

UNIVERSITATEA DE STAT DIN MOLDOVA
INSTITUTUL DE ZOOLOGIE

Cu titlu de manuscris

C.Z.U: 595.76:591.9(478)(043.3)

BACAL SVETLANA

**COLEOPTERELE SAPROXILICE (INSECTA) DIN REPUBLICA
MOLDOVA: TAXONOMIE, ECOLOGIE, ZOOGEOGRAFIE ȘI
IMPORTANȚĂ**

SPECIALITATEA: 165.04 - ENTOMOLOGIE

Rezumatul tezei de doctor habilitat în științe biologice

CHIȘINĂU, 2024

Teza a fost elaborată în Laboratorul Entomologie „Profesor Boris Vereșciaghin” din cadrul Institutului de Zoologie, USM și realizată cu suportul Programului Postdoctoral finanțat de Agenția Națională pentru Cercetare și Dezvoltare, înscris în Registrul de Stat al proiectelor din sfera științei și inovării cu cifrul 22.00208.7007.05/PD II. Prioritatea Strategică III. Mediu și schimbări climatice.

Consultant științific: BUȘMACHIU, Galina, doctor habilitat în științe biologice, conferențiar cercetător

Componența Comisiei de susținere publică aprobată prin decizia Consiliului Științific al USM,
proces verbal nr. 8 din 27 iunie 2023

DERJANSCHI, Valeriu, dr. hab. în științe biologice, profesor cercetător, USM, Institutul de Zoologie – președinte al Comisiei de susținere publică;

BULIMAGA, Constantin, dr. hab. în științe biologice, conferențiar cercetător, USM, Institutul de Ecologie și Geografie – secretar al Comisiei de susținere publică;

BUȘMACHIU, Galina, dr. hab. în științe biologice, conferențiar cercetător, USM, Institutul de Zoologie – consultant științific;

ROȘCA, Ioan, doctor în biologie, profesor universitar, Universitatea de Științe Agricole și Medicină Veterinară, București, România – referent oficial;

BURȚEVA, Svetlana, doctor habilitat în biologie, Institutul de Microbiologie și Biotehnologie al Universității Tehnice a Moldovei – referent oficial;

VOLOȘCIUC, Leonid, doctor habilitat în științe biologice, profesor, USM, Institutul de Genetică, Fiziologie și Protecție a Plantelor – referent oficial;

RAKOSY, Laszlo, doctor în biologie, profesor universitar, Universitatea Babeș-Bolyai, Cluj-Napoca, România – referent oficial.

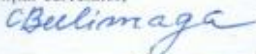
Susținerea va avea loc la 11 martie 2024, ora 13⁰⁰ în ședința Comisiei de susținere publică din cadrul Universității de Stat din Moldova, Institutul de Zoologie, Chișinău, str. Academiei 1, sala nr. 352.

Teza de doctor habilitat și rezumatul pot fi consultate la Biblioteca Universității de Stat din Moldova (str. Alexe Mateevici 60), Biblioteca Națională a Republicii Moldova (str. 31 August 1989, 78A), pe pagina web a ANACEC (www.cnaa.md) și pe pagina web a USM (<https://usm.md/>).

Rezumatul tezei de doctor habilitat în biologie a fost expedit la 02.02.2024.

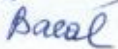
Secretar științific al Comisiei de susținere publică:

Doctor habilitat în științe biologice, conferențiar cercetător,

USM, Institutul de Ecologie și Geografie  **BULIMAGA Constantin**

Consultant științific:

doctor habilitat în științe biologice, conferențiar cercetător  **BUȘMACHI Galina**

Autor: doctor în științe biologice, conferențiar cercetător  **Bacal Svetlana**

CUPRINS

REPERELE CONCEPTUALE ALE CERCETĂRII	4
CONȚINUTUL TEZEI	8
1. ISTORICUL CERCETĂRII COLEOPTERELOR SAPROXILICE	
1.1. Istoricul cercetării coleopterelor saproxilice pe plan mondial	8
1.2. Istoricul cercetării coleopterelor saproxilice în Republica Moldova	8
2. MEDIUL NATURAL ȘI METODE DE CERCETARE A COLEOPTERELOR SAPROXILICE	9
2.1. Mediul natural al Republicii Moldova	9
2.2. Caracterizarea ecosistemelor forestiere studiate	9
2.3. Descrierea metodelor de colectare, montare, determinare și păstrare a coleopterelor	9
2.4. Metode statistice	10
2.5. Utilizarea speciilor de coleoptere saproxilice la identificarea pădurilor bătrâne	10
2.6. Metode de identificare a coleopterelor saproxilice din fragmente pe baza „codurilor de bare ADN”	11
2.7. Metode de izolare și cultivare a fungilor saprofagi asociați cu coleopterele saproxilice	11
2.8. Identificarea moleculară a fungilor asociați coleopterelor saproxilice	11
3. STRUCTURA TAXONOMICĂ A COLEOPTERELOR SAPROXILICE	12
3.1. Structura taxonomică și analiza cronologică a materialelor din colecțiile entomologice din țară	12
3.2. Identificarea speciilor morfologic identice prin metode molecular genetice	14
3.3. Răspândirea fungilor la coleopterele saproxilice și importanța lor pentru ecosistemele forestiere	20
3.4. Specii de coleoptere saproxilice la prima semnalare în fauna Republicii Moldova	21
4. DIVERSITATEA COLEOPTERELOR SAPROXILICE DIN ECOSISTEMELE FORESTIERE CERCETATE	23
4.1. Coleopterele saproxilice depistate în Rezervațiile științifice cercetate	23
4.2. Coleopterele saproxilice depistate în Rezervațiile peisagistice cercetate	24
4.3. Coleopterele saproxilice depistate în Parcurile Naționale „Nistrul de Jos” și „Orhei”	25
4.4. Coleopterele saproxilice depistate în diverse păduri naturale, plantații forestiere și parcuri urbane din țară	25
5. COLEOPTERE SAPROXILICE RARE ȘI BIOINDICATOARE A PĂDURILOR BĂTRÂNE	27
5.1. Coleoptere saproxilice rare și protecția lor	27
5.2. Coleopterele saproxilice indicatoare a pădurilor bătrâne	28
5.3. Estimarea gradului de amenințare ale speciilor saproxilice din familia Tenebrionidae	29
6. CARACTERISTICA ECOLOGICĂ ȘI ZOOGEOGRAFICĂ A SPECIILOR DE COLEOPTERE SAPROXILICE DIN TERITORIUL INVESTIGAT	30
6.1. Preferințele coleopterelor saproxilice față de speciile de arbori	30
6.2. Analiza coleopterelor saproxilice pe verticală	32
6.3. Dependența coleopterelor saproxilice față de microhabitat: scorburi, ciuperci și lemnul integral degradat	35
6.4. Analiza trofică a speciilor de coleoptere saproxilice	36
6.5. Analiza zoogeografică a speciilor de coleoptere saproxilice după regiuni	36
7. IMPORTANȚA COLEOPTERELOR SAPROXILICE PENTRU ECOSISTEMELE FORESTIERE ȘI DAUNELE CAUZATE BUNURILOR DE PATRIMONIU ȘI PĂDURILOR	37
7.1. Rolul coleopterelor saproxilice în ecosistemele forestiere	37
7.2. Speciile de coleoptere saproxilice dăunătoare și invazive pentru ecosistemele investigate	38
7.3. Daunele produse de coleopterele xilofage obiectelor de patrimoniu	39
7.4. Impactul gestionării pădurilor asupra structurii și bogăției speciilor de coleoptere saproxilice	40
CONCLUZII GENERALE	42
RECOMANDĂRI PRACTICE	44
BIBLIOGRAFIE SELECTIVĂ	45
ADNOTARE	49
АННОТАЦИЯ	50
ANNOTATION	51

REPERELE CONCEPTUALE ALE CERCETĂRII

Actualitatea și importanța temei abordate

Coleopterele saproxilice sunt un grup major în ecosistemele forestiere și au importanță atât biocenotică, cât și economică, fiind implicate în descompunerea lemnului mort și repunerea lui în circuit îmbogățind calitatea solului [1; 38; 39]. Acestea servesc și în calitate de sursă trofică pentru unele grupe de nevertebrate și vertebrate, sunt buni polenizatori, dar totodată participă la răspândirea fungilor patogeni care atacă arborii vii [2; 6; 40], găuresc lemnul diminuând calitatea lui comercială și deteriorează obiectele de patrimoniu [23]. Speciile saproxilice depind de lemnul arborilor bătrâni slăbiți și morți, al arborilor scorburoși care devin tot mai rari [20], sunt asociate cu ciupercile care colonizează lemnul mort sau depind de alte specii saproxilice [39]. În ultimii 200 de ani ecosistemele forestiere au avut de suferit atât de pe urma secetelor de lungă durată, cât și a bolilor și dăunătorilor care s-a reflectat negativ asupra biodiversității. Din cauza managementului defectuos al resurselor forestiere, coleopterele saproxilice au devenit rare și amenințate cu dispariția [10], sau pot contamina și ataca pădurile în lipsa concurenței [41].

Coleopterele saproxilice sunt foarte sensibile la perturbări, de aceea au devenit obiectul de studiu al străerii de sănătate a multor păduri din lume [15; 35; 36]. Speciile de coleoptere obligatoriu saproxilice, din ecosistemele forestiere primare sunt utilizate în calitate de bioindicatori la planificarea de conservare a ecosistemelor forestiere cu o valoare optimă și rezistență funcțională la schimbările climatice [12; 33]. Ținând cont de importanța vitală a coleopterelor saproxilice în descompunerea și circuitul substanțelor în natură, și de faptul că din cauza schimbărilor climatice, încălzirii globale, micșorării suprafețelor de pădure și plantarea monoculturilor, biodiversitatea se reduce, comunitatea științifică internațională a accentuat necesitatea păstrării și conservării speciilor saproxilice și a habitatelor lor [18].

Descrierea situației în domeniul de cercetare și identificarea problemelor în cercetare

Primele cercetări ale faunei coleopterelor din Republica Moldova datează de la începutul secolului XX și aparțin cercetătorilor E. Яцентковский (1912), Э. Миллер și Н. Зубовский (1917), С. Медведев și Д. Шапиро (1957). O altă perioadă bogată în cercetări ecologo-faunistice s-a înregistrat între anii 1963 – 1983, etapă în care au activat specialiștii М. Гиляров (1963); С. Плугару (1963, 1970); А. Стриганова (1968); А. Апостолов (1970); Н. Попов (1970); Н. Серый (1972); Р. Степанов și С. Антонович (1970); А. Топчиев (1970); Н. Филиппов și Ф. Жданкин (1970); В. Остафичук (1970a, 1970b); Б. Верещагин, В. Остафичук, А. Подубный (1984); В. Остафичук (1990); Z. Neculiseanu ș.a. (1992a, 1992b); urmate de lucrările apărute după anul 2000 ale autorilor А. Андреев ș.a. (2001); А. Пойрас (1992, 1998); А. Poiras ș.a. (2003); В. Vereșceaghin, V. Ostaficiuc și А. Poiras (2003) [4].

Cercetarea propriu-zisă a coleopterelor saproxilice în Republica Moldova a fost inițiată în anul 2002 de către Z. Neculiseanu ș.a., fiind identificate 41 de specii de nevertebrate saproxilice [27].

În scopul identificării unui spectru cât mai larg de specii de coleoptere saproxilice, începând cu anul 2008 au fost realizate cercetări în diverse ecosisteme forestiere ale Republicii Moldova utilizând numeroase metode de colectare, totodată au fost verificate colecțiile entomologice din țară la prezența speciilor de coleoptere saproxilice, cât și literatura de specialitate care menționa specii dependente de lemnul mort. Studiul realizat este o continuitate a cercetărilor demarate acum 20 de ani, care a completat lista speciilor de coleoptere saproxilice de la 41 la 342. Semnalarea acestora a fost posibilă prin utilizarea metodelor de interceptie a zborului, verificarea ciupercilor ce se dezvoltă pe lemnul mort și metoda de flotatie, care sunt utilizate în premieră în colectarea coleopterofaunei din Republica Moldova.

Scopul studiului constă în evaluarea complexă a diversității taxonomice a speciilor saproxilice din ordinul Coleoptera, stării actuale, tendințelor, răspândirii zoogeografice, particularităților ecologice și importanței lor în condițiile intensificării acțiunii antropice și schimbărilor climatice actuale asupra ecosistemelor silvice din Republica Moldova.

Obiectivele cercetării:

- ✓ identificarea componenței speciilor de coleoptere saproxilice din ecosistemele forestiere naturale și antropizate și a speciilor din colecțiile entomologice din Republica Moldova;

- ✓ identificarea taxonilor noi de coleoptere saproxilice în fauna țării;
- ✓ analiza grupelor trofice și distribuției zoogeografice a coleopterelor saproxilice depistate în lemnul mort din ecosistemele forestiere;

- ✓ identificarea speciilor indicatoare a pădurilor bătrâne și a celor rare pentru fauna republicii;

- ✓ identificarea speciilor morfologic identice prin metode molecular-genetice;

- ✓ evaluarea rolului coleopterelor saproxilice în ecosistemele forestiere naturale și antropizate;

- ✓ identificarea speciilor vectori și a fungilor saprofagi răspândiți de către aceștia;

- ✓ crearea primei colecției de coleoptere saproxilic;

- ✓ stabilirea impactului managementului pădurilor asupra structurii și bogăției speciilor de coleoptere saproxilice.

Metodologia cercetărilor științifice. Pentru realizarea studiului au servit lucrările fundamentate [6; 9; 38; 39], care au studiat diversitatea coleopterelor saproxilice în ecosistemele forestiere naturale și gestionate din Europa. Lucrările metodologice [7; 30] au servit la inventarierea coleopterelor saproxilice; au fost identificate speciile rare și indicatoare a ecosistemelor forestiere cu o cantitate mare de lemn mort [3; 22; 28; 33; 36]. Au fost identificate coleopterele xilofage dăunătoare ecosistemelor forestiere în conformitate cu lucrările de specialitate [30; 43]. Conform cercetărilor din domeniu au fost identificate coleopterele vectori în transmiterea infecțiilor fungice [5; 43]. Au fost identificate grupele trofice în conformitate cu lucrările din domeniu [29; 33], distribuția zoogeografică [44],

preferința față de speciile de arbori [24], speciile invazive [17], cele dăunătoare ecosistemelor forestiere [43] obiectelor de patrimoniu [23] speciile vectori în transmiterea infecțiilor fungice și fungii saprofagi patogeni pentru arborii de foioase [2; 5], rolul coleopterelor saproxilice în ecosistemele forestiere naturale și antropizate [15; 38; 39] și impactului managementului pădurilor asupra biodiversității [7; 38].

Noutatea și originalitatea științifică. Lucrarea cuprinde rezultate originale privind studiul realizat asupra celor 342 de specii de coleoptere saproxilice identificate în ecosistemele forestiere din țară. În premieră pentru Republica Moldova, au fost identificate 5 familii, 47 de genuri și 89 de specii. Prin metoda molecular-genetică au fost identificate 18 specii din 8 familii, secvențele cărora au fost depuse în GenBank. La speciile identificate a fost efectuată analiză filogeografică pentru stabilirea răspândirii liniilor filogenetice la nivel european pe baza grupării haplotipurilor. Cele mai multe secvențe provenite de la probele colectate din ecosistemele forestiere din țară, din perspectiva filogeografică, se grupează în haplotipuri private. Doar specia *Gyrophana manca* prezintă o excepție, cu două haplotipuri identificate, dintre care unul este răspândit în Finlanda și Germania, iar unul este privat, adică întâlnit doar în Republica Moldova. Datele genetice obținute contribuie la completarea bazelor de date care stochează informația genetică, devenind disponibilă pentru viitoarele studii de filogeografie, filogenie și biologia conservării la nivel european. Au fost identificate 18 specii de fungi saprofagi asociați speciilor de coleoptere saproxilice, din care specia *Alternaria alternata* și *A. tenuissima* pot acționa ca agenți fitopatogeni pentru plante ierboase și lemnoase.

Problema științifică soluționată. A fost stabilită diversitatea speciilor de coleoptere saproxilice din ecosistemele forestiere din țară, care este compusă din 342 de specii, 236 de genuri și 47 familii. A fost elaborată prima colecția de coleoptere saproxilice din țară. Au fost confirmate 78 de specii bioindicatoare a pădurilor bătrâne. Au fost identificate 12 specii rare și periclitare, 33 de specii xilofage dăunătoare, 10 xilofage/micetofage dăunătoare pentru ecosistemele forestiere și 4 specii dăunătoare obiectelor de patrimoniu. În premieră pentru țară, au fost atribuite categoriile de raritate speciilor saproxilice din familia Tenebrionidae. Au fost identificate speciile de arbori gazdă ale coleopterelor saproxilice identificate în perioada 2008-2023. Utilizate metode noi de colectare a coleopterelor, printre care metoda de flotație, utilizată în premieră la identificarea speciilor de coleoptere saproxilice a permis semnalarea a 18 specii pentru prima dată în fauna țării.

Semnificația teoretică: A fost elaborată o concepție nouă privind structura actuală a speciilor de coleoptere saproxilice în ecosistemele forestiere, distribuția lor pe verticală, orizontală și în plan regional în condițiile modificărilor antropice și schimbărilor climatice. Au fost stabilite limitele arealelor la speciile *Abdera quadrifasciata*, *Aesalus scarabaeoides*, *Diaclina testudinea*, *Neoclytus acuminatus*, *Eledonoprius armatus* și *Sunius fallax*, pentru care Republica Moldova este granița de Sud-Est a distribuției din Europa Centrală. Două specii rare *Dirrhagofarsus attenuatus* și *Prostomis mandibularis* dependente de lemnul mort ale pădurilor

seculare, care s-au păstrat doar fragmentar în Europa, vor fi propuse pentru ediția a IV-a a Cărții Roșii. Speciile la prima semnalare în fauna țării, extind nivelul cunoașterii ariei zoogeografice și ecologiei acestora. În premieră pentru Republica Moldova au fost identificați fungii microscopici saprofiți și paraziți din ecosistemele silvice, ale căror vectori de dispersie sunt speciile de coleoptere saproxilice. Cunoașterea fungilor saprofiți și patogeni este importantă la planificarea activităților de împădurire și protecție a pădurilor. Banca de gene mondială a fost completată cu secvențe a 18 specii de coleoptere saproxilice din entomofauna Republicii Moldova.

Valoarea aplicativă: Datele obținute privind diversitatea și ecologia coleopterelor saproxilice, permit utilizarea acestora în calitate de bioindicatori la planificarea conservării ecosistemelor forestiere cu valoare optimă și rezistență funcțională la schimbările climatice. Rezultatele pot fi utile lucrătorilor silvici, cercetătorilor științifici din domeniile biologie, ecologie, cadrelor didactice și autorităților de mediu în protecția biodiversității, realizarea cursurilor, monitoring, controlul xilofagilor și speciilor invazive. Rezultatele obținute sunt parte componentă a temelor științifice de cercetări fundamentale și aplicative realizate în cadrul Institutului de Zoologie din perioada 2008-2023. Cercetările se încadrează în cerințele Strategiei Naționale și Planului de Acțiuni pentru Diversitatea Biologică, a Legilor privind regnul animal, fondul ariilor naturale protejate de stat, privind protecția mediului înconjurător, a Convențiilor și Directivei privind studiul și protecția biodiversității.

Implementarea rezultatelor științifice: Colecția de coleoptere saproxilice este un suport științific și educațional pentru cercetători și studenți din domeniu. Lista coleopterelor saproxilice este o sursă științifică, care completează informația faunistică pentru spațiul Europei de Sud-Est. Speciile de coleoptere saproxilice din familia Staphylinidae identificate în perioada 2008-2023, au fost utilizate la întocmirea Catalogului Coleopterelor Palearctice. Rezultatele științifice se înscriu în 7 acte de implementare a organizațiilor și instituțiilor de profil: Universitatea de Stat din Moldova, Rezervațiile Științifice „Plaiul Fagului”, „Pădurea Domnească”, Prutul de Jos și Întreprinderea municipală „Asociația de Gospodărire a Spațiilor Verzi”, care au utilizat rezultatele în procesul educațional și în rapoartele științifice anuale, a fost obținută medalia de argint la salonul Inventica pentru 2023.

Aprobarea rezultatelor științifice. Rezultatele cercetărilor au fost prezentate și aprobate la 26 de foruri științifice dintre care 10 naționale și 16 internaționale.

Publicații la tema tezei. În baza cercetărilor efectuate au fost publicate 97 de lucrări științifice, printre care o monografie monoautor, 4 monografii coautor, 2 broșuri și 3 ghiduri, 4 articole în reviste științifice din bazele de date Web of Science și SCOPUS; 1 articol în reviste din bazele de date acceptate de către ANACEC; 12 articole în reviste Categoria B; 6 articole în reviste Categoria C; 1 – în lucrările manifestărilor științifice incluse în bazele de date Web of Science și SCOPUS; 29 – în lucrările manifestărilor științifice incluse în alte baze de date acceptate de către ANACEC; 27 – în lucrările manifestărilor științifice incluse în Registrul materialelor publicate în baza manifestărilor științifice organizate din Republica Moldova; 6 teze în culegeri științifice din lucrările conferințelor științifice internaționale (peste

hotare); 1 brevet de invenție eliberat de Agenția de Stat pentru Proprietatea Intelectuală.

Volumul și structura tezei. Teza este scrisă în limba română pe 216 pagini și este constituită din: introducere, șapte capitole printre care istoricul cercetării coleopterelor saproxilice, materiale și metode de cercetare și cinci capitole cu rezultate proprii și cu discuții, concluzii generale și recomandări practice, bibliografie din 537 de titluri, 8 anexe, 37 de figuri și 50 de tabele.

Cuvinte-cheie: coleoptere saproxilice, taxonomie, diversitate, distribuție, păduri, ecologie, importanță.

1. ISTORICUL CERCETĂRII COLEOPTERELOR SAPROXILICE

1.1. Istoricul cercetării coleopterelor saproxilice pe plan mondial

Termenul internațional „saproxilic” apare pentru prima în cercetările autorului Dajoz [11], pentru insectele care locuiau în lemnul în descompunere. Studiul propriu-zis al coleopterelor saproxilice a fost inițiat în anul 1989 de către Speight [38], care a redenumit termenul de saproxilic în definiția „saproxilice”. Saproxilice sunt acele nevertebrate care depind pe parcursul vieții, sau o parte a ciclului lor de viață de lemnul mort sau pe moarte a copacilor pe picior sau bușteni, sau de ciupercile care locuiesc în lemn, sau de prezența altor specii. Silvicultură modernă care nu acceptă lemnul mort în ecosistemele gestionate a cauzat în ultimele secole o degradare ecologică a pădurilor și chiar conversia unor păduri naturale de foioase în păduri de conifere și pierderea conexiunii între habitate. Din acest motiv, coleopterele saproxilice au devenit printre cele mai amenințate grupe de nevertebrate în pădurile europene [28; 38]. Ținând cont de statutul de raritate pe care îl dețin numeroși taxoni și de rolul vital al acestora în descompunerea lemnului mort, comunitatea științifică a extrapolat importanța conservării coleopterelor saproxilice și a habitatelor acestora care se reduc constant [18]. Pentru restabilirea și protecția diversității acestor specii trebuie protejate pădurile bătrâne, primare, cu arbori scorburoși și cu mult lemn mort în diferite stadii de degradare [16]. La moment, fauna coleopterelor saproxilice din majoritatea statelor europene este amplu cercetată, informația disponibilă confirmă preocuparea cercetătorilor și implementarea rezultatelor. Din aceste considerente, pentru a completa lacunele din teritoriul Republicii Moldova a fost aprofundat studiul coleopterelor saproxilice și în țara noastră.

