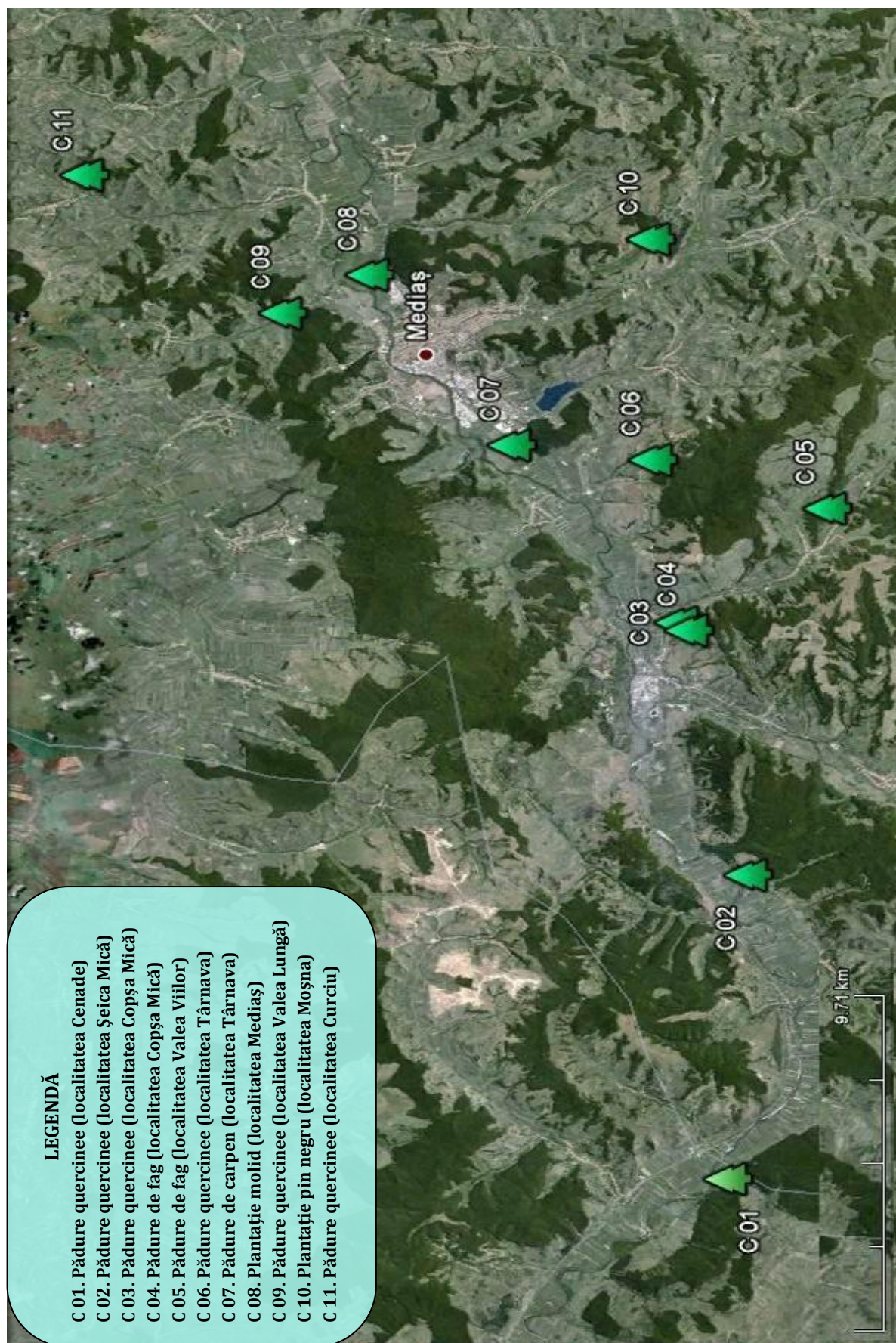


Fig. 02 – Harta punctelor de colectare permanente pentru materialul lepidopterologic din zona Copșa Mică

## CARACTERIZAREA FAUNISTICĂ A MACROLEPIDOPTERELOR DIN ZONA COPȘA MICĂ

### Diversitatea taxonomică a macrolepidopterelor din zona Copșa Mică

Analiza datelor obținute de către autor și a literaturii de specialitate indică existența în această zonă a unei diversități specifice ridicate, aceasta dacă se ia în considerare poluarea intensivă din această zonă. Până în prezent au fost identificate 546 specii de macrolepidoptere, acești taxoni sunt încadrați în 9 suprafamilii, 19 familii și 49 subfamilii.

### Analiza distribuției abundenței specifice pe stațiunile cercetate

Analiza datelor din siturile permanente, ne indică o bogăție a speciilor dependentă atât de nivelul de poluare al fiecărui sit cât și de tipul de vegetație existent.

În urma investigațiilor lepidopterologice au fost descoperite în aceste situri 319 specii, estimând cu ajutorul indicelui Chao2 valoarea totală a speciilor din aceste situri ajunge la 374 specii (deviație standard +/- 16 specii).

