

Care este habitatul de prim interes în conservarea speciilor de ortoptere (Insecta: Orthoptera) într-o zonă protejată din Carpații Orientali ? - Rezultate preliminare

I.-Ș. Iorgu

Iorgu I.-Ș. 2025. Which is the key habitat for conserving orthopteran species (Insecta: Orthoptera) in an Eastern Carpathian protected area? - Preliminary results. Bucov. For. 25(1): 27-37

Abstract. The study was carried out in the protected area Fânețele Todirescu, Rarău massif, between May and September 2024, and three types of orthopteran preferred habitats were investigated. The grassland has been identified as the richest in biodiversity habitat, hosting a wide variety of orthopteran species, such as the indicator *Pseudochorthippus montanus*. The meadow – forest ecotone showed an intermediate diversity, with transitional species, while in the forest we recorded the lowest diversity of orthopteran species. The only species of community interest found in the study area, *Pholidoptera transsylvanica*, is a specialist for mountain meadows, nonetheless it also occurs on the forest edge.

Keywords: orthopterans, indicator species, meadow, ecotone, forest, *Pholidoptera transsylvanica*.

Author. Ionuț-Ștefan Iorgu (ionut.iorgu@usm.ro) - "Ștefan cel Mare" University of Suceava, College of Medicine and Biological Sciences and Faculty of Forestry, 13 Universității, 720229 Suceava, Romania

Manuscript received May 9, 2025; revised June 15, 2025; accepted June 17, 2025; online first June 30, 2025.

Introducere

Speciile din ordinul Orthoptera se numără printre cele mai carismatice și atractive insecte. La nivel mondial sunt cunoscute 30.082 specii, răspândite în cele mai diverse habitate terestre, de la pajiști și păduri până la câmpuri agricole și zone urbane, cu excepția zonelor reci (Cigliano et al. 2025). Ortopterele sunt verigi aproape de nelipsit din rețelele trofice ale ecosistemelor terestre. Cosașii și lăcustele prezintă diferite grade de specializare ecologică, unele specii fiind specialiști în habitate, în

timp ce altele sunt generaliste (Fabriciusová et al. 2011, Pernat et al., 2024). Heterogenitatea peisajului și proporția de pajiști sunt corelate pozitiv cu bogăția speciilor de ortoptere (Sutcliffe et al. 2015).

Munții Carpați găzduiesc o biodiversitate mare a speciilor de ortoptere, aproximativ 10,3% din cele 1382 de specii europene populează acest lanț montan. Din totalul de 142 de specii răspândite în Carpați, 133 de specii au fost găsite în România (Krištín și Iorgu 2014).

Un număr de opt specii de ortoptere din fauna României sunt de interes comunitar, pro-

tejate prin Directiva Habitare a Uniunii Europene (Anexa II) și necesită măsuri speciale de conservare în ariile protejate Natura2000 (ROSAC/ROSCI). Printre acestea se numără și *Pholidoptera transsylvanica* (Fischer), un coșas brahipter deosebit de sensibil la fragmentarea habitatului. Această specie se găsește adesea în peisaje caracterizate de o rețea de petice de pajiște și tufărișuri sau păduri, iar coridoarele de fâneță care mențin conectivitatea peisajului sunt esențiale pentru supraviețuirea populațiilor speciei (Jordán et al. 2003).

Studiul de față are ca scop analiza comunităților de ortoptere dintr-o pajiște montană și habitatele de lizieră și pădure adiacente. Obiectivul este identificarea speciilor care sunt asociate în mod semnificativ cu habitate specifice și care sunt modelele de coabitare între diferite specii.

Material și metodă

Zona de studiu

Munții Rarău-Giumalău, situați în nordul Carpaților Orientali, reprezintă o regiune de interes conservativ semnificativă, caracterizată prin ecosisteme de pădure și pajiști. Această zonă face parte din rețeaua Natura 2000 (Situl de importanță comunitară Rarău-Giumalău ROSAC0212 și Aria de protecție specială avifaunistică Munții Rarău-Giumalău ROSPA0083) și include ariile protejate: Rezervația naturală Rarău – Pietrele Doamnei (categoria a IV-a IUCN, 970,5 ha), Rezervația științifică Peștera liliecilor (categoria a III-a IUCN, 6 ha), Codrul secular Giumalău (categoria a IV-a IUCN, 309,5 ha), Codrul secular Slătioara (categoria a IV-a IUCN, 1064 ha) și Fânețele montane Todirescu (categoria a IV-a IUCN, 38,1 ha).

CodrulsecularSlătioara,parte aPatrimoniului Mondial al Umanității UNESCO, este renumit pentru gradul ridicat de naturalețe și biodiversitate. Slătioara se caracterizează prin ecosistemul său forestier complex, care cuprinde pă-

duri cu un grad ridicat de naturalitate care nu au fost supuse operațiunilor de exploatare forestieră. Pădurea este compusă în principal din fag, *Fagus sylvatica* L., brad, *Abies alba* Mill., și molid, *Picea abies* (L.), iar structura este diversă, cu o prezență semnificativă a lemnului mort, care joacă un rol foarte important în procesele ecologice. Lemnul mort este un bun surrogat pentru evaluarea diversității speciilor saproxilice, iar monitorizarea lemnului mort, inclusiv specia, dimensiunea, poziția și rata de descompunere, îmbunătățește procesul de gestionare a ecosistemelor forestiere (Duduman et al. 2020, Barbu et al. 2022). Zona este remarcabilă și pentru variabilitatea microclimatică, cu diferențe distincte de temperatură a aerului și a solului, umiditate și intensitate luminoasă între masiv și liziere (Duduman et al. 2020, Sandru 2024).