1.2. Istoricul cercetării coleopterelor saproxilice în Republica Moldova

Studiul nevertebratelor saproxilice în Republica Moldova a fost inițiată în anul 2002 de către Z. Neculiseanu ș.a. [27] care au publicat rezultatele în lucrările: Nevertebratele saproxilice și pădurile de importanță internațională din Rezervațiile științifice „Pădurea Domnească” și „Plaiul Fagului”; Coleopterele (Insecta, Coleoptera) saproxilice din pădurile seculare [25]; Diversitatea coleopterelor (Insecta: Coleoptera) în Rezervația peisagistică „Telița” [26], lucrarea autoarei Coleoptere saproxilice din Rezervația peisagistică „Codrii Tigheci” ș.a. Autorii au identificat 41 de specii de nevertebrate saproxilice din pădurile seculare din țară

(„Plaiul Fagului”, „Pădurea Domnească”, „Telița” și „Codrii Tigheci”). Aceste cercetări sunt importante, dar materialele provin doar din colectări directe. În scopul identificării diversității speciilor de coleoptere saproxilice din țară, în perioada 2008-2023 au fost realizate cercetări prin diverse metode, fapt ce a permis colectarea a 240 de specii. De asemenea au fost consultate și colecțiile entomologice ale Muzeului Național de Etnografie și Istorie Naturală ce datează din 1901-1939, a Muzeului Institutului de Zoologie – cu primele înregistrări din 1911, care a fost completată până în prezent, a colecției Institutului de Genetică, Fiziologie și Protecție a Plantelor – 1957-1989 și a Muzeului Universității de Stat din Moldova – 1952-2005.

2. MEDIUL NATURAL ȘI METODE DE CERCETARE A COLEOPTERELOR SAPROXILICE

2.1. Mediul natural al Republicii Moldova

În acest subcapitol este prezentată pe scurt informația referitoare la amplasarea teritoriului Republicii Moldova pe harta Europei, cu descrierea tipurilor de relief, solurile, clima, precipitațiile și vegetația.

2.2. Caracterizarea ecosistemelor forestiere studiate

Sunt prezentate informații generale despre tipul de vegetație a Rezervațiilor științifice: „Pădurea Domnească”, „Plaiul Fagului”, „Codrii” și „Prutul de Jos”; Rezervațiile naturale silvice „Cobîleni” și „Pădurea Condița; Rezervații peisagistice: „Vila Nisporeni”, „Telița”, „Pohrebeni”, „Țipova”, „Saharna”, „Codrii Tigheci”, „Dolna”, „Rudi-Arionesti”, „Pădurea din Hincești”, „Căpriana–Scoreni”; Parcul Național „Nistrul de Jos”, Parcul Național „Orhei”, Parcul urban din Chișinău „Valea Morilor”, Pădurea naturală din satul Zăbriceni raionul Edineț; Plantația forestieră de glădiță din satul Sadaclia raionul Basarabeasca; Plantația forestieră de salcâm din satul Troița Nouă raionul Anenii Noi; Fâșia de protecție a apelor râului Prut din satul Măcărești raionul Ungheni din care în perioada 2008-2023 au fost colectate colepterele saproxilice.

2.3. Descrierea metodelor de colectare, montare, determinare și păstrare a coleptelor

Colepterele saproxilice au fost colectate de pe lemnul mort al buștenilor sau arborilor bătrâni pe picior atacați de ciuperci sau dăunători, folosindu-se metode de tipul transectului sau a punctului fix. Printre metodele utilizate se numără: colectarea manuală de pe lemnul mort, de pe ciuperci ce cresc pe trunchiuri; utilizarea capcanelor de trunchi; a capcanelor fereastră și cu momeală (bere); fileul entomologic; aspiratorul entomologic; metoda de flotație; metoda de cernere cu ajutorul sitelor entomologice; metoda de scuturare pe peliculă a ciupercilor de copac și a scoarței; capcana cu lumină ultravioletă; fotografierea. Timpul de verificare a fiecărei parcele din ecosistemul forestier cercetat a fost de minim 2 ore pentru examinarea vizuală, pentru ca datele să poată fi comparate între ele. Capcanele de interceptie a zborului au funcționat între 14 și 20 de zile, folosindu-se soluția de sare de bucătărie în proporție de 1:10, cu rol de conservant.

Exemplarele colectate au fost montate conform tehnicilor utilizate în entomologie. De regulă, coleopterele sunt păstrate prin două metode: montate pe ace entomologice și plasate pe salte entomologice. Pentru exemplarele mici, greu de identificat după morfologia externă, au fost realizate preparate ale armăturii genitale. Materialele colectate au fost curățate de impurități, montate, determinate și tratate împotriva bacteriilor și dermestidelor.

Speciile de coleoptere saproxilice au fost identificate după caracterele de morfologie externă prezente în determinatoarele pentru identificarea taxonilor ordinului coleoptera cu ajutorul microscopului LEICA 2500 și Meiji Techno folosindu-se următoarele chei: [19; 42], sau conform determinatoarelor coleopterelor xilobionte [43; 45]. Nomenclatura a fost realizată conform autorilor Lobl și Smetana [21; Boushard ș.a. [8] și site-ului GBIF 14]. Identificarea speciilor saproxilice s-a realizat cu ajutorul specialiștilor din domeniu de la Muzeul Național de Istorie Naturală „Grigore Antipa” din București, Centrul Științifico-Practic pentru Bioresurse al Academiei Naționale de Științe din Belarus; Muzeul și Institutul de Zoologie, Academia de Științe din Polonia. Exemplarele se păstrează în Colecția provizorie a Muzeului de Entomologie a Institutului de Zoologie a Universității de Stat din Moldova. Materialele montate se află în carantină, după această perioadă vor fi plasate în colecția Laboratorului de Entomologie al Institutului de Zoologie.

2.4. Metode statistice

La prelucrarea materialului colectat, au fost utilizați indicii ecologici: abundența, dominanța, constanța, indicele de semnificație ecologică. Lista de specii de coleoptere saproxilice a fost prelucrată statistic cu ajutorul indicilor de biodiversitate cum sunt: indicele de diversitate Shannon, indicele de diversitate Simpson și echitabilitatea. Cu ajutorul indicilor de biodiversitate prin calcule matematice se măsoară și se compară diversitatea speciilor saproxilice dintr-o comunitate.

2.5. Utilizarea speciilor de coleoptere saproxilice la identificarea pădurilor bătrâne

Speciile de coleoptere saproxilice se împart în saproxilice obligatorii și saproxilice facultativ [13]. Speciile de coleoptere saproxilice obligatorii, din ecosistemele forestiere bătrâne sunt utilizate în calitate de indicatori în evaluarea caracteristicilor forestiere importante pentru gestionarea și protecția biodiversității pădurilor. Studiul indicatorilor de biodiversitate pe baza coleopterelor saproxilice a fost realizat de către numeroși cercetători printre care Speight [38], Schmidl și Bussler [33], Mazzei ș.a. [22], Eckelt ș.a. [12] ș.a.

Metodologia identificării indicatorilor de biodiversitate constă în investigarea faunei lemnului mort în diferite stadii de degradare, de diferite specii de arbori, diferite grosimi, arbori cu diferite microhabitate (scorburi, ramuri frânte, tulpini parțial decojite, arbori colonizați de ciuperci lignicole sau de mucegai, colonizați de furnici). Au fost studiați arborii morți proveniți în rezultatul perturbărilor naturale (furtuni, incendii) sau antropice (cioturi și trunchiuri rezultate în urma tăierilor de

igienizare a arborilor afectați de dăunători) din pădurile bătrâne de foioase și de conifere, prin diverse metode: colectarea directă, colectarea cu capcanele de interceptie a zborului (fereastră, cu palete ce se intersectează), capcanelor Barber pentru scorburii, cernere, scuturarea de pe ciuperci etc. Pe baza speciilor de coleoptere saproxilice obligatorii indicatoare, s-a realizat ulterior identificarea pădurilor de importanță europeană.

La stabilirea speciilor de coleoptere saproxilice indicatoare s-a luat în calcul criteriile propuse de Speight [38]: speciile să fie asociate cu arborii seculari dominanți din pădurile europene (fag, stejar, molid); să fie răspândite pe continentul european; să dețină mărimi mari și medii și să fie ușor de depistat; să fie relativ ușor de determinat.

2.6. Metode de identificare a coleopterelor saproxilice din fragmente pe baza „codurilor de bare ADN”

Coleopterele saproxilice deteriorate care nu au putut fi identificate pe baza caracterelor de morfologie externă, fragmentele de coleoptere depistate în lemnul mort și unele larve de coleoptere au fost identificate din fragmente pe baza „codurilor de bare ADN”, prin secvențierea unui fragment de la nivelul genei care codifică pentru citocrom C oxidaza I și compararea secvenței obținute cu bazele de date internaționale precum GenBank (NCBI) și BOLD (Barcode of Life Sistem) [31]. Tehnica „codurilor de bare ADN” este folosită la identificarea speciilor dar și pentru descoperirea speciilor noi, totodată are și o importanță majoră și pentru recunoașterea modelului filogeografic și evolutiv al organismelor vii. Izolarea AND-ului s-a realizat în Departamentul Biologie Moleculară a Muzeului Național de Istorie Naturală „Grigore Antipa” din București.

2.7. Metode de izolare și cultivare a fungilor saprofagi asociați cu coleopterele saproxilice

Gândacii după ce au fost curățați de impurități prin spălare cu soluție salină, au fost plasați în ependorfe, lăsați la macerat în 1,0 ml apă distilată sterilă, apoi striviți și amestecul vortexat. Din suspensia obținută au fost efectuate diluții decimale și inoculate câte 0,05 ml pe suprafața cutiilor Petri cu mediul malț extract agar (Millipore), pH ajustat 5,6. Cutiile Petri au fost incubate în termostat pentru 10 zile, la temperatura 25-26°C și examinate la a 3, a 7 și a 10 zi. Izolarea în cultură pură a microorganismelor crescute a fost efectuată pe cutii Petri cu mediul MEA prin înțepare (fungi) sau prin tehnica ansei epuizate (levuri). În condiții de laborator microorganismele sunt păstrate pe mediile MEA și Sabouraud (Sigma-Aldrich) la +4°C. Izolarea fungilor a fost realizată în Laboratorul Microbiologia Solului a Institutului de Microbiologie și Biotehnologie, Universitatea Tehnică a Moldovei.

2.8. Identificarea moleculară a fungilor asociați coleopterelor saproxilice

Pentru o identificare mai precisă a ciupercilor microscopice asociate coleopterelor saproxilice extrase din lemnul în descompunere, au fost realizate analize moleculare, prin tehnica PCR (Polymerase Chain Reaction). Pentru

extragerea ADN-ului a fost utilizat kitul ZR Fungal/Bacterial MiniPrep™ (Zymo Research, SUA), conform instrucțiunilor producătorului, ce permite izolarea simplă și rapidă a materialului genetic din diferite probe microbiene. Ulterior au fost amplificate regiunile ITS1-5,8S-ITS2 cu primeri universali ITS1/ITS4 pentru a identifica izolatele de drojdie la nivel de specie. Identificarea fungilor s-a realizat în prin izolarea, amplificarea și analiza ADN, la Universitatea de Științe Agronomice și Medicina Veterinară din București.

3. STRUCTURA TAXONOMICĂ A COLEOPTERELOR SAPROXILICE

3.1. Structura taxonomică și analiza cronologică a materialelor din colecțiile entomologice din țară

Abundența și diversitatea faunistică a coleopterelor saproxilice din Republica Moldova se datorează prin prezența pădurilor naturale bătrâne cu mult lemn mort de diverse specii de arbori.

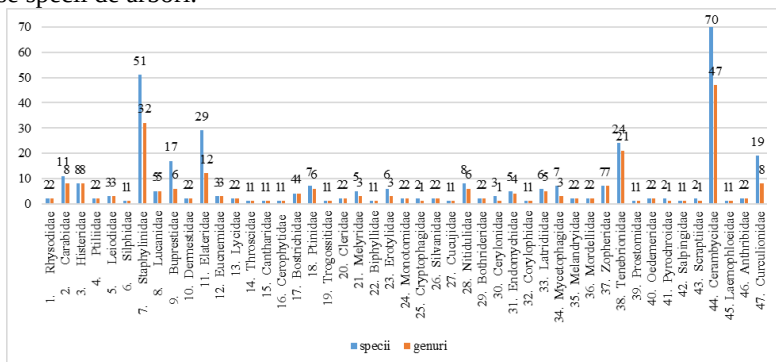


Figura 3.1.1. Ponderea numerică a taxonilor de coleoptere saproxilice în cadrul familiilor identificate în perioada 1901-2023 din ecosistemele forestiere ale Republicii Moldova

Exemplarele studiate și incluse în lucrare se află în 4 colecții entomologice ce aparțin Muzeului Național de Etnografie și Istorie Naturală, Muzeului de Entomologie al Institutului de Zoologie, Muzeului Universității de Stat din Moldova și colecției Institutului de Genetică, Fiziologie și Protecție a Plantelor. Aceste exemplare aparțin la 47 de familii, 236 de genuri și 342 de specii. Cele mai multe specii aparțin familiei Cerambycidae – 70 de specii și 47 de genuri, urmată de familiile Staphylinidae – 51 și 32, Elateridae – 29 și 12, Tenebrionidae – 24 și 21, Curculionidae – 19 și 8, Buprestidae – 17 și 6, Carabidae – 11 și 8, Histeridae – 8 și 8, Nitidulidae – 8 și 6, Zopheridae – 7 și 7, Ptinidae – 7 specii și 6 genuri, Mycetophagidae – 7 specii și 3 genuri, Latridiidae – 6 specii și 5 genuri, Erotylidae – 6 specii și 3 genuri, Lucanidae – 5 specii și 5 genuri, Endomychidae – 5 genuri și 4 genuri, Melyridae – 5 și 3 și Bostrichidae cu 4 specii din 4 genuri. Celelalte familii au fost reprezentate de un număr mic de specii variind între 3 și 1 (Figura 3.1.1).

Analiza taxonomică a coleopterelor saproxilice din colecțiile entomologice din Republica Moldova

În colecția MNEIN sunt depozitate 137 de specii ce aparțin la 102 genuri și 23 de familii (Carabidae, Silphidae, Staphylinidae, Lucanidae, Buprestidae, Elateridae, Bostrichidae, Trogossitidae, Cleridae, Melyridae, Erotylidae, Silvanidae, Endomychidae, Nitidulidae, Latridiidae, Mycetophagidae, Zopheridae, Tenebrionidae, Oedemeridae, Pyrochroidae, Scraptiidae, Cerambycidae și Curculionidae), materialele provin din colectări efectuate în perioada 1901-1939 (Fig. 3.1.2); în colecția MEIZ sunt depozitate 123 de specii din 86 de genuri și 20 de familii (Carabidae, Histeridae, Staphylinidae, Lucanidae, Buprestidae, Elateridae, Bostrichidae, Ptinidae, Trogossitidae, Melyridae, Erotylidae, Silvanidae, Cucujidae, Nitidulidae, Mycetophagidae, Tenebrionidae, Oedemeridae, Pyrochroidae, Cerambycidae și Curculionidae), materialele provin din colectări realizate din 1911 până în prezent (Fig. 3.1.2). Colecția Muzeului Universității de Stat din Moldova păstrează 7 specii din 6 genuri și o familie Cerambycidae, colectate în perioada 1952-2005 (Fig. 3.1.3); în colecția IGFP sunt păstrate 32 de specii, 25 de genuri și 10 familii (Staphylinidae, Lucanidae, Buprestidae, Elateridae, Bostrichidae, Trogossitidae, Mycetophagidae, Tenebrionidae, Cerambycidae și Curculionidae), materialele provin din colectări realizate în perioada 1957-1989 (Fig. 3.1.3).

Analiza cronologică a coleopterelor saproxilice din colecțiile entomologice analizate

În colecția Muzeului de Entomologie al Institutului de Zoologie sunt prezente exemplare colectate pe parcursul a 43 de ani și determinate de cercetătorii R. Stepanov, S. Plugaru, B. Vereșceaghin, V. Ostaficiuc, A. Poiras, Z. Neculiseanu, A. Dănilă, E. Baban, S. Bacal, V. Chyubchik și I. Mihailov. În unii ani au fost efectuate multiple colectări, evidențiindu-se numeroase specii, dar există și ani în care s-a colectat doar o singură specie. Colectările personale au fost întreprinse din 2008 și până în prezent.

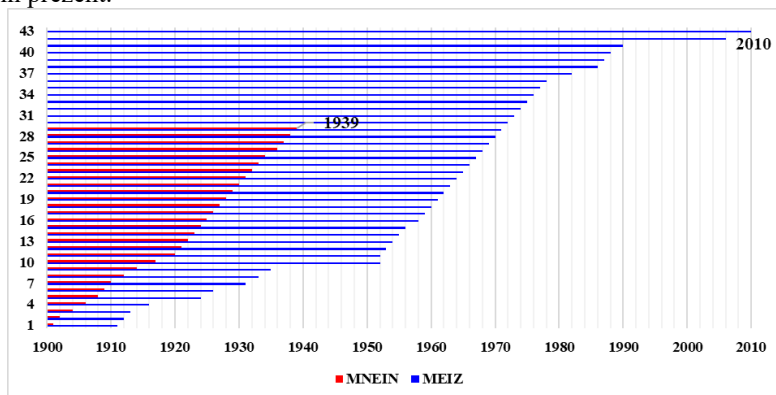


Figura 3.1.2. Anii de colectare pentru speciile de coleoptere saproxilice depozitate în colecțiile MEIZ și MNEIN

În colecția Muzeului Național de Etnografie și Istorie Naturală, exemplarele au fost colectate și determinate de N. Zubowsky pe parcursul a 29 de ani de cercetare. Colecția conține exemplare colectate de la începutul secolului al XX-lea, practic sunt cele mai vechi exemplare colectate, depozitate și păstrate din țară. În colecția Institutului de Genetică, Fiziologie și Protecție a Plantelor se păstrează materiale colectate pe parcursul a 16 ani. Exemplarele au fost colectate de angajații instituției B. Adașchevici, L. Mațuc, E. Verlan, V. Danilov, V. Talițchii, V. Egorov, A. Tiurganova, A. Poiras, O. Kryzhanovskij și C. Медведев. Colecția Muzeului Universității de Stat din Moldova include un număr mic de specii saproxilice colectate pe parcursul a 7 ani.

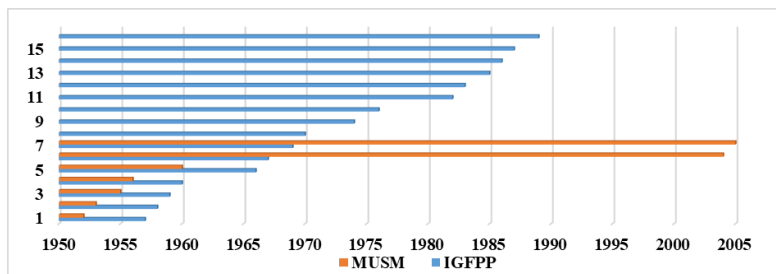


Figura 3.1.3. Anii de colectare pentru speciile de coleoptere saproxilice depozitate în colecțiile IGFPP și MUSM

3.2. Identificarea speciilor morfologic identice prin metode moleculare genetice

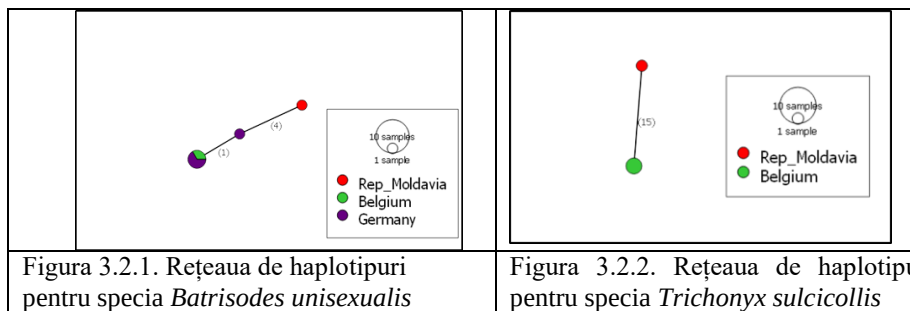
Speciile de coleoptere saproxilice dificil de identificat pe baza tradițională morfologică din cauza deteriorărilor, au fost determinate utilizând tehnica „codurilor de bare ADN”. Aceasta presupune secvențierea unui fragment de la nivelul genei care codifică pentru citocrom C oxidaza I și compararea secvenței obținute cu bazele de date internaționale precum GenBank (NCBI) și BOLD (Barcode of Life Sistem) [31]. Au fost analizate 56 de probe colectate din Rezervațiile științifice și peisagistice din țară, dintre acestea 22 de probe au fost reușite din care s-au identificat 18 specii. Izolarea ADN s-a efectuat cu ajutorul kitului ISOLATE II Genomic DNA @Bioline, respectând specificațiile producătorului. Cantitatea de ADN genomic izolată din fiecare probă a fost ulterior utilizată pentru a amplifica un fragment din capătul 5' al genei pentru citocrom C oxidaza I, genă utilizată intens în identificarea speciilor de animale (Hebert ș.a., 2003). Fragmentul menționat a fost amplificat utilizând primerii universali COI HCO2198 (5'-TAAACTTC AGGGTGACCAAAAAATCA-3') și LCO1490 (5'- GGTC AACAAATCATAA AGATATTGG-3') (Folmer și Black 1994) marcați cu cozi M13. Reacția PCR a fost efectuată într-un volum total de 50 μl care conținea matrită de ADN genomic, 1X Green GoTaq® Flexi Buffer, 2,5 mM MgCl₂, fiecare dNTP la 0,1 mM, 0,5 μM din fiecare primer și 1,5 unități de ADN polimerază GoTaq® (Promega, Madison, SUA). Produșii rezultați în urma amplificării au fost izolați din probe care au

prezentat benzi curate și vizibile pe gel de agaroză colorat cu bromură de etidiu 0,5 μg/ml. Benzile de interes au fost decupate din gel și produșii de amplificare izolați utilizând kitul de purificare produși PCR - Gel/PCR DNA Fragments Extraction Kit (Geneaid, Taiwan), urmând specificațiile producătorului. Pentru secvențiere au fost folosite serviciile Macrogen (Seul, Coreea de Sud). Secvențele brute au fost aliniate și editate manual în versiunea 3.7.1 CodonCode Aligner (CodonCode Corporation, Dedham, MA, SUA), după care au fost interogate bazele de date GenBank și BOLD Systems. Baza de date GenBank deține o interfață proprie numită nucleotide BLAST (Basic Local Alignment Search Tool), care găsește similaritate între secvențe. Interfața compară secvențe de nucleotide cu secvențe stocate în baza proprie de date și calculează o semnificație statistică. Raportul de identitate calculat de BLAST reprezintă procentajul de baze azotate care sunt similare între secvența noastră subiect și secvențele regăsite în baza de date. De asemenea, BLAST calculează și un grad de suprapunere care reprezintă procentajul de aliniere dintre secvența noastră de interes și secvențele de referință stocate în GenBank. Identificarea moleculară stabilită cu ajutorul bazei de date GenBank a fost confirmată prin interogarea bazei de date BOLD Systems. Speciile identificate prin metoda „codurilor de bare ADN”, secvențele cărora au fost depuse în GenBank au fost *Batrisesodes unisexualis*, *Trichonyx sulcicollis*, *Sepedophilus bipunctatus*, *Sepedophilus pedicularius*, *Gyrophana manca*, *Scaphisoma agaricinum*, *Stenus ochropus*, *Euconnus fimetarius*, *Sepedophilus testaceus*, *Anaspis frontalis*, *Dyschirius globosus*, *Agathidium nigripenne*, *Cidnopus pilosus*, *Brassicogethes aeneus*, *Scolytus multistriatus*, *Xyleborus dryographus*, *Xyleborinus saxesenii* și *Rhopalocerus rondanii*.