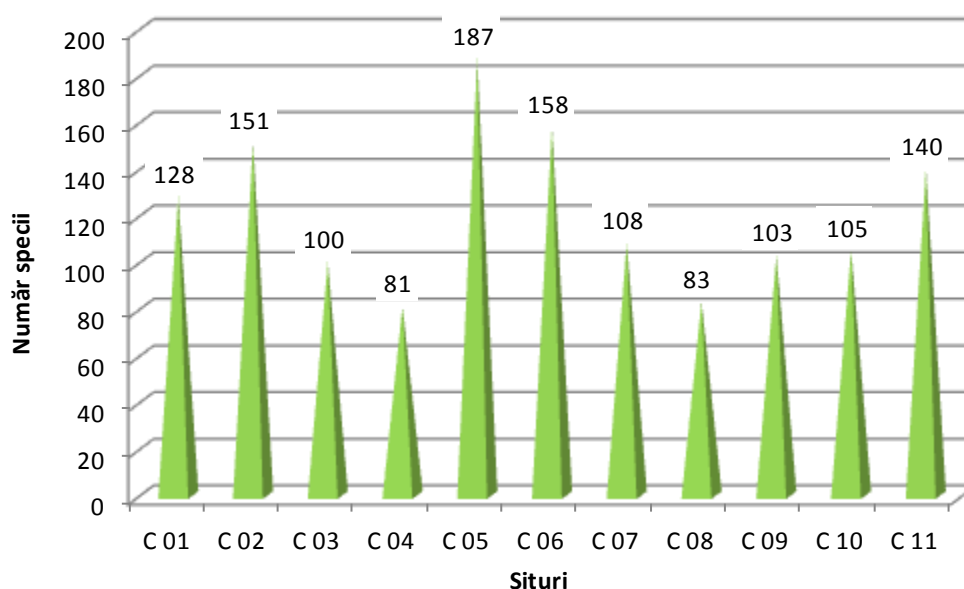


Fig. 03 – Numărul de taxoni identificați din siturile permanente

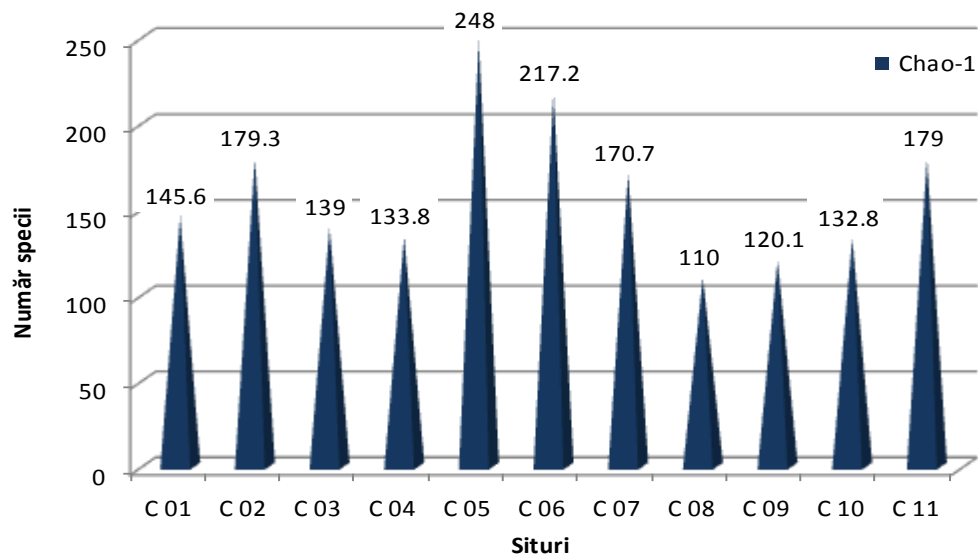


Fig. 04 – Numărul de taxoni din punctele de colectare permanente estimat pe baza indicelui Chao-1

Analizând numărul de taxoni din siturile investigate (fig. 03) putem observa o diversitate specifică ridicată în siturile din pădurile de quercinee aflate la o distanță mare față de sursa de poluare (C 01, C 02, C 06, C 09 și C 11). Diferențele între situl C 03 aflat lângă Copșa Mică și siturile C 01, C 02, C 06, C 09 sau C 11 este de aproximativ 30 – 40 specii. C 01, C 02, C 06, C 09 și C 11 au o valoare apropiată a numărului de specii, variind între 128 specii (C 01) și 139 specii (C 09 și C11).

Valorile estimate prin indicele Chao1 ne indică o diversitate specifică mai mare în aceste situri (fig. 04). Numărul speciilor din aceste situri fiind aproximativ dublu față de valoarea inițială. Cu toate acestea se confirmă cele susținute anterior, siturile C 03 și C 04 sunt sărace în specii la fel și siturile din plantațiile de conifere (C 08 și C 10), în timp ce pădurea de fag din C 05 prezintă 248 specii cu peste 100 de specii mai mult decât valoarea inițială, fiind situl cu cea mai mare diversitate specifică.

Rolul tipului de vegetație este mai puțin evident în cazul celor trei habitate de pădure din C 03 (pădure de quercinee), C 04 (pădure de fag ) și Ci 11 (lizieră pădure de fag), diferențele între valorile abundenței specifice fiind foarte mici.

### Analiza categoriilor zoologice pentru speciile de macrolepidoptere

Din cele 546 de specii, 174 specii (26,9 %) sunt incluse în diferite categorii de periclitate. Printre aceste specii se numără și specia critic periclitată *Euthrix potatoria* (Linnaeus, 1758), specie întâlnită în pădurile de quercinee din Curciu, Târnava și Valea Lungă (C 11; C 06; C 09) dar și în pădurile de *Fagus sylvatica* din Copșa Mică și Valea Viilor (C 04; C 05). Această specie a mai fost întâlnită și în plantația de molid de lângă Mediaș (C 08), provenind probabil din pădurile din împrejurimile acestui punct de colectare. Altă specie critic periclitată ce preferă pădurile de quercinee este *Cyclophora quercimontaria* (Bastelberger, 1897) specie întâlnită la Șeica Mică și Valea Viilor (C 02; C 05). Tot în această zonă întâlnim și specia critic periclitată *Ourapteryx sambucaria* (Linnaeus, 1758), descoperită în plantația de *Pinus nigra* din localitatea Moșna (C 10). Din nefericire specia critic periclitată *Orgyia recens* (Hübner, 1819), colectată de Daniel Czékelius în anul 25.07.1892 din localitatea Mediaș, nu a mai fost colectată, deși au fost investigate un număr mare de habitate în care această specie ar fi putut fi prezentă, cu toate acestea fără un studiu riguros nu se poate afirma că această specie a dispărut din această zonă. Au fost întâlnite de asemenea și 8 specii periclitare (EN), 33 specii vulnerabile (VU) și 126 specii potențial amenințate (NT).

### Speciile de macrolepidoptere protejate de lege din zona Copșa Mică

În ceea ce privește legislația care protejează speciile cu interes pentru lista roșie, unele specii de lepidoptere sunt cuprinse în anexele Directivei Habitare, Legea nr. 49/2011.

Anexa nr. 3A cuprinde specii de plante și de animale a căror conservare necesită desemnarea ariilor speciale de conservare și a ariilor de protecție specială avifaunistică aici sunt incluși taxoni: *Eriogaster catax* (Linnaeus, 1758), *Euphydryas maturna* (Linnaeus, 1758), *Lycaena dispar* (Haworth, 1802) descoperiți în zona Copșa Mică.

Anexa nr. 4A cuprinde specii de interes comunitar, specii de animale și de plante care necesită o protecție strictă, din această anexă au fost identificați taxoni: *Eriogaster catax* (Linnaeus, 1758), *Euphydryas maturna* (Linnaeus, 1758), *Lycaena dispar*

(Haworth, 1802), *Maculinea arion* (Linnaeus, 1758), *Maculinea teleius* (Bergstrasser, 1779), *Parnassius mnemosyne transsylvanica* (Schmidt, 1930) și *Proserpinus proserpina* (Pallas, 1772).

Anexa nr. 4B cuprinde specii de interes național, specii de animale și de plante care necesită o protecție strictă: *Argynnis laodice* (Pallas, 1771), *Colias chrysotheme* (Esper, 1781), *Cupido osiris* (Meigen, 1829), *Cupido (Everes) alcetas* (Hoffmannsegg, 1804), *Heteropterus morpheus* (Pallas, 1771), *Neptis sappho* (Pallas, 1771), *Plebeius sephirus* (Frivaldszky, 1835) și *Pyrgus sidae* (Esper, 1784).

În total fiind identificați 15 taxoni incluși în Legea nr.49/2011 și protejați prin lege.

## **ANALIZA ECOLOGICĂ A COMUNITĂȚILOR DE MACROLEPIDOPTERE DIN HABITATELE FORESTIERE SITUATE ÎN ZONA COPȘA MICĂ**

### **Analiza taxonilor dominanți și dinamica acestora între**

#### **habitatele investigate**

---

Analiza separată a siturilor cu habitate similare cum sunt cele din pădurile de quercinee, pădurile de fag sau plantațiile de conifere ne oferă informații despre diferențele dintre structura speciilor de macrolepidoptere din habitatele poluate și nepoluate și despre factorii abiotici care influențează compoziția acestora.

Unul dintre factorii principali care influențează structura și compoziția acestor comunități este structura învelișului vegetal, speciile dominante fiind consumatoare de arbori, arbuști sau plante joase întâlnite doar în păduri.