Fânețele montane Todirescu sunt situate la altitudinea de 1280-1467 m a.s.l., pe versantul nord-estic al Rarăului și au suprafață de 38,1 ha. Fânețele sunt habitate importante pentru specii rare de plante cum ar fi *Allium sibiricum* L., *Swertia perennis* L., *Gentiana clusii* Perr. & Song., *Cotoneaster integerrima* Medik., *Sempervivum montanum* L. Covorul vegetal este format din speciile *Arnica montana* L., *Chrysanthemum leucanthemum* L., *Tanacetum corymbosum* (L.), *Campanula persicifolia* L., *C. abietina* L., *Aconitum anthora* L., *Trollius europaea* L., *Scorzonera rosea* Waldst. & Kit. etc. Prezența speciilor rare și relict, cum ar fi *Carex vaginata* Tausch, în microhabitate specifice cum sunt mlaștinile și pajiștile subalpine, subliniază importanța protejării acestei zone (Ditē et al. 2015).

Colectarea datelor din teren

Monitorizarea insectelor este un proces complex, diverse metode fiind folosite pentru a înțelege dinamica și comportamentul acestora. Astfel, cu ajutorul unui fileu entomologic s-a cosit vegetația ierboasă și arbustivă în habitatele investigate, pe o lungime de aproximativ 100 m lungime și lățime de circa 1,5 m. Peri-

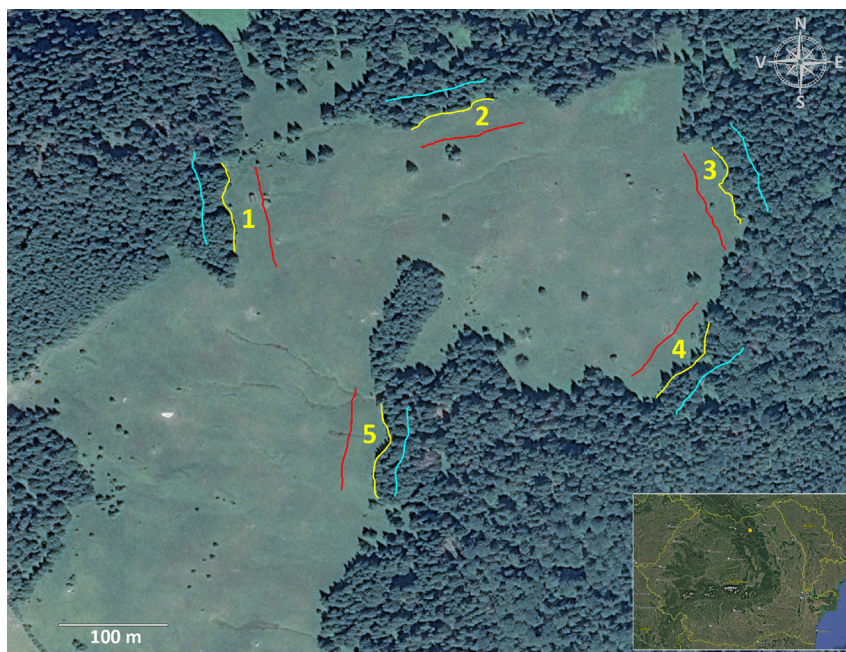


Figura 1 Harta zonelor investigate în Fânețele montane Todirescu: roșu – transect prin pășiște; galben – transect prin ecoton; albastru – transect prin pădure (© Google, 2025). *Map of the investigated areas in Todirescu Mountain Meadows: red – transect through the meadow; yellow – transect through the ecoton; blue – transect through the forest (© Google, 2025).*

odic, conținutul fileului a fost examinat vizual pentru inventarierea indivizilor din speciile vizate. În fiecare din cele 5 zone investigate, monitorizarea s-a efectuat de-a lungul a trei transecte: un transect prin pășiște, unul prin zona de ecoton și un transect prin pădure, cele trei transecte fiind aproximativ paralele (Figura 1). Transectele au fost repetate lunar în aceleași zone, în perioada mai-septembrie 2024. Timpul de lucru acordat fiecărui transect a fost de circa 15 min. Speciile de ortoptere au fost identificate vizual cu ajutorul ghidului Iorgu și Iorgu (2008) și notate în fișa de teren digitală.

Analiza datelor

Indicele de diversitate Shannon a fost folosit pentru a cuantifica biodiversitatea comunităților de ortoptere, luând în considerare bogăția specifică și uniformitatea indivizilor pe specie. A fost aplicat și indicele de uniformitate, prin care s-a măsurat cât de uniform este distribuită

abundența indivizilor între speciile din comunitate (Sîrbu și Benedek 2012).

Formulele de calcul sunt:

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \times \ln(p_i) \quad (1) \quad J' = \frac{H'}{\ln(S)} \quad (2)$$

unde: H' = indicele de diversitate Shannon; J' = indicele de uniformitate; S = numărul total de specii din comunitate; p_i = proporția de indivizi din specia i din numărul total de indivizi ai tuturor speciilor din comunitate; $\ln$ = logaritmul natural (Sîrbu și Benedek 2012).

Analiza speciilor indicatoare a fost folosită pentru a identifica speciile care sunt semnificativ asociate cu cele trei habitate studiate. Pentru această analiză, în R se folosește pachetul *indicspecies*. Scorul de valoare indicatoare (*IndVal*) se calculează pentru a cuantifica asocierea statistică a fiecărei specii cu un anumit habitat și este produsul dintre valoarea pentru specificitate și cea pentru fidelitate. Specificitatea este raportul dintre media abunden-

Tabel 1 Abundența numerică a speciilor de ortoptere în cele trei habitate analizate
Numerical abundance of orthopteran species in the three analyzed habitats

