

Saproksyliczne skoczogonki *Collembola* Polski – stan poznania oraz perspektywy wykorzystania w teorii i praktyce zrównoważonego leśnictwa

Agata Piwnik, Dariusz Skarżyński, Anna Krzysztofiak, Małgorzata Sławska

Summary: Saproxylic springtails *Collembola* of Poland – state of knowledge and prospects for use in sustainable forestry theory and practice.

Dead wood is a living-space for huge number of organisms in forest ecosystems. Springtails *Collembola*, one of a dominant group of soil microarthropods, live in dead wood in different stages of decomposition, finding there food, a reproduction place or a shelter. Knowledge about their ecological relationships with dead wood is fragmentary and poorly reflected in a literature. A review of the literature shows that 40% of springtail species from Poland are related to dead wood. Most of them are opportunists in relation to all forest floor microhabitats, but few of them can be called as saproxylobiontic. An aim of research started in Wigierski National Park is to create a list of local springtail species related to dead wood, to appoint indicator taxons, to estimate their dispersive properties and to determine relationships between measurable microclimatic parameters and fauna dynamics. Received results will help to define indicator species treshold of extinction and to propose practical recommendations for use in sustainable forestry.

Key words: dead wood, saproxylophilous, saproxylobiontic springtails, bioindication, Poland.

Słowa kluczowe: martwe drewno, saproksylofilne, saproksylobiontyczne skoczogonki, bioindykacja, Polska.

W ekosystemach leśnych martwe drewno stanowi cenny substrat w obiegu materii i energii. Podlegający rozkładowi materiał tworzy nisze o specyficznych warunkach siedliskowych, dostarczając licznym organizmom pokarmu i przestrzeni życiowej. Chętnie korzystają z nich skoczogonki, należące do dominującej grupy mikrostawonogów glebowych. Ich powiązania z martwym drewnem są zbadane fragmentarycznie i słabo odzwierciedlone w literaturze. Na podstawie przeglądu bibliografii można jednak łatwo zauważyć, że znaczna część gatunków występuje w mniej lub bardziej ścisłych związkach z tym substratem.

O ile entomofauna martwego drewna w kraju jest stosunkowo dobrze poznana, o tyle niewiele jest prac dotyczących zasiedlających go mikrostawonogów. A przecież, z uwagi na istotny udział tych zwierząt w procesie dekompozycji materii organicznej, a w konsekwencji w procesach glebotwórczych, poznanie ich szeroko rozumianej biologii wydaje się potrzebą oczywistą. Wśród publikacji dedykowanych faunie mikrostawonogów martwego drewna na uwagę zasługuje praca Skubały i Maślaka (2009), którzy skupili się jednak na faunie roztoczy *Acari*, ogólnikowo traktując skoczogonki. Tym samym podane przez nich dane na temat związków

poszczególnych grup mikrostawonogów ze stopniem rozkładu drewna nie poddają się szczegółowej analizie, trudno również wyciągnąć z nich wnioski na temat bioróżnorodności *Collembola* w martwym drewnie.

Skoczogonki saproksyliczne

Z wykazanych jak dotąd w Polsce ponad 460 gatunków skoczogonków (Sterzyńska i in. 2007), około 40% można uznać za saproksylofilne (tab. 1). Związane są z martwym drewnem w różny sposób – znajduwane są pod odstającą korą stojących i leżących drzew, pod gałęziami i kawałkami drewna, w warstwie epifitów i epiksyli oraz w butwiejących kłodach i pniakach (Stach 1959, 1964; Sterzyńska i in. 2007; Weiner 1981). Dane dostępne w literaturze nie są jednak dokładnie sprecyzowane, przez co mogą być różnie interpretowane. Przykładowo informacja na temat zasiedlanych środowisk podkorowych może dotyczyć zarówno żywych jak i martwych drzew. Trudno również określić, czy gatunki znajdujące się w warstwie epifitów i epiksyli uzależnione są od stopnia rozkładu drewna, czy raczej od warunków oferowanych przez mikrosiedlisko.