Structura celor 6 situri din pădurile de quercinee este una extrem de variată, deși prezintă unele caracteristici comune.

Situl C 11, din apropierea localității Curciu, neafectată de poluarea de la Copșa Mică, are o structură complet diferită, specia dominantă este *Spatalia argentina* specializată pe arbori din genul *Quercus*, structura speciilor fiind foarte omogenă.

După cum putem observa în pădurile de quercinee speciile genului *Cyclophora sp.* au cele mai mari valori ale indicelui Dzuba (fig. 05), aceste specii fiind consumatoare de

quercinee, *Cyclophora punctaria* consumând doar reprezentanți ai genului *Quercus* în timp ce *Cyclophora linearia* consumă o gamă mai largă de Fagaceae.

De asemenea observăm o dominanță categorică a celor două specii de *Cyclophora* în pădurile de quercinee afectate de activități antropice.

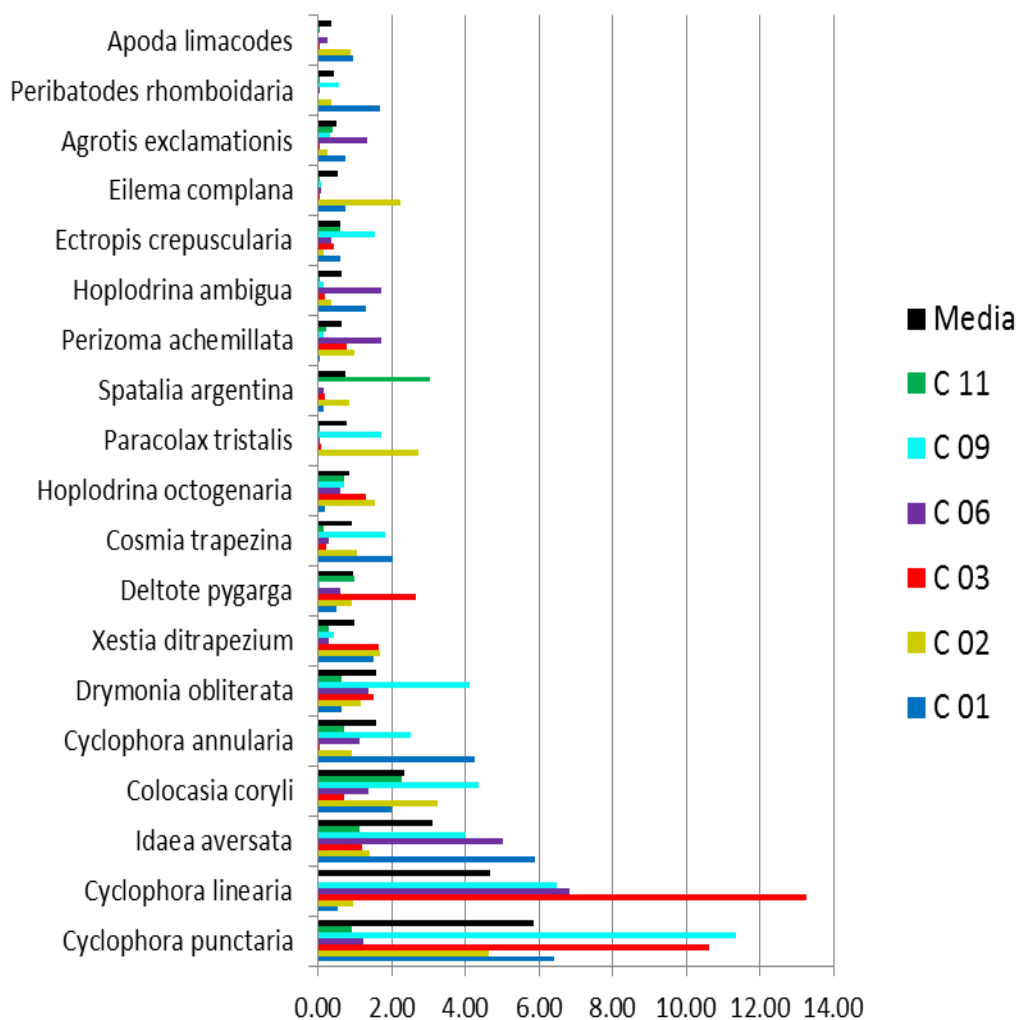


Fig. 05 – Ponderea speciilor cu cele mai mari valori ale indicelui Dzuba din pădurile de quercinee

Același trend se întâlnește și în cele două păduri de fag, acestea având o structură a speciilor distinctă, iar cele două plantații de conifere au o structură de asemenea semnificativ diferită.



## Similaritatea compoziției comunităților de macrolepidoptere

### din zona Copșa Mică

În rezultatul analizei indicelui Jaccard au fost obținute date privind gradul de asemănare a comunităților macrolepidoptere din aceste păduri, în baza numărului de specii comune.

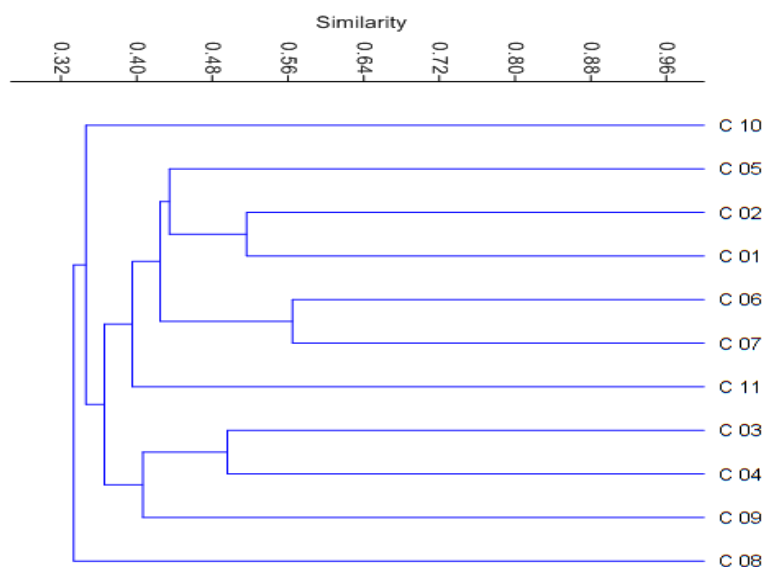


Fig. 06 – Clusterul de similaritate al comunităților de macrolepidoptere din zona Copșa Mică

Studiind clusterul de similaritate putem observa o similaritate maximă a componentei comunităților de macrolepidoptere din pădurea de quercinee din de lângă localitatea Târnavă C 07 și pădurea de carpen C 06 de lângă aceeași localitate, indicele de similaritate atingând aici valoarea  $J=0,56$  (fig. 06).

Compoziția specifică semnificativ diferită se înregistrează între pădurea de quercinee de lângă localitatea Târnavă (C 07) și pădurea de fag de lângă localitatea Copșa Mică (C 04), valoarea indicelui Jaccard fiind doar  $J=0,28$ .

Pădurile din siturile C 03, C 4, C 09 fiind influențate de activitatea antropică formează alt grup deși acestea cuprind atât păduri de quercinee (C 03 și C 04) cât și o pădure de fag (C 04).