Taxonul	mai			iunie			iulie			august			septembrie		
	pajiște	ecoton	pădure	pajiște	ecoton	pădure	pajiște	ecoton	pădure	pajiște	ecoton	pădure	pajiște	ecoton	pădure
Ord. Orthoptera															
Subord. Ensifera															
Fam. Tettigoniidae															
<i>Phaneroptera falcata</i> (Poda, 1761)	0	0	0	0	1	1	0	3	5	3	5	0	1	5	1
<i>Barbitistes constrictus</i> Brunner von Wattenwyl, 1878	0	0	0	0	0	0	0	4	5	0	4	1	0	0	1
<i>Isophya camptoxypha</i> (Fieber, 1853)	4	0	0	23	2	0	24	2	0	2	0	0	0	0	0
<i>Leptophyes albobittata</i> (Kollar, 1833)	0	0	0	3	1	0	27	4	0	27	1	0	5	0	0
<i>Poecilimon schmidtii</i> (Fieber, 1853)	0	0	0	0	2	0	0	1	1	0	3	1	0	0	0
<i>Meconema thalassinum</i> (De Geer, 1773)	0	0	1	0	3	2	0	8	5	0	10	11	0	7	10
<i>Conocephalus fuscus</i> (Fabricius, 1793)	0	0	0	2	0	0	12	0	0	20	0	0	16	0	0
<i>Tettigonia cantans</i> (Fuessly, 1775)	1	0	0	8	0	0	27	17	1	46	9	5	4	1	0
<i>Tettigonia viridissima</i> (Linnaeus, 1758)	3	0	0	4	0	0	12	7	2	20	35	46	7	10	21
<i>Decticus verrucivorus</i> (Linnaeus, 1758)	2	0	0	15	0	0	51	0	0	47	0	0	13	0	0
<i>Bicolorana bicolor</i> (Philippi, 1830)	0	0	0	2	0	0	22	0	0	24	0	0	16	0	0
<i>Roeseliana roeselii</i> (Hagenbach, 1822)	1	0	0	5	0	0	58	0	0	40	0	0	12	0	0
<i>Pholidoptera transsylvanica</i> (Fischer, 1853)	7	1	0	12	1	0	61	7	0	58	5	0	16	2	0
<i>Pholidoptera fallax</i> (Fischer, 1853)	1	0	0	4	1	0	14	7	2	11	10	6	4	4	1
<i>Pholidoptera griseoptera</i> (De Geer, 1773)	0	1	0	0	2	0	0	8	0	0	26	0	0	22	0
Fam. Gryllidae															
<i>Gryllus campestris</i> Linnaeus, 1758	15	0	0	32	0	0	27	0	0	4	0	0	0	0	0
Fam. Trigonidiidae															
<i>Pteronemobius heydenii</i> (Fischer, 1853)	2	0	0	14	0	0	16	0	0	2	0	0	1	0	0
Subord. Caelifera															
Fam. Tetrigidae															
<i>Tetrix bipunctata</i> (Linnaeus, 1758)	3	1	0	4	0	0	2	4	0	0	3	0	0	3	0
Fam. Acrididae															
<i>Miramella ebneri</i> (Galvagni, 1953)	1	0	0	7	0	0	49	0	0	26	0	0	4	0	0
<i>Pseudopodisma transilvanica</i> Galvagni & Fontana, 1993	2	0	0	16	0	0	60	0	0	34	0	0	7	0	0
<i>Calliptamus italicus</i> (Linnaeus, 1758)	0	0	0	1	0	0	4	0	0	5	0	0	1	0	0
<i>Arcyptera fusca</i> (Pallas, 1773)	2	0	0	11	0	0	33	0	0	8	0	0	1	0	0
<i>Psophus stridulus</i> (Linnaeus, 1758)	0	0	0	1	0	0	18	0	0	37	0	0	7	0	0
<i>Mecostethus parapleurus</i> (Hagenbach, 1822)	0	0	0	2	0	0	7	0	0	5	0	0	1	0	0
<i>Euthystira brachyptera</i> (Ocskay, 1826)	2	0	0	4	12	0	42	13	0	21	13	0	2	2	0
<i>Chrysochraon dispar</i> (Germar, 1834)	1	0	0	2	0	0	5	0	0	5	0	0	3	0	0
<i>Gomphocerippus rufus</i> (Linnaeus, 1758)	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	8	0	0	7	0
<i>Myrmeleotettix maculatus</i> (Thunberg, 1815)	0	0	0	1	0	0	2	0	0	8	0	0	1	0	0
<i>Omocestus rufipes</i> (Thunberg, 1815)	5	0	0	33	0	0	44	0	0	43	0	0	10	0	0
<i>Omocestus viridulus</i> (Linnaeus, 1758)	3	0	0	7	0	0	46	0	0	60	0	0	9	0	0
<i>Stenobothrus lineatus</i> (Panzer, 1796)	4	0	0	8	0	0	31	0	0	39	0	0	3	0	0
<i>Stenobothrus stigmaticus</i> (Rambur, 1838)	0	0	0	4	0	0	13	0	0	19	0	0	2	0	0
<i>Chorthippus albomarginatus</i> (De Geer, 1773)	1	0	0	1	0	0	3	0	0	8	0	0	4	0	0
<i>Chorthippus apricarius</i> (Linnaeus, 1758)	1	0	0	2	1	0	7	12	0	8	21	0	7	8	0
<i>Chorthippus biguttulus</i> (Linnaeus, 1758)	1	0	0	4	0	0	73	0	0	76	0	0	47	0	0
<i>Chorthippus brunneus</i> (Thunberg, 1815)	1	0	0	1	0	0	22	0	0	36	0	0	10	0	0
<i>Chorthippus dorsatus</i> (Zetterstedt, 1821)	2	0	0	11	0	0	57	0	0	67	0	0	23	0	0
<i>Pseudochorthippus montanus</i> (Charpentier, 1825)	8	0	0	12	0	0	35	0	0	33	0	0	13	0	0
<i>Pseudochorthippus parallelus</i> (Zetterstedt, 1821)	3	0	0	20	0	0	75	0	0	46	0	0	35	0	0
Total	76	3	1	276	27	3	979	98	21	888	153	70	285	71	34

tei unei specii în siturile din habitat și media abundenței speciei în toate siturile analizate, iar fidelitatea este raportul dintre numărul de situri din habitat în care specia a fost găsită și numărul total de situri din habitat.