Pentru a realiza o analiză de bază filogeografică și pentru a avea o imagine exactă a modului în care sunt răspândite liniile filogenetice la nivel european, au fost descărcate din bazele de date toate secvențele de COI corespunzătoare celor 18 specii de coleoptere identificate. Pentru alinierea secvențelor a fost utilizat programul Mega7. Pentru a calcula numărul de haplotipuri a fost utilizat softul DnaSP v. 5. Rețeaua de haplotipuri identificate pentru fiecare specie în parte a fost reconstituită sub un algoritm de tip Median Joining implementat în PopART v 1.7.

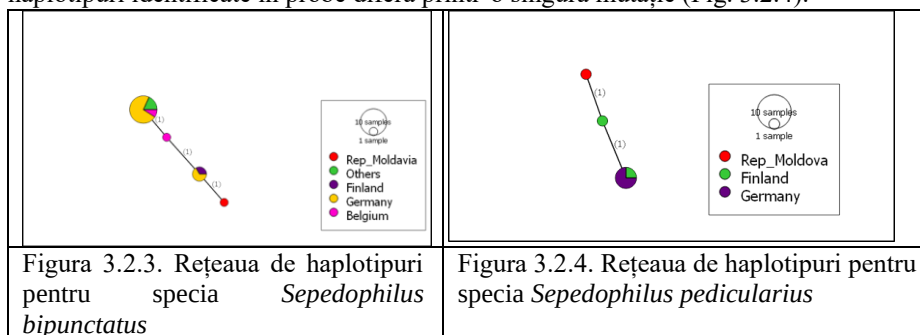
Pentru specia *Batrisesodes unisexualis* au fost analizate 7 secvențe de COI, șase dintre ele provenind de la exemplare colectate în Belgia și Germania. Haplotipul identificat în Republica Moldova este unul distinct. Celelalte două haplotipuri, unul comun pentru Belgia și Germania și unul distinct pentru Germania se deosebesc printr-o singură mutație, pe când cel din Republica Moldova are acumulat un număr de 4 mutații (substitutions) suplimentare (Fig. 3.2.1).

Pentru specia *Trichonyx sulcicollis*, numărul de secvențe de COI identificate/descărcate din bazele de date internaționale este redus. Au fost analizate două secvențe provenite din Belgia, grupate în același haplotip mitocondrial care este diferit de cel prezent în Republica Moldova, în Rezervația științifică „Pădurea Domnească” prin 15 mutații (Fig. 3.2.2).



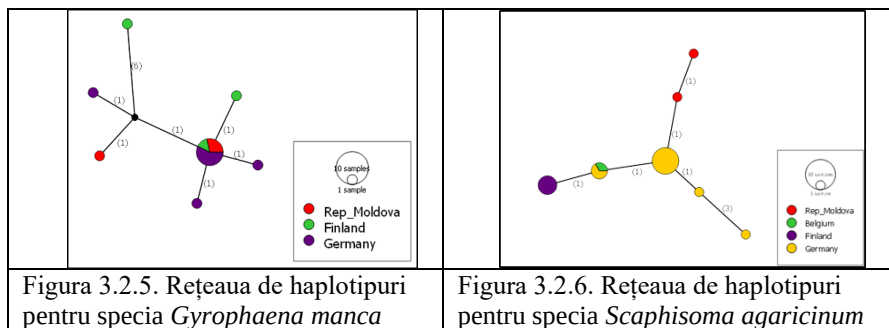
Pentru specia *Sepedophilus bipunctatus* au fost identificate 4 haplotipuri în 16 secvențe de COI analizate. Două dintre haplotipuri sunt comune pentru Belgia și Finlanda pe când haplotipuri distincte apar în Republica Moldova și Belgia. Numărul de mutații prin care diferă între ele este redus (1 mutație) (Fig. 3.2.3).

Pentru specia *Sepedophilus pedicularius* în cele 6 secvențe analizate, care proveneau din Finlanda, Germania și Republica Moldova, au fost identificate 3 haplotipuri dintre care două private pentru Republica Moldova și Finlanda și unul comun în care sunt grupate secvențe din Germania și Finlanda. Toate cele trei haplotipuri identificate în probe diferă printr-o singură mutație (Fig. 3.2.4).



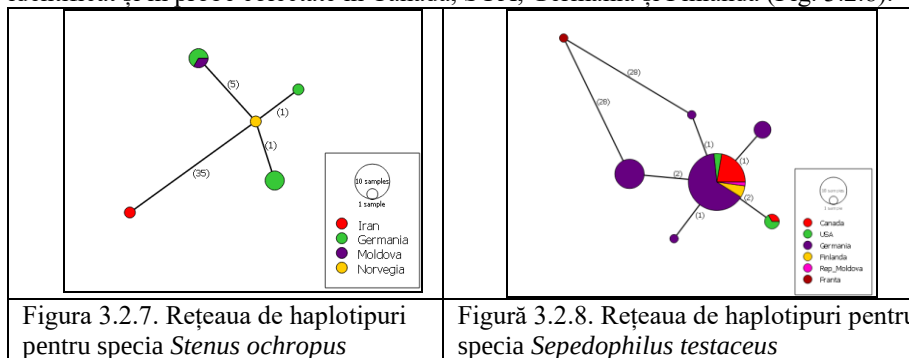
Șapte haplotipuri au fost identificate în cele 13 secvențe de *Gyrophæna manca*. În Republica Moldova au fost identificate două haplotipuri dintre care unul este comun, regăsit și la probe din Germania și Finlanda, pe când al doilea este distinct și cu diferențe de 2 mutații, față de cel comun. Cel mai depărtat este haplotipul din Finlanda, aflat la o distanță de 7 mutații față de cel comun (Fig. 3.2.5).

Șapte haplotipuri au fost identificate în 19 secvențe de COI analizate pentru specia *Scaphisoma agaricinum*. 3 haplotipuri private sunt prezente în probele colectate din Germania. Un haplotip privat este prezent în Finlanda pe când probele din Republica Moldova din „Pădurea Domnească” și „Plaiul Fagului” sunt grupate în două haplotipuri private. Un haplotip comun este întâlnit la probele provenite din Germania și Finlanda (Fig. 3.2.6).



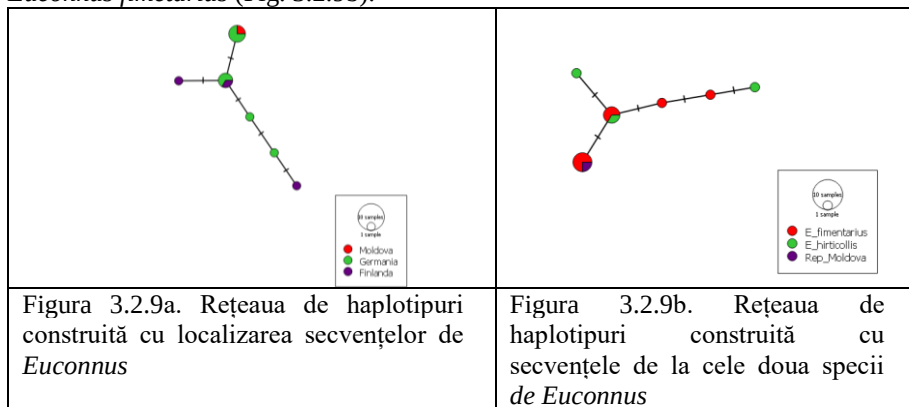
Pentru specia *Stenus ochropus* au fost analizate 9 secvențe de COI având o lungime de 658 bp și care s-au grupat în 5 haplotipuri. Secvențele analizate provin din țări precum: Germania, Iran, Norvegia și Republica Moldova cu un exemplar colectat în Vila Nisporeni. Haplotipul răspândit în Republica Moldova este unul identificat și la probele colectate în Germania (Fig. 3.2.7).

Pentru a descrie specia *Sepedophilus testaceus* au fost analizate 67 de secvențe de COI având o lungime de 667 bp și care s-au grupat în 7 haplotipuri. Secvențele analizate provin din țări precum: Canada, SUA, Germania, Finlanda, Franța și Republica Moldova cu un exemplar colectat în „Plaiul Fagului”. Haplotipul răspândit în Republica Moldova este unul central și cu o răspândire globală, identificat și în probe colectate în Canada, SUA, Germania și Finlanda (Fig. 3.2.8).



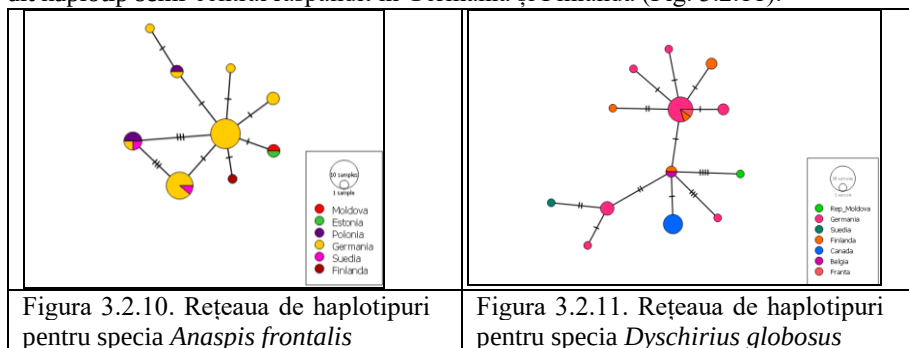
Pentru specia *Euconnus fimetarius* au fost analizate 13 secvențe de COI având o lungime de 658 bp și care s-au grupat în 6 haplotipuri. Secvențele analizate provin din țări precum: Germania, Finlanda și Republica Moldova cu un exemplar colectat la Prutul de Jos. Haplotipul răspândit în Republica Moldova, Prutul de Jos, este unul identificat și în probe colectate în Germania și Finlanda, deci unul cu o largă răspândire europeană. Pentru această specie au fost construite două rețele de haplotipuri: bazată pe localizarea geografică a secvențelor, astfel încât putem observa că haplotipul răspândit în Republica Moldova este unul identificat și în probe colectate în Germania și Finlanda (Fig. 3.2.9a); bazată pe identificarea din

GenBank și BOLD a secvențelor descărcate și se poate observa lesne că identificarea morfologică vă conduce la regăsirea unui haplotip central în care sunt grupate ambele specii. Haplotipul regăsit în Republica Moldova se grupează clar cu *Euconnus fimetarius* (Fig. 3.2.9b).



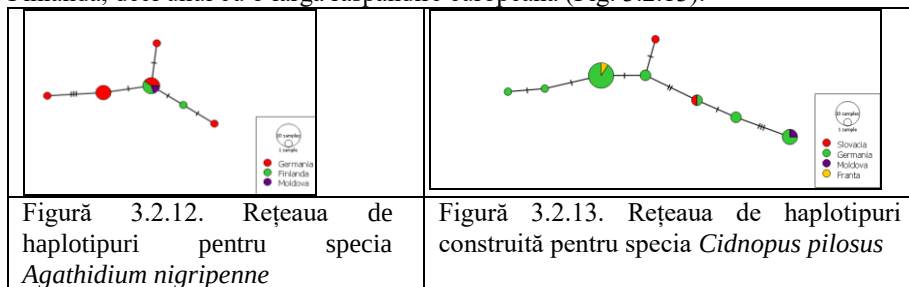
Pentru specia *Anaspis frontalis* au fost analizate 33 de secvențe de COI având o lungime de 658 bp și care s-au grupat în 9 haplotipuri. Secvențele analizate provin din țări precum: Estonia, Polonia, Germania, Suedia, Finlanda și Republica Moldova cu un exemplar colectat în „Pădurea Domnească”. Haplotipul răspândit în Republica Moldova este întâlnit și în Estonia, aflându-se la o singură mutație depărtare de un haplotip central care cuprinde 11 probe și care este răspândit în Germania (Fig. 3.2.10).

Pentru specia *Dyschirius globosus* au fost analizate 32 de secvențe de COI având o lungime de 650 bp și care s-au grupat în 13 haplotipuri. Secvențele analizate provin din țări precum: Germania, Canada, Suedia, Finlanda, Belgia, Franța precum și Republica Moldova cu un exemplar colectat în „Pădurea Domnească”. Haplotipul răspândit în Republica Moldova este unul privat aflat la o distanță de 4 mutații de un alt haplotip semi-central răspândit în Germania și Finlanda (Fig. 3.2.11).

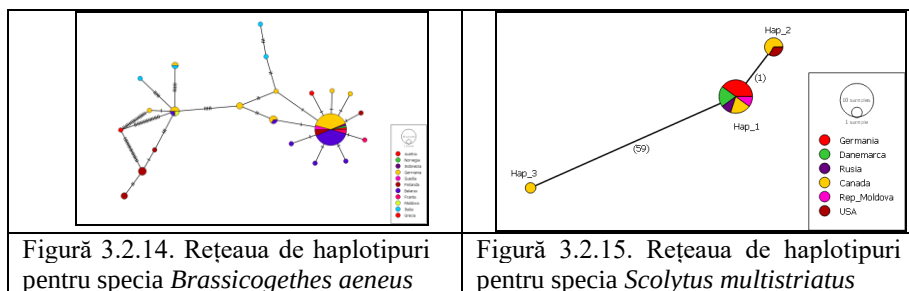


Pentru specia *Agathidium nigripenne* au fost analizate 13 secvențe de COI având o lungime de 658 bp și care s-au grupat în 6 haplotipuri. Secvențele analizate provin din țări precum: Germania, Finlanda precum și Republica Moldova cu un exemplar colectat în „Pădurea Domnească”. Haplotipul răspândit în Republica Moldova este unul identificat și în probe colectate în Germania și Finlanda, deci unul cu o largă răspândire europeană (Fig. 3.2.12).

Pentru a descrie specia *Cidnopus pilosus* au fost analizate 24 de secvențe de COI având o lungime de 700 bp și care s-au grupat în 8 haplotipuri. Secvențele analizate provin din țările Germania, Slovacia, Franța precum și din Republica Moldova cu un exemplar colectat în „Pădurea Domnească”. Haplotipul răspândit în Republica Moldova este unul identificat și în probe colectate în Germania și Finlanda, deci unul cu o largă răspândire europeană (Fig. 3.2.13).



Pentru specia *Brassicogethes aeneus* au fost analizate 79 de secvențe de COI având o lungime de 577 bp și care s-au grupat în 22 haplotipuri. Secvențele analizate provin din țări precum: Austria, Norvegia, Indonezia, Germania, Suedia, Finlanda, Belarus, Franța, Italia, Grecia și Republica Moldova cu un exemplar colectat în „Pădurea Domnească”. Haplotipul răspândit în Republica Moldova este unul identificat și în probe colectate din Germania și Belarus (Fig. 3.2.14).

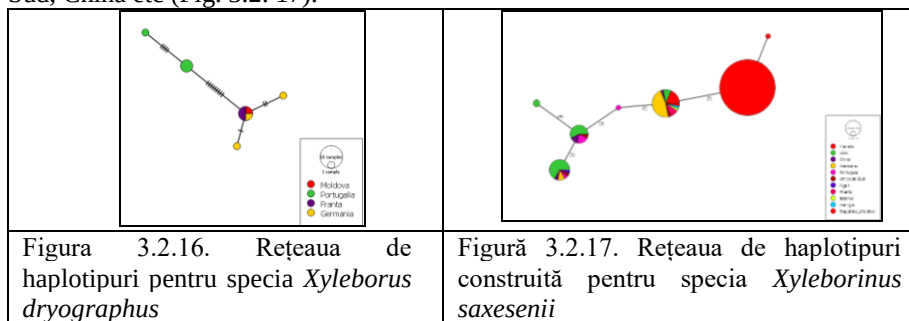


Pentru specia *Scolytus multistriatus* au fost analizate 14 secvențe de COI având o lungime de 658 bp și care s-au grupat în 3 haplotipuri. Secvențele analizate provin din țările Germania, Danemarca, Rusia, Canada, SUA precum și Republica Moldova cu un exemplar colectat în „Pădurea Domnească”. Haplotipul răspândit în Republica Moldova este întâlnit și în Germania, Danemarca, Rusia, Canada și se află la o

singură mutație depărtare de un alt haplotip răspândit în Canada și SUA. De asemenea, un al treilea haplotip, dar care se află la distanță de 59 de mutații față de haplotipul central și larg răspândit este localizat în Canada, dar în acest caz poate fi vorba și de o eroare de determinare a exemplarului martor (Fig. 3.2.15).

Pentru a descrie specia *Xyleborus dryographus* au fost analizate 10 secvențe de COI având o lungime de 646 bp și care s-au grupat în 5 haplotipuri. Secvențele analizate provin din țări precum: Germania, Portugalia, Franța și Republica Moldova cu un exemplar colectat în „Pădurea Domnească”. Haplotipul răspândit în Republica Moldova este unul comun pentru Franța și Germania și central din care se desprind cele două haplotipuri din Portugalia (Fig. 3.2.16).

Pentru a descrie specia *Xyleborinus saxesenii* au fost analizate 198 de secvențe de COI având o lungime de 611 bp și care s-au grupat în 7 haplotipuri. Secvențele analizate provin din țări precum: Canada, SUA, China, Germania, Portugalia, Africa de Sud, Egipt, Franța, Belarus, Georgia și Republica Moldova cu un exemplar colectat în „Pădurea Domnească”. Haplotipul răspândit în Republica Moldova este comun la nivel global, fiind identificat și în probele colectate în Germania, Africa de Sud, China etc (Fig. 3.2. 17).



Pentru a descrie specia *Rhopalocerus rondanii* au fost analizate 2 secvențe de COI având o lungime de 658 bp, una dintre ele provenind de la un exemplar colectate în Germania. Haplotipul identificat în Republica Moldova este unul distinct. Cele două haplotipuri, unul distinct pentru Germania și cel din Republica Moldova diferă între ele printr-un număr de 4 mutații (substituții).

Din punct de vedere filogeografic, cele mai multe secvențe provenite de la probele colectate din Rezervațiile Republicii Moldova se grupează în haplotipuri private. Doar specia *Gyrophæna manca* reprezintă o excepție, deoarece pentru ea, au fost identificate două haplotipuri dintre care, unul este răspândit atât în Finlanda, cât și Germania și doar unul este privat, adică întâlnit doar în Republica Moldova.

3.3. Răspândirea fungilor la coleopterele saproxilice și importanța lor pentru ecosistemele forestiere

Din ecosistemele forestiere ale Rezervației științifice „Plaiul Fagului”, s-au identificat 5 specii de coleoptere xilofage *Dryocoetes alni*, *Scolytus carpini*, *Stereocorynes truncorum*, *Platypus cylindrus* și *Xyleborus monographus* implicate

în dispersia fungilor microscopici de la arbori infectați la cei sănătoși. Materialul a fost colectat de pe *Quercus petraea* cu vârsta medie de 80 de ani.

Din probele de insecte au fost izolate și identificate prin tehnica PCR până la gen (4 tulpini) sau specii (20 tulpini) de fungi microscopici. Conform rezultatelor secvențierii regiunii ITS1-5,8S-ITS2, au fost identificate 6 tulpini din genul *Alternaria* sp., izolate de la 4 specii de coleoptere *D. alni*, *S. carpini*, *S. truncorum* și *X. monographus*. Printre acestea au fost *Alternaria infectoria* - omniprezentă în diferite ecosisteme și cu potențial de patogenitate pentru om; *Alternaria alternata* și *Alternaria tenuissima* - condiționat patogene pentru numeroase specii de plante ierboase și lemnoase.

Fungii din genul *Cladosporium* sp. au fost izolați de la toate speciile de coleoptere saproxilice. Cei mai răspândiți au fost *Cladosporium herbarum*, urmat de *Cladosporium cladosporioides*. Acești fungi sunt saprofiți omniprezenți, dar pot fi și agenți condiționat patogeni pentru plante.

De menționat tulpina *Querciphoma carteri*, izolată de la *D. alni*, cunoscută ca patogen pentru arborii de stejar; tulpinile izolate de la *P. cylindrus*: *Peniophora cinerea* sunt agenți patogeni pentru nucul negru (*Juglans nigra*); *Botrytis* sp. – saprofit și agent patogen al putregaiului cenușiu la multe specii de plante.

Specie importantă, cu potențial de biocontrol al diferitor agenți patogeni al plantelor, *Aureobasidium pullulans* a fost izolată de la *P. cylindrus* și *X. monographus*.

Saprofitul *Lophiostoma*, care crește pe plante erbacee și lemnoase, a fost izolat de la *D. alni* și *S. truncorum*. Au fost identificate tulpini de fungi, izolate doar de la o singură specie de coleoptere saproxilice: *Filobasidium magnum* – izolat din probele de *X. monographus*; *Penicillium citreonigrum* – izolat de la *S. truncorum*; saprotrofitul *Parathyridaria flabelliae* - din probele coleopterului *D. alni*; tulpina *Acrodontium salmoneum* și reprezentantul genului *Metschnikowia* de la probele de *S. carpini*.

Micromiceta identificată molecular ca *Sarocladium bacillisporum*, saprofagă a materialului vegetal în descompunere, a fost izolată doar la *P. cylindrus*. Reprezentantul genului *Myrmecridium* sp., a fost extras din probele izolate de la *X. monographus*.

Izolatul care a fost identificat ca *Fomes fomentarius* (iască), o ciupercă necomestibilă, saprofită și parazitară, care crește pe trunchiurile arborilor, a fost izolat din probele de *S. truncorum*. *Fomes fomentarius* este microhabitat și sursă trofică pentru unele specii de coleoptere saprotrofe.

Astfel, cercetările au demonstrat că speciile de coleoptere xilofage colectate de pe stejari (*Quercus petraea*) sunt vectori de dispersie a fungilor saprofiți, unii dintre ei patogeni, de la arborii infectați la cei sănătoși.