Tab. 1. Wykaz gatunków *Collembola* związanych z martwym drewnem w Polsce (za: Stach 1959, 1964; Sterzyńska i in. 2007; Weiner 1981).

Table 1. List of *Collembola* species related to dead wood in Poland (after: Stach 1959, 1964; Sterzyńska i in. 2007; Weiner 1981)

Gatunek (species)	Mikrosiedlisko (microhabitat)			
	Epifity i epiksyle (epiphytes and epixyls)	Przestrzenie podkorowe (subcortical spaces)	Pod kawałkami drewna (under pieces of wood)	Zbutwiałe drewno (decaying-wood)
Hypogastruridae				
<i>Ceratophysella armata</i> (Nicolet, 1841)		+	+	+
<i>C. bengtssoni</i> (Ågren, 1904)			+	
<i>C. denticulata</i> (Bagnall, 1941)		+		
<i>C. granulata</i> (Stach, 1949)	+	+		
<i>C. luteospina</i> (Stach, 1920)		+	+	
<i>Choreutinula inermis</i> (Tullberg, 1871)		+		+
<i>Hypogastrura aequipilosa</i> (Stach, 1949)		+		
<i>H. manubrialis</i> (Tullberg, 1869)			+	
<i>H. purpurescens</i> (Lubbock, 1868)			+	+
<i>H. vernalis</i> (Carl, 1901)		+		
<i>Schoettella ununguiculata</i> (Tullberg, 1869)		+		+
<i>Willemia anophthalma</i> (Börner, 1901)		+		+
<i>W. denisi</i> (Mills, 1932)		+		
<i>W. scandinavica</i> (Stach, 1949)		+		
<i>Xenylla boeneri</i> (Axelson, 1905)		+		

<i>X. corticalis</i> (Börner, 1901)		+		
<i>X. grisea</i> (Axelson, 1900)		+		
<i>X. maritima</i> (Tullberg, 1869)	+	+	+	+
Neanuridae				
<i>Anurida granaria</i> (Nicolet, 1847)				+
<i>A. tullbergi</i> (Schött, 1891)			+	
<i>Deutonura albella</i> (Stach, 1920)		+		+
<i>D. conjuncta</i> (Stach, 1926)		+		+
<i>D. phlegrea</i> (Caroli, 1910)		+		+
<i>D. plena</i> (Stach, 1951)		+		+
<i>D. stachi</i> (Gisin, 1952)		+		+
<i>D. weinerae</i> (Deharveng, 1982)				+
<i>Endonura carpatica</i> (Smolis, 2006)				+
<i>E. szeptyckii</i> (Weiner, 1973)				+
<i>E. tatricola</i> (Stach, 1951)		+		+
<i>Friesea albida</i> (Stach, 1949)		+		
<i>F. claviseta</i> (Axelson, 1900)		+		+
<i>F. mirabilis</i> (Tullberg, 1871)		+		+
<i>F. truncata</i> (Cassagnau, 1958)		+		
<i>Galanura agnieskae</i> (Smolis, 2000)				+
<i>Micranurida anophthalmica</i> (Stach, 1949)		+		+
<i>M. balta</i> (Fjellberg, 1998)				+
<i>M. bescidica</i> (Smolis i Skarzyński, 2004)				+
<i>M. forsslundi</i> (Gisin, 1949)		+		
<i>M. granulata</i> (Agrell, 1943)		+	+	+
<i>M. pygmaea</i> (Börner, 1901)		+		+
<i>Morulina verrucosa</i> (Börner, 1903)		+		+
<i>Neanura incolorata</i> (Stach, 1951)		+		
<i>N. minuta</i> (Gisin, 1963)		+		
<i>N. muscorum</i> (Templeton, 1835)		+		+
<i>N. parva</i> (Stach, 1951)		+	+	+
<i>N. pseudoparva</i> (Rusek, 1963)	+			
<i>Pseudachorutella asigillata</i> (Börner, 1901)		+		
<i>P. bescidica</i> (Smolis i Skarzyński, 2007)				+
<i>Pseudachorutes boeneri</i> (Schött, 1902)	+	+		+
<i>P. corticolus</i> (Schäffer, 1896)		+		+
<i>P. dubius</i> (Krausbauer, 1898)		+		+