Matricea de corelație a fost realizată pentru a vizualiza și a înțelege relațiile de coabitare a diferitelor specii de ortoptere. Codul folosit în R a fost *corrplot*.

Analiza datelor a fost făcută cu programele Microsoft Office Excel (versiunea 2505) și R Studio (versiunea 2025.05.1+513, cu R versiunea 4.5.1).

Rezultate

Un număr de 39 de specii de ortoptere au fost identificate în zona de studiu: 17 specii aparțin subordinului Ensifera, iar 22 de specii fac parte din subordinul Caelifera (Tabelul 1).

Pentru fiecare dintre cele trei tipuri de habitat (pajiște, ecoton și pădure) au fost calculate mediile indicilor de diversitate (Tabelul 2). Habitatul de pajiște prezintă cea mai mare diversitate a speciilor de ortoptere. Cu o medie a

Tabel 2 Mediile indicilor de diversitate în cele trei habitate analizate
Diversity indices average in the three analyzed habitats

Habitat	Media indicelui Shannon	Media bogăției specifice	Media indicelui de uniformitate
pajiște	2,75	21,28	0,93
ecoton	1,28	5,2	0,90
pădure	0,40	1,6	0,79

indicelui Shannon de 2,75 și o medie a bogăției specifice de 21,28, pajiștea este cel mai bogat și mai divers habitat pentru ortopterele din Fânețele Todirescu (Figura 2). Uniformitatea ridicată (valoare 0,93) sugerează că abundența indivizilor este relativ bine distribuită între speciile din acest habitat, fără a exista specii dominante în comunitate. Ecotonul pajiște – pădure are o diversitate și o bogăție a speciilor semnificativ mai scăzute decât pajiștea, dar mai mari comparativ cu pădurea: media indicelui Shannon este de 1,28, iar bogăția specifică este de 5,2. Media indicelui de uniformitate este mare (0,9), indicând o distribuție relativ echilibrată a speciilor de ortoptere. Fiind o zonă de tranziție între pajiște și pădure, ecotonul

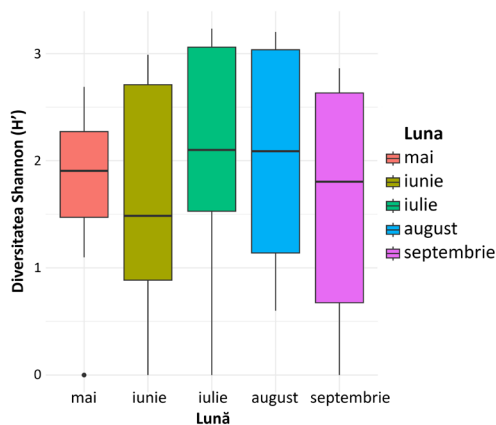


Figura 2 Dinamica sezonieră a indicelui de diversitate Shannon a comunităților de ortoptere (valoarea p a testului Kruskal-Wallis = 0,634)

Seasonal dynamics of the Shannon diversity index of orthopteran communities (p-value of the Kruskal-Wallis test = 0.634)

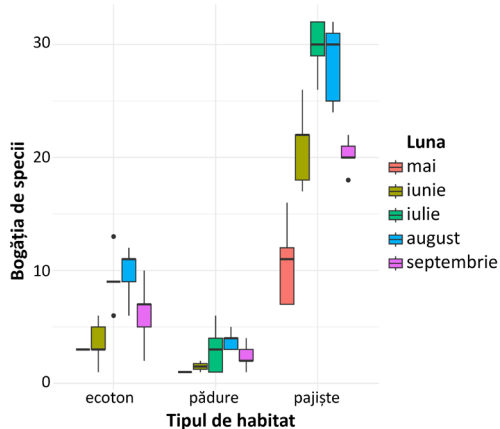


Figura 3 Bogăția specifică a comunităților de ortoptere în funcție de tipul de habitat studiat în perioada mai – septembrie 2024 (valoarea p a testului Kruskal-Wallis = 0,553)

Specific richness of orthoptera communities by habitat type, studied between May and September 2024 (p-value of the Kruskal-Wallis test = 0.553)

prezintă o diversitate intermediară: aici pot fi întâlnite unele specii de pajiște (*Phaneroptera falcata*, *Pholidoptera transsylvanica*), dar și specii adaptate la pădure (*Barbitistes constrictus*, *Pholidoptera griseoptera*). Dintre habitatele analizate, pădurea are cea mai scăzută diversitate (valoarea 0,4) și bogăție specifică (valoarea 1,6). Valoarea foarte mică a mediei indicelui Shannon indică o comunitate săracă în specii, iar media indicelui de uniformitate este cea mai scăzută (valoarea 0,79), ceea ce sugerează că puținele specii prezente sunt inegal distribuite din punct de vedere al abundenței. Acest rezultat confirmă că habitatul forestier este cel mai puțin potrivit pentru ortoptere, majoritatea speciilor fiind heliofile și praticole. Foarte puține ortoptere populează acest habitat: de exemplu, specia arboricolă *Meconema thalassinum*.

Pajiștea susține o comunitate de ortoptere mult mai diversă și mai bogată decât ecotonul și, în special, decât pădurea, ceea ce subliniază importanța acestui habitat pentru conservarea comunităților de ortoptere în zona de studiu (Figura 3).