3.4. Specii de coleoptere saproxilice la prima semnalare în fauna Republicii Moldova

Cercetările efectuate în Rezervațiile științifice, Rezervațiile peisagistice, Parcurile Naționale, plantațiile forestiere artificiale și fâșiile forestiere de protecție

din republică au permis identificarea a 5 familii Biphyllidae, Bothrideridae, Corylophidae, Prostomidae și Throscidae, 47 de genuri (sunt subliniate) și 89 de specii de coleoptere saproxilice noi în fauna Republicii Moldova. Speciile la prima semnalare sunt: Calodromius spilotus (Illiger, 1798), Plegaderus dissectus Erichson, 1839, Nossidium pilosellum (Marsham, 1802), Ptenidium formicetorum Kraatz, 1851, Agathidium nigripenne (Fabricius, 1792), Amphicyllis globus (Fabricius, 1792), Achrotona fungi (Grav, 1806), Anthobium atrocephalum (Gyllenhal, 1827), A. fuscum (Erichson, 1839), Atheta marcida (Erichson, 1837), Batrisodes unisexualis Besuchet, 1988, Dinaraea aequata (Erichson, 1837), Euaesthetus bipunctatus (Ljungh, 1804), Geostiba circellaris (Gravenhorst, 1806), Gyrophæna joyi Wendeler, 1924, G. manca Erichson, 1839, Heterothops niger Kraatz, 1868, Hypnogyra angularis (Ganglbauer, 1895), Lordithon trinotatus (Erichson, 1839), Lathrobium longulum Gravenhorst, 1800, Medon rufiventris (Nordmann, 1837), Mycetoporus forticornis Fauvel, 1875, M. eppelsheimianus Fagel, 1968, M. baudueri Mulsant & Rey 1875, Oxypoda abdominalis Mannerheim, 1830, Quedius ochropterus Erichson, 1839, Q. suturalis Kiesenwetter, 1845, Scaphisoma agaricinum (Linnaeus, 1758), Sepedophilus bipunctatus (Gravenhorst, 1802), S. constans (Fowler, 1888), S. immaculatus (Stephens, 1832), S. littoreus (Linnaeus, 1758), S. marshami (Stephens, 1832), S. obtusus Luze, 1902, S. pedicularis (Gravenhorst, 1802), Siagonium humerale Germar, 1836, Sunius fallax (Lokay, 1919), Tachinus rufipes (Linnaeus, 1758), Tachyporus transversalis Gravenhorst, 1806, Trichonyx sulcicollis (Redtenbacher, 1816), Aesalus scarabaeoides Panzer, 1794, Megatoma undata (Linnaeus, 1758), Attagenus punctatus (Scopoli, 1772), Cardiophorus discicollis (Herbst, 1806), C. ruficollis (Linnaeus, 1758), Xylophilus testaceus (Herbst, 1806), Dirrhagofarsus attenuatus (Mäklin, 1845), Lopheros rubens (Gyllenhal, 1817), Aulonothroscus brevicollis (de Bonvouloir, 1859), Malthinus balteatus Suffrian, 1851, Biphyllus lunatus Fabricius, 1792, Axinotarsus ruficollis (Olivier, 1790), Triplax aenea (Schaller, 1783), T. collaris (Schaller, 1783), Tritoma bipustulata Fabricius, 1775, Monotoma longicollis (Gyllenhal, 1827), Rhizophagus bipustulatus Fabricius, 1792, Placonotus testaceus (Fabricius, 1787), Cryptarcha strigata (Fabricius, 1787), C. undata (Olivier, 1790), Glischrochilus quadriguttatus (Fabricius, 1776), Bothrideres bipunctatus (Gmelin, 1790), Oxylaemus cylindricus (Creutzer in Panzer, 1796), Endomychus armeniacus Motschulsky, 1835, Mycetina cruciata (Schaller, 1783), Symbiotes gibberosus (Lucas, 1846), Sericoderus lateralis (Gyllenhal, 1827), Corticarina minuta (Fabricius, 1792), Dienerella filum (Aube, 1850), Enicmus rugosus (Herbst, 1793), E. testaceus (Stephens, 1830), Latridius hirtus Gyllenhal, 1827, Mycetophagus fulvicollis Fabricius, 1792, Triphyllus bicolor (Fabricius, 1777), Abdera quadrifasciata (Curtis, 1829), Dircaea australis Fairmaire, 1856, Mordellistena neuwaldeggiana (Panzer, 1796), Synchita undata Guérin-Ménéville, 1844, Rhopalocerus rondanii (Villa & Villa, 1833), Nosodomodes diabolicus (Schaufuss, 1862), Pycnomerus terebrans (Olivier, 1790), Corticeus fasciatus (Fabricius, 1790), Eledonoprius armatus (Panzer, 1799), Mycetochara flavipes (Fabricius, 1792), Palorus depressus (Fabricius, 1790), Platydemus dejaeni Laporte de Castelnau &

Brullé, 1831, *Prostomis mandibularis* (Fabricius, 1801), *Stictoleptura scutellata* (Fabricius, 1781) și *Neoclytus acuminatus* (Fabricius, 1775).

4. DIVERSITATEA COLEOPTERELOR SAPROXILICE DIN ECOSISTEMELE FORESTIERE CERCETATE

4.1. Coleopterele saproxilice depistate în Rezervațiile științifice cercetate

În Rezervația științifică „Pădurea Domnească” materialele au fost colectate prin metoda directă, cu aspiratorul entomologic, cu fileul entomologic, prin scuturare de pe ciuperci de copac, metoda de flotație și cu ajutorul capcanelor de trunchi. Au fost colectate 602 exemplare care aparțin la 84 de specii, 73 de genuri și 36 de familii. 13 specii s-au remarcat prin mai mult de 10 exemplare, iar 61 de specii între 10 și un exemplar. Dintre speciile rare și protejate în fauna Republicii Moldova în rezervație au fost semnalate *Cucujus cinnaberinus* și *Lucanus cervus* (Cartea Roșie, 2015). Există și alte specii rare ce sunt protejate în unele țări din Europa și care necesită atenție sporită și în țara noastră. Printre acestea se evidențiază *Triphyllus bicolor*, *Dirrhagofarsus attenuatus*, *Prostomis mandibularis* și *Uloma culinaris*. În același timp, au fost colectate și specii xilomicetofage care aduc daune arborilor slăbiți și afectați de factorii naturali. Printre speciile dăunătoare se consideră *Platypus cylindrus*, *Scolytus multistriatus*, *Xyleborus dryographus*, *Xyleborus monographus* și *Xyleborinus saxesenii*. Din „Pădurea Domnească” au fost identificate 24 de specii din 16 familii la prima semnalare în fauna Republicii Moldova și 20 de specii indicatoare a pădurilor bătrâne.

În Rezervația științifică „Plaiul Fagului” materialele au fost colectate utilizând toate metodele de colectare menționate în capitolul metodologie. Au fost colectate 693 de exemplare care aparțin la 123 de specii, 107 genuri și 37 de familii. 16 specii s-au remarcat prin mai mult de 10 exemplare, iar 107 specii au avut între 10 exemplare și un exemplar. Dintre speciile rare și protejate în fauna Republicii Moldova au fost identificate speciile *Carabus intricatus*, *Cerophytum elateroides*, *Cucujus cinnaberinus*, *Lucanus cervus*, *Morimus asper funereus* și *Rosalia alpina*. Alte specii rare protejate în Europa, care necesită protecție și în țara noastră sunt *Corticeus fasciatus*, *Platydema dejeanii*, *Prostomis mandibularis*, *Uloma culinaris*, *Rhysodes sulcatus*, *Oxylaemus cylindricus*, *Neatus picipes* și *Aesalus scarabaeoides*. Printre speciile dăunătoare xilofage și xilomicetofage dăunătoare s-au remarcat *Saperda populnea*, *Xylotrechus rusticus*, *Xylotrechus antelope*, *Phymatodes testaceus*, *Platypus cylindrus*, *Scolytus carpini*, *Xyleborus dispar*, *Xyleborus monographus* și *Xyleborinus saxesenii*. Din „Plaiul Fagului” au fost identificate 38 de specii de coleoptere saproxilice din 16 familii, noi pentru fauna Republicii Moldova. Au fost semnalate 28 de specii indicatoare ale pădurilor bătrâne.

În Rezervația științifică „Codrii” materialele au fost colectate prin metoda directă, cu aspiratorul entomologic, cu fileul entomologic, prin scuturare de pe ciuperci de copac și metoda de flotație. Au fost colectate 173 de exemplare care aparțin la 46 de specii, 38 de genuri și 21 de familii. 4 specii s-au remarcat prin mai mult de 10 exemplare, iar 17 de specii cu mai puțin de 10 exemplare. Dintre speciile rare protejate au fost identificate speciile: *Carabus intricatus*, *Cucujus cinnaberinus*

și *Lucanus cervus*. Din această rezervație au fost identificate 4 specii de coleoptere saproxilice din 4 familii, noi pentru fauna Republicii Moldova. În Rezervația științifică „Codrii” au fost semnalate 19 de specii indicatoare ale pădurilor bătrâne.

În Rezervația științifică „Prutul de Jos” materialele au fost colectate prin metoda directă, cu aspiratorul entomologic, cu fileul entomologic și prin metoda de flotație. Au fost colectate 15 exemplare care aparțin la 13 specii, 13 genuri și 8 familii. Au fost colectate foarte puține exemplare în timpul celor 5 expediții efectuate pe teritoriul rezervației, din lipsa arborilor morți și a buștenilor. Materialele au fost colectate din 2020 până în 2022.

Dintre speciile rare protejate în fauna Republicii Moldova, în Rezervația științifică „Prutul de Jos” au fost colectate speciile: *Aromia moschata* și *Lucanus cervus*. *Neoclytus acuminatus* din familia Cerambycidae ar putea fi un potențial dăunător pe viitor pentru diverse specii de foioase, fiind o specia polifagă. Din Rezervația științifică „Prutul de Jos” au fost identificate 2 specii noi pentru fauna țării din 2 familii. În Rezervația științifică „Prutul de Jos” au fost depistate 5 specii indicatoare ale pădurilor bătrâne.

4.2. Coleopterele saproxilice depistate în Rezervațiile peisagistice cercetate

În Rezervația peisagistică „Telița” materialele au fost colectate prin metoda directă, cu aspiratorul entomologic, cu fileul entomologic, prin scuturarea ciupercilor de copac și prin metoda de flotație în laborator. Au fost colectate 80 de exemplare care aparțin la 13 specii, 13 genuri și 11 familii. 3 specii s-au remarcat prin mai mult de 10 exemplare fiecare, iar 9 specii cu mai puțin de 10 exemplare fiecare. Au fost depistate 3 specii indicatoare ale pădurilor bătrâne. Din cauza extragerii lemnului mort din rezervație, speciile saproxilice fiind lipsite de microhabitatele și-au redus numărul și sunt amenințate cu dispariția.

În Rezervația peisagistică „Țâpova” materialele au fost colectate prin metoda directă, cu aspiratorul entomologic și cu fileul entomologic. Au fost colectate 18 exemplare care aparțin la 5 specii, 5 genuri și 4 familii. Specia *Uleiota planata* s-a remarcat prin mai mult de 10 exemplare, iar celelalte 4 specii cu mai puține exemplare. A fost semnalată o singură specie indicatoare fapt ce demonstrează că lemnul mort este înlăturat din pădure, iar speciile saproxilice nu au mediu de trai.

Din Rezervația peisagistică „Codrii Tigheci” materialele au fost colectate prin metoda directă, cu fileul entomologic, cu aspiratorul entomologic, prin metoda de scuturare a ciupercilor de copac și prin metoda de flotație realizată în laborator. Au fost colectate 57 de exemplare care aparțin la 15 specii, 15 genuri și 9 familii. Dintre speciile rare și protejate în fauna Republicii Moldova, în Rezervația peisagistică „Codrii Tigheci” a fost semnalată doar specia *Lucanus cervus*. Dintre speciile indicatoare ale pădurilor bătrâne au fost depistate speciile *Teretrius fabricii*, *Lucanus cervus*, *Uroma culinaris* și *Aegosoma scabricorne*.

Din lemnul mort din Rezervația peisagistică „Cobileni” materialele au fost colectate prin metoda directă și cu aspiratorul entomologic. Au fost colectate 35 de exemplare care aparțin la 3 specii, 3 genuri și 2 familii. Specia *Rhagium inquisitor* s-a identificat prin 32 de exemplare. Dintre speciile indicatoare ale pădurilor bătrâne a

fost depistată doar specia *Ampedus elegantulus*, din cauza extragerii lemnului mort speciile saproxilice nu au mediu pentru a se dezvolta.

Din Rezervația peisagistică „Vila Nisporeni” materialele au fost colectate prin metoda directă, cu ajutorul aspiratorului entomologic, prin scuturarea ciupercilor de copac, metoda de flotație și cu fileul entomologic. Au fost colectate 66 de exemplare, ce aparțin la 20 de specii, 17 genuri și 8 familii. Dintre speciile rare și protejate în fauna Republicii Moldova în Rezervația peisagistică „Vila Nisporeni” au fost identificate speciile: *Carabus intricatus* și *Lucanus cervus* (Cartea Roșie, 2015). Dintre speciile xilofage dăunătoare, a fost depistată specia *Rhagium inquisitor*, care atacă arborii slăbiți. Au fost depistate 4 specii indicatoare ale pădurilor bătrâne în Rezervația peisagistică „Vila Nisporeni”.

4.3. Coleopterele saproxilice depistate în Parcurile Naționale „Nistrul de Jos” și „Orhei”

În Parcul Național „Nistrul de Jos” materialele au fost colectate prin metoda directă, cu ajutorul aspiratorului entomologic, cu fileul entomologic, prin scuturarea ciupercilor de copac și metoda de flotație. Au fost colectate 159 de exemplare care aparțin la 42 de specii, 33 de genuri și 12 familii. Dintre speciile rare protejate au fost identificate speciile *Lucanus cervus* și *Ischnodes sanguinicollis*. La prima semnalare în fauna țării au fost 15 specii din 10 genuri și o familie. În Parcul Național „Nistrul de Jos” au fost depistate 4 specii indicatoare ale pădurilor bătrâne.

În Parcul Național „Orhei” materialele au fost colectate prin metoda directă, cu aspiratorul entomologic, prin scuturarea ciupercilor de copac și prin metoda de flotație în laborator. Au fost colectate 94 de exemplare ce aparțin la 20 de specii, 18 genuri și 12 familii. 4 specii s-au remarcat prin mai mult de 10 exemplare fiecare, iar 16 specii cu mai puțin de 10 exemplare fiecare. Dintre speciile rare și protejate în fauna Republicii Moldova, au fost semnalate speciile *Morimus asper funereus* și *Lucanus cervus*. Există și alte specii rare care sunt protejate în Europa. Printre acestea menționăm *Biphyllus lunatus*, *Bothrideres bipunctatus* și *Uloma culinaris*. Pentru protecția speciilor rare, lemnul mort trebuie de păstrat în habitatul natural. Din cadrul parcului au fost identificate 3 specii noi pentru fauna țării și 3 specii indicatoare ale pădurilor bătrâne.

4.4. Coleopterele saproxilice depistate în diverse păduri naturale, plantații forestiere și parcuri urbane din țară

Din pădurile naturale, plantațiile forestiere și parcurile urbane, materialele au fost colectate cel mai frecvent prin metoda directă, sau cu ajutorul aspiratorului entomologic, uneori speciile ce vizitau plantele cu flori au fost colectate cu ajutorul fileului entomologic, speciile ce populează ciupercile lignicole au fost scuturate de pe ciuperci pe un capac alb de pe care au fost aspirate, iar unele fragmente de lemn au fost examinate la prezența speciilor saproxilice în laborator prin metoda de flotație. Au fost colectate 252 de exemplare, ce aparțin la 53 de specii, 46 de genuri și 17 familii. Dintre speciile rare și protejate în fauna țării au fost identificate *Cucujus cinnaberinus* – colectată în parcul Valea Morilor din Chișinău și *Lucanus cervus* –

colectată în parcul Valea Morilor din Chișinău și în pădurea naturală de la Zăbriceni. Printre speciile indicatoare ale pădurilor bătrâne depistate în pădurile naturale, fâșiile forestiere și parcurile urbane cercetate se evidențiază *Anthaxia millefolii*, *Cucujus cinnaberinus*, *Aegosoma scabricorne* și *Lucanus cervus* depistate în parcul din Chișinău; *Tenebrio opacus* și *Neatus picipes* în fâșia forestieră de la Măcărăști; *Ampedus elegantulus* în plantația forestieră de la Lopatna; *Mycetophagus fulvicollis* în Rezervația peisagistică „Dolna” și în pădurea naturală de la Vulcănești; *Uloma culinaris* în Rezervația peisagistică „Saharna” și *Silvanus unidentatus* de la „Bularda”. Speciile saproxilice indicatoare și rare care sunt în parcurile din orașul Chișinău și orașelul Codru demonstrează despre prezența arborilor seculari, nativi și despre faptul că în municipiul Chișinău mediu este curat care trebuie protejat și menținut în stare bună.

Au fost calculați indicii de diversitate Simpson, Shannon și Echitabilitatea pentru a cuantifica biodiversitatea din ecosistemele forestiere cercetate. Cea mai mare diversitate de coleoptere saproxilice s-a stabilit în Rezervațiile științifice „Plaiul Fagului”, „Pădurea Domnească” și „Codrii”. Indicele de diversitate Shannon a înregistrat cele mai ridicate valori pentru Rezervația „Plaiul Fagului” care prezintă cele mai bune condiții, o diversitate mare de microhabitate, lemn mort în diferite stadii de degradare aparținând la diverse specii de arbori. Indicele de echitabilitate a înregistrat cele mai ridicate valori pentru Rezervația științifică „Prutul de Jos” și Parcul Național „Orhei”, care au prezentat un număr aproape echitabil de indivizi pentru toate speciile capturate. Analiza indicelui Simpson prezintă cea mai mică diversitate în Rezervațiile peisagistice „Cobîleni” și „Țâpova” valorile înregistrate apropiindu-se de limita 1 (Tab. 4.4.1).

Tabelul 4.4.1. Numărul speciilor și indivizilor identificați în ecosistemele forestiere cercetate cu valorile concentrației Simpson, indicelui de diversitate Shannon și Echitabilitatea

Ecosistemul cercetat	Specii	Indivizi	Simpson	Shannon	Echitabilitatea
„Pădurea Domnească”	84	602	0,1233	3,069	0,6927
„Plaiul Fagului”	123	693	0,0494	3,931	0,8169
„Codrii”	46	173	0,0598	3,243	0,847
„Prutul de Jos”	13	15	0,01905	2,523	0,9837
„Nistrul de Jos”	42	159	0,05899	3,21	0,8588
Parcul Național „Orhei”	20	94	0,08213	2,616	0,8731
„Telița”	13	80	0,1484	2,093	0,816
„Țâpova”	5	18	0,5163	0,9609	0,597
„Codrii Tigheci”	15	57	0,1034	2,35	0,8678
„Cobîleni”	3	35	0,8353	0,3471	0,3159
„Vila Nisporeni”	20	66	0,2005	2,13	0,7111

5. COLEOPTERE SAPROXILICE RARE ȘI BIOINDICATOARE A PĂDURILOR BĂTRÂNE

5.1. Coleoptere saproxilice rare și protecția lor

Coleopterele saproxilice sunt protejate la nivel European de Convenția de la Berna (1997) privind conservarea vieții sălbatice și a habitatelor naturale din Europa. În Anexa a II-a sunt incluse speciile *Cucujus cinnaberinus*, *Cerambyx cerdo* și *Rosalia alpina*. În Anexa a II-a din Directiva Habitare 92/43/CEE a Consiliului din 21 mai 1992 privind conservarea habitatelor naturale și a speciilor de faună și floră sălbatică sunt menționate *C. cerdo*, *C. cinnaberinus*, *Lucanus cervus*, *Morimus funereus*, *Rhysodes sulcatus*, *R. alpina*, în Anexa IV a aceleiași Directive sunt indicate speciile *C. cerdo*, *C. cinnaberinus* și *R. alpina*. Coleopterele sunt protejate și de Lista Roșie Europeană de conservare a speciilor saproxilice [10; 28]. La nivel local speciile rare sunt protejate de Legea regnului animal (Nr. 439 din 27-04-1995), în care sunt menționate speciile de coleoptere saproxilice *Cerophytum elateroides*, *Elaterrugineus*, *Ischnodes sanguinicollis*, *Porthmidius austriacus*, *L. cervus*, *C. cerdo*, *M. asper funereus* și *R. alpina*. Lista Roșie Europeană actuală a Uniunii Internaționale pentru Conservarea Naturii oferă o evaluare pentru 693 de specii de coleoptere saproxilice, din care 436 de specii publicate de Nieto și Alexander [28] și 257 de specii publicate în 2018, în baza unui studiu din 2017-2018. În Europa există peste 3500 de specii de coleoptere saproxilice.

Dintre speciile de coleoptere saproxilice protejate în fauna Republicii Moldova sunt 12 specii din 6 familii. Speciile protejate sunt *Carabus intricatus* depistată în Rezervațiile științifice „Plaiul Fagului”, „Codrii” și în Rezervația peisagistică „Vila Nisporeni”. *Lucanus cervus* depistată atât în Rezervațiile naturale, cât și în parcurile urbane. *Elaterrugineus* semnalată doar în Rezervația naturală „Codrii”. *Ischnodes sanguinicollis* semnalată în „Plaiul Fagului” și în Parcul Național „Nistrul de Jos”. *Cerophytum elateroides* semnalată în Rezervația științifică „Plaiul Fagului”. *Porthmidius austriacus* Parcul Național „Orhei”. *Cucujus cinnaberinus* Rezervațiile științifice „Plaiul Fagului”, „Pădurea Domnească”, Rezervația peisagistică „Dolna” și Parcul urban din Chișinău Valea Morilor. *Aromia moschata* Parcul Național „Orhei” și Parcul Național „Nistrul de Jos”. *Cerambyx cerdo* semnalată în Rezervația științifică „Codrii” și Parcul Național „Orhei”. *Morimus asper funereus* semnalată în Rezervațiile științifice „Codrii” și „Plaiul Fagului”, Parcul Național „Orhei”, Parcul Național „Nistrul de Jos” și pădurea din satul Cobîlea raionul Șoldănești. *Purpuricenus kaehleri* depistată în Rezervațiile „Plaiul Fagului” și „Codrii”. *Rosalia alpina* semnalată și fotografiată în anii 2019, 2021 și 2022 în Rezervația științifică „Plaiul Fagului”.

Pentru a proteja speciile de coleoptere saproxilice în ecosistemele forestiere este nevoie de a păstra o cantitate suficientă de lemn mort, inclusiv trunchiuri și ramuri de diferite grosimi și de a ocroti pădurile bătrâne mixte cu o mare diversitate de specii forestiere și, bineînțeles de a menține în habitate arborii bătrâni vătămați și scorburoși [15].

5.2. Coleopterele saproxilice indicatoare a pădurilor bătrâne

În anul 1999, în Marea Britanie a fost propus indicele de calitate saproxilic pe baza speciilor de coleoptere saproxilice. Un instrument capabil să evalueze importanța conservării intacte a ecosistemelor forestiere pentru speciile de coleoptere saproxilice. Au fost realizate studii cu scopul identificării listei coleopterelor saproxilice dependente de lemnul mort. S-au identificat numeroase specii de coleoptere, unele dintre care erau obligatoriu saproxilice, altele facultativ saproxilice. Unele specii depindeau de trunchiuri groase, altele aveau nevoie pentru dezvoltare doar de ramuri subțiri, unele specii depindeau de arborii morți expuși la soare, altele de expoziția umbroasă a arborelui, de arbori pe picior, sau la sol, unele specii depindeau de scorbură, de ciuperci filamentoase sau de corpuri de fructificație. Pentru unele specii de coleoptere se cunoaște biologia speciei, pentru alte specii prezența în lemnul mort a fost confirmată în studiile internaționale de specialitate. Pe baza indicelui de calitate saproxilic au fost evaluate habitatele/pădurile pentru conservarea lor.

Speciile saproxilice indicatoare ajută la evaluarea caracteristicilor forestiere importante pentru gestionarea și protecția biodiversității lor. Cea mai relevantă specie în calitate de indicator de biodiversitate, care relevă și o stare bună de conservare a habitatului este specia *Cucujus cinnaberinus* (Scop., 1763) [22], pentru depistarea speciei este necesară examinarea fisurilor din tulpini, sau înlăturarea scoarței uscate.

Coleopterele saproxilice din pădurile naturale și antropizate din Republica Moldova au fost reflectate într-un număr limitat de studii. Acestea au fost redată sporadic în lucrări faunistice și ecologice, dar nu au fost reprezentate pe ecosisteme în întregime. Unele specii saproxilice sunt comune pe întreg teritoriul republicii, altele sunt destul de rare și strict legate de un anumit microhabitat și depind de specia de arbori, de lemnul în putrefacție umed, de ciupercile care descompun lemnul mort. Coleopterele saproxilice sunt specifice față de vârsta arborilor. Astfel, unele specii invadează arborii slăbiți sau morți cu vârsta cuprinsă în limitele 40-80 de ani, copaci de vârsta medie 80-120 de ani și copaci bătrâni cu vârsta de peste 120 de ani. Unele specii de coleoptere obligatoriu saproxilice sunt utilizate conform metodologiei standard propusă de Schmidl și Bussler [33] în identificarea ecologiei peisajului, sau conform autorilor Eckelt ș.a. [12], în identificarea arborilor bătrâni din pădurile vechi (relicte) cu valoare de conservare pe tot teritoriul Europei Centrale.