<i>P. palmiensis</i> (Börner, 1903)		+		
<i>P. parvulus</i> (Börner, 1901)		+		
<i>P. subcrassus</i> (Tullberg, 1871)		+		+
<i>Thaumanura carolii</i> (Stach, 1920)		+		+
Odontellidae				
<i>Superodontella lamellifera</i> (Axelson, 1903)		+		+
<i>Xenyllodes armatus</i> (Axelson, 1903)		+		
Onychiuridae				
<i>Deuteraphorura inermis</i> (Tullberg, 1871)				+
<i>Heteraphorura carpatica</i> (Stach, 1954)				+
<i>H. variotuberculata</i> (Stach, 1934)			+	
<i>Hymenaphorura polonica</i> (Pomorski, 1990)		+		+
<i>Kalaphorura burmeisteri</i> (Lubbock, 1873)		+		
<i>K. paradoxa</i> (Schäffer, 1900)		+		+
<i>Mesaphorura krausbaueri</i> (Börner, 1901)		+		
<i>Micraphorura absoloni</i> (Börner, 1901)		+		+
<i>Onychiuroides granulosis</i> (Stach, 1930)		+		+
<i>Orthonychiuris rectopapillatus</i> (Stach, 1933)		+		
<i>Protaphorura armata</i> (Tullberg, 1869)		+		
<i>Supraphorura furcifera</i> (Börner, 1901)		+		
<i>Tetrodontophora bielanensis</i> (Waga, 1842)		+	+	+
Entomobryidae				
<i>Entomobrya arborea</i> (Tullberg, 1871)	+	+		
<i>E. corticalis</i> (Nicolet, 1841)	+	+		
<i>E. lanuginosa</i> (Nicolet, 1841)		+		+
<i>E. marginata</i> (Tullberg, 1871)		+		
<i>E. multifasciata</i> (Tullberg, 1871)		+	+	
<i>E. nivalis</i> (Linnaeus, 1758)		+		+
<i>Entomobryides purpurascens</i> (Packard, 1872)		+		
<i>Heteromurus nitidus</i> (Templeton, 1835)		+		+
<i>Lepidocyrtus curvicollis</i> (Bourlet, 1839)		+		
<i>L. cyaneus</i> (Tullberg, 1871)		+		
<i>L. lanuginosus</i> (Gmelin, 1788)		+		
<i>L. violaceus</i> (Lubbock, 1873)		+		
<i>Orchesella bifasciata</i> (Nicolet, 1841)		+		

<i>O. cincta</i> (Linnaeus, 1758)			+	
<i>O. flavescens</i> (Bourlet, 1839)		+		+
<i>O. villosa atrofrenalis</i> (Stach, 1930)			+	
<i>Pseudosinella alba</i> (Packard, 1873)		+		
<i>P. octopunctata</i> (Börner, 1901)			+	
<i>P. zygophora</i> (Schille, 1908)		+		
<i>Willowsia buski</i> (Lubbock, 1869)		+		
<i>W. nigromaculata</i> (Lubbock, 1873)		+		
<i>W. platani</i> (Nicolet, 1841)		+		
Isotomidae				
<i>Anurophorus cuspidatus</i> (Stach, 1920)		+		
<i>A. laricis</i> (Nicolet, 1842)		+		
<i>Ballistura schoetti</i> (Dalla Torre, 1895)			+	
<i>Cryptopygus bipunctatus</i> (Axelson, 1903)			+	+
<i>Desoria blekeni</i> (Leinaas, 1980)		+		
<i>D. intermedia</i> (Schött, 1902)		+		
<i>D. nivea</i> (Schäffer, 1896)		+		
<i>D. nivalis</i> (Carl, 1910)		+		
<i>D. olivacea</i> (Tullberg, 1871)			+	
<i>D. violacea</i> (Tullberg, 1876)	+		+	
<i>Folsomia fimetaria</i> (Linnaeus, 1758)			+	
<i>F. inoculata</i> (Stach, 1947)		+		+
<i>F. penicula</i> (Bagnall, 1939)		+	+	+
<i>F. quadrioculata</i> (Tullberg, 1871)			+	+
<i>Isotomiella minor</i> (Schäffer, 1896)		+		+
<i>Isotoma pseudomaritima</i> (Stach, 1947)	+	+		
<i>Isotomurus palliceps</i> (Uzel, 1891)			+	
<i>Parisotoma notabilis</i> (Schäffer, 1896)		+	+	
<i>Proisotoma brevidens</i> (Stach, 1947)		+		
<i>P. clavipila</i> (Axelson, 1903)		+		
<i>P. minima</i> (Absolon, 1901)		+		+
<i>P. minuta</i> (Tullberg, 1871)		+		
<i>Pseudisotoma sensibilis</i> (Tullberg, 1876)		+		
<i>Tetracanthella arctica</i> (Cassagnau, 1959)	+	+		
<i>T. pilosa</i> (Schött, 1891)		+		
<i>Uzelia setifera</i> (Absolon, 1901)		+		
<i>Vertagopus arboreus</i> (Linnaeus, 1758)		+	+	
<i>V. cinereus</i> (Nicolet, 1841)		+	+	
<i>V. westerlundi</i> (Reuter, 1897)		+		