Analiza speciilor indicatoare în cele trei tipuri de habitat studiate demonstrează că există specii indicatoare pentru fiecare habitat, iar pajiștea are de departe cele mai multe specii indicatoare, urmată de ecoton și de pădure. Pajiștea este caracterizată de un număr impresionant de specii indicatoare, multe dintre ele fiind specialiste exclusive acestui habitat (specificitate = 1). Majoritatea lăcustelor și unii cosași sunt insecte bine cunoscute ca fiind indicatori de pajiște. Astfel, speciile *Pseudochorthippus montanus*, *Pholidoptera transsylvanica*, *Decticus verrucivorus*, *Omocestus rufipes*, *Pseudochorthippus parallelus*, *Pseudopodisma transilvanica* etc. se numără printre indicatorii puternici pentru pajiști, având specificitate între 0,9-1 și cele mai mari valori ale scorului de valoare indicatoare, între 0,938-0,952 (Tabelul 3). În zona de ecoton pajiște – pădure există patru specii indicatoare, cu valori ale scorului de valoare indicatoare între 0,463-0,873. Dintre acestea,

cosașul *Pholidoptera griseoptera* este cel mai puternic indicator, fiind o specie exclusivă pentru ecoton (specificitate de 1,0) și frecvent întâlnită în probe (fidelitate de 0,76). Lăcusta *Gomphocerippus rufus* este, de asemenea, o specie exclusivă pentru ecoton (specificitate de 1,0), dar mai rar întâlnită în probe (fidelitate de 0,28) (Tabelul 4). În analiza efectuată, *Meconema thalassinum* este singura specie indicator semnificativ pentru pădure. Deși nu este exclusivă acestui habitat, având o specificitate de 0,50, a fost întâlnită frecvent în siturile forestiere, cu o fidelitate de 0,77 (Tabelul 5).

Clusterul din harta termică ne arată o separare a speciilor din habitatele de pădure și ecoton pe de o parte și pajiște pe de altă parte. În ceea ce privește speciile de pădure și ecoton, un prim subcluster este format din speciile *Tettigonia viridissima*, *Tetrix bipunctata* și *Chorthippus apricarius*, specii care se găsesc predominant în zona de ecoton, iar al doilea grupează speciile *Meconema thalassinum*, *Pholidoptera griseoptera*, *Barbitistes constrictus*, *Poecilimon schmidtii*, *Phaneroptera falcata* și *Gomphocerippus rufus*, specii care preferă habitatul forestier (Figura 4). Referitor la speciile de pajiște, habitatul cu cea mai mare diversitate specifică, harta termică arată două subcluster, unul cu trei specii care preferă zonele marginale ale pajiștilor, mai apropiate de liziera pădurii (*Tettigonia cantans*, *Pholidoptera fallax* și *Euthystira brachyptera*) și unul mai mare, cu 27 de specii specialiste în pajiști. Acest ultim subcluster grupează, pe de o parte opt specii care preferă zonele din pajiști care sunt ușor asemănătoare ecotonului pajiște – pădure (*Isophya camptoxypha*, *Myrmeleotettix maculatus* etc.) și 17 specii care se corelează puternic pozitiv, specii specialiste în pajiști: *Pseudochorthippus parallelus*, *Decticus verrucivorus*, *Pseudochorthippus montanus*, *Pseudopodisma transilvanica*, *Omocestus viridulus*, *Chorthippus dorsatus*, *Roeseliana roeselii*, *Omocestus rufipes*, *Miramella ebneri* etc. Corelațiile negative, vizibile ca zone albastre pe harta termică, ne arată care sunt comunitățile care nu pot coexista.

Tabel 3 Lista de specii indicatoare asociate cu pajiștea
List of indicator species associated with the meadows

Specia	Specificitate	Fidelitate	Scorul de valoare indicatoare	p
<i>Pseudochorthippus montanus</i>	1,0000	0,9600	0,980	0,001
<i>Pholidoptera transsylvanica</i>	0,9059	1,0000	0,952	0,001
<i>Decticus verrucivorus</i>	1,0000	0,8800	0,938	0,001
<i>Omocestus rufipes</i>	1,0000	0,8800	0,938	0,001
<i>Pseudochorthippus parallelus</i>	1,0000	0,8800	0,938	0,001
<i>Pseudopodisma transilvanica</i>	1,0000	0,8400	0,917	0,001
<i>Omocestus viridulus</i>	1,0000	0,8400	0,917	0,001
<i>Chorthippus dorsatus</i>	1,0000	0,8400	0,917	0,001
<i>Roeseliana roeselii</i>	1,0000	0,8000	0,894	0,001
<i>Stenobothrus lineatus</i>	1,0000	0,7600	0,872	0,001
<i>Gryllus campestris</i>	1,0000	0,7200	0,849	0,001
<i>Miramella ebneri</i>	1,0000	0,7200	0,849	0,001
<i>Chorthippus biguttulus</i>	1,0000	0,7200	0,849	0,001
<i>Bicolorana bicolor</i>	1,0000	0,6800	0,825	0,001
<i>Chorthippus brunneus</i>	1,0000	0,6800	0,825	0,001
<i>Conocephalus fuscus</i>	1,0000	0,6400	0,800	0,001
<i>Pteronemobius heydenii</i>	1,0000	0,6000	0,775	0,001
<i>Arcyptera fusca</i>	1,0000	0,6000	0,775	0,001
<i>Psophus stridulus</i>	1,0000	0,5600	0,748	0,001
<i>Stenobothrus stigmaticus</i>	1,0000	0,5600	0,748	0,001
<i>Isophya campoxypha</i>	0,9298	0,6000	0,747	0,001
<i>Tettigonia cantans</i>	0,7227	0,7200	0,721	0,001
<i>Leptophyes albobittata</i>	0,9118	0,5600	0,715	0,001
<i>Chrysochraon dispar</i>	1,0000	0,4800	0,693	0,001
<i>Euthystira brachyptera</i>	0,6396	0,6800	0,660	0,001
<i>Mecostethus parapleurus</i>	1,0000	0,4000	0,632	0,001
<i>Chorthippus albomarginatus</i>	1,0000	0,4000	0,632	0,001
<i>Pholidoptera fallax</i>	0,5231	0,6800	0,596	0,049
<i>Myrmeleotettix maculatus</i>	1,0000	0,3200	0,566	0,003
<i>Calliptamus italicus</i>	1,0000	0,2800	0,529	0,003

