

Stanisław Perliński[✉], Michał Sawoniewicz¹

Larwy sprężykowatych (Elateridae) występujące w próchnie brzoź (*Betula* spp.) na terenie Kampinoskiego Parku Narodowego

Wireworms (Elateridae) occurring in decaying birch (*Betula* spp.) wood in the Kampinos National Park

Abstract. The aim of this paper was to study the taxonomic composition and structure of assemblages as well as the seasonal biomass dynamic of the wireworms living in decaying wood of birch in the Kampinos NP. Studies were conducted over a 12 month period. To collect wireworms, samples of wood mould were taken from 10 different forest habitats. Samples were collected and then described according to their characteristics, i.e. form of wood mould, phase of wood decomposition, shading, humidity, rot colour and diameter. The wireworms were sampled from wood mould with the use of photoelectors. As a result, 970 specimens of wireworms representing 8 taxa were collected, of total biomass 6.7082 g. The vast majority of saproxylobiontic wireworms came from the genus *Ampedus* (93.1%), with the minor exceptions of: *M. villosus* (1.4%) and *D. linearis* (1.2%). Most taxa occurred in the following habitat types: fresh deciduous forest, alder forest, wet coniferous forest and fresh mixed coniferous forest, whilst there were also a few in wet mixed coniferous forest. The biomass and abundance of wireworms were highest in deciduous forest habitats and lowest in coniferous habitats. Wireworms were most abundant in June (15.8%) and July (19.3%) as a result of their body size and mobility, and next in October (9.8%) because of their migration to wood moulds for over-wintering. Fallen tree trunks are the most inhabited form of wood mould – 7 taxa; followed by standing trunks and stumps – with 4 taxa each, and finally tree holes and lateral dead wood – 1 taxon. The highest biomass of soil and saproxylic wireworms per one sample was recorded in the phase IV (0.0209 g), next in the phase III (0.0190 g), and the lowest one in the phase II (0.0157 g). Humid wood mould, is the preferred food for wireworms, however this is not so important for phytophages eating live plants. For thermophilous and zoophagous wireworms living in the soil and feeding on live animals, dry wood mould is preferred. The occurrence of wireworms in the forest ecosystems depends chiefly on habitat and wood mould diversity in both its quality and quantity.

Key words: Elateridae, saproxylic insects, *Betula*, Kampinos National Park

1. Wstęp

Sprężykowate (Elateridae) są jedną z liczniejszych rodzin chrząszczy (Coleoptera). W Polsce dotychczas wykazano około 140 gatunków (Chudzicka i Skibińska 2003). Sprężykowate występujące w środowisku leśnym związane są przede wszystkim z warstwą ściółki i gleby mineralnej oraz z drewnem pni i pniaków, będących w różnym stopniu rozkładu. Większość gatunków Elateridae jest polifagiczna, a tylko niektóre są obligatoryj-

nymi fitofagami czy zoofagami. Drapieźnictwo jest właściwe przede wszystkim gatunkom leśnym, żyjącym w spróchniałym drewnie oraz pod korą i w dziuplach obumierających drzew, a także w miejscach nagromadzenia rozkładającego się drewna. Różnorodność występowania Elateridae zależy głównie od wilgotności środowiska oraz od żyzności siedlisk (Perliński 2001, 2007). Występowanie wielu gatunków sprężyków jest powiązane z gatunkiem drzewa lub ze strukturą gatunkową drzewostanów (Perliński 2001). Larwy sprężyków

¹ Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, Wydział Leśny, Katedra Ochrony Lasu i Ekologii, ul. Nowoursynowska 159, 02-776 Warszawa; ✉ tel. +48225938157, e-mail: kole@sggw.pl

reagują również na temperaturę. W niesprzyjających warunkach termicznych przemieszczają się głębiej w glebę lub przechodzą z gleby do próchna.

W polskiej literaturze entomologicznej nie ma prac poświęconych w całości chrząszczom występującym w próchni brzoź. Rodzaj *Betula* traktowany był jako mniej ważny, a jego znaczenie nie było dostatecznie doceniane.

Kampinoski Park Narodowy jest jednym z najslabiej poznanych pod względem koleopterofauny parków narodowych w Polsce, a liczba publikacji na temat owadów tego terenu jest niewielka (Banaszak et al. 2004). Przykładem pracy dotyczącej m.in. larw Elateridae występujących na terenie KPN jest publikacja Szujckiego i Perlińskiego (1975).

Celem pracy było poznanie składu taksonomicznego, struktury zgrupowań oraz biomasy i jej dynamiki sezonowej larw sprężykowatych występujących w różnych próchnowiskach brzożowych.