Oncopoduridae				
<i>Oncopodura crassicornis</i> (Shoebotam, 1911)		+		
Tomoceridae				
<i>Plutomurus carpaticus</i> (Rusek i Weiner, 1978)		+	+	
<i>Pogonognathellus flavescens</i> (Tullberg, 1871)		+	+	+
<i>P. longicornis</i> (Müller, 1776)			+	
<i>Tomocerus minor</i> (Lubbock, 1862)		+	+	+
<i>T. minutus</i> (Tullberg, 1876)		+	+	+
<i>T. vulgaris</i> (Tullberg, 1871)		+	+	
Arrhopalitidae				
<i>Arrhopalites caesus</i> (Tullberg, 1871)		+		+
<i>A. secundarius</i> (Gisin, 1958)	+			
Bourletiellidae				
<i>Bourletiella arvalis</i> (Fitch, 1873)			+	
Dicyrtomidae				
<i>Dicyrtoma fusca</i> (Lubbock, 1873)			+	+
<i>Dicyrtomina minuta</i> (Fabricius, 1783)			+	
<i>D. ornata</i> (Nicolet, 1842)			+	
<i>Ptenothrix atra</i> (Linnaeus, 1758)			+	
<i>P. ciliata</i> (Stach, 1957)		+		
<i>P. leucostrigata</i> (Stach, 1957)			+	
<i>P. setosa</i> (Krausbauer, 1898)			+	
Katiannidae				
<i>Gisinianus flammeolus</i> (Gisin, 1957)		+		+
<i>Rusekianna bescidica</i> (Smolis3 i Skarzyński, 2006)				+
<i>Sminthurinus alpinus</i> (Gisin, 1953)		+		+
<i>S. aureus</i> (Lubbock, 1862)		+		
<i>S. bimaculatus</i> (Axelson, 1902)			+	+
<i>S. elegans</i> (Fitch, 1863)				+
<i>S. gisini</i> (da Gama, 1965)		+		
<i>S. niger</i> (Lubbock, 1868)		+		+
Sminthuridae				
<i>Allacma fusca</i> (Linnaeus, 1758)		+		+
<i>Capraïnea marginata</i> (Schött, 1893)			+	
<i>Lipothrix lubbocki</i> (Tullberg, 1872)	+	+	+	+
Sminthurididae				
<i>Sphaeridia pumilis</i> (Krausbauer, 1898)			+	
Neelidae				
<i>Megalothorax minimus</i> (Willem, 1900)		+		+

Wśród zestawionych w tabeli 1 gatunków tylko część jest związana z martwym drewnem obligatoryjnie. Większość wykazuje oportunizm preferencyjny w stosunku do wszystkich siedlisk oferowanych przez dno lasu. Jednak ponad 5% gatunków występujących w Polsce należy uznać za taksony saproksylobiontyczne (tab. 2). Fauna ta wykazuje specyficzne adaptacje do życia w butwiejącym drewnie, takie jak: jasne ubarwienie, redukcja oczu, spłaszczone ciało, robakowate ruchy i przekształcenie narządów gębowych w aparat ssący.