Tabel 4 Lista de specii indicatoare asociate cu ecotonul pajiște – pădure
List of indicator species associated with the meadow – forest ecotone

Specia	Specificitate	Fidelitate	Scorul de valoare indicatoare	p.
<i>Pholidoptera griseoptera</i>	1,0000	0,7619	0,873	0,001
<i>Chorthippus apricarius</i>	0,6269	0,6667	0,646	0,003
<i>Gomphocerippus rufus</i>	1,0000	0,2857	0,535	0,003
<i>Poecilimon schmidtii</i>	0,7500	0,2857	0,463	0,019

Tabel 5 Lista de specii indicatoare asociate cu pădurea
List of indicator species associated with the forest

Specia	Specificitate	Fidelitate	Scorul de valoare indicatoare	p.
<i>Meconema thalassinum</i>	0,5088	0,7778	0,629	0,002

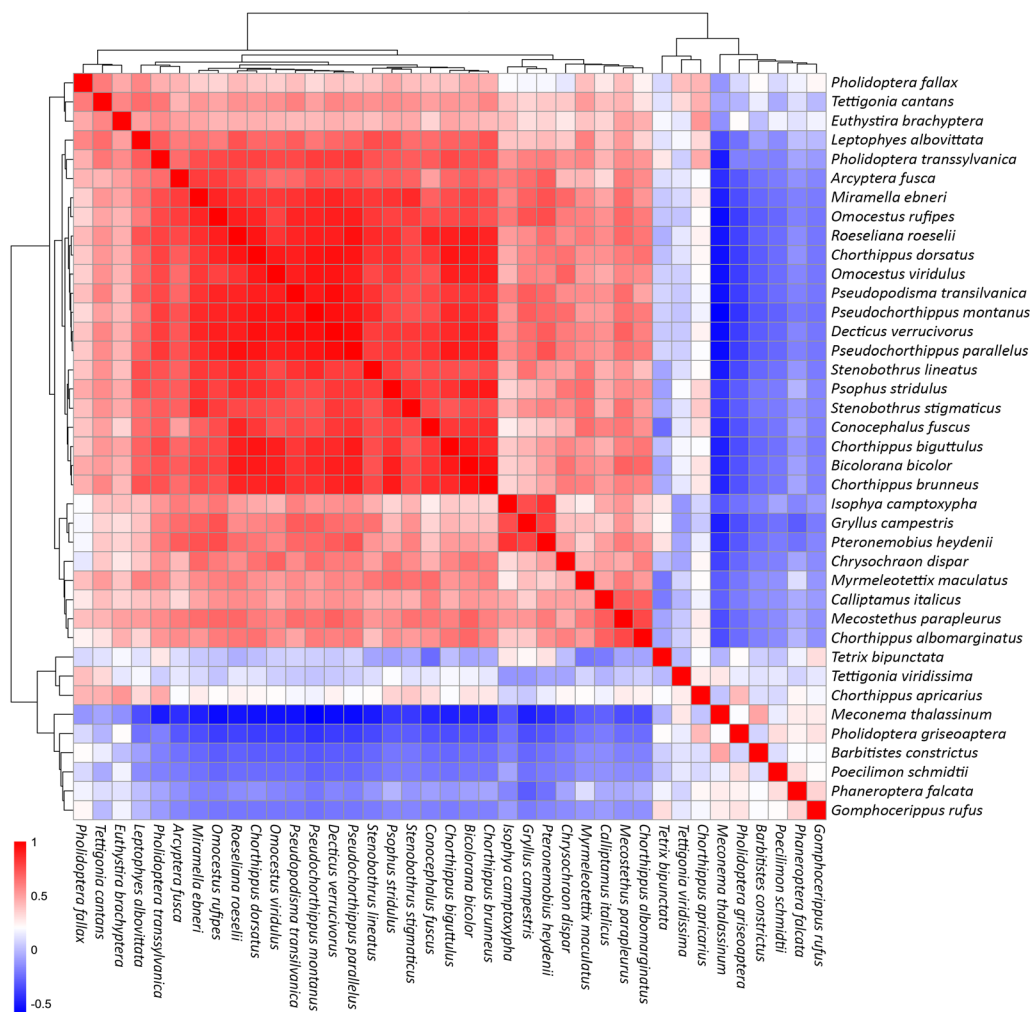


Figura 4 Harta termică a matricei corelațiilor de coabitare a speciilor de ortoptere (nuanțele de roșu indică corelații pozitive, nuanțele de albastru indică corelații negative)
 Heatmap of the matrix of cohabitation correlations of orthoptera species (shades of red indicate positive correlations, shades of blue indicate negative correlations)

Exemple în acest sens sunt speciile specifice pădurii sau ecotonului, cum ar fi *Meconema thalassinum*, *Pholidoptera griseoaptera*, *Barbitistes constrictus* sau *Poecilimon schmidti* care nu pot coexista cu speciile specifice pajiștilor, cum sunt *Stenobothrus lineatus*, *Pseudochorthippus parallelus*, *Decticus verrucivorus*, *Pseudochorthippus montanus*, *Pseudopodisma transilvanica*, *Omocestus viridulus*, *Chorthippus dorsatus*, *Roeseliana roeselii* sau *Omocestus rufipes*.

Discuții

În ultimele decenii, pajiștile au suferit transformări semnificative datorită abandonului sau intensificării utilizării terenurilor, ceea ce a dus la pierderea și fragmentarea habitatului (Szanyi et al. 2021, Poniatowski et al. 2024). Munții Carpați, caracterizați printr-un mozaic de pajiști și păduri, încă mai reprezintă un punct fierbinte de biodiversitate. Peisajele heterogene, cu o varietate mare a habitatelor

de pajiște și a celor din apropierea pajiștilor – cum sunt lizierele pădurilor – sunt importante pentru menținerea diversității bogăției specifice a ortopterelor, cu o corelație pozitivă observată între varietatea speciilor de plante și a abundenței speciilor de ortoptere (Essl și Dirnböck 2012).