Dintre cele 342 de specii de coleoptere saproxilice identificate – 78 de specii, din 72 de genuri și 26 de familii sunt indicatoare a arborilor bătrâni și a stării ecologice bune a pădurilor. Dintre aceste specii indicatoare – 43 sunt destul de rare, unele doar cu o singură semnalare. Rezultatele științifice obținute reprezintă o bază de informații valoroasă ce poate fi utilizată la stabilirea statutului habitatelor importante pentru protecția și conservarea diversității. Analiza speciilor saproxilice indicatoare pentru pădurile bătrâne cu o stare ecologică bună, a scos în evidență 49 de specii ce aparțin la 20 de familii – ce depind de lemnul mort vechi al arborilor bătrâni; de lemnul arborilor proaspăt tăiați depind – 17 specii din 5 familii; de

ciupercile ce cresc pe lemnul mort – 8 specii din 5 familii și de cavitățile/scorburile formate în lemnul mort al arborilor bătrâni – 7 specii din 5 familii. Pe baza speciilor de coleoptere saproxilice au fost identificate 7 ecosisteme forestiere importante la nivel regional, național și internațional. Dintre acestea importante la nivel internațional au fost evidențiate 2 păduri: „Plaiul Fagului” cu 123 de specii saproxilice și 31 de specii indicatoare și „Pădurea Domnească” cu 84 de specii saproxilice și 20 de specii indicatoare. Păduri importante la nivel național se consideră ecosistemele forestiere din Parcul Național „Nistrul de Jos” cu 42 de specii saproxilice, dintre care 5 indicatoare și Rezervația științifică „Codrii” cu 46 de specii saproxilice, dintre care 19 specii indicatoare. Parcul Național „Orhei” cu 20 de specii saproxilice, dintre care indicatoare a pădurilor bătrâne 5 specii și Rezervația peisagistică „Vila Nisporeni” cu 20 de specii saproxilice, dintre care 4 specii indicatoare a pădurilor bătrâne.

5.3 Estimarea gradului de amenințare ale speciilor saproxilice din familia Tenebrionidae

Coleopterele saproxilice din familia Tenebrionidae sunt reprezentate în faună Republicii Moldova de 19 specii aparținând subfamiliilor: Alleculinae, Diaperinae și Tenebrioninae. Speciile au fost analizate conform versiunii 3.1 (IUCN, 2001) după categoriile de raritate propuse de Uniunea Internațională pentru Conservarea Naturii (IUCN) atribuite la nivel european: A – populație în declin, B – distribuție îngustă și fragmentarea habitatului, declin sau fluctuații, C – dimensiune mică și fragmentarea populației, declin sau fluctuații, D – populație foarte mică sau distribuție foarte restrânsă, E – analiza cantitativă a riscului de extincție (de exemplu, analiza viabilității populației [3].

În Republica Moldova suprafața acoperită de ecosistemele forestiere este destul de mică, astfel încât speciile au fost analizate conform categoriei B cu unele modificări: 1) categoria date deficitare (DD) – specii citate în literatura de specialitate la începutul secolului XX, din datele noastre, specia apare în colecții într-o singură locație, nu au putut fi evaluate din lipsa datelor; 2) categoria critic periclitată (CR) – specii semnalate în 1-2 locații, după datele de analiză, reconfirmate peste 90 de ani; 3) categoria periclitată (EN) – specii raportate din 2-6 locații, analiza datelor o plasează în intervalul de la 50 la 90 de ani; 4) categoria vulnerabile (VU) – specii semnalate în 6-13 locații în număr mic de indivizi, în intervalul de la 30 la 50 de ani între primele semnalări; 5) categoria aproape amenințate (NT) – specii depistate în 13-32 de locații raportate în intervalul 30-10 ani; 6) categoria neamenințate (LC) – specii depistate în mai mult de 32 de locații și raportate până la 10 ani de la prima depistare (Tabelul 5.3.1).

Pentru atribuirea criteriilor de raritate speciilor de tenebrionide din Republica Moldova, acestea au fost monitorizate în habitatele lor naturale timp de 17 ani consecutiv, totodată au fost analizate colecțiile muzeale din țară, literatura entomologică națională și internațională.

Tabelul 5.3.1. Valorile gradului de amenințare după numărul de locații și perioada de apariție în ani

Criterii de raritate locații/ani	CR	EN	VU	NT	LC	DD
Numărul de locații	1-2	>2-6	>6-13	>13-32	>32	din citări
Apariția în ani, între primele semnalări, conform datelor din colecții	>90	50-90	30-50	10-30	<10	>90

Specia *Platydema dejeani* a fost colectată o singură dată în perioada de studiu, speciile *Neatus picipes*, *Mycetochara flavipes*, *Tenebrio opacus*, *Pseudocistela ceramboides*, *Cryphaeus cornutus* și *Hypophloeus bicolor* au fost confirmate de două ori în fauna țării, ar putea primi statutul de critic periclitare (CR). Trei specii *Bolitophagus reteticulatus*, *Prionychus ater* și *Platydema violaceum*, au fost identificate din 3 locații fiecare, *Hymenalia rufipes* a fost depistată în 4 locații, cele 4 specii pot primi statutul de periclitare (EN). *Diaclina testudinea* a fost colectată din 7 locații, *Uloma culinaris* a fost înregistrată în 8 locații, *Diaperis boleti* a fost semnalată din 11 locații, aceste specii pot primi statutul de vulnerabile (VU). Diversitatea tenebrionidelor saproxilice identificate în fauna Republicii Moldova, inclusiv prezența speciilor rare și protejate în Europa *N. picipes*, *M. flavipes*, *D. testudinea*, *T. opacus*, *H. bicolor*, *D. boleti* și *U. culinaris* demonstrează valoarea ecologică a microhabitatelor din Rezervațiile naturale „Plaiul Fagului”, „Pădurea Domnească”, a Parcului Național „Orhei” și Rezervației peisagistice „Telița”. Unele ecosisteme forestiere studiate sunt grav afectate antropic, biodiversitatea coleopterelor saproxilice este drastic amenințată. Pentru a proteja speciile de coleoptere saproxilice din familia Tenebrionidae trebuie păstrat microhabitatul acestor specii.

6. CARACTERISTICA ECOLOGICĂ ȘI ZOOGEOGRAFICĂ A SPECIILOR DE COLEOPTERE SAPROXILICE DIN TERITORIUL INVESTIGAT

6.1. Preferințele coleopterelor saproxilice față de speciile de arbori

Analiza speciilor de coleoptere saproxilice colectate din ecosistemele forestiere cercetate a scos în evidență speciile de arbori gazdă. Astfel, de pe arborii uscați sau în curs de uscare pe picior sau bușteni, având circumferința trunchiului de la 53 cm până la 2 m 73 cm, au fost colectate și determinate 240 de specii care aparțin la 184 de genuri și 46 de familii. Coleopterele saproxilice depind nu doar de speciile de arbori, dar și de succesiunea de degradare a lemnului, de poziția acestuia, de volumul lemnului și de prezența ciupercilor monocelulare sau pluricelulare. Analiza speciilor de coleoptere saproxilice în asociere cu gazdele – speciile de arbori, a evidențiat că cele mai numeroase au fost coleopterele colectate de pe speciile de arbori nativi. De pe arborii de stejar (*Quercus robor*, *Q. petraea*, *Q. pubescens*) au fost colectate 122 de specii de coleoptere saproxilice, dintre care 122 de specii au apărut și pe alte specii de arbori, iar 96 de specii au fost colectate doar de pe stejar. De pe plop (*Populus* sp.) au fost colectate 49 de specii, din care 31 de specii au

apărut doar plop, iar 18 specii și pe alte specii de arbori. Fagul (*Fagus sylvatica*) a fost populat de 23 de specii de coleoptere, dintre care 12 doar pe fag și 11 specii comune și pentru alte specii de arbori. Arborii de mesteacăn (*Betula* sp.) au fost populați de 7 specii de coleoptere saproxilice. Frasinul (*Fraxinus excelsior*) a fost populat de 17 specii (11 doar de pe frasin, 6 comune și pentru alte specii de arbori). Arborii de salcie (*Salix* sp.) au fost populați de 3 specii, din care una comună și pentru frasin, alta și pe stejar și una doar de pe salcie.

Teiul (*Tilia* sp.) a fost populat de asemenea de 2 specii, din care prima specie comună și pentru fag, iar a doua caracteristică pentru tei. Arborii de ulm (*Ulmus* sp.) au fost populați de 7 specii, din care una comună și pentru stejar și frasin, alta caracteristică și pentru fag și 5 caracteristice ulmului. De pe arborii de cireș (*Prunus avium*), arțar (*Acer platanoides*) și carpen (*Caprinus betulus*) a fost colectată câte o singură specie. De pe cioturi și bușteni de foioase în stare avansată de descompunere fără a recunoaște specia de arbori au fost colectate 48 de specii saproxilice. Speciile de arbori alohtoni de pin (*Pinus* sp.) și salcâm (*Robinia pseudoacacia*), au fost populate de câte 2 specii de coleoptere saproxilice fiecare (Fig. 6.1.1).

Rezultatele obținute confirmă că 43,0% dintre speciile de coleoptere saproxilice sunt dependente de lemnul mort al arborilor de stejar, așa cum și cea mai mare suprafață de teren din țară este ocupată de păduri de stejar. De lemnul mort al arborilor de plop au fost dependente 17,3% dintre speciile colectate. Alte 16,9% dintre speciile de coleoptere saproxilice se dezvoltă pe diverse specii de foioase, mai importantă fiind etapa de degradare a lemnului și volumul acestuia.

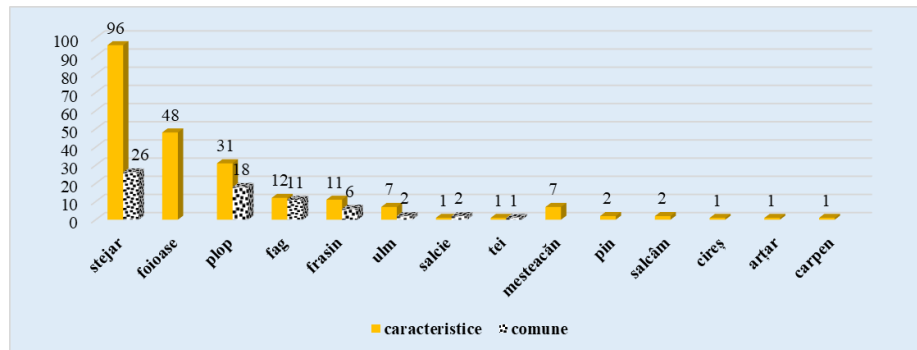


Figura 6.1.1. Numărul speciilor de coleoptere saproxilice colectate de pe diverse specii de arbori în perioada 2008-2023

De lemnul de fag au fost dependente – 8,1%, de lemnul mort de frasin – 6,0%, de mesteacăn – 2,5%, de ulm – 2,5%, câte 0,7% de specii au fost dependente de lemnul mort al arborilor de salcie, tei, salcâm și pin. De lemnul în descompunere de cireș, arțar și carpen au fost dependente – 0,4% dintre speciile cercetate. Din cauza extragerii lemnului mort din Rezervațiile științifice, peisagistice și plantațiile forestiere, coleopterele saproxilice sunt amenințate.

6.2. Analiza coleopterelor saproxilice pe verticală

În Rezervația științifică „Pădurea Domnească”, colectări prin metoda capcanelor de trunchi, au fost realizate în anul 2022. Au fost montate câte 2 capcane pe 7 copaci slăbiți, în curs de uscare și morți. La data colectării a fost înregistrat în registrul de câmp speciile arborilor pe care au fost montate capcanele de trunchi la 2 și 4 metri de la sol și circumferința arborilor. Materialele colectate au fost curățate de impurități și determinate în laborator. Au fost colectate 40 de specii ce aparțin la 35 de genuri și 21 de familii.

Cele mai multe specii colectate prin această metodă au aparținut familiilor Cerambycidae cu 8 specii din 8 genuri și Curculionidae – 5 specii, 4 genuri. Din celelalte familii au fost colectate un număr mai mic de specii și anume familia Erotylidae s-a identificat prin 3 specii, ce aparțin la 2 genuri; familiile Melyridae, Ptinidae și Eucnemidae au avut câte 2 specii din 2 genuri fiecare; familiile Mycetophagidae, Endomychidae și Nitidulidae s-au evidențiat fiecare prin câte 2 specii, dintr-un singur gen; familiile Leiodidae, Staphylinidae, Lycidae, Cantharidae, Dermestidae, Cucujidae, Latridiidae, Mordellidae, Tenebrionidae, Prostomidae, Scraphiidae și Anthribidae cu câte o singură specie fiecare.

Utilizarea acestei metode de colectare a materialului entomologic a permis identificarea pentru prima dată în fauna Republicii Moldova a 10 specii noi printre care *Dirrhagofarsus attenuatus*, *Xylophilus testaceus*, *Lopheros rubens*, *Malthinus balteatus*, *Megatoma undata*, *Axinotarsus ruficollis*, *Triplax collaris*, *Enicmus rugosus*, *Mycetochara flavipes* și *Prostomis mandibularis*. Unele specii au mai fost reconfirmate în fauna țării.

Metoda capcanelor de trunchi a permis identificarea speciei *Dirrhagofarsus attenuatus*, care este rară și periclitată în fauna Europei, care este caracteristică pădurilor primare, cu cantități mari de lemn mort. Dintre dăunători pot fi menționate speciile din familia Curculionidae *Platypus cylindrus*, *Scolytus multistriatus*, *Xyleborus dryographus*, *Xyleborus monographus* și *Xyleborinus saxesenii*. Cele mai multe specii au fost colectate de pe stejar (1,47 m circumferința), deși circumferința arborelui a fost mai mica decât la unul dintre arborii de plop (2,16 m) și față de ulm (1,60 m). De pe cei 3 arbori de plop pe care au fost montate câte 2 capcane de intersecție a zborului au fost colectate 11 specii, de pe frasin 6 specii, de pe ulm 4 specii și de pe salcie – 3 specii.

Mai important în popularea lemnului mort a fost etapa de degradare a lemnului. În figura 6.2.1 este reprezentat grafic altitudinea la care au fost colectați taxonii în Rezervația „Pădurea Domnească”. Comune pentru ambele înălțimi au fost speciile *Dasytes niger*, *Dacne bipustulata*, *Triplax lepida*, *Cucujus cinnaberinus*, *Meligethes aeneus*, *Mycetophagus quadripustulatus*, *Tomoxia bucephala*, *Mycetochara flavipes*, *Anaspis frontalis* și *Xyleborus monographus*.

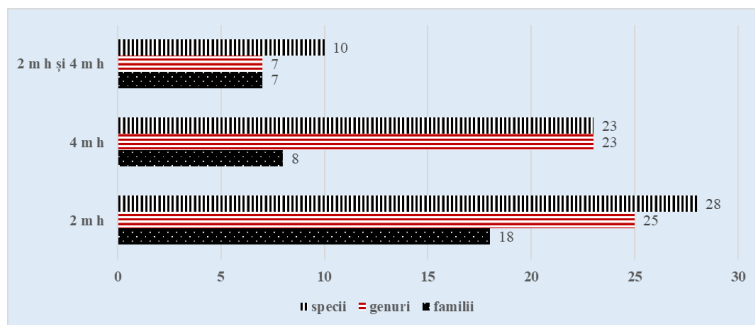


Figura 6.2.1. Numărul taxonilor colectați prin metoda capcanelor de trunchi pe verticală din „Pădurea Domnească” în 2022

Din Rezervația științifică „Plaiul Fagului”, coleoptere saproxilice au fost colectate prin metoda capcanelor de trunchi la 2, 4 și 6 metri de la sol în sectorul 1 și 2 și 4 metri de la sol în zona strict protejată. Prin metoda capcanelor de trunchi amplasate la 2, 4 și 6 metri de la sol din această rezervație au fost colectate 72 de specii, ce aparțin la 67 de genuri și 30 de familii. Din sectorul 1 în anii 2022 și 2023 au fost colectate 51 de specii, 47 de genuri și 22 de familii. Cele mai multe specii au aparținut familiilor Cerambycidae cu 9 specii din 8 genuri și Curculionidae cu 8 specii din 7 genuri. Acestea au fost urmate de familiile Ptinidae cu 4 specii din 4 genuri. Familiile Zopheridae și Tenebrionidae au fost reprezentate de câte 3 specii din 3 genuri, Nitidulidae cu 3 specii din 2 genuri. Familiile Histeridae, Erotylidae, Latridiidae, Mordellidae au avut câte 2 specii din 2 genuri fiecare; familia Scaphitidae a fost reprezentată de 2 specii dintr-un singur gen; iar familiile Lucanidae, Buprestidae, Eucnemidae, Bostrichidae, Elateridae, Trogossitidae, Melyridae, Silvanidae, Bothrideridae, Mycetophagidae și Pyrochroidae au fost reprezentate toate prin câte o singură specie și un singur gen.

Utilizarea acestei metode de colectare a materialului entomologic a permis identificarea pentru prima dată în fauna Republicii Moldova a 11 specii: *Tritoma bipustulata*, *Cryptarcha strigata*, *Cryptarcha undata*, *Glischrochilus quadriguttatus*, *Oxytaenus cylindricus*, *Enicmus testaceus*, *Latridius hirtus*, *Pycnomerus terebrans*, *Corticeus fasciatus*, *Nosodomes diabolicus* și *Mordellistena neuwaldeggiana*. Dintre acestea 2 au mai fost reconfirmate în entomofauna țării. Capcane au fost montate pe 3 arbori de stejar care dețineau cea mai mare circumferință a trunchiului (1,18 m; 1,08 m și 0,92 m), aceștia au permis colectarea a 45 de specii.

De pe fag au fost colectate 8 specii acesta avea circumferința trunchiului de 0,86 m, de pe plop au fost colectate 2 specii acesta avea circumferința trunchiului de 0,69 m, de pe frasin a fost colectată o specie acesta avea circumferința trunchiului de 0,94 m. În anul 2022, în sectorul 1 din Rezervația științifică „Plaiul Fagului”, au fost montate pe 6 copaci afectați – 18 capcane de trunchi. Câte 3 capcane pe fiecare trunchi la 2, la 4 și la 6 metri de la sol, și 12 capcane la 2 și 4 metri de la sol în anul 2023. Pentru fiecare arbore a fost măsurată circumferința trunchiului la nivelul pieptului și a fost notată specia arborelui.

Din capcanele amplasate la înălțimea de 2 și 4 metri de la sol au fost colectate cele mai multe specii. Numărul speciilor colectate de la înălțimea de 6 metri s-a înjumătățit. Comune pentru capcanele amplasate la înălțimea de 2, 4 și 6 metri de la sol au fost 2 specii *Phymatodes testaceus* și *Xyleborus monographus* (Figura 6.2.2).

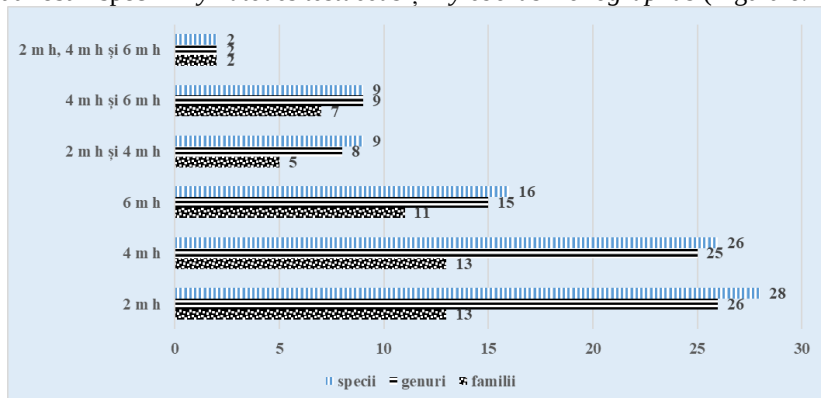


Figura 6.2.2. Numărul taxonilor colectați prin metoda capcanelor de trunchi pe verticală din „Plaiul Fagului” în 2022-2023, din sectorul 1

Din zona strict protejată în anul 2023 din Rezervația științifică „Plaiul Fagului” au fost colectate 29 de specii ce aparțin la 28 de genuri și 19 familii. Cele mai multe specii au fost colectate din familia Tenebrionidae – 4 specii din 4 genuri, urmată de familia Mycetophagidae cu 3 specii din 2 genuri. Din familiile Dermestidae, Erotylidae, Silvanidae, Nitidulidae și Curculionidae au fost colectate câte 2 specii din 2 genuri. Familii Staphylinidae, Eucnemidae, Throscidae, Ptinidae, Monotomidae, Cucujidae, Laemophloeidae, Endomychidae, Latridiidae, Zopheridae, Salpingidae și Cerambycidae au fost reprezentate de câte o singură specie fiecare. Au fost montate câte 2 capcane pe 5 copaci la înălțimea de 2 și 4 metri de la sol. La capcanele montate la 2 metri de la sol au fost colectate 20 de specii și la capcanele montate la 4 metri 18 specii. Utilizarea acestei metode de colectare a materialului entomologic în zona strict protejată a permis identificarea pentru prima dată în fauna Republicii Moldova a 11 specii, dintre care *Siagonium humerale*, *Aulonothroscus brevicollis*, *Attagenus punctatus* și *Eledonoprius armatus* doar din zona strict protejată, iar speciile *Glischrochilus quadriguttatus* (Nitidulidae), *Megatoma undata* (Dermestidae), *Triplax aenea* (Erotylidae), *Rhizophagus bipustulatus* (Monotomidae), *Placonotus testaceus* (Laemophloeidae), *Symbiotes gibberosus* (Endomychidae) și *Enicmus rugosus* (Latridiidae) au mai fost reconfirmate în fauna țării. Prin această metodă au fost identificate doar 2 specii xilofage dăunătoare și anume *Xyleborus monographus* și *Xyleborinus saxesenii*. Dintre speciile indicatoare ale pădurilor bătrâne se remarcă speciile *Eledonoprius armatus*, *Cucujus cinnaberinus* și *Melasis buprestoides*. Cele mai multe specii au fost colectate de pe stejar, având cea mai mare circumferință (2,73 m), dar și cele mai bune condiții pentru populare. Scoarța era vizibil găurită și prezintă sevă pe tulpină în partea

vestică. De pe carpen (2,55 m) nu a fost colectată nici o specie, acesta fiind în faza inițială de uscare, ramurile din coroană erau parțial uscate, pe tulpină prezintă rămurile adventive. De pe fag (2,18 m), frasin (1,90 m), și tei (1,46 m), au fost colectate în număr de 3, 5 și respectiv 2 specii. Copacii erau uscați de mai mulți ani, dar scoarța era bine fixată pe trunchi și nu au fost semnalate alte simptome precum urme de micelii sau sevă pe tulpini.

La capcanele montate la 2 metri de la sol au fost colectate 20 de specii, iar la 4 metri – 17 specii. Comune pentru capcanele de la 2 și 4 m de la sol au fost speciile *Siagonium humerale*, *Attagenus punctatus*, *Glischrochilus quadriguttatus*, *Rhizophagus bipustulatus*, *Uleiota planata*, *Cucujus cinnaberinus*, *Mycetophagus quadriguttatus* și *Mycetophagus quadripustulatus* (Figura 6.2.3).