Foarte asemănătoare sunt și pădurile de quercinee din C 01 și C 02, acestea fiind apropiate și ca poziție geografică, dispun de vegetație asemănătoare, aceleași tipuri de soluri și același relief.

În timp ce compoziția pădurii de quercinee din C 11 este foarte diferită de celelalte păduri de quercinee, la fel este și compoziția celor două plantații.

După cum am observat și din analiza Jaccard și din analiza permANOVA observăm diferențe semnificative între cele 11 situri (permANOVA, 5000 permutații,  $p=0.0053$ ,  $F=2.39$ ,  $Df=11$ ). În ceea ce privește siturile din zona localității Mediaș nu au fost observate diferențe semnificative între situri (permANOVA, 5000 permutații,  $p=0.1628$ ,  $F=1.494$ ,  $Df=5$ ), nici între siturile din pădurile de quercinee nu au fost observate diferențe semnificative (permANOVA, 5000 permutații,  $p=0.4$ ,  $F=1.05$ ,  $Df=6$ ).

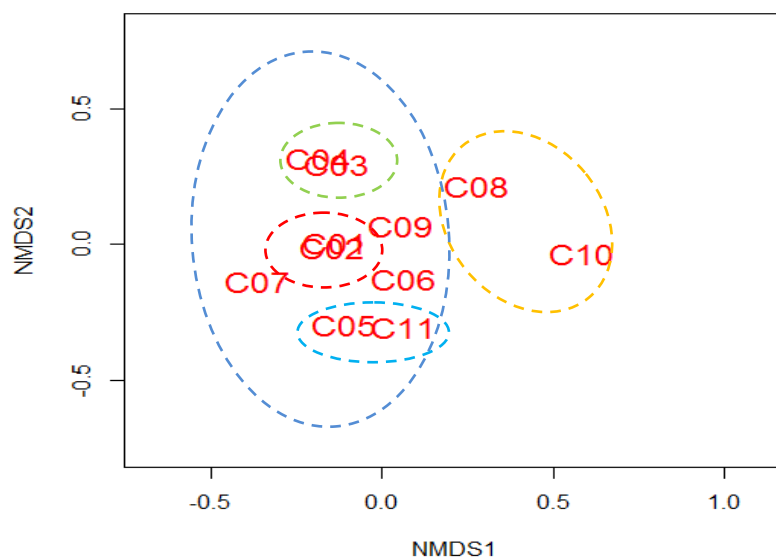


Fig. 07 – Diagramele de ordonare NMDS a gradului de similaritate al structurii comunităților de macrolepidoptere din zona Copșa Mică

Analiza NMDS pe baza similarității Bray-Curtis atestă asemănarea celor două plantații de conifere pe deoparte și cea a pădurilor de foioase pe de altă parte (fig. 07).

Deasemenea în cadrul celui de-al doilea grup observăm similitudinea siturilor C 01 și C02, aceste două situri având o densitate numerică asemănătoare, aceeași situație este întâlnită și între siturile poluate C 04 și C 03 de lângă localitatea Copșa Mică.

Asemănări semnificative fiind întâlnite și între cele două situri nepoluate C 05 și C 11 chiar dacă aceste două situri prezintă o vegetație foarte diferită, condițiile prezente determină apariția unei densități specifice ridicate.

La polul opus stau cele două habitate din plantațiile de conifere acestea având o densitate numerică scăzută, dar și o compoziție diferită a speciilor.

### Diversitatea comunităților de macrolepidoptere din zona Coșșa Mică

În ce privește indicele de diversitate Shannon-Wiener ( $H'$ ), cea mai mare valoare este înregistrată în situl din pădurea de quercinee C 11, acest sit prezintă o stabilitate structurală mai ridicată a comunităților de macrolepidoptere, în timp ce situl cu stabilitatea cea mai scăzută este situl din pădurea de quercinee din C 03, poluarea existentă în acest sit determinând această scădere (fig. 08). Alte situri cu stabilitate structurală mai ridicată sunt și C 02, C 05 și C 06, deoarece prezintă un nivel de poluare scăzut, acesta nu a afectat semnificativ structura comunităților și stabilitatea acestora.

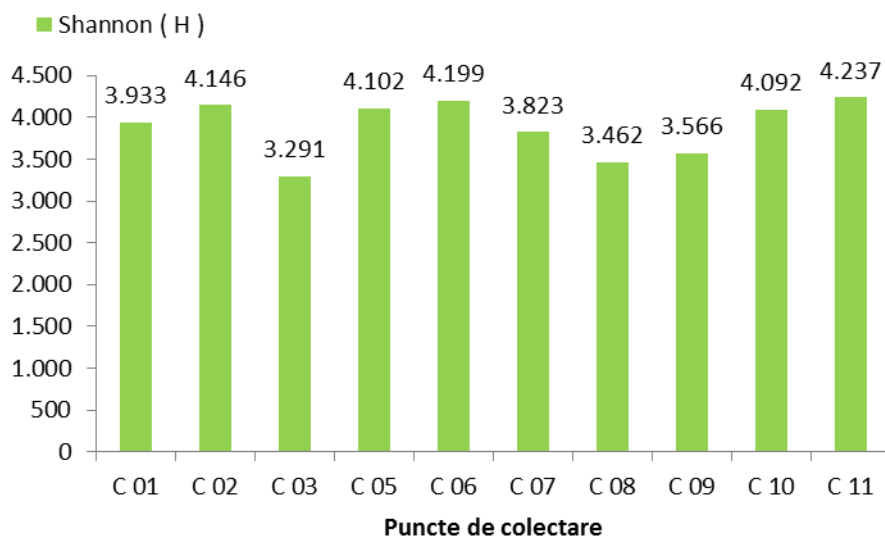


Fig. 08 – Dinamica indicelui de diversitate Shannon-Wiener din siturile investigate

Scăderea diversității din siturile C 03 și C 04 fiind datorată în mare măsură degradării învelișului vegetal și scăderii diversității stratului, de care macrolepidopterele sunt dependente, pe de altă parte competiția pentru resurse disponibile este mai scăzută, unele specii profitând de resursele rămase disponibile, cum sunt de exemplu reprezentanți genului *Cyclophora sp.* din pădurile de quercinee. În schimb în alte tipuri de habitate cum este cel din plantația de molid, oferă resurse

speciilor capabile să se adapteze, cum este cazul speciei *Idaea aversata*. O biodiversitate scăzută are și plantația de molid (C 08), unde resursele trofice disponibile determină această diversitate scăzută.

Valorile acestui indice nu variază foarte mult, între  $H' = 3,291$  și  $H' = 4,237$ , indicând totuși o diversitate a celor 11 situri asemănătoare.

Creșterea sau descreșterea diversității comunităților de macrolepidoptere fiind rezultatul interacțiuni dintre mai mulți factori atât abiotici cât și biotici, atât naturali cât și antropici.

#### Sursa trofică a larvelor speciilor de macrolepidoptere din zona Copșa Mică

Analizând comunitățile de macrolepidoptere din zona Copșa Mică, am observat importanța vegetației de care acestea sunt direct depende.