2. Miejsce badań

Badania prowadzono w Kampinoskim Parku Narodowym, na terenie Obrębu Ochronnego Laski. Wybrano dziesięć powierzchni badawczych, reprezentujących następujące typy siedliskowe lasu: bór świeży (Bśw), bór wilgotny (Bw), bór mieszany świeży (BMśw), bór mieszany wilgotny (BMw), las mieszany świeży (LMśw), las mieszany wilgotny (LMw), las świeży (Lśw), las wilgotny (Lw), ols (Ol) i ols jesionowy (OlJ).

Cztery z podanych powierzchni (Lśw, Lw, Ol i OlJ) znajdują się na terenie Obszaru Ochrony Ścisłej Sieraków (tab. 1).

3. Metodyka

Badania prowadzono przez 12 kolejnych miesięcy, w okresie od kwietnia 2008 do marca 2009 roku. Raz w miesiącu (w drugiej połowie każdego miesiąca) pobierano 3 dwulitrowe próby próchna brzożowego z każdej powierzchni badawczej. W trakcie zbioru materiału penetrowano w miarę możliwości całą powierzchnię wydzielenia. Starano się wybierać próchnowiska jak najbardziej różnorodne pod względem typu, fazy rozkładu i rodzaju zgnilizny. Z każdego próchnowiska pobierano tylko jedną próbę. W sumie pobrano 360 prób, po 36 z każdej powierzchni badawczej, co stanowi 720 litrów pobranego próchna.

Próby próchna sklasyfikowano według następujących cech:

Forma próchnowiska: **pnia** – pozostająca po ścięciu drzewa naziemna część pnia; **dziupla** – pusta przestrzeń wewnątrz żywego drzewa powstająca wskutek zamierania rdzenia i przyrdzeniowych warstw drewna; **martwica boczna** – martwa, zewnętrzna część pnia żywego drzewa; **pień leżący** – pień martwego drzewa mający w miejscu pobrania próby kontakt z glebą; **pień stojący** – pień martwego drzewa niemający w miejscu pobrania próby kontaktu z glebą (bez względu na kąt pochylecia).

Tabela 1. Charakterystyka powierzchni badawczych według opisu taksacyjnego 2003 (Bśw – bór świeży, Bw – bór wilgotny, BMśw – bór mieszany świeży, BMw – bór mieszany wilgotny, LMśw – las mieszany świeży, LMw – las mieszany wilgotny, Lśw – las świeży, Lw – las wilgotny, Ol – ols, OlJ – ols jesionowy; Brz – brzoza, Db – dąb, Gb – grab, So – sosna, Ol – olsza, Os – osika)

Table 1. Characteristic of research areas according to the forest description 2003 (Bśw – fresh coniferous forest, Bw – wet coniferous forest, BMśw – fresh mixed coniferous forest, BMw – wet mixed coniferous forest, LMśw – fresh mixed deciduous forest, LMw – wet mixed deciduous forest, Lśw – fresh deciduous forest, Lw – wet deciduous forest, Ol – alder forest, OlJ – alder-ash wet forest; Brz – birch, Db – oak, Gb – hornbeam, So – pine, Ol – alder, Os – aspen)

Numer Number	Typ siedliskowy lasu Forest habitat type	Oddział Compartment	Udział gatunków (wiek) Tree species composition (age)	Zespół roślinny Plant association
1	Bśw	15a, 16a	8So(52) 2Brz(52)9So(53) 1Brz(53)	<i>Quercus roboris-Pinetum</i>
2	Bw	27k	9So(74) 1Brz(56)	<i>Molinio-Pinetum</i>
3	BMśw	85a	9So(51) 1Db(51)	<i>Quercus roboris-Pinetum</i>
4	BMw	18d	7Brz(44) 3So(51)	<i>Molinio-Pinetum</i>
5	LMśw	3a	3Db(21) 2Brz(21) 2Ol(21) 1So(21) 1Brz(51) 1So(51)	<i>Quercus roboris-Pinetum</i>
6	LMw	6a	4Brz(49) 3Ol(49) 1So(49) 1Ol(31) 1Ol(71)	<i>Tilio-Carpinetum</i>
7	Lśw	50g	4So(114) 2Brz(114) 1Db(114) 1Ol(74) 2Gb(56)	<i>Tilio-Carpinetum</i>
8	Lw	49c	4Brz(104) 1So(104) 1Db(104) 2Os(59) 1Db(59) 1Gb(59)	<i>Tilio-Carpinetum</i>
9	Ol	36b	7Ol(64) 2Brz(64) 1Db(64)	<i>Ribeso nigri-Alnetum</i>
10	OlJ	50a	9Ol(94) 1Ol(66)	<i>Ribeso nigri-Alnetum</i>

Ocienienie: ocienienie pełne – próchnowisko, z którego pobrano próbę, było całkowicie ocienione; **ocienienie częściowe** – próchnowisko częściowo nasłonecznione; **brak ocienienia** – próchnowisko całkowicie nasłonecznione.