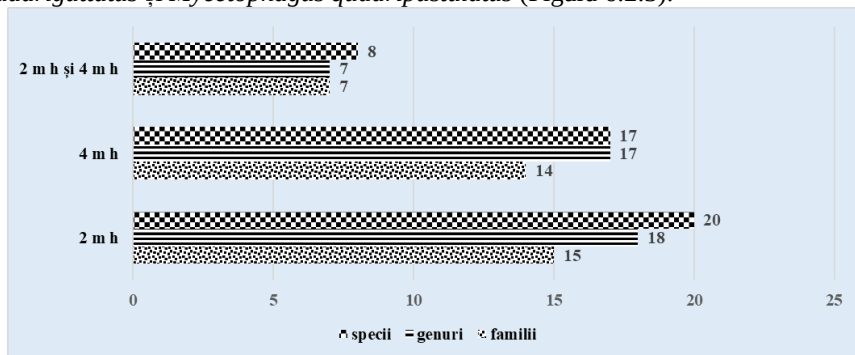


Figura 6.2.3. Numărul taxonilor colectați prin metoda capcanelor de trunchi pe verticală din „Plaiul Fagului” în 2023, din zona strict protejată

6.3. Dependența coleopterelor saproxilice față de microhabitat: scorburi, ciuperci și lemn integral degradat

Din scorburile copacilor examinați din „Plaiul Fagului” au fost colectate speciile *Prionychus ater*, *Platysoma compressum*, *Sepedophilus testaceus*, *Ischnodes sanguinicollis*, *Cerophytum elateroides*, *Siagonium humerale*, *Attagenus punctatus* și *Latridius hirtus*. Din Rezervația „Pădurea Domnească” a fost colectată specia *Megatoma undata*. Din fâșia forestieră de la Măcărești au fost colectate speciile *Neatus picipes* și *Tenebrio opacus*, din Parcul Național „Orhei” a fost depistată specia *Ampedus pomorum*. Din lemnul total descompus de clasa a 5 de degradare, cât și din resturile de sub scoarța trunchiurilor din stadiile 3 și 4 de degradare, au fost colectate doar prin metoda de flotaj la binocular speciile *Plegaderus dissectus*, *Triphyllus bicolor*, *Latridius hirtus*, *Corticarina minuta*, *Dienerella filum*, *Enicmus rugosus*, *Sericoderus lateralis*, *Bothrideres bipunctatus*, *Gyrophæna joyi*, *Dinaraea aequata*, *Atheta marcida*, *Scaphisoma agaricinum*, *Sunius fallax*, *Anisotoma humeralis*, *Agathidium nigripenne*, *Nossidium pilosellum* și *Ptenidium formicetorum*. Doar de pe ciupercile cu corpul de fructificație moale sau cele lignicole ce cresc pe lemnul arborilor bătrâni au fost colectate la prima mențiune în fauna țării 3 specii *Scaphisoma boleti*, *S. agaricinum* și *Biphyllus lunatus*. Alte specii colectate de pe ciuperci au fost *Diaperis bolete*, *Scaphidium*

quadrimaculatum, *Dacne bipustulata*, *Litargus connexus* și *Endomychus coccineus* cunoscute în fauna țării.

6.4. Analiza trofică a speciilor de coleoptere saproxilice

Pentru coleopterele saproxilice atât lemnul mort, cât și ciupercile unicelulare și cele din familia Polyporaceae constituie o sursă importantă de hrană. Alte specii de nevertebrate ce habitează lemnul mort reprezintă hrană pentru coleopterele saproxilice zoofage. De asemenea, resturile organice (exuvii, nevertebrate moarte) aflate în descompunere în lemnul atacat sau mort constituie sursă de hrană pentru unele coleoptere saproxilice saprofage. Din punct de vedere al regimului trofic coleopterele saproxilice pot fi xilofage, micetofage, zoofage și saprofage. Pentru analiza trofică a coleopterelor saproxilofage au fost studiate diverse lucrări științifice [1; 22; 32; 42; 43]. Coleopterele saproxilice sunt asociate trofic cu arbori de foioase și de conifere. Cele mai multe specii sunt xilofage – 86 de specii, urmate de speciile micetofage – 76 și zoofage – 73 de specii, speciile xilofage/saprofage au fost în număr de 50 de specii. Speciile polifage sunt în număr de – 9, cele saprofage – 26 de specii și doar 10 specii saprofage-fitofage inclusiv care consumă seva arborilor (Figura 6.4.1).

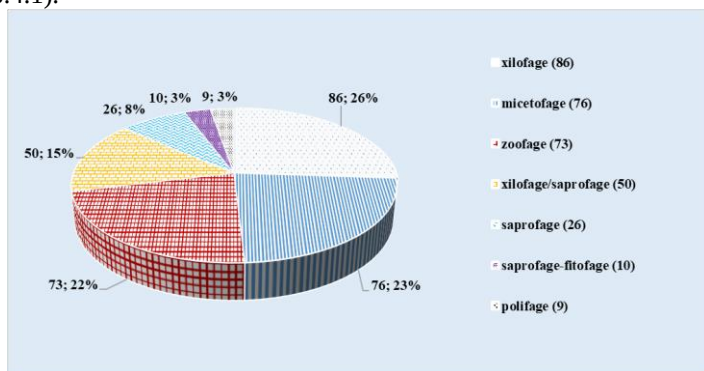


Figura 6.4.1. Analiza trofică a speciilor de coleoptere saproxilice din fauna Republicii Moldova

6.5. Analiza zoogeografică a speciilor de coleoptere saproxilice după regiuni

Analiza zoogeografică a fost realizată în baza lucrărilor de specialitate [14 și 42]. Fauna de coleoptere saproxilice din teritoriul republicii este parte componentă a 13 grupuri zoogeografice: Europene – 107 de specii, urmate de speciile Palearctice – 78 de specii, Vest-Palearctic – 47, Trans-Palearctice – 23, Holarctice – 19, Euro-Siberiene – 15, Euro-Mediteraneene 12, Euro-Caucaziene – 11, cosmopolite – 9, Euro-Asiatice – 8, Est-Palearctice – 5, Euro-Turanice – 4, Mediteraneene – 4 specii (Figura 6.5.1). Grupa elementelor Europene este delimitată de Masivul muntos Ural care include specii dependente în special de ecosistemele forestiere umede. Grupa elementelor Palearctice este reprezentată de specii cu un areal vast de distribuție,

care include atât specii mezofile, cât și xerofile. Grupa elementelor Vest-Paleartic este reprezentată de specii mezofile, higrofile și xerofile. Grupa elementelor Trans-Paleartice este reprezentată în special de specii mezofile. Grupele elementelor Holarctice, Euro-Siberiene și cosmopolite sunt reprezentate de specii caracteristice habitatelor umede. Celelalte grupe includ un număr mai mic de specii cu un areal restrâns de distribuție.

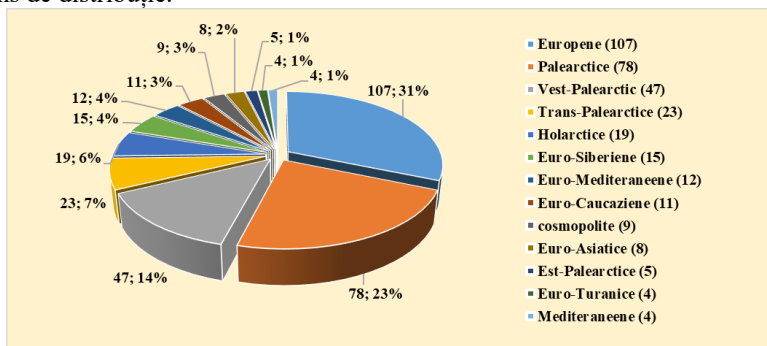


Figura 6.5.1. Apartenența zoogeografică a speciilor de coleoptere saproxilice din fauna Republicii Moldova

7. IMPORTANȚA COLEOPTERELOR SAPROXILICE PENTRU ECOSISTEMELE FORESTIERE ȘI DAUNELE CAUZATE BUNURILOR DE PATRIMONIU ȘI PĂDURILOR

7.1. Rolul coleopterelor saproxilice în ecosistemele forestiere

Coleopterele saproxilice sunt printre componentele de bază ale faunei silvice datorită diversității acestora și rolului lor deosebit de important în serviciile ecosistemice, cum ar fi descompunerea lemnului mort și reciclarea nutrienților [39]. Pădurile acoperă aproximativ 30% din suprafața terestră a planetei și găzduiesc 80% din speciile terestre ale planetei [39]. Pădurile îndeplinesc numeroase servicii ecologice, precum producerea oxigenului, captarea carbonului, dar și producerea lemnului [37]. Aproximativ un sfert din speciile care habitează ecosistemele silvice din țările europene depind de lemnul mort [35]. Din cauza gestionărilor iraționale a pădurilor, prin îndepărtarea lemnului mort și substituirea arborilor de foioase cu cei de conifere, care cresc mai repede, fauna saproxilică a avut mult de suferit [34]. În trecut (până în 1989), conservarea biodiversității nu făcea parte dintre obiectivele silviculturale în gospodărirea fondului forestier. Arborii seculari și cei maturi afectați de calamitățile naturale sau factorii biotici erau recoltați selectiv, din fondul forestier cu scopul protejării pădurii de dăunători. Lipsa heterogenității cu arbori seculari afectați de ciuperci, sau arbori maturi morți și prezența unei cantități reduse de lemn mort, au pus în pericol numeroase specii de coleoptere saproxilice. Conservarea unor specii saproxilice se poate realiza prin implementarea unor bune practici de stopare a pierderii habitatelor speciilor și prin creșterea conectivității între habitate. Coleopterele saproxilice sunt utilizate în acțiuni de conservare a pădurilor, prezența sau absența speciilor amenințate în probele cercetate reprezintă informații

de bază utilizate pe scară largă în proiectarea și implementarea acțiunilor de conservare. Viteza de descompunere a lemnului mort depinde de o mulțime de factori climatici și biologici, inclusiv de cât de repede este populat substratul de către coleopterele xilofage. În funcție de acești factori, timpul pentru descompunerea completă a lemnului mort este de la 5-7 până la 100 de ani sau mai mult. Descompunerea lemnului mort depinde de precipitații, de temperatură, de poziția lemnului la sol sau verticală, de grosimea lui, de specia de arbore, de vârstă și de clasa de lemn, de ciupercile xilofage și apoi de coleopterele xilofage din subfamilia Scolitinae (Curculionidae). Acestea sunt printre primele insecte ce populează lemnul mort. Scolitinele găuresc scoarță facilitând accesul altor organisme xilofage. Coleopterele saproxilice sunt importante prin faptul că contribuie la controlul dăunătorilor din ecosistemele forestiere, de exemplu acțiunea zoofagilor saproxilici asupra coleopterelor xilofage din subfamilia Scolytinae. Coleopterele saproxilice consumatoare de polen în stadiul de adult, au și un rol important în polenizarea plantelor cu flori. Coleopterele saproxilice sunt indicatori bioecologici ai pădurilor bătrâne [12; 33]. Coleopterele saproxilice sunt foarte importante pentru ecosistemele forestiere deoarece mai interacționează cu alte grupe de organisme și sunt o sursă importantă de hrană.

7.2. Speciile de coleoptere saproxilice dăunătoare și invazive pentru ecosistemele investigate

Coleopterele saproxilice au totodată și un rol negativ din punct de vedere economic. Gândacii de scoarță și cariile de lemn, sunt dăunători periculoși ai pădurilor [43], deoarece diminuează calitatea lemnului și îl infestază cu fungi. Majoritatea speciilor saproxilice din familiile Buprestidae, Bostrichidae, Cerambycidae, Curculionidae și Ptinidae sunt xilofage, iar unele specii din familiile Buprestidae și Cerambycidae chiar depind de lemnul arborilor vii. Speciile xilofage dăunătoare ecosistemelor silvice cercetate sunt *Agrilus biguttatus*, *Agrilus laticornis*, *Agrilus viridis*, *Agrilus sulcicollis*, *Chrysobothris affinis* și *Dicerca aenea* – din familia Buprestidae; *Bostrichus capucinus* din familia Bostrichidae; *Anobium punctatum*, *Oligomerus brunneus*, *Ptilinus pectinicornis*, *Xestobium rufovillosum* – din familia Ptinidae; *Xylotrechus rusticus*, *Hylotrupes bajulus*, *Plagionotus arcuatus*, *Plagionotus detritus*, *Saperda octopunctata*, *Saperda punctata*, *Saperda scalaris*, *Saperda populnea*, *Tetropium fuscum*, *Rhagium inquisitor*, *Callidium violaceum*, *Chlorophorus varius*, *Isotomus speciosus* și *Monochamus sutor* – din familia Cerambycidae; *Xyleborus monographus*, *Xyleborus dryographus*, *Xyleborus dispar*, *Xyleborinus saxesenii*, *Platypus cylindrus*, *Scolytus carpini*, *Scolytus multistriatus* și *Scolytus scolytus* – din familia Curculionidae.

Lemnul depozitat și netratat contra dăunătorilor forestieri, dar utilizat în fabricarea mobilei și a altor obiecte din lemn poate conține specii xilofagie de tipul *Anobium punctatum*, *Ptilinus pectinicornis*, *Xestobium rufovillosum*, *Oligomerus brunneus* etc., care în timp vor ataca lemnul.

Cele mai abundente specii dăunătoare în probele extrase au fost *Xyleborus monographus* și *Platypus cylindrus*. Acestea trăiesc în simbioză cu ciupercile

ascomicete (Ascomycota) din genurile *Ceratostomella* și *Raffaelea* pentru *Platypus* și respectiv *Raffaelea* pentru *Xyleborus*.

Coleopterele saproxilice xilofage, deși sunt considerate dăunătoare pentru industria lemnului, în natură sunt benefice deoarece participă la descompunerea lemnului mort și la reciclarea substanțelor organice. Totodată, speciile saproxilice constituie sursă de hrană pentru alte grupe de organisme, reglatori ai efectivelor unor specii de nevertebrate, consumatori și diseminatori ale ciupercilor xilofage utile în degradarea lemnului mort.

Printre substanțele biologice eficiente în combaterea speciilor dăunătoare sunt preparatele bactericide obținute pe baza de *Bacillus thuringiensis kurstaki*. Preparatele pe baza de ciuperci sunt cele ce conțin ciuperca *Beauveria bassiana*. Preparatele cu micelii în natură nu întotdeauna prezintă rezultate bune deoarece ciuperca are nevoie pentru germinare de umiditate ridicată 92-94%, ceea ce este greu de asigurat (infestare a xilofagilor).

Insectele entomofage sunt foarte utile în combaterea xilofagilor dăunători. Furnicile, coleopterele zoofage (Cleridae, Histeridae, Tenebrionidae, Zopheridae, Carabidae), păsările și mamiferele insectivore sunt destul de importante în combaterea xilofagilor dăunători.

Dintre speciile de coleoptere saproxilice străine pentru fauna Republicii Moldova sunt *Xyleborinus saxenii*, *Monochamus sutor* și *Neoclytus acuminatus*. Dintre acestea doar specia *N. acuminatus* este invazivă, aceasta fiind originară din America de Nord, în prezent s-a stabilit în Europa având o răspândire relativ largă. Atacă frasinul și stejarul, dar și alte specii de esență tare și uneori arbuștii și vița de vie. Larvele se hrănesc cu albumul copacilor slăbiți sau morți. Hrănirea larvelor poate întrerupe fluxul de sevă și poate slăbi trunchiurile copacilor tineri, făcându-i vulnerabili la vânturi puternice.

7.3. Daunele produse de coleopterele xilofage obiectelor de patrimoniu

Coleopterele xilofage sunt consumatori ai lemnului mort uscat sau contaminat cu ciuperci xilofage. În condiții favorabile, pe același substrat se pot dezvolta mai multe generații, dar de obicei unii indivizi migrează în căutarea altor surse de hrană și pentru parteneri. Numărul de generații de gândaci instalați cu traiul în interiorul sursei de hrană (icoane, mobilier vechi) se vor menține atât timp, cât condițiile sunt prielnice și persistă hrana. Este dificilă combaterea lor deoarece duc un mod de viață criptic, iar depistarea lor survine peste ani după instalare, odată cu atestarea daunelor provocate.

Prin intermediul Revistei Natura în perioada februarie – mai 2023, au fost colectate informații despre coleopterele saproxilice din lemnul icoanelor vechi. Informația a fost transmisă la Redacția revistei și direct la organizatori. Imaginile calitative ale adulților de coleoptere recepționate, au permis identificarea speciilor *Anobium punctatum* de la Bălți și Covurlui (Leova), *Xestobium rufovillosum* și *A. punctatum* de la Rădenii Vechi; *Oligomerus brunneus*, de la Sociteni (Ialoveni) și *Ptilinus pectinicornis* și *X. rufovillosum* de la Sadova (Călărași) și Chișinău. Speciile

Lyctus linearis, *Priobium carpini*, *Bostrichus capucinus* și *Cacotemnus rufipes* sunt prezente în colecțiile din țară.

Chiar dacă unele specii de gândaci sunt dăunători pentru că ne distrug bunurile din lemn, în natură gândacii xilofagi sunt folositori, aceștia împreună cu ciupercile xilofage descompun lemnul mort și îl transformă în nutrienți pentru plante.

7.4. Impactul gestionării pădurilor asupra structurii și bogăției speciilor de coleoptere saproxilice

În pădurile naturale din Europa cantitatea de lemn mort constituie până la 25% din cantitatea de lemn din pădure. Astfel de păduri sunt rare, dar oferă cele mai ample condițiile pentru diversitatea de specii saproxilice. Ecosistemele forestiere contemporane se caracterizează prin „starea sanitară indusă a pădurilor”, sau curățirea pădurilor de lemnul uscat. Gestionarea defectuoasă a pădurilor conduce la micșorarea suprafețelor împădurite, la fragmentarea și pierderea conectivității între habitate, la scăderea cantității lemnului mort în păduri [35], cât și a calității acestuia, în consecință populațiile de coleoptere saproxilice sunt în scădere sau chiar sunt amenințate cu dispariția. O pădure naturală, de peste 450 de ani vechime, spre exemplu Pădurea Białowieża conține cca 3,3 m³ lemn mort (un arbore bătrân viguros). În realitate, din cauza schimbărilor climatice, anual se usucă mai mulți arbori. Coleopterele saproxilice sunt mai abundente în pădurile bătrâne față de cele tinere, practic pot fi mai abundente în mod natural în pădurile negestionate și cu o abundență mai redusă în pădurile gestionate de lungă durată. Pentru monoculturi abundența este și mai redusă. Speciile saproxilice din nordul Europei au fost puse în pericol din cauza exploatării intensive a pădurilor, fapt ce a determinat ca aceste specii să fie mai rare și amenințate cu dispariția [36]. Substituirea speciilor silvice are ca urmare schimbarea sau chiar diminuarea componenței de specii de coleoptere saproxilice. Înlăturarea speciilor de coleoptere saproxilice odată cu lemnul mort influențează negativ nivelul de descompunere al lemnului rămas și afectează fluxurile de energie în habitat. Coleopterele saproxilice au nevoie de tulpini groase pe picior, dar și de bușteni cu ramuri groase și subțiri. Foarte periculoasă este lăsarea buștenilor tăiați timp de un sezon în pădure, fiind apoi extrași pentru foc. De asemenea, decojirea buștenilor din pădure se răsfrânge negativ asupra speciilor a căror dezvoltare larvară depinde de scoarța copacilor.

Multe specii de coleoptere saproxilice sunt considerate „dăunătoare” copacilor, deoarece focarele lor slăbesc copacii și duc la dezvoltarea infecțiilor fungice, determinând de obicei moartea copacilor infestați și/sau la pierderea unor suprafețe mari de pădure. Coleopterele xilofage sunt considerate a fi una dintre cele mai grave probleme în producția de lemn și este motivul multor studii menite să găsească metode de prevenire sau atenuare a unor astfel de focare. Managementul pădurilor neglijează rolul natural al acestor specii comune saproxilice. În pădurile gestionate pe termen lung diversitatea coleopterelor saproxilice scade [35; 38]. Gestionarea irațională a pădurilor pune în pericol de dispariție coleopterele saproxilice [28], sau diminuează diversitatea acestora, unele dintre acestea ajungând să fie incluse pe Liste Roșii Internaționale pentru Conservarea Naturii (IUCN), sau naționale. În

Europa coleopterele saproxilice devin tot mai periclitate din cauza reducerii habitatelor, fragmentării acestora și extragerii lemnului mort [38]. Conservarea speciilor de coleoptere saproxilice necesită crearea unor zone strict protejate sau cel puțin modificări substanțiale în practicile de gestionare a pădurilor, care au ca rezultat reducerea exploatarei forestiere și conservarea unui număr mare de copaci morți și a unor cantități mari de lemn putred în păduri. În prezent practicile de management forestier încearcă restabilirea vitală a ecosistemelor pe deplin funcționale, prin incorporarea de lemn mort în habitatele gestionate. Procesul natural de restaurare a habitatului cu cantitatea suficientă de lemn mort necesară faunei saproxilice poate dura mai mult de o sută de ani.

Gospodărirea rațională a pădurilor poate fi o soluție în stoparea pierderii biodiversității. În Republica Moldova conservarea speciilor saproxilice poate fi realizată în Rezervațiile naturale. Pentru speciile saproxilice, cantitatea de lemn mort stocată în ecosistemele forestiere este foarte importantă, pragul pentru menținerea majorității speciilor saproxilice variază între 20 m³/ha până la 50 m³/ha, în timp ce unele specii necesită mai mult de 100 m³/ha. Foarte importantă este păstrarea în păduri a lemnului mort de dimensiuni mari pentru speciile de coleoptere mari [15], dar nu mai puțin importantă pentru coleopterele saproxilice este și prezența ramurilor subțiri, și a arborilor slăbiți pe picior. Lemnul mort joacă un rol important în ecosistemele forestiere, contribuind la stocarea carbonului, la formarea și îmbogățirea solului cu nutrienți, la reținerea apei, la reducerea eroziunii solului, oferind adăpost pentru numeroase nevertebrate și vertebrate și servind în calitate de sursă trofică pentru diverse specii, inclusiv pentru coleopterele saproxilice [15; 38; 39]. Cea mai mare bogăție de specii saproxilice au prezentat ecosistemele forestiere bătrâne din Rezervațiile științifice „Pădurea Domnească”, „Plaiul Fagului”, „Codrii” și Parcul Național „Nistrul de Jos”. Pentru Republica Moldova, fragmente de păduri bătrâne sunt foarte rare, practic nu există ecosisteme din care lemnul mort să nu fie extras. Totuși, cea mai mare cantitate de lemn mort, conform aprecierilor făcute în perioada de colectare a materialului, a fost în zonele strict protejate ale Rezervațiilor științifice „Plaiul Fagului”, „Pădurea Domnească” și „Codrii”.

Practica de a extrage lemnul mort din păduri este una inefficientă, în lipsa prădătorilor naturali ce depind de lemnul mort, speciile xilofage dăunătoare se înmulțesc în masă și dăunează arborilor slăbiți. În prezent, acest fenomen este favorizat și de modificările climatice, respectiv de temperaturile ridicate și de lipsa precipitațiilor, arborii devenind slăbiți și mai ușor de atacat.

Conservarea coleopterelor saproxilice necesită suprafețe mari de păduri primare intacte și o gestionare conștiințioasă a pădurilor. Diminuarea cantității lemnului, atrage după sine diminuarea numărului tuturor speciilor care depind de acesta. În lemnul mort se dezvoltă diverse specii de plante, mușchi, licheni și ciuperci. În lemnul mort hibernează unele specii de mamifere (lilieci) și amfibieni (broaște, salamandra). În lemnul mort își construiesc vizuinele unele specii de mamifere (pisica sălbatică, veverița, jderul), sau cuibăresc unele păsări (ciocănitori, bufnițe). Toate mamiferele și păsările menționate se hrănesc și cu insectele care locuiesc în lemn (https://en.wikipedia.org/wiki/Lucanus_cervus). Lemnul mort

acumulează apă, influențând microclimatul de sub coronamentul copacilor. Totodată acesta este gazda a numeroase specii de nevertebrate zoofage utile, care pot controla efectivul unor specii xilofage. Coleopterele xilofage, nu sunt în esență dăunătoare după cum confirmă silvicultorii și speciile inițiatoare în colonizarea arborilor slăbiți sau a lemnului mort sunt puține. Îndepărtarea lemnului mort din păduri o lipsește de capacitatea de a eradica efectivul populațiilor de dăunători. În lipsa lemnului mort ecosistemele forestiere devin mai puțin rezistente la dezastrele naturale, care prin urmare va afecta și calitatea vieții oamenilor.