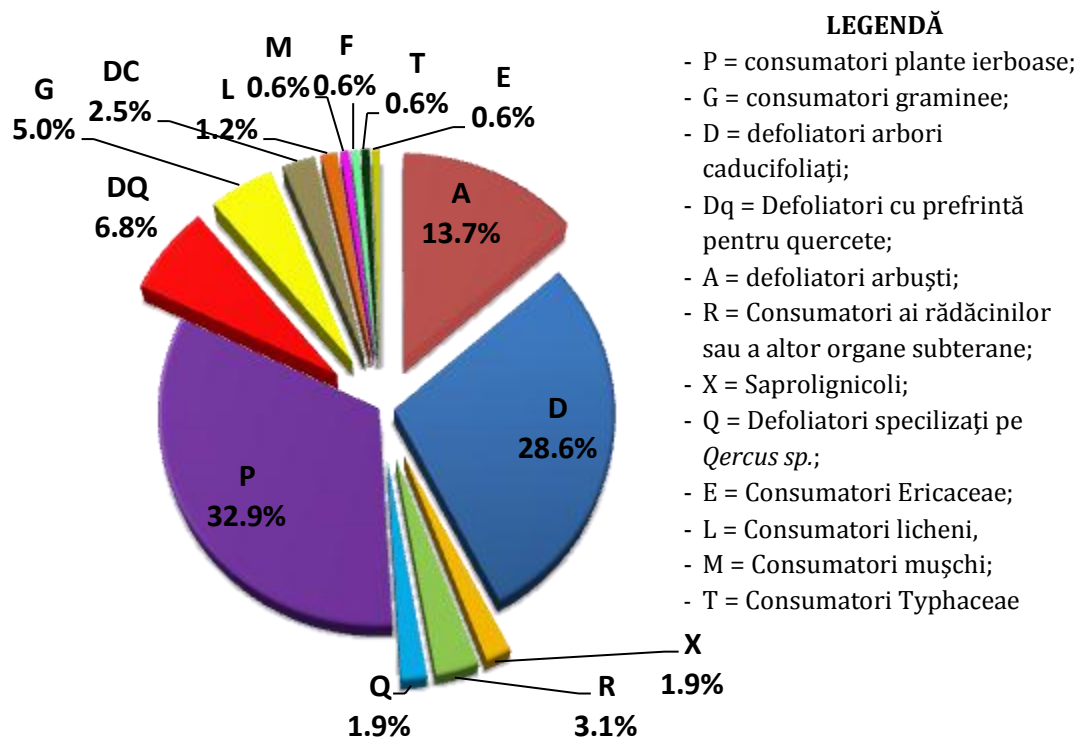


Fig. 09 – Spectrul trofic larvar al speciilor de macrolepidoptere din habitatele de pădure din zona Copșa Mică

Analiza sursei trofice din habitatele de pădure evidențiază dominanța speciilor consumatoare de plante ierboase ce formează 32,9 % din totalul speciilor determinate și

a grupului defoliatorilor de foioase (28,6 %). Urmate de consumatorii specializați pe arbuști, 13,7 % (*Crataegus monogyna*, *Clematis vitalba*, *Sambucus nigra*, *Prunus spinosa*, *Berberis vulgaris*, etc.), apoi speciile defoliatoare ce preferă quercetele (6,8 %). 5 % din materialul analizat sunt consumatori ai gramineelor, apoi consumatori ai rădăcinilor sau a altor organe subterane (3,1 %). Alte tipuri de consumatori sunt cei: defoliatori al diferitelor specii de conifere (2,5 %), defoliatori ai speciilor genului *Quercus* (1,9 %). Consumatorii lichenilor reprezintă 0,6 % din totalul speciilor, majoritatea acestor specii aparținând familiei *Erebidae* (fig. 09).

În ceea ce privește baza trofică larvară, în siturile investigate majoritatea speciilor de mcollepidoptere consumă plante joase dar și foioase, în multe situri ponderea celor două categorii de consumatori fiind egală.

Pădurile de quercinee prezintă aproximativ aceeași baza trofică larvară, deși sunt mici diferențe între situri, acestea nu sunt semnificative.

Alt aspect observat este cel al ponderi reduse ale consumatorilor de conifere din plantația de molid (C 08) și din plantația de pin negru (C 10), deși în aceste habitate sunt resurse trofice pentru existența acestor specii.

### **ANALIZA FORMELOR MELANICE ALE SPECIEI *BISTON BETULARIA* (Linnaeus, 1758) DIN ZONA COPȘA MICĂ**

Cunoscând nivelul ridicat al poluării atmosferice de la Copșa Mică, prin acțiunea sinergică a metalelor grele și compușilor sulfului, această localitate prezintă condiții propice pentru apariția unor forme melanice ale speciei *Biston betularia* (Linnaeus, 1758).

Autori Rákosy & Rákosy (1997) au observat că ponderea formelor melanice tinde să scadă odată cu creșterea distanței față de sursa de poluare, mai exact față de platforma industrială de la Copșa Mică. Prin analiza nivelului noxelor din cele 11 situri am observat existența a trei niveluri de poluare, slab poluat (nepoluat), mediu poluat și foarte puternic poluat, în siturile slab poluate din zona Copșa Mică, în anul 1989, dominantă era forma carbonaria (39 %) și insularia (48,8 %), în anul 2012 forma insularia domină categoric celelalte două forme, ponderea formei carbonaria scăzând substanțial.

Odată cu apropierea de sursa de poluare, crește și ponderea formei carbonaria, indicând și un nivel mai crescut al poluării. În anul 1989 în siturile cu nivel mediu de poluare, forma carbonaria este dominantă (56 %), fiind urmată de forma insularia, în schimb în anul 2012, ponderea formei insularia este înjumătățită (25 %), dominantă autoritară fiind forma insularia. De asemenea observăm că ponderea formelor melanice din siturile medii poluate este apropiată de cea a formelor melanice din siturile nepoluate, de unde putem deduce că și nivelul poluanților din aceste situri este unul mult mai scăzut.

Siturile din imediata apropiere a localității Copșa Mică, erau dominate în 1989 de prezența formei carbonaria (96 %), forma insularia având un pondere foarte scăzută (4 %), forma typica fiind absentă.

În anul 2012 în schimb ponderea formei melanice carbonaria scade cu 36 %, crescând și ponderea formei insularia, aici existând și specii de *Biston betularia* ce prezintă forma typica. De unde deducem că și nivelul poluațiilor din această zonă este unul foarte ridicat deși acesta a scăzut considerabil.