Prin prezentul studiu am demonstrat că pajiștea, ecotonul și pădurea au seturi unice de specii specializate. Corelațiile negative puternice dintre aceste grupuri sunt o dovadă a faptului că habitatul este factorul principal care determină prezența și absența speciilor de ortoptere în zona de studiu. Bogăția specifică mult mai mare, diversitatea superioară și cluster-ul de specii specializate demonstrează că pajiștea este, fără îndoială, habitatul de prim interes pentru conservarea speciilor de ortoptere în zona Fânețelor Todirescu din masivul Rarău, în timp ce ecotonul pajiște – pădure, deși important ca zonă de tranziție, nu susține o biodiversitate a speciilor de ortoptere comparabilă cu cea a pajiștii.

Singura specie de interes comunitar identificată în studiul nostru a fost *Pholidoptera transsylvanica*, o specie cu statut de conservare prioritar la nivel european. Specia are o abundență mare în zona de studiu, iar analizele noastre sugerează că această specie este specializată pe habitatul de pajiște. Acest lucru este susținut și de harta termică, care arată o corelație pozitivă puternică între *Pholidoptera transsylvanica* și speciile caracteristice de pajiște și o corelație negativă puternică a acesteia cu speciile caracteristice de pădure.

Pierderea și fragmentarea habitatului sunt amenințări majore la adresa diversității ortopterelor. Transformarea habitatelor naturale în terenuri agricole și zone urbane a dus la declinul populațiilor multor specii de ortoptere (Pernat et al. 2024, Wersebeckmann et al. 2023). Fragmentarea habitatelor naturale este o amenințare majoră pentru cosașul transilvan, *Pholidoptera transsylvanica*, iar un mozaic neregulat de arbuști și plante erbacee atenuează efectele fragmentării habitatului, oferind coridoare pentru dispersia speciei

(Klimm et al. 2024, Jordán et al. 2003).

Strategia de conservare a cosașului *Pholidoptera transsylvanica* necesită o abordare la scară peisagistică care să ia în considerare caracteristicile habitatului speciei. Managementul ecotonului trebuie să ia în considerare impactul potențial al activităților umane, cum ar fi cositul și pășunatul, care pot influența lățimea și structura acestor zone (Arnóczkyné Jakab și Nagy 2022). În timp ce un anumit nivel de disturbanta antropică a ecotonului poate fi necesar pentru a menține habitatele deschise, perturbarea excesivă poate duce la pierderea biodiversității (Orczewska și Glista 2005, Dabrowska-Prot și Wasilowska 2010). Prin urmare, este necesară o abordare echilibrată a gestionării habitatelor pentru a asigura conservarea pe termen lung a speciilor dependente de ecoton, cum este și cazul cosașului de interes comunitar *P. transsylvanica*.

Deși există studii privind importanța ortopterelor ca bioindicatori ai calității habitatului, există lacune semnificative în ceea ce privește răspunsul acestor insecte la diferitele practici de management al pajiștilor în peisajele montane (Szanyi et al. 2021, Kenyeres et al. 2019), subiect de interes care va fi abordat de noi în viitor.

Concluzii

Au fost cercetate speciile de ortoptere din trei habitate (pajiște, ecotonul pajiște – pădure și pădure) din aria protejată Fânețele Todirescu din masivul Rarău. Habitatul de pajiște a prezentat cea mai mare diversitate Shannon (media de 2,75) și bogăție de specii (media de 21,28), iar indicele de uniformitate cu o valoare de 0,93 sugerează o distribuție echilibrată a indivizilor între specii. Analiza hărții termice arată un grup mare de 27 de specii care sunt specialiste în pajiști, cu corelații pozitive puternice între ele. Ecotonul pajiște – pădure, habitat de tranziție, a avut un nivel intermediar de diversitate, cu o medie a indicelui Shannon de 1,28 și o medie a bogăției de specii de 5,2.

Liziera pădurii este populată de specii de tranziție, unele de pajiște și unele de pădure, dar nu susține o biodiversitate comparabilă cu pajiștea. În fine, habitatul forestier a avut cea mai mică diversitate și bogăție de specii, cu o medie a indicelui Shannon de 0,4 și o medie a bogăției de specii de 1,6, ceea ce confirmă faptul că pădurea este cel mai puțin potrivit habitat pentru majoritatea ortopterelor, specii predominant heliofile și practice.

Pholidoptera transsylvanica, un cosaș cu statut de conservare prioritar în Uniunea Europeană, a fost singura specie de interes comunitar identificată în studiu. Deși este o specie indicatoare de pajiște (specificitate de 0,9059, fidelitate de 1,00 și scorul de valoare indicatoare de 0,952), studiul arată că *P. transsylvanica* este adaptabilă și se poate întâlni și în lizierele pădurilor. Eforturile de conservare pentru această specie necesită o abordare la scară peisagistică, prin menținerea naturalității pajiștilor și a ecotonului pajiște – pădure pentru a-i asigura conectivitatea între habitatele preferate.

Mulțumiri

Adresez calde mulțumiri celor care mi-au fost alături pe parcursul studiului asupra cosașilor, greierilor și lăcustelor din una dintre cele mai frumoase pajiști montane din Carpați: Fânațele Todirescu. Am fost ajutat fie cu sfaturi, fie cu indicații, fie prin însoțire în peregrinările mele prin Rarău de: Elena-Iulia Iorgu, Ana-Maria Iorgu, Mihai-Leonard Duduman, Ionuț Tăușan, Adrian Derscariu, Loredana Buta, Bogdan Buta, Irina Boz, Gabriela Ștefan, Andrei Lobiuc, Cătălin Roibu.