Znaczna część taksonów uznanych tu za saproksylobiontyczne skupia się głównie na terenach górskich i wyżynnych. Nie dziwi to ze względu na fakt, że obszary górskie są dobrze spenetrowane pod względem faunistycznym, w przeciwieństwie do nizinnych. Te ostatnie wymagają dokładnego zbadania fauny *Collembola* zasiedlającej martwe drewno, z uwzględnieniem jej preferencji siedliskowych, tempa i sposobu dyspersji oraz powiązań pokarmowych z innymi organizmami.

Rozpatrując preferencje siedliskowe fauny martwego drewna, nie można przeoczyć odmienności warunków oferowanych przez drzewa stojące i leżące. O ile saproksylofilne gatunki *Collembola* związane są z różnymi typami martwego drewna, o tyle saproksylobiontyczne spotykane są wyłącznie w wilgotnych butwiejących kłodach i pniakach.

Tab. 2. Wykaz saproksylobiontycznych gatunków skoczogonków Polski
Table 2. List of saproxylobiontic *Collembola* species of Poland

<i>Xenylla corticalis</i> (Börner, 1901)
<i>Deutonura albella</i> (Stach, 1920)
<i>D. conjuncta</i> (Stach, 1926)
<i>D. phlegrea</i> (Caroli, 1910)
<i>D. plena</i> (Stach, 1951)
<i>D. stachi</i> (Gisin, 1952)
<i>D. weinerae</i> (Deharveng, 1982)
<i>Endonura carpatica</i> (Smolis, 2006)
<i>E. szeptyckii</i> (Weiner, 1973)
<i>E. tatricola</i> (Stach, 1951)
<i>Galanura agnieskae</i> (Smolis, 2000)
<i>Micranurida bescidica</i> (Smolis i Skarzyński, 2004)
<i>Morulina verrucosa</i> (Börner, 1903)
<i>Neanura incolorata</i> (Stach, 1951)
<i>N. minuta</i> (Gisin, 1963)
<i>N. muscorum</i> (Templeton, 1835)
<i>N. parva</i> (Stach, 1951)
<i>Pseudachorutella bescidica</i> (Smolis i Skarzyński, 2007)
<i>Thaumanura carolii</i> (Stach, 1920)
<i>Micraptorura absoloni</i> (Börner, 1901)
<i>Heteraptorura carpatica</i> (Stach, 1954)
<i>Orthonychiurus rectopapillatus</i> (Stach, 1933)
<i>Hymenaptorura polonica</i> (Pomorski, 1990)
<i>Folsomia inoculata</i> (Stach, 1947)
<i>Rusekianna bescidica</i> (Smolis i Skarzyński, 2006)

Bioindykacyjny potencjał skoczogonków

Większość saproksylobiontycznych taksonów *Collembola* wymaga obecności martwego drewna o odpowiedniej jakości, co ujawnia ich właściwości bioindykacyjne. Mają one duży potencjał aplikacyjny w monitoringu stopnia naturalności lasów (Skibińska i Chudzicka 2000, Sławska 2005). Zdolności dyspersyjne saproksylobiontycznych mikrostawonogów są niewielkie z uwagi na specyfikę siedliska, wolne tempo przemieszczania się oraz zależności od procesów rozkładu drewna (ich produktów i dokonujących go organizmów). Wszystko to w połączeniu z wysokimi wymaganiami wilgotnościowymi limituje występowanie gatunków z tej grupy ekologicznej. Ograniczona dostępność martwego drewna w czasie i przestrzeni degraduje strukturę metapopulacji, uniemożliwiając mezofaunie migrację, a tym samym możliwość zasiedlania nowych stanowisk. Bogata fauna saproksylobiontyczna na danym obszarze świadczy więc o wysokiej naturalności lasów.