Pentru a proteja coleopterele saproxilice din fauna Republicii Moldova, trebuie manifestată o atitudine pozitivă față de habitatele acestora - pădurile naturale, arborii seculari, buștenii și lemnul căzut pe sol de menținut până la reintegrarea în circuitul natural. Stoparea extragerii lemnului mort din păduri, este un fapt care trebuie de adus la cunoștința atât autorităților abilitate, cât și întregii societăți. Studiul realizat pe baza coleopterelor saproxilice reflectă starea și funcționarea biodiversității ecosistemelor forestiere din Republica Moldova. Pentru un management forestier eficient este nevoie de o pregătire specială, implicare, o colaborare constructivă din partea cercetătorilor, a gestionarilor sectorului silvic, precum și a autorităților locale și naționale.

CONCLUZII GENERALE

1. Pentru prima dată în fauna Republicii Moldova s-a realizat o analiză a diversității coleopterelor saproxilice, evidențiindu-se 342 de specii, 236 de genuri și 47 de familii. Au fost analizate cronologic și oferite informații despre coleopterele saproxilice depozitate în colecțiile entomologice din țară, stabilindu-se prezența în colecția MNEIN a 137 de specii din 102 genuri și 23 de familii, ce datează din 1901 până în 1939; colecția MEIZ păstrează 300 de specii din 215 genuri și 47 de familii, ce datează din 1911 până în prezent; colecția IGFP depozitează 32 de specii din 25 de genuri și 10 familii, colectate în perioada 1957-1989 și colecția MUSM ce păstrează 7 specii, 6 genuri și o familie, colectate în perioada 1952 până în 2005.
2. Utilizând tehnica „codurilor de bare ADN”, au fost determinate din exemplare deteriorate de adulți și larve, 18 specii de coleoptere saproxilice, printre care *Agathidium nigripenne*, *Anaspis frontalis*, *Batrisodes unisexualis*, *Brassicogethes aeneus*, *Cidnopus pilosus*, *Dyschirius globosus*, *Euconnus fimetarius*, *Gyrophaena manca*, *Rhopalocerus rondanii*, *Scaphisoma agaricinum*, *Scolytus multistriatus*, *Sepedophilus bipunctatus*, *S. pedicularius*, *S. testaceus*, *Stenus ochropus*, *Trichonyx sulcicollis*, *Xyleborinus saxesenii* și *Xyleborus dryographus*, secvențele cărora au fost depuse în GenBank.
3. Prin metoda moleculară au fost identificați pentru prima dată în fauna Republicii Moldova fungii microscopici *Acrodontium salmoneum*, *Alternaria alternata*, *A. infectoria*, *A. tenuissima*, *Aureobasidium pullulans*, *Botrytis* sp., *Cladosporium herbarum*, *C. cladosporioides*, *Filobasidium magnum*, *Fomes fomentarius*, *Lophiostoma* sp., *Metschnikowia pulcherrima*, *Myrmecridium* sp., *Parathyridaria flabelliae*, *Penicillium citreonigrum*, *Peniophora cinerea*,

Querciphoma carteri și *Sarocladium bacillisporum*, izolați din corpul speciilor saproxilice *Dryocoetes alni*, *Scolytus carpini*, *Stereocorynes truncorum*, *Platypus cylindrus* și *Xyleborus monographus*. Speciile *A. alternata*, *A. tenuissima*, *Q. carteri*, *C. herbarum*, *A. salmoneum* și *P. cinerea* în anumite condiții pot acționa ca agenți fitopatogeni pentru numeroase specii de plante ierboase și lemnoase. Specia *Fomes fomentarius* este sursă trofică importantă pentru unele specii de coleoptere micetofage, dar pentru arbori este o ciupercă saprofită și parazită care dăunează.

4. La prima semnalare în fauna Republicii Moldova sunt menționate 89 de specii de coleoptere saproxilice atribuite la 47 de genuri și 5 familii. Pentru speciile *Abdera quadrifasciata*, *Aesalus scarabaeoides*, *Diaclina testudinea*, *Neoclytus acuminatus*, *Eledonoprius armatus* și *Sunius fallax* a fost stabilit că Republica Moldova este limita arealului de Sud-Est a Europei Centrale, cu excepția speciei invazive *Neoclytus acuminatus*, celelalte specii sunt rare, iar unele depind de păduri bătrâne cu o cantitate mare de lemn mort și afectat de ciuperci.
5. A fost demonstrat că fauna de coleoptere saproxilice identificate trofic corespunde grupurilor xilofage – 86 de specii, saprofage – 86, micetofage – 76, zoofage – 73 și polifage – 9. Conform arealului de distribuție se remarcă 107 specii Europene, 78 – Palearctice, 47 – Vest-Palearctice, 23 – Trans-Palearctice, 19 – Holarctice, 15 – Euro-Siberiene, 12 – Euro-Mediterraneene, 11 – Euro-Caucaziane, 9 – cosmopolite, 8 – Euro-Asiatice, 5 – Est-Palearctice, câte 4 specii Euro-Turanice și Mediteraneene.
6. Au fost identificate 78 de specii indicatoare a stării ecologice bune a pădurilor cercetate, atribuite la 72 de genuri și 26 de familii. S-a confirmat prezența în ecosistemele forestiere ale republicii a 12 specii rare și amenințate cu dispariția ce aparțin la 12 genuri și 6 familii. S-a stabilit gradul posibil de raritate la 14 specii saproxilice din familia Tenebrionidae, care include în deosebi specii saproxilice micetofage folositoare utilizate în evaluarea calității habitatului.
7. S-a demonstrat rolul deosebit de important pentru ecologia pădurilor a coleopterelor saproxilice saprofage, implicate în descompunerea lemnului mort și reciclarea nutrienților; a zoofagilor în controlul dăunătorilor xilofagi; în procesul de polenizare; verigă importantă a lanțului trofic. Totodată 33 de specii prezintă un rol negativ din punct de vedere economic, afectând arborii vii, inclusiv lemnul prelucrat. În obiectele de patrimoniu din țară au fost confirmate speciile xilofage *Anobium punctatum*, *Xestobium rufovillosum*, *Ptilinus pectinicornis* și *Oligomerus brunneus*.
8. Analiza speciilor de coleoptere saproxilice în asociere cu arborii gazdă, a evidențiat că cele mai numeroase au fost speciile dependente de arborii nativi. De pe stejar au fost identificate 122 de specii; plop – 49; fag – 23; frasin – 17; mesteacăn și ulm – câte 7 specii; salcie, pin, salcâm și tei – câte 2 specii; câte o specie au fost semnalate pe cireș, carpen și arțar. Totuși, stadiul de degradare a lemnului este mai important decât diametrul sau specia de arbore. Din scorburile copacilor au fost identificate speciile rare *Megatoma undata*, *Tenebrio opacus*,

Ischnodes sanguinicollis, *Neatus picipes* și *Cerophytum elateroides* semnalate în „Plaiul Fagului” și fâșia de protecție a apelor de la Măcărești.

9. Utilizarea capcanelor de trunchi pe nivele a permis identificarea unor specii rare atât pentru entomofauna locală, cât și regională. Printre acestea se evidențiază speciile *Lichenophanes varius* și *Oxylaemus cylindricus* colectate doar la înălțimea de 6 metri de la sol, *Xylophilus testaceus* – la 4 și la 6 m și *Stenagostus rhombeus* – la 2, 4 și la 6 m; speciile *Dirrhagofarsus attenuates*, *Trichoferus pallidus*, *Lopheros rubens*, *Melasis buprestoides* și *Eledonoprius armatus* - la 4 m de la sol. Speciile *Siagonium humerale*, *Attagenus punctatus* și *Hypophloeus bicolor* – de 2 și 4 m; speciile *Pycnomerus terebrans*, *Nosodomodes diabolicus*, *Corticeus fasciatus*, *Hedobia imperialis* și *Mesosa curculionoides* de la 2 m înălțime pe trunchiurile pe picior.
10. A fost elaborată colecția de coleoptere saproxilice parte a patrimoniului faunistic, care include 240 de specii atribuite la 184 de genuri și 46 de familii montate în 12 cutii entomologice. Materialele au valoare științifică în aspect local, regional și internațional, valoare educativă pentru studenți și elevi și valoare muzeistică pentru patrimoniul țării.
11. S-a constatat că, doar în Rezervațiile științifice „Plaiul Fagului” și „Pădurea Domnească” este asigurată limita de 20 m³/ha și mai mult de lemn mort integral în permanență până la integrarea în sol. Coleopterele saproxilice rare sunt dependente de stadiile succesive de degradare a lemnului și de conexiunea între habitate, acestea servesc în calitate de bioindicatori la planificarea de conservare a ecosistemelor forestiere cu o valoare optimă și rezistență funcțională la schimbările climatice.

RECOMANDĂRI PRACTICE

1. În ecosistemele forestiere afectate de dăunători, pentru creșterea abundenței și diversității speciilor de coleoptere saproxilice folositoare este necesar de a îmbogăți habitatul cu lemn proaspăt tăiat, care atrage numeroase specii utile și contribuie la schimbarea compoziției acestora, care vor diminua în timp speciile fitofage și xilofage-micetofage.
2. Zonele forestiere uscate trebuie verificate la prezența dăunătorilor, care fiind necontrolați pot afecta întreg ecosistemul. Prezența dăunătorilor sau a simptomelor de atac necesită măsuri individuale de acțiune. Cel mai frecvent lemnul arborilor vii sau slăbiți care este atacat de dăunători prezintă pe tulpină găuri de ieșite, rășină, rumeguș sau sevă care curge. Pentru a controla înmulțirea dăunătorilor xilofagi, arborii afectați trebuie decojiți, în lipsa umidității dăunătorii pier și se limitează răspândirea ciupercilor patogene asociate cu gândacii.
3. Coleopterele xilofage datorită modului criptic de viață sunt greu de depistat, utilizarea capcanelor de interceptie a zborului plasate pe trunchi sunt cele mai eficiente în depistarea dăunătorilor. Unele specii atacă arborii din coroană ceea ce determină necesitatea examinării atacului cu ajutorul dronelor.

4. În cazul stabilirii focarelor unor dăunători în sectoarele gestionate și semigestionate, se pot aplica metode specifice grupului depistat. Arborii uscați și infestați cu dăunători xilofagi trebuie extrași din pădure și uscați în cuptoare speciale, sau arși imediat, pentru a nu permite maturizarea dăunătorilor, supraviețuirea acestora și răspândirea în noi teritorii. Sau arborii ar trebui cel puțin decojiți expunând mâzga la soare pentru a deshidrata atât ouăle, larvele, cât și pupele stopând astfel răspândirea dăunătorului. Speciile xilofage cu activitate nocturnă pot fi capturate folosind capcane luminoase. Pentru speciile care se atrag prin feromoni, pot fi utilizate capcane feromonale în perioada de înmulțire.
5. Insecticidele în ecosistemele forestiere pentru combaterea coleopterelor xilofage nu sunt eficiente și nu se recomandă aplicarea acestora deoarece vor distruge în special fauna utilă. Cu succes pot fi utilizate preparatele biologice pe bază de microorganisme. Acestea sunt constituite pe baza de virusuri, bacterii și ciuperci. Metodele biologice de control însă necesită anumite condiții: temperatură, umiditate optimă și timp, dar sunt nepatogene pentru entomofagi.
6. Entomofagii sunt foarte utili în menținerea xilofagilor la un nivel minim de dăunare. Printre cei mai utili entomofagii pentru ecosistemele forestiere sunt furnicile, speciile de coleoptere care în stadiul de larvă și adult consumă larve xilofage (Cleridae, Histeridae, Tenebrionidae), himenopterele parazitoide care depun ouăle în larvele coleopterelor xilofage cu care se hrănesc larvele de himenoptere, păsările și mamiferele insectivore.

BIBLIOGRAFIE (selectivă)

1. ALEXANDER, K.N.A. & ANDERSON, R. The beetles of decaying wood in Ireland. A provisional annotated checklist of saproxylic Coleoptera. Irish Wildlife Manuals, No. 65. National Parks and Wildlife Service, Department of the Arts, Heritage and the Gaeltacht, Dublin, Ireland, 2012, 165 p.
2. ATKINSON, T.H. Ambrosia beetles, *Platypus* spp. (Insecta: Coleoptera: Platypodidae). Document no. EENY-174, University of Florida, 2004, pp. 1–7.
3. AUDISIO, P., BAVIERA, C., CARPANETO, G.M. et al. Lista Rossa IUCN dei Coleotteri saproxilici Italiani. In: Comitato Italiano IUCN e Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, Roma, 2014, 132 p.
4. BACAL, S. Coleopterele saproxilice (Insecta) din Republica Moldova: taxonomie, ecologie, zoogeografie și importanță. Chișinău, 2022, 256 p.
5. BELHOUCINE, L., BOUHRAOUA, R.T., MEIJER, M. et al. Mycobiota associated with *Platypus cylindrus* (Coleoptera: Curculionidae, Platypodidae) in cork oak stands of North West Algeria, Africa. African J Microbiol Res, 2011, vol. 5, pp. 4411–4423. <https://doi.org/10.5897/Ajmr11.614>
6. BERGMAN, K-O., JANSSON, N., CLAEISSON, K., PALMER, M.W., MILBERG, P. How much and at what scale? Multiscale analyses as decision support for conservation of saproxylic oak beetles. Forest Ecology and Management, 2012, vol. 265, pp. 133–141.
7. BOUGET, C., BRUSTEL, H. Saproxylic Coleoptera, In C. Bouget and L. M. Nageleisen (eds.), Forest insect studies: methods and techniques. Key consideration for standardisation. Les dossiers forestiers, Office National des Forêts, Paris, 2009, vol. 19, pp. 100–105.
8. BOUCHARD, P., BOUSQUET, Y., DAVIES, A. et al. Familia group names in Coleoptera (Insecta). ZooKeys, 2011, vol. 88, pp. 1–972.
9. BUSE, J., GÜRLICH, S., ASSMANN, T. Saproxylic beetles in the Gartow region of Lower Saxony, a hotspot of invertebrate diversity in north-western Germany. In Saproxylic beetles. Their role and diversity in European woodland and tree habitats; Buse, J., Alexander, K.N.A., Ranius, T., Assmann, T., Eds.; Proceedings of the 5th Symposium and Workshop on the conservation of saproxylic beetles: Pensoft Publishers, Sofia-Moscow, 2009, pp. 77–103.
10. CÁLIX, M., ALEXANDER, K.N.A., NIETO, A., et al. European Red List of Saproxylic Beetles;

- IUCN: Brussels, Belgium. 2018, Available online: <https://portals.iucn.org/library/node/47296>
11. DAJOZ, R. Ecologie et biologie des coléoptères xylophages de la hêtraie. Ecology and biology of xylophagous beetles of the beechwood. Vie Milieu, 1966, vol. 17, pp. 525–636.
 12. ECKELT, A., MÜLLER, J., BENSE, U., et al. “Primeval forest relict beetles” of Central Europe: a set of 168 umbrella species for the protection of primeval forest remnants: In: Journal of Insect Conservation, February 2018. DOI: 10.1007/s10841-017-0028-6
 13. FOWLES, A.P., ALEXANDER, K.N.A., KEY, R.S. The Saproxylic Quality Index: evaluating wooded habitats for the conservation of dead-wood Coleoptera. The Coleopterist, 1999, vol. 8, pp. 121–141.
 14. GBIF <https://www.gbif.org> > species
 15. GROVE, S. Saproxylic insect ecology and the sustainable management of forests. In: Annual Review of Ecology and Systematics, 2002, vol. 33 pp. 1–23.
 16. HART, S.A., CHEN, H.Y.H. Fire, logging, and overstory affect understory abundance, diversity, and composition in boreal forest. Ecol Monogr., 2008, vol. 78, pp. 123–140. doi:10.1890/06-2140.1
 17. HÂNCEANU, L., DASCĂLU, M-M, PINTILIOAIE, A-M. New records of the alien longhorn beetle *Neoclytus acuminatus* (Coleoptera: Cerambycidae) in Romania. Travaux du Muséum National d’Histoire Naturelle “Grigore Antipa”, 2021, vol. 64(1), pp. 81–88. <https://doi.org/10.3897/travaux.64.e63053>
 18. KOVAČ, M., KUTNAR, L., HLADNIK, D. Assessing biodiversity and conservation status of the Natura 2000 forest habitat types: tools for designated forestlands stewardship. In: For. Ecol Manage, 2016, vol. 359, pp. 256–267.
 19. KRYZHANOVSKIĬ, O. L. Opredelitel’ nasekomykh Evropejskoj chasti SSSR. Zhestkokrylye i veerokrylye, 1965, vol. 2. 560 p.
 20. LINDENMAYER, D.B., LAURANCE, W.F. The ecology, distribution, conservation and management of large old trees. Biological Reviews, 2016, vol. 92(3), pp. 1434–1458.
 21. LOBL, I., SMETANA, A. Catalogue of Palaearctic Coleoptera. Vol. 2: Hydrophiloidea, Histeroidea, Staphylinoidea. Apollo books, Stenstrup, Denmark. 2004, 942 p.
 22. MAZZEI, A., BONACCI, T., HORÁK, J., BRANDMAYR, P. The role of topography, stand and habitat features for management and biodiversity of a prominent forest hotspot of the Mediterranean Basin: Saproxylic beetles as possible indicators. In: Forest Ecology and Management, 2018, vol. 410, pp. 66–75.
 23. MOSNEAGU, M. The preservation of cultural heritage damaged by anobiids (Insecta, Coleoptera, Anobiidae). Academy of Romanian Scientists. Annals Series on Biological Sciences. In: Copyright ©2012 Academy of Romanian Scientists, 2012, vol. 1(2), pp. 32–65. ISSN 2285 – 4177
 24. MÜLLER, J., BRUNET, J., BRIN, A. et al. Implications from large-scale spatial diversity patterns of saproxylic beetles for the conservation of European beech forests. Insect Conserv. Diver., 2013, vol. 6, pp. 162–169.
 25. NECULISEANU, Z., BABAN, E. Coleopterele (Insecta, Coleoptera) saproxilice din pădurile seculare. In: Conferința corpului didactico-științific „Bilanțul activității a USM în anii 2000-2002.” 30.09-06.10.2003. Chișinău, 2003a, pp. 141-142.
 26. NECULISEANU, Z., BABAN, E. Insectele saproxilice și conservarea lor în pădurile bătrâne de pe teritoriul rezervațiilor științifice „Pădurea Domneasca” și „Plaiul Fagului”. In: Ecologia, evoluția și ocrotirea diversității regnului animal și vegetal. Chișinău, 2003b, pp. 188–189.
 27. NECULISEANU, Z., DĂNILĂ, A., BABAN, E., NECULISEANU, Z (jun.). Nevertebratele saproxilice și pădurile de importanță internațională din rezervațiile științifice „Pădurea Domnească” și „Plaiul Fagului”. Chișinău, 2002, 75 p.
 28. NIETO, A., ALEXANDER, K.N.A. European Red List of saproxylic beetles. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2010, 54 p. <https://doi.org/10.2779/84561>
 29. NIKITSKIY, N.B., SCHIGEL, D.S. Beetles in polypores of the Moscow region, Russia: checklist and ecological notes. In: Entomol. Fennica, 2004, vol. 15, pp. 6–22. <https://doi.org/10.33338/ef.84202>
 30. QUINTO, J., MARCOS-GARCIA M.A., BRUSTEL H., GALANTE E., MICO E. Effectiveness of three sampling methods to survey saproxylic beetle assemblages in Mediterranean woodland. In: J Insect Conserv., 2013, vol. 17, pp. 765–776. DOI 10.1007/s10841-013-9559-7
 31. RATNASINGHAM, S., HEBERT, P.D.N. Bold: The Barcode of Life Data System

- (<http://www.barcodinglife.org>). Molecular Ecology Notes, 2007, vol. 7, pp. 355–364. <https://doi.org/10.1111/j.1471-8286.2007.01678.x>
32. SATTTLER, T., OBRIST, M. K., DUELLI, P., MORETTI M. Urban arthropod communities: added value or just a blend of surrounding biodiversity? In: Landscape and Urban Planning, 2011, vol. 103(3-4), pp. 347–361. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2011.08.008>
 33. SCHMIDL, J., BUSSLER, H. Ökologische Gilden xylobionter Käfer Deutschlands. In: Naturschutz. Landschaftsplan, 2004, vol. 36, pp. 202–218.
 34. SEIBOLD, S., BRANDL, R., BUSE, J., HOTHORN, T., SCHMIDL, J., THORN, S., MÜLLER, J. Association of extinction risk of saproxylic beetles with ecological degradation of forests in Europe. Conserv. Biol., 2015, vol. 29, pp. 382–390. (doi:10.1111/cobi.12427).
 35. SIITONEN, J. Forest management, coarse woody debris and saproxylic organisms: Fennoscandian boreal forests as an example. In: Ecological Bulletins, 2001, vol. 49, pp. 11–42.
 36. SIITONEN, J., MARTIKAINEN, P. Occurrence of rare and threatened insects living on decaying *Populus tremula*: a comparison between Finnish and Russian Karelia. In: Scandinavian Journal of Forest Research, 1994, vol. 9, pp. 185–191.
 37. SODHI, N.S., EHRLICH, P.R. Conservation Biology for All. Oxford: Oxford University Press. 2010, https://conbio.org/images/content_publications/ConservationBiologyforAll_reducedsize.pdf (vizitat, 15.04.2023).
 38. SPEIGHT, M.C.D. Saproxylic invertebrates and their conservation. Nature & Environment Series, Strasbourg: Council of Europe. 1989, vol. 42, 79 p. ISBN 92 871 1680 6
 39. STOKLAND, J.N., SIITONEN, J., JONSSON, B.G. Biodiversity in dead wood. New York: Cambridge University Press. 2012, 509 p. <https://doi.org/10.1017/CBO9781139025843>
 40. ŠVIHRA, P., KELLY, M. Importance of oak ambrosia beetles in predisposing coast live oak trees to wood decay. J. Arboric, 2004, vol. 30, pp. 371–376.
 41. TSIKAS, P., KARANIKOLA, P. To conserve or to control? Endangered saproxylic beetles considered as forest pests. Forests 2022, 13, 1929. <https://doi.org/10.3390/f13111929> https://www.researchgate.net/publication/365443384_To_Conserve_or_to_Control_Endangered_Saproxylic_Beetles_Considered_as_Forest_Pests
 42. UK Saproxylic Beetles; <http://coleonet.de/coleo/html/start.htm>
 43. ИЖЕВСКИЙ, С.С., НИКИТСКИЙ, Н.Б., ВОЛКОВ, О.Г., ДОЛГИН, М.М. Иллюстрированный справочник жуков-ксилофагов - вредителей леса и лесоматериалов Российской Федерации. Тула, Гриф и К. 2005, 220 с.
 44. НИКИТСКИЙ, Н.Б., БИБИН, А.Р., ДОЛГИН, М.М. Ксилофильные жесткокрылые (Coleoptera) Кавказского государственного природного биосферного заповедника и сопредельных территории. Сыктывкар, 2008, 452 с.
 45. ТЕМРЕШЕВ, И.И., КАЗЕНАС, В.Л., ЕСЕНБЕКОВА, П.А. Под редакцией Ж.Д. Исмухамбетова. Определитель стволовых вредителей лесов Иле-Алатауского Государственного национального природного парка и сопредельных территорий. Алматы: Нур-Принт, 2016, 245 с.

LISTA PUBLICAȚIILOR LA TEMA TEZEI

1.1. Cărți de specialitate monoautor:

1. BACAL, S. Coleopterele saproxilice (Insecta) din Republica Moldova: taxonomic, ecologie, zoogeografie și importanță. 2022. Chișinău, 256 p.