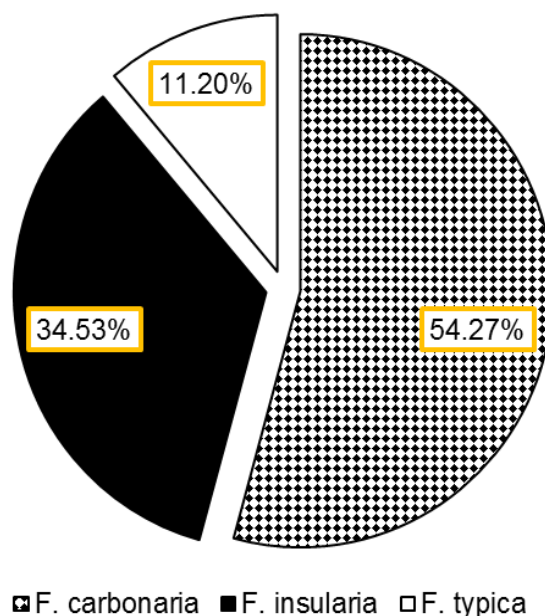


Fig. 10 – Frecvența formelor melanice ale speciei *Biston betularia* din anul 1989 în zona Copșa Mică

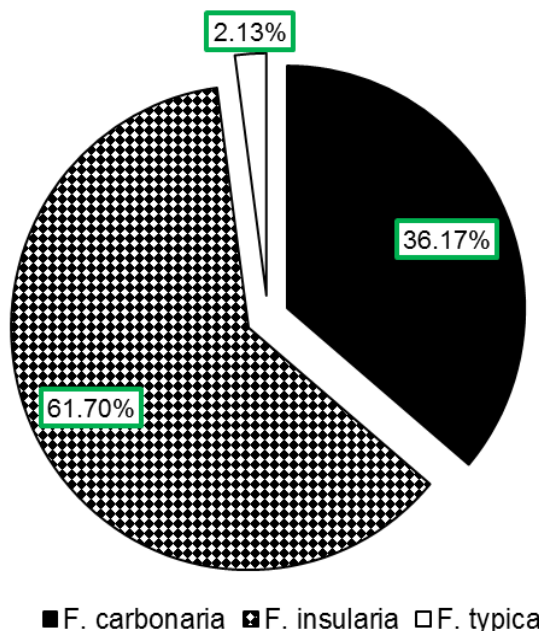


Fig. 11 – Frecvența formelor melanice ale speciei *Biston betularia* din anul 2012 în zona Copșa Mică

Însumând ponderile din cele trei nivele de poluare, observăm că în urma cercetările efectuate de Rákosy & Rákosy (1997) în zona Copșa Mică în anul 1988-1989 indică o dominanță absolută a formelor melanice, însumată valoarea celor două forme insularia și carbonaria fiind de 88,8 %, atestând gradul ridicat al noxelor din această zonă (fig. 10).

Situația formelor melanice din zona Copșa Mică din anul 2012 este asemănătoare, dacă odată cu creșterea nivelului noxelor ne-am aștepta ca și procentajul formei carbonaria să crească, stagnarea procentajelor formei carbonaria este rezultatul reducerii nivelului poluanților și al regenerării pădurii investigate (fig. 11).

În prezent forme melanice au fost descoperite doar la *Agrotis exclamationis* (Linnaeus, 1758) (12,4 %), *Lymantria monacha* (Linnaeus, 1758)(6,3 %), *Oligia strigilis* (Linnaeus, 1758), *Calliteara pudibunda* (Linnaeus, 1758)(9,2 %) și *Ectropis crepuscularia* (Denis & Schiffermüller, 1775)(10,2 %) (cifrele din paranteză indică proporția de forme melanice).

Odată cu scăderea nivelului principalilor poluanți s-a înregistrat și o schimbare a nuanței scoarței copacilor pe care aceste forme melanice în special forma carbonaria se odihnesc, ceea ce a dus la rândul său la un consum mai mare al acestor forme de către păsări (Cook et al., 2012).

În urma de sistării activității celor două întreprinderi, mai întâi Carbosim și apoi Sometra, s-a redus considerabil și nivelul poluanților SO<sub>2</sub>, al metalelor grele Pb, Cd, Cu, Zn, ceea ce a determinat și unele modificări în habitatele din această zonă, de unde și reducerea formelor melanice, în viitor probabil ponderea acestor forme, în special a formei carbonaria vor scădea și mai mult.

## CONCLUZII

– În zona Copșa Mică au fost identificate 546 specii de macrolepidoptere, acești taxoni sunt încadrați în 9 suprafamilii, 19 familii și 49 subfamilii. Macrolepidoptere diurne au fost identificate 99 de specii și nocturne 447 specii. Indicând existența în această zonă a unei diversități specifice ridicate, având în vedere poluarea intensivă din această zonă.

– Analiza datelor din siturile permanente, indică o bogăție a speciilor dependentă atât de nivelul de poluare al fiecărui sit cât și de tipul de vegetație existent. În urma investigațiilor lepidopterologice au fost descoperite în aceste situri 319 specii, estimând cu ajutorul indicelui Chao2, valoarea totală a speciilor din aceste situri ajunge la 374 specii.

– 174 specii (26,9 %) sunt incluse în diferite categorii de periclitate. Printre aceste specii se numără și speciile critic periclitate *Euthrix potatoria* (Linnaeus, 1758), *Cyclophora quercimontaria* (Bastelberger, 1897) și *Orgyia recens* (Hübner, 1819), colectată de Daniel Czékelius în anul 25.07.1892 din localitatea Mediaș, dar și 8 specii periclitare (EN), 33 specii vulnerabile (VU) și 126 specii potențial amenințate (NT).

– Siturile intensiv poluate au o diversitate a speciilor protejate foarte mică comparativ cu cele nepoluate.

– Dominanța absolută a anumitor specii, cum sunt în cazul nostru speciile genului *Cyclophora sp.* indică o un grad ridicat de degradare în habitatele poluate, comparativ cu cele nepoluate, în care structura speciilor este mai omogenă.

– A fost observată o similaritate maximă a componenței comunităților de macrolepidoptere din pădurea de quercinee de lângă localitatea Târnava C 07 și a pădurii de carpen C 06.



– Compoziția comunităților de lepidoptere din pădurea de quercinee din C 11 este foarte diferită de cea a situri situate în acest tip de habitat.

– Analiza permANOVA evidențiază diferențele semnificative dintre cele 11 situri (permANOVA, 5000 permutații,  $p=0.0053$ ,  $F=2.39$ ,  $Df=11$ ). În ceea ce privește siturile din zona localității Mediaș nu au fost observate diferențe semnificative între situri (permANOVA, 5000 permutații,  $p=0.1628$ ,  $F=1.494$ ,  $Df=5$ ), nici între siturile din pădurile de quercinee (permANOVA, 5000 permutations,  $p=0.4$ ,  $F=1.05$ ,  $Df=6$ ).

– Analiza NMDS pe baza similarității Bray-Curtis atestă asemănarea celor două plantații de conifere pe deoparte și cea a pădurilor de foioase pe de altă parte. De asemenea în cadrul celui de-al doilea grup este înregistrată o similitudine mai mare între siturile C 01 și C02, aceste două situri având o densitate numerică asemănătoare, aceeași situație este întâlnită și între siturile poluate C 04 și C 03 de lângă localitatea Copșa Mică. Asemănări semnificative fiind și între cele două situri nepoluate C 05 și C 11 chiar dacă aceste două situri prezintă o vegetație foarte diferită.

– În ce privește indicele de diversitate Shannon-Wiener ( $H'$ ), cea mai mare valoare este înregistrată în situl din pădurea de quercinee C 11, situl prezintă o stabilitate structurală mai ridicată a comunităților de macrolepidoptere, în timp ce situl cu stabilitatea cea mai scăzută este situl din pădurea de quercinee din C 03, poluarea existentă în acest sit determinând această scădere. Alte situri cu stabilitate structurală mai ridicată sunt și C 02, C 05 și C 06, deoarece prezintă un nivel de poluare mai scăzut, nu a afectată semnificativ structura și stabilitatea comunităților.