Badania w Wigierskim Parku Narodowym

Z uwagi na ścisły związek saproksylobiontycznych gatunków *Collembola* z martwym drewnem, doskonale nadają się one do celów monitoringowych i mogą być z powodzeniem stosowane jako wyznacznik naturalności siedlisk. W celu uzyskania pełniejszych informacji na temat związków tych organizmów z martwym drewnem rozpoczęto badania na terenie Wigierskiego Parku Narodowego. Ich założenia są następujące:

- stworzenie lokalnej listy gatunkowej skoczogonków związanych z martwym drewnem w całym spektrum jego różnorodności,
- wyłonienie grup ekologicznych i taksonów wysoce specyficznych o charakterze wskaźnikowym,
- oszacowanie ich własności dyspersyjnych,
- ustalenie związków między mierzalnymi parametrami mikroklimatycznymi a dynamiką fauny w aspekcie fenologicznym.

Badania te pozwolą wyznaczyć perspektywy wykorzystania w zrównoważonym leśnictwie wskaźnikowych gatunków skoczogonków, poprzez określenie progów ich wymierania. Dzięki temu możliwe będzie sformułowanie praktycznych zaleceń z zakresu ochrony czynnej w postaci, np. zalecanych progowych wartości zapasu martwego drewna pozostawianego w różnych typach lasu.

W obliczu konieczności oszacowania niezbędnych zasobów martwego drewna w lasach, pytanie o jego znaczenie dla zachowania bioróżnorodności ma znaczenie podstawowe. Z tego powodu powinniśmy poszukiwać grup organizmów wskaźnikowych, które będą wyznacznikami optimum ilościowego tego cennego substratu, jakie jest w stanie zapewnić przetrwanie powiązanym z nim taksonom. Skoczogonki stanowią obiecujący materiał badawczy, możliwy do wykorzystania w monitoringu i zarządzaniu zapasem martwego drewna, pozostawianego w ekosystemach leśnych.

Literatura

- Skibińska E., Chudzicka E. 2000. Owady w monitoringu przyrodniczym. *Wiad. Entomol.*, 18, Supl. 2: 289–302.
- Skubała P., Maślak M. 2009. Niewidoczny świat mikrostawonogów (Acari, Collembola) w martwym drewnie świerkowym w Babiogórskim Parku Narodowym. *Sylvan* 153 (5): 346–353.
- Sławska M. 2005. Propozycja metody waloryzacji ekosystemów leśnych wykorzystującej epigeiczno–glebowe zgrupowania skoczogonków (Collembola, Hexapoda). Wydawnictwo SGGW, Warszawa, 208 pp.
- Stach J. 1959. The Apterygotan Fauna of the Polish Tatra National Park. *Polska Akademia Nauk. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Kraków. Acta Zool. Cracov.*, 4 (1): 1–103.
- Stach J. 1964. Owady bezskrzydłe. Apterygota. *Katalog Fauny Polski. Polska Akademia Nauk, Instytut Zoologiczny. Polskie Wydawnictwo Naukowe, Warszawa*, ss. 103.
- Sterzyńska M., Pomorski R.J., Skarżyński D., Sławska M., Smolis A., Weiner W.M. 2007. Skoczonki Collembola. [W:] Bogdanowicz W., Chudzicka E., Pilipiuk I., Skibińska E. (red.) *Fauna Polski. Charakterystyka i wykaz gatunków. Tom II. Muzeum i Instytut Zoologii PAN, Warszawa*: 401–408.
- Weiner W.M. 1981. Collembola of the Pieniny National Park in Poland. *Acta Zool. Cracov.* 25: 417–500.

Agata Piwnik¹, Dariusz Skarżyński¹, Anna Krzysztofiak², Małgorzata Sławska³

¹ Instytut Biologii Środowiskowej, Uniwersytet Wrocławski

² Wigierski Park Narodowy, Krzywe 82, 16-402 Suwałki

³ Wydział Leśny, Katedra Ochrony Lasu i Ekologii SGGW w Warszawie
agata.piwnik@uni.wroc.pl