1.2. Cărți de specialitate colective (cu specificarea contribuției personale)

1. BUȘMACHIU, G.; BACAL, S.; ENCIU, E.; ȚUGULEA, C.; DERJANSCHI, V.; GROZDEVA, S.; BURDUJA, D.; PALADI V. Fauna Rezervației Biosferei „Prutul de Jos”. Nevertebrate: Collembola, Odonata, Hemiptera, Coleoptera și Lepidoptera. Institutul de Zoologie, USM; sub redacția: Galina Bușmachiu. – Chișinău, Căpățînă Print, 2023, 204 p.
2. BACAL, S. Diversitatea speciilor de coleopterele (Insecta: Coleoptera) din Rezervația „Plaiul Fagului”. În: Fauna Rezervației „Plaiul Fagului”. Nevertebrate. Chișinău, ed. Căpățînă Print, 2021: 100-144.
3. BACAL, P.; LOZOVANU, D. (coordonatori). Regiunea de Dezvoltare Centru. Aspecte geografice, socio-economice și ecologice. Subcapitolul 1.7. Biodiversitatea și ecosistemele naturale. pp. 38-44.

Chișinău, Edit. Dira-Ap, 2020, 156 p. ISBN 978-9975-3236-5-9. Disponibil: <https://ieg.md/sites/default/files/2022-02/Bacal%20Monografie%20RDCentru%20%202020.pdf>

4. Cartea Roșie a Republicii Moldova. Chișinău, „Știința”, 2015, 492 p. ISBN 978-9975-67-998-5.

2.1. Articole în reviste din bazele de date Web of Science și SCOPUS

1. BACAL, S.; BUȘMACHIU, G. Saproxilic beetles (Insecta: Coleoptera) from the forest ecosystems of the Republic of Moldova. North-Western Journal of Zoology, Oradea, România, 2023, nr. 19 (1), pp. 6-10. IF=0,778, https://biozoojournals.ro/nwjz/content/onf/nwjz_e231302_Bacal.pdf (SCOPUS)
2. MUNTEANU-MOLOTEVSKIY, N.; MOLDOVAN, A.; BACAL, S.; TODERAS, I. Beetle population structure at the crossroads of biogeographic regions in Eastern Europe: The case of *Tatianaerhynchites aequatus* (Coleoptera: Rhynchitidae). North-Western Journal of Zoology. ©NwjZ, Oradea, Romania, 2016, nr. 12 (1), pp. 166-177.
3. BACAL, S.; BUȘMACHIU, G. Three new species of beetles (Insecta: Coleoptera) associated with dead wood from the Republic of Moldova. Academic Journal, Present Environment and Sustainable Development (PESD), 2023, nr. 17 (1), pp. 251-256. DOI: <https://doi.org/10.47743/pesd2023171017>
4. BACAL, S.; BUȘMACHIU, G. Saproxilic darkling beetles (Tenebrionidae: Coleoptera) from the Republic of Moldova. Academic Journal, Present Environment and Sustainable Development (PESD), 2022, 16(2), pp. 49-65. https://ibn.idsi.md/sites/default/files/imag_file/pesd2022162005.pdf
5. BACAL, S.; MUNTEANU, N.; TODERAS, I. Checklist of beetles (Insecta: Coleoptera) of the Republic of Moldova. Brukenthal. Acta Musei, 2013, VIII (3), pp. 415-450. ISSN 18422691.
6. MUNTEANU, N.; MOLDOVAN, A.; BACAL, S.; TODERAS, I. Alien beetle species in the Republic of Moldova: a review of their origin and main impact. Российский Журнал Биологических Инвазий. Russian Journal of Biological Invasions. 2014, no. 1, pp. 88-97. ISSN 20751117.

2.2. Articole în reviste din bazele de date acceptate de către ANACEC (cu indicarea bazei de date)

1. BACAL, S.; BURDUJA, D.; BUȘMACHIU, G.; CEBOTARI, C.; MERKL, O. Longhorn beetles in the entomological collections of the Republic of Moldova (Coleoptera: Cerambycidae). Folia entomologica hungarica, 2020, nr. 81. pp. 43-72. ISSN 0373-9465. <http://publication.nhmus.hu/folent/index.php>, DOI 10.17112/FoliaEntHung.2020.81.43

2.3. Unele articole publicate în reviste din Registrul Național al revistelor de profil, (Categorii B)

1. BACAL, S. Specii de coleoptere saproxilice la prima mențiune în fauna Rezervațiilor Științifice Plaiul Fagului, Pădurea Domnească și Prutul de Jos. In: Revista de Știință, Inovare, Cultură și Artă „Akademos”, 2023, nr. 2, pp. 44-49.
2. BACAL, S., BUȘMACHIU G., KOLODREVSKI O. Noi semnalări ale speciei *Rhagium inquisitor* (Linnaeus, 1758) (Coleoptera: Cerambycidae) în fauna Republicii Moldova. Științe Biologice. Akademos, 2022, nr.1 37-43. https://ibn.idsi.md/sites/default/files/imag_file/37-43_26.pdf.
3. BACAL, S.; BUȘMACHIU, G. Date noi despre coleopterele saproxilice din Rezervația Naturală „Plaiul Fagului”. In: Revista de Știință, Inovare, Cultură și Artă „Akademos”, 2022, nr. 3(66), pp. 32-36. ISSN 1857-0461. DOI: 10.52673/18570461.22.3-66.02
4. BACAL, S.; BUȘMACHIU, G. Contribuții la cunoașterea coleopterelor saproxilice din rezervația „Pădurea Domnească”. In: Buletinul Academiei de Științe a Moldovei. Științele vieții, 2022, nr. 3(347), pp. 62-70. ISSN 1857-064X. DOI: 10.52388/1857-064X.2022.3.07
5. BACAL, S.; BUȘMACHIU, G.; BURDUJA, D. Contribuții la cunoașterea buburuzelor (Coleoptera: Coccinellidae) din fauna Republicii Moldova. Akademos, 2021, 1(60), pp. 20-27. ISSN 1857-0461. E-SSN 2587-3687.
6. BACAL, S. *Prostomis mandibularis* (Fabricius, 1801), (Coleoptera: Prostomidae) - prima înregistrare în Republica Moldova. Buletinul AȘM. Științele vieții. Nr1(343), 2021, pp. 94-98.

4.2. Brevete de invenție și alte obiecte de proprietate intelectuală (OPI)

1. MUNTEANU N.; TODERAS, I.; MOLDOVAN, A.; MALEVANCIUC, N.; TODERAS L.; BACAL, S.; RAILEAN, N. Tulpină de bacterii *Bacillus thuringiensis* subsp. kurstaki - bioinsecticid pentru combaterea lepidopterelor din genul *Lymantria*. Brevet MD 4304. BOPI nr.9/2014

Ghiduri metodice/metodologice (aprobate de consiliul metodic, consiliul facultății)

1. BACAL, S. Coleopterele saproxilice și rolul lor pentru ecosistemele forestiere. Ghid științifico-metodic. Chișinău, 2023, S.R.L. Căpățînă-Print. 94 p.
2. BACAL, S.; COCÎRȚĂ, P.; MUNTEANU, N. Metode și echipament de colectare a artropodelor. Ghid științifico-practic. Chișinău, 2014. Tipografia AȘM. Chișinău, 2014, 88 p.
3. BUȘMACHIU, G.; ENCIU, E.; BACAL, S. ș.a. Metode de cercetare a colembolilor și insectelor: Ghid metodologic. USM, Institutul de Zoologie. Chișinău. 2023, S.R.L. Căpățînă-Print. 74 p.

ADNOTARE

Bacal Svetlana „Coleopterele saproxilice (Insecta) din Republica Moldova: taxonomie, ecologie, zoogeografie și importanță”, teză de doctor habilitat în științe biologice, Chișinău, 2024.

Structura tezei: introducere, șapte capitole, concluzii generale și recomandări practice, bibliografia include 537 de titluri, 8 anexe, 216 pagini text de bază, 37 figuri, 50 tabele. Rezultatele cercetărilor sunt publicate în 97 de lucrări științifice.

Cuvinte-cheie: coleoptere saproxilice, taxonomie, diversitate, distribuție, ecosisteme forestiere, ecologie, importanță.

Scopul lucrării: evaluarea complexă a diversității taxonomice a speciilor saproxilice din ordinul Coleoptera, stării actuale, tendințelor, răspândirii zoogeografice, particularităților ecologice și importanței lor în condițiile intensificării acțiunii antropice și schimbărilor climatice actuale asupra ecosistemelor silvice din Republica Moldova.

Obiectivele cercetării: stabilirea componenței speciilor de coleoptere saproxilice din ecosistemele forestiere naturale și antropizate și a speciilor din colecțiile entomologice din Republica Moldova; identificarea taxonilor noi de coleoptere saproxilice în fauna țării; analiza grupelor trofice și a distribuției zoogeografice a coleopterelor saproxilice asociate cu lemnul mort din ecosistemele forestiere; identificarea speciilor indicatoare a pădurilor bătrâne și a celor rare pentru fauna republicii; identificarea speciilor morfologic identice prin metode moleculare genetice; evaluarea rolului coleopterelor saproxilice în ecosistemele forestiere naturale și antropizate; identificarea speciilor vectori și a fungilor saprofagi; crearea primei colecții de coleoptere saproxilice; stabilirea impactului managementului pădurilor asupra structurii și bogăției speciilor de coleoptere saproxilice.

Noutatea și originalitatea științifică: Lucrarea cuprinde rezultate originale privind 342 de specii de coleoptere saproxilice identificate în diverse ecosistemele forestiere din țară. În premieră pentru Republica Moldova, au fost identificate 5 familii, 47 de genuri și 89 de specii, 18 specii au fost identificate prin metoda molecular-genetică, secvențele cărora au fost depuse în GenBank. A fost realizată analiză filogeografică a 18 specii saproxilice. Datele genetice obținute contribuie la completarea bazelor de date genetice, studiile de filogenie devenind disponibile la nivel european. Au fost stabilite în premieră în Republica Moldova 18 specii de fungi saprofagi transmiși de coleopterele xilomicetofage, din care speciile *Alternaria alternata* și *A. tenuissima* pot fi agenți patogeni ai arborilor.

Rezultatele principale: Au fost identificate 342 de specii, care fac parte din 236 de genuri și 47 de familii de coleoptere saproxilice din diverse ecosistemele forestiere din țară. A fost creată colecția de coleoptere saproxilice care include peste 2 mii de exemplare. Au fost confirmate 78 de specii bioindicatoare a pădurilor bătrâne, identificate 12 specii rare și periclitate, 33 de specii xilofage dăunătoare, 10 xilofage/micetofage dăunătoare pentru ecosistemele forestiere și 4 specii dăunătoare obiectelor de patrimoniu. În premieră pentru țară, a fost propus un sistem de clasificare a speciilor saproxilice din familia Tenebrionidae pe categorii de raritate.

Semnificația teoretică: A fost elaborată o concepție nouă privind structura actuală a speciilor de coleoptere saproxilice în ecosistemele forestiere, distribuția lor pe verticală, orizontală și în plan regional în condițiile modificărilor antropice și climatice. A fost întocmită în premieră listă a 342 de specii, identificate preferințele lor față de arborii gazdă autohtoni și invazivi, stabilite relațiile lor trofice, evidențiate speciile vectori ai fungilor saprofagi și identificați agenții patogeni ai arborilor. La prima semnalare în fauna țării sunt 89 de specii de coleoptere saproxilice, care extind nivelul cunoașterii distribuției și ecologiei lor. În premieră pentru Republica Moldova au fost identificați fungii microscopici saprofizi și paraziți din ecosistemele silvice, ale căror vectori de dispersie sunt speciile de coleoptere saproxilice. Cunoașterea fungilor saprofizi și patogeni este importantă la planificarea activităților de împădurire și protecție a pădurilor.

Valoarea aplicativă: Datele obținute privind diversitatea și ecologia coleopterelor saproxilice, permit utilizarea lor ca bioindicatori ai pădurilor bătrâne, planificarea conservării și managementul durabil al ecosistemelor forestiere cu o valoare optimă și rezistență funcțională la schimbările climatice. Rezultatele obținute sunt parte componentă a temelor științifice de cercetări fundamentale și aplicative realizate în cadrul Institutului de Zoologie, USM din perioada 2008-2023. Rezultatele sunt utile lucrătorilor silvici, cercetătorilor din domeniile biologie, ecologie, cadrelor didactice și autorităților de mediu în protecția biodiversității, monitoring, controlul xilofagilor și speciilor invazive.

Implementarea rezultatelor științifice: Rezultatele obținute au fost publicate în 97 de lucrări științifice, o monografie monoautor, coautor la 4 monografii, 2 broșuri și 2 ghiduri de specialitate. Colecția de coleoptere saproxilice este un suport științific și educațional pentru cercetători și studenți din domeniu. Lista întocmită a coleopterelor saproxilice completează informația faunistică pentru spațiul Europei de Sud-Est. Coleoptere saproxilice din familia Staphylinidae au fost utilizate la întocmirea Catalogului Coleopterelor Palearctice. Rezultatele științifice sunt incluse în 7 acte de implementare a organizațiilor și instituțiilor de profil: Universitatea de Stat din Moldova, Rezervațiile științifice Plaiul Fagului, Pădurea Domnească, Prutul de Jos și Întreprinderea municipală „Asociația de Gospodărire a Spațiilor Verzi”, care au utilizat rezultatele în procesul educațional și în rapoartele științifice anuale.

АННОТАЦИЯ

Бакал Светлана «Сапроксильные жесткокрылые (Insecta) Республики Молдова: Таксономия, экология, зоогеография и значение», диссертация на соискание учёной степени доктора хабилитат биологических наук, Кишинёв, 2024.

Структура диссертации: введение, 7 глав, общие выводы и практические рекомендации, список литературы из 537 наименований, 8 приложений, 216 страниц основного текста, 37 рисунков и 50 таблиц. Полученные результаты опубликованы в 97 научных работах.

Ключевые слова: сапроксильные жесткокрылые, таксономия, разнообразие, зоогеографическое распространение, лесные экосистемы, экология, значение.

Цель исследования: комплексная оценка таксономического разнообразия сапроксильных видов жуков отряда Coleoptera, их современного состояния, тенденций, зоогеографического распространения, экологических особенностей и значения в условиях усиления антропогенного воздействия и современных климатических изменений лесных экосистем Республики Молдова.

Задачи исследования: установление состава сапроксильных видов жесткокрылых природных и антропогенных лесных экосистем, а также видов, хранящихся в энтомологических коллекциях Республики Молдова; выявление новых таксонов сапроксильных жуков в фауне страны; анализ трофических групп и зоогеографического распределения жуков обитающих в мёртвой древесине лесных экосистем; выявление видов-индикаторов старых лесов и редких для фауны республики; идентификация морфологически идентичных видов молекулярно-генетическим методом; оценка роли сапроксильных жесткокрылых в природных и антропогенных лесных экосистемах; идентификация видов-переносчиков сапрофитных грибов; создание первой коллекции сапроксильных жуков; установление влияния лесопользования на структуру и богатство сапроксильных видов жесткокрылых.

Научная новизна и оригинальность: Работа включает оригинальные данные по 342 видам сапроксильных жуков, выявленных в различных лесных экосистемах страны. Впервые для страны идентифицировано 5 семейств, 47 родов и 89 видов, молекулярно-генетическим методом определены 18 видов, генетический материал которых депонирован в GenBank. Проведен филогеографический анализ 18 европейских сапроксильных видов жесткокрылых. Полученные генетические данные способствуют пополнению генетических баз данных, а исследования филогении являются доступными на европейском уровне. Впервые для страны установлены 18 видов грибов-сапрофитов, переносимых жесткокрылыми ксиломицетофагами, из них виды *Alternaria alternata* и *A. tenuissima* могут быть возбудителями болезней для растений.

Основные результаты: Выявлено 342 вида сапроксильных жесткокрылых, принадлежащих к 236 родам и 47 семействам из различных лесных экосистем страны. Создана коллекция сапроксильных жесткокрылых, насчитывающая более 2 тысяч экземпляров. Подтверждено присутствие 78 видов-биоиндикаторов старовозрастных лесов, выявлено 12 редких и находящихся под угрозой исчезновения видов, 33 вредных видов-ксилофагов, 10 видов-ксилофагов/мицетофагов, вредных для лесных экосистем и 4 вида вредителей объектов наследия. Впервые для страны предложена система классификации сапроксильных видов семейства Tenebrionidae по категориям редкости.

Теоретическая значимость: Разработана новая концепция современной классификации сапроксильных видов жесткокрылых лесных экосистем, их вертикального, горизонтального и регионального распределения в условиях антропогенного прессинга и климатических изменений. Составлен список из 342 видов, выявлены их предпочтения к аборигенным и инвазионным деревьям-хозяевам, установлены их трофические взаимоотношения, выделены виды-переносчики грибов-сапрофитов и идентифицированы древесные патогены. Впервые в фауне страны выявлены 89 видов сапроксильных жесткокрылых, что значительно расширяет знания об их распространении и экологии. Впервые для Республики Молдова идентифицированы сапрофитные и паразитические микроскопические грибы древесины лесных экосистем, векторами распространения которых являются сапроксильные виды жуков. Знание сапрофитных и патогенных грибов важно при планировании лесонасаждений и лесозащитных мероприятий.

Прикладное значение: Полученные данные о разнообразии и экологии сапроксильных жесткокрылых позволяют использовать их в качестве биоиндикаторов старых лесов, природоохранного планирования и устойчивого управления лесными экосистемами с оптимальной ценностью и функциональной устойчивостью к изменению климата. Полученные результаты являются частью научных тем фундаментальных и прикладных исследований, проводимых ИЗ, ГУМ в 2008-2023 гг. Результаты будут полезны работникам лесного хозяйства, исследователям в области биологии, экологии, преподавателям и природоохранным органам при защите биоразнообразия, мониторинга, борьбе с ксилофагами и инвазивными видами.

Выявление научных результатов: Полученными результатами опубликованы в 97 научных работах: 1 авторской монографии, 4 монографий в соавторстве, 2 брошюрах и 2 методических пособиях. Созданная коллекция сапроксильных жуков послужит научным и образовательным пособием для учёных и студентов биологов и экологов. Составленный список сапроксильных жесткокрылых пополнит фаунистические сведения для Юго-Восточной Европы. Выявленные сапроксильные жуки семейства Staphylinidae были использованы для составления Каталога жесткокрылых Палеарктики. Научные результаты внедрены в работу 7 организаций и учреждений: ГУМ, Научных заповедников «Plaiul Fagului», «Pădurea Domnească», «Prutul de Jos» и муниципального предприятия «Asociația de Gospodărie a Spațiilor Verzi», которые используют результаты в учебном процессе и в годовых научных отчетах.

ANNOTATION

Svetlana Bacal „Saproxylic Coleoptera (Insecta) from the Republic of Moldova: taxonomy, ecology, zoogeography and importance”, habilitation thesis in biological sciences, Chişinău, 2024.

Thesis structure: introduction, 7 chapters, general conclusions and practical recommendations, bibliography of 537 titles, 8 appendices, 216 pages of main text, 37 figures and 50 tables. The obtained results were published in 97 scientific papers.

Keywords: Saproxylic Coleoptera, taxonomy, diversity, zoogeographical distribution, forest ecosystems, ecology, importance.

The aim of the work: a comprehensive assessment of the taxonomic diversity of saproxylic species of beetles of the order Coleoptera, their current state, trends, zoogeographical distribution, ecological features and significance in the context of increasing anthropogenic impact and modern climate changes in the forest ecosystems of the Republic of Moldova.

Research objectives: establishing the composition of saproxylic species of beetles in natural and anthropogenic forest ecosystems, as well as species stored in entomological collections of the Republic of Moldova; identification of new taxa of saproxylic beetles in the fauna of the country; analysis of trophic groups and zoogeographic distribution of beetles living in dead wood of forest ecosystems; identification of indicator species of old forests and rare species for the fauna of the republic; identification of morphologically identical species using molecular genetic methods; assessment of the role of saproxylic Coleoptera in natural and anthropogenic forest ecosystems; identification of vector species of saprophytic fungi; creation of the first collection of saproxylic beetles; establishing the influence of forest management on the structure and richness of saproxylic beetle species.

Novelty and scientific originality: the work includes original data on 342 species of saproxylic beetles identified in various forest ecosystems of the country. For the first time for the Republic of Moldova, 5 families, 47 genera and 89 species were identified, 18 species were identified using the molecular genetic method, genetic material of which was deposited in GenBank. A phylogeographic analysis of 18 European saproxylic beetle species was carried. The resulting genetic data contribute to the development of genetic databases, and phylogeny studies are available at European level. For the first time in the Republic of Moldova, 18 species of saprophagous fungi transmitted by xylomycetophagous beetles have been identified, of these, the species *Alternaria alternata* and *A. tenuissima* can be pathogens for plants.

Main results: A total of 342 species of saproxylic Coleoptera have been identified, belonging to 236 genera and 47 families from various forest ecosystems of the country. A collection of saproxylic Coleoptera has been created, numbering more than 2 thousand specimens. The presence of 78 bioindicator species of old-growth forests was confirmed, 12 rare and endangered species, 33 harmful xylophagous species, 10 xylophagous/mycetophagous species harmful to forest ecosystems and 4 species of heritage site pests were identified. For the first time in the country, a classification system for saproxylic species of the family Tenebrionidae according to rarity categories has been proposed.

Theoretical significance: A new concept of modern classification of saproxylic beetles species from the forest ecosystems, their vertical, horizontal and regional distribution under conditions of anthropogenic pressure and climate change has been developed. A list of 342 species has been compiled, their preferences for native and invasive host trees have been identified, their trophic relationships have been established, vector species of saprophagous fungi and tree pathogens were identified. For the first time, 89 species of saproxylic Coleoptera have been revealed in the country's fauna, which significantly expands knowledge about their distribution and ecology. For the first time for the Republic of Moldova, saprophytic and parasitic microscopic fungi from forest ecosystems were identified, whose dispersal vectors are saproxylic coleopteran species. Knowledge of saprophytic and pathogenic fungi is important in planning afforestation and forest protection activities.

Application value: The obtained data on the diversity and ecology of saproxylic beetles allow their use as bioindicators of old forests, environmental planning and sustainable management of forest ecosystems with optimal value and functional resilience to climate change. The research carried out are part of fundamental and applied research conducted by the IZ, SUM in 2008-2023. The results will be useful to forestry workers, researchers in the field of biology, ecology, teachers and environmental authorities in protecting biodiversity, conducting courses, monitoring, combating the xylophages and invasive species.

Implementation of scientific results: The results were published in 97 scientific papers: 1 author's monograph, 4 co-authors monographs, 2 brochures and 2 methodological guides. The created collection of saproxylic beetles will serve as a scientific and educational tool for scientists and students of biological and environmental faculties. The compiled list of saproxylic Coleoptera species will supplement the faunal information for South-Eastern Europe. The identified saproxylic beetles of the family Staphylinidae were used to compile the Catalog of Coleoptera of the Palaearctic. Scientific results are implemented in the work of 7 organizations and institutions: State University of Moldova, Scientific Reserves „Plaiul Fagului”, „Pădurea Domnească”, „Prutul de Jos” and the municipal enterprise „Asociația de Gospodărire a Spațiilor Verzi”, which use these results in the educational process and in annual scientific reports.

UNIVERSITATEA DE STAT DIN MOLDOVA

INSTITUTUL DE ZOOLOGIE

BACAL SVETLANA

COLEOPTERELE SAPROXILICE (INSECTA) DIN REPUBLICA
MOLDOVA: TAXONOMIE, ECOLOGIE, ZOOGEOGRAFIE ȘI
IMPORTANȚĂ

SPECIALITATEA: 165.04 - ENTOMOLOGIE

Rezumatul tezei de doctor habilitat în științe biologice

Aprobat spre tipar: 31.01.2024

Hârtie offset. Tipar offset.

Coli de tipar: 2,3 coli de autor

Formatul hârtiei 60x84 1/16

Tiraj 50 ex

Comanda nr. 12/24

Centrul Editorial-Poligrafic al USM
Str. Al. Mateevici, 60, Chișinău, MD-2009
e-mail: cep1usm@mail.ru