– Sursa trofică larvară din habitatele de pădure evidențiază dominanța speciilor consumatoare de plante ierboase și a grupului defoliatorilor de foioase. Urmate de consumatorii specializați pe arbuști, apoi speciile defoliatoare ce preferă quercetele. Celelalte tipuri de consumatori având o pondere mai mică. Pădurile de quercinee prezintă aproximativ aceeași baza trofică larvară, deși sunt mici diferențe între situri, acestea nu sunt semnificative.

– A fost observată o scădere a ponderii formelor melanice odată cu creșterea distanței față de sursa de poluare, mai exact față de platforma industrială de la Copșa Mică.

– Prin analiza nivelului noxelor din cele 11 situri am observat existența a trei niveluri de poluare, slab poluat (nepoluat), mediu poluat și foarte puternic poluat, în

siturile slab poluate din zona Copșa Mică, în anul 1989, dominantă era forma carbonaria și insularia, în anul 2012, cele două forme au aceeași pondere, în condițiile unei creșteri al nivelului poluării ar crește și ponderea formei carbonaria, această stagnare este realizată doar în condițiile reducerii poluării atmosferice din zonă. În urma sistării activității celor două întreprinderi, mai întâi Carbosim și apoi Sometra, s-a redus considerabil și nivelul poluanților SO<sub>2</sub> și al metalelor grele (Pb, Cd, Cu, Zn), ceea ce a determinat și unele modificări în habitatele din această zonă, de unde și reducerea formelor melanice.

## BIBLIOGRAFIE

- Axmacher, J.C., Fiedler, K., 2004.** Manual versus automatic moth sampling at equal light sources – a comparison of catches from Mt. Kilimanjaro. *Journal of the Lepidopterists' Society* 58 (4): 196 - 202.
- Beccaloni, G.W., Gaston, K.J., 1995.** Predicting the species richness of Neotropical forest butterflies: Ithomiinae (Lepidoptera: Nymphalidae) as indicators. *Biological Conservation* 71: 77–86.
- Berry, R.J., 1990.** Industrial melanism and peppered moths (*Biston betularia* (L.)). *Biol. J. Linn. Soc.* 39: 301-322.
- Brown, K.S., Jr., Freitas, A.V.L., 2002.** Butterfly communities of urban forest fragments in Campinas, Sao Paulo, Brazil: structure, instability, environmental correlates, and conservation. *Journal of Insect Conservation* 6: 217–231.
- Burnaz, S., 1993.** Catalogul colecției de lepidoptere a Muzeului județean Deva. *Sargetia. Acta Mus. Dev., Ser. Sci. Nat. Deva* 14-15: 157–302 .
- Ciochia, V., Barbu, A., 1980,** Catalogul colecției de lepidoptere „Nicolae Delvig” a Muzeului Județean Brașov, Cumidava, Brașov 12(4): 7-99.
- Clarke, C.A., Sheppard, P.M., 1966.** A local survey of the distribution of industrial melanic forms in the moth *Biston betularia* and estimates of the selective values of these in an industrial environment, *Proceedings of the Royal Society of London B*, 165: 424 - 439.
- Czekelius, D., 1897.** Kritisches Verzeichnis der Schmetterlinge Siebenbürgens. *Verh. Mitt. Siebenb. Ver. Naturwiss. Hermannstadt* 47: 1-78.
- Czekelius, D., 1917.** Beiträge zur Schmetterlingsfauna Siebenbürgens. *Verh. Mitt. Siebenb. Ver. Naturwiss. Hermannstadt* 67: 1-57.
- Czekelius, D., 1935.** Beiträge zur Schmetterlingsfauna Siebenbürgens, *Verh. Mitt. Siebenb. Ver. Naturw. Hermannstadt* 83-84:60-69.

- Fayle, T.M., Sharp, R.E., Majerus, M.E.N., 2007.** The effect of moth trap type on size and composition in British Lepidoptera. *British Journal of Entomology and Natural History* 20: 221-232.
- Fleishman, E., Murphy, D.D., 2009.** A realistic assessment of the Indicator potential of butterflies and other charismatic taxonomic groups. *Conserv. Biol.* 23: 1109-1116.
- Ford, E.B., 1937.** Problems of heredity in the Lepidoptera, *Biological Reviews*, 12: 461–503.
- Ford, E.B., 1940.** Polymorphism and taxonomy. In Huxley J. *The new systematics*. Oxford.
- Ford, E.B., 1945,** Polymorphism. *Biol. Rev.*, 20: 73.
- Ford, E.B., 1953.** The genetics of polymorphism in the lepidoptera. *Advances in Genetics* 5: 43-87.
- Ford, E.B., 1955.** *Moths*. New Naturalist 30 HarperCollins, London.
- Franzen, M., Ranius, T., 2004.** Occurrence patterns of butterflies (Rhopalocera) in semi-natural pastures in southeastern Sweden. *Journal for Nature Conservation* 12: 121–135.
- Gordon, I., Cobblah, M., 2000.** Insects of the Muni-Pomadze Ramsar site. *Biodiversity and Conservation* 9: 479–486.
- Hawes, J., Da Silva Motta, C., Overal, W.L., Barlow, J., Gardner, T.A., Peres, C.A., 2009.** Diversity and composition of Amazonian moths in primary, secondary and plantation forests. *Journal of Tropical Ecology*, 25(03): 281-300.
- Hilt, N., Brehm, G., Fiedler, K., 2006.** Diversity and ensemble composition of geometrid moths along a successional gradient in the Ecuadorian Andes. *Journal of Tropical Ecology* 22(02): 155-166.
- Horner-Devine, M.C., Daily, G.C., Ehrlich, P.R., Boggs, C.L., 2003.** Countryside biogeography of tropical butterflies. *Conservation Biology* 17: 168–177.
- Huemer, P., 2002.** Biomonitoring der Schmetterlingsfauna in Waldstandorten Südtirols und
- Kettlewell, H.B.D., 1955a.** Selection experiments on industrial melanism in the Lepidoptera. *Heredity* 9: 323-342.
- Kettlewell, H.B.D., 1955b.** Recognition of appropriate backgrounds by pale and black phases of Lepidoptera. *Nature* 175: 943-944.
- Kettlewell, H.B.D., 1956.** Further selection experiments on industrial melanism in the Lepidoptera. *Heredity* 10: 287–301.
- Kettlewell, H.B.D., 1958.** A survey of the frequencies of *Biston betularia* (L.) (Lep.) and its melanic forms in Great Britain. *Heredity* 12: 51-72.
- Kettlewell, H.B.D., 1961a.** Geographical melanism in the Lepidoptera of Shetland. *Heredity* 16: 393–402.
- Kettlewell, H.B.D., 1961b:** Selection experiments on melanism in *Amathes glareosa* Esp. (Lepidoptera). *Heredity* 16: 415-434.
- Kettlewell, H.B.D., 1973.** *The evolution of melanism: the study of a recurring necessity*. Oxford, UK: Clarendon Press, 448 pp.