Faza rozkładu (zmodyfikowany podział wg Pawłowskiego 1961): **faza I** – drewno nie traci swojej twardości, mogą jednak występować w nim pęknięcia, kambium ulega rozkładowi, przez co znajdująca się na powierzchni pni kora odstaje (z tej fazy rozkładu nie pobierano prób); **faza II** – drewno zmienia barwę na lekko brązową lub jasną i staje się kruche; **faza III** – drewno staje się bardzo miękkie i łatwo kruszy się w dłoniach, wyraźnie widać kolor zgnilizny; **faza IV** – próchnowisko traci swój pierwotny kształt, aby ta faza mogła zaistnieć drewno musi mieć wysoką wilgotność (może okresowo przesycać).

Wilgotność drewna: wilgotne – po ściśnięciu próchna w ręce kapie z niego woda; **półwilgotne** – dotykając ręką czuć wilgoć; **suche** – nie wyczuwa się wilgoci.

Rodzaj (kolor) zgnilizny: biała – rozkładowi uległa lignina, próchno jest koloru jasnego, ma strukturę włóknistą i nie kurczy się; **brązowa** – rozkładowi uległa celuloza i pentozany, próchno jest koloru brązowego, kurczy się i pęka, a w późniejszych fazach rozkładu daje się rozetrzeć na proszek.

Średnica próchnowiska – mierzona była w miejscu pobrania próby z dokładnością do 1 cm. Minimalna średnica martwego drewna, z którego pobierano próby, wynosiła 5 cm.

Próchno wkładano do zaetykietowanych worków foliowych, a następnie przewożono do laboratorium, gdzie zebrany materiał umieszczano w fotoeklektorach. Proces wypłaszania przy zastosowaniu 25-watowej żarówki trwał 10 dni. Odłowione owady zostały spreparowane i oznaczone.

Wyróżniono (za Buchholz, Ossowska 1998; Perliński 2001) gatunki glebowe, których larwy występują w ściółce i glebie oraz saproksylobiontyczne, których larwy zasiedlają strefę podkorową obumierających i martwych drzew lub występują w rozkładającym się drewnie i hubach nadrzewnych oraz miejscach z nagromadzonymi szczątkami rozkładającego się drewna.

Z powodu zbyt małej liczby prób z dziupli i martwic bocznych dane uzyskane z tych próchnowisk w celu przeprowadzenia obliczeń statystycznych zostały połączone z danymi pochodzącymi z pni stojących.

Obliczenia biomasy przeprowadzono według schematu przedstawionego przez Szujeckiego i współautorów (1983). Nazewnictwo gatunków przyjęto za Löbl i Smetana (2007).

Za pomocą metody Warda przeprowadzono porównawczą analizę podobieństw pomiędzy zgrupowaniami

larw Elateridae odłowionych w poszczególnych typach siedliskowych lasu.

Sprawdzono istotność statystyczną różnic w liczbie osobników i biomasy larw. Normalność rozkładu przetestowano za pomocą testu Shapiro-Wilka. Wpływ terminu odłowu, typu siedliskowego lasu oraz poszczególnych cech próchnowisk na liczbę odłowionych osobników i ich biomasę testowano za pomocą testu Kruskala-Wallisa. Obliczenia przeprowadzono przy użyciu programu komputerowego Statistica.

4. Wyniki

W próchnowiskach brzoźowych odłowiono 970 larw sprząkawatych należących do 8 taksonów o łącznej biomasy 6,7082 g.

Typy siedliskowe lasu

Najwięcej taksonów sprząkawatych wystąpiło na siedliskach: Lśw, Ol i Bw oraz BMśw, a najmniej na BMw (tab. 2).

Największy był udział larw należących do rodzaju *Ampedus* (93,1%). Wszystkie gatunki z tego rodzaju są saproksylobiontami. W zależności od gatunku swój rozwój odbywają w próchniejącym drewnie znajdującym się w obumarłych fragmentach drzew żywych oraz martwych pniach, wykotach, złomach i pniakach. Pozostałymi saproksylobiontami były: *Melanotus villosus* (1,5%) i *Denticollis linearis* (1,2%). W próchnie brzoźowej nieznaczny udział miało również pięć taksonów glebowych. Dwa z nich, dominant borów sosnowych *Athous subfuscus* (1,9%) oraz *Dalopius marginatus* (0,4%), należą do saprofagów fakultatywnych. Pozostałe taksony to gatunki drapieżne *Cardiophorus ruficollis* (1,1%) i *Prosternon tessellatum* (0,1%) oraz fitofag *Ectinus aterrimus* (0,6%).

We wszystkich typach siedliskowych lasu występowały zoofagi saproksylobiontyczne. Oprócz nich obecne były również zoofagiczne gatunki glebowe, do których należy *C. ruficollis* odnotowany na siedlisku olsu i *P. tessellatum* na siedlisku boru mieszanego świeżego. Pozostałe grupy ekologiczne wystąpiły w zdecydowanie mniejszym udziale.