Bibliografie

Arnóczkyné Jakab D. Nagy A., 2022. How can an intensively used agricultural landscape preserve diversity of Orthoptera assemblages? *Journal of Insect Conservation* 26(6): 947-958. doi: 10.1007/s10841-022-00439-7
Barbu C.-O., Duduman G., Tomescu C.V., 2023. Variation

Patterns of Forest Structure Diversity after Set-Aside in Rarău-Giumalău Mountains, Romania. *Forests* 14(2): 251. <https://doi.org/10.3390/f14020251>
Cigliano M.M., Braun H., Eades D.C., Otte D., 2025. Orthoptera Species File. Accesat la 29.05.2025. <http://orthoptera.speciesfile.org/>
Dabrowska-Prot E., Wasilowska A., 2010. Ecological importance of meadow patches in protected forest area: floristic diversity and the dynamics of insect communities. *Polish Journal of Ecology* 58(4): 741-758.
Dítě D., Hájková P., Goia I., Hájek M., 2015. *Carex vaginata* — new relict species in the Romanian flora. *Contribuții Botanice, Cluj-Napoca: Grădina Botanică "Al-exandru Borza"* 50: 7-13.
Duduman G., Duduman M.-L., Avăcăriței D., Barnoaiea I., Barbu C.-O., Ciornei I., Clinovschi F., Coșofreț V.C., Cotos M.-G., Dănilă G., Dănilă I.-C. Drăgoi M., Flocea M.-N., Horodnic S.-A., Iacobescu O., Mazăre G. C., Măciucă A., Mursa A., Palaghianu C., Roibu C.-C., Pohonțu C.M., Savin A., Tomescu C.V., Scriban R.-E., 2020. A Permanent Research Platform for Ecological Studies in Intact Temperate Mountainous Forests from Slătioara UNESCO Site and Its Surroundings, Romania. *Forests* 11(9): 1004. <https://doi.org/10.3390/f11091004>
Essl F., Dimböck T., 2012. What determines Orthoptera species distribution and richness in temperate semi-natural dry grassland remnants? *Biodiversity and Conservation* 21(10): 2525-2537. <https://doi.org/10.1007/S10531-012-0315-1>
Fabriciusová V., Kaňuch P., Krištín A., 2011. Response of Orthoptera assemblages to management of montane grasslands in the Western Carpathians. *Biologia* 66(6): 1127-1133. doi: 10.2478/S11756-011-0115-1
Iorgu I.Ș., Iorgu E.I., 2008. Bush-crickets, crickets and grasshoppers from Moldavia (Romania). Editura Pim, Iași, 294 pp.
Jordán F., Báldi A., Orci K.M., Rácz I., Varga Z., 2003. Characterizing the importance of habitat patches and corridors in maintaining the landscape connectivity of a *Pholidoptera transsylvanica* (Orthoptera) metapopulation. *Landscape Ecology* 18: 83-92. <https://doi.org/10.1023/A:1022958003528>
Kenyerés Z., Takács G., Bauer N., 2019. Response of orthopterans to macroclimate changes: A 15-year case study in Central European humid grasslands. *Journal of Orthoptera Research* 28(2): 187-193. <https://doi.org/10.3897/JOR.28.34102>
Klimm F.S., Bräu M., König S., Mandery K., Sommer C., Zhang J., Krauss J., 2024. Importance of habitat area, quality and landscape context for heteropteran diversity in shrub ecotones. *Landscape Ecology* 39: 3. <https://doi.org/10.1007/s10980-024-01798-z>
Krištín A., Iorgu I.Ș., 2014. Red List of Grasshoppers, Bush-crickets and Crickets (Orthoptera) of the Carpathian Mountains. În: Kadlecík J. (Ed.) *Carpathian Red List of Forest Habitats and Species. Carpathian List of Invasive Alien Species. Štátna ochrana prírody Slovenskej republiky*, 234 pp.

- Orczewska A., Glista A., 2005. Floristic analysis of the two woodland-meadow ecotones differing in orientation of the forest edge. *Polish Journal of Ecology* 53(3): 365-382.
- Pernat N., Buchholz S., Schirmel J., 2024. Urbanization reduces Orthoptera diversity and changes community structure towards mobile species. *Insect Conservation and Diversity* 17(2): 259-272. <https://doi.org/10.1111/icad.12727>
- Poniatowski D., Weißgräber V., Drung M., Freienstein F.M., Kettermann M., Scherer G., Fartmann T., 2024. Grassland nature reserves safeguard a high species richness and biomass of grasshoppers. *Journal of Applied Ecology* 61(11): 2573-2859. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.14774>
- Sîrbu I., Benedek A.M., 2012. *Ecologie Practică*. Editura Universității "Lucian Blaga" din Sibiu, ed. a 3-a, 292 p.
- Sutcliffe L.M.E., Batáry P., Becker T., Orci K.M., Leuschner C., 2015. Both local and landscape factors determine plant and Orthoptera diversity in the semi-natural grasslands of Transylvania, Romania. *Biodiversity and Conservation* 24(2): 229-245. doi: 10.1007/S10531-014-0804-5
- Szanyi Sz., Potish L., Rácz I., Varga Z., Nagy A., 2021. Effect of dramatic alteration of landscape structure on the Orthoptera assemblages of Transcarpathian lowland meadows (West Ukraine). *Journal of Insect Conservation* 25(5): 759-768. <https://doi.org/10.1007/S10841-021-00341-8>
- Șandru M.D., 2024. Spatial Variability of Microclimate Characteristics in Transition Zone of the Forest: A Case Study of Slătioara Secular Forest. *Open Journal of Forestry* 14: 369-396. <https://doi.org/10.4236/ojf.2024.144021>
- Wersebeckmann V., Biegerl C., Leyer I., Mody K., 2023. Orthopteran Diversity in Steep Slope Vineyards: The Role of Vineyard Type and Vegetation Management. *Insects* 14(1): 83. <https://doi.org/10.3390/insects14010083>