- König, F., 1986.** Morphological, biological and ecological data on *Philotes bavius hungarica* Diószeghy, 1913 (Lepidoptera, Lycaenidae). 4th Nation. Conf. Entomol. Cluj-Napoca pp. 175–182.
- Lees, D.B., 1968.** Genetic control of the melanic form insularia of the peppered moth *Biston betularia* L. *Nature* 220: 1249-1250.
- Lees, D.R., 1974,** Genetic control of the melanic forms of the moth *Phigalia pilosaria* (pedaria), *Heredity* (1974) 33: 145–150.
- Lees, D.R., 1981.** Industrial melanism: genetic adaptation of animals to air pollution. p. 129-176 in J. A. Bishop and L. M. Cook, eds. *Genetic Consequences of Man Made Change*. Academic Press, London, London.
- Maes, D.D., Bauwens, L. De Bruyn, A. Anselin, G. Vermeersch, W., Van Landuyt, G. De Knijf, Gilbert, M., 2005.** Species richness coincidence: conservation strategies based on predictive modelling. *Biodiversity and Conservation* 14: 1345–1364.
- Mas, A.H., Dietsch, T.V., 2004.** Linking shade coffee certification to biodiversity conservation: butterflies and birds in Chiapas, Mexico. *Ecological Applications* 14: 642–654.
- Măciucă, Anca, 2003.** Aspecte privind utilizarea bioindicatorilor în supravegherea ecosistemelor. *Bucovina Forestieră* 9 (1): 53-58.
- McGregor, P.G., Watts, P.J., Esson, M.J., 1987.** Light trap records from southern North Island hill country. *New Zealand entomologist* 10: 104-121.
- Mouquet, N., Belrose, V., Thomas, J.A., Elmes, G.W., Clarke, R.T., Hochberg, M.E., 2005.** Conserving community modules: a case study of the endangered lycaenid butterfly *Maculinea alcon*. *Ecology* 86: 3160–3173.
- Nel, J., 1992.** On the ecological plasticity and the biology of some Lepidoptera (Rhopalocera) of the southwest Mediterranean area of France. *Linneana Belgica* 13: 287–338.
- Popescu-Gorj, A., 1964.** Catalogue de la collection de lépidoptères „Prof. A. Ostrogovich” du Museum d’Histoire Naturelle „Grigore Antipa”, Bucarest., Ed. Muzeului „Grigore Antipa”, Bucharest, 320 pp.
- Rákósy, L., 1996.** Die Noctuiden Rumäniens. *Staphia* 46, Linz, 648 pp.
- Rákósy, L., Kovacs, Z., 2001.** Rezervația naturală “Dealul cu fluturi” de la Viișoara. Ed. Soc. Lepid. Română, 138 pp.
- Rákósy, L., Stan, Gh., 1997.** Semnificația faunei de insecte din ecosisteme naturale și necesitatea conservării lor (in: Rákósy -Entomofauna Parcurilor Naționale Retezat și Valea Cernei) Cluj-Napoca 1997: 7-15.
- Rákósy, L., Weber, W., 1986.** Bioökologisches Studium der Tagfalter (Rhopalocera und Grypocera) von Sighișoara und Umgebung (Siebenbürgen, Rumänien). *Atalanta, Würzburg* 16: 315-392.
- Ramamurthy, V.V., Akhtar, M.S., Patankar, N.V., Menon, P., Kumar, R., Singh, S. K., Ayri, S., Parveen, S., Mittal, V., 2010.** Efficiency of different light sources in light traps in monitoring insect diversity. *Munis Entomology & Zoology* 5 (1): 109-114.

- Ricketts**, T.H., Daily, G.C., Ehrlich, P.R., **2002**. Does butterfly diversity predict moth diversity? Testing a popular indicator taxon at local scales. *Biological Conservation* 103: 361–370.
- Schneider**, E., **1970**. Câteva elemente sudice și estice în entomofauna colinelor stepice din împrejurimile Sibiului, *Studii și Comunicări, Științe Naturale Muzeul Brukenthal Sibiu* 15: 279 – 286.
- Schneider**, E., **1984**. Die Groß-Schmetterlinge der Sammlung Dr. V. Weindel. Ein Beitrag zur Faunistic der Lepidopteren Sudsiebenbürgens und angrenzender Gebiete. *Studii și Comunicări, Științe Naturale Muzeul Brukenthal Sibiu* 26: 289-316.
- Schulze**, C.H., Waltert, M., Kessler, P.J.A., Pitopang, R., Shahabuddin, Veddel, D., Muhlenberg, M., Gradstein, S.R., Leuschner, C., Steffan-Dewenter, I., Tschardt, T., **2004**. Biodiversity indicator groups of tropical land-use systems: comparing plants, birds, and insects. *Ecological Applications* 14: 1321–1333.
- Skolka**, M., **1993**. Contribuții la cunoașterea lepidopterelor diurne (Rhopalocera & Grypocera) din zona orașului Blaj (Transilvania, România). *Bul. inf. Soc. lepid. rom.* 4 (4): 223-233.
- Stănescu**, M., **1995**. The catalogue of "Ludovic Beregszászy" lepidopteran collection (Insecta: Lepidoptera). *Travaux du Museum d'Histoire Naturelle "Grigore Antipa"* 35: 221-346.
- Swengel**, A.B., **Swengel**, S.R., **1997**. Co-occurrence of prairie and barrens butterflies: applications to ecosystem conservation. *Journal of Insect Conservation* 1:131–144.
- Swengel**, A.B., **Swengel**, S.R., **1999**. Correlations in abundance of grassland songbirds and prairie butterflies. *Biological Conservation* 90: 1–11.
- Székely**, L., **1995**. Acțiunea schimbărilor condițiilor de mediu asupra lepidopterofaunei din România. *Bul. inf. Soc. lepid.rom., Cluj-Napoca* 6(1-2): 27-32.
- Thomas**, C.D., **1994**. Extinction, colonization, and metapopulations: Environmental tracking by rare species. *Conservation Biology* 8: 373-378.
- Thomas**, J.A., **2005**. Monitoring change in the abundance and distribution of insects using butterflies and other indicator groups. *Philosophical Transactions of the Royal Society B* 360: 339–357.
- Thomas**, J.A., Clarke, R.T., **2004**. Extinction rates and butterflies – Response. *Science* 305: 1563-1564.
- Thomas**, J.A., Telfer, M.G., Roy, D.B., Preston, C.D., Greenwood, J.J.D., Asher, J., Fox, R., Clarke, R.T., Lawton, J.H., **2004**. Comparative losses of British butterflies, birds, and plants and the global extinction crisis. *Science* 303: 1879-1881.
- Van Swaay**, C.A.M., **2007**. Workshop Development of the methodology for a European Butterfly Indicator. Report VS2007.006, De Vlinderstichting, Wageningen.
- Van Swaay**, C.A.M., **Van Strien**, A.J., **2005**. Using butterfly monitoring data to develop a European grassland butterfly indicator. In: Kühn, E., Feldmann, R., Thomas, J.A., Settele, J. (eds.) *Studies on the Ecology and Conservation of Butterflies in Europe*. Vol. 1, General Concepts and Case studies. Pensoft, Sofia-Moscow.
- Vicol**, V., **1982**. Date noi privind raspandirea speciei *Colias chrysotheme* in fauna Romaniei, *Studii și Comunicări filiala Reghin* 2: 245-248.

**Williams, P.H., Gaston, K.J., 1998.** Biodiversity indicators: graphical techniques, smoothing and searching for what makes relationships work. *Ecography* 21: 551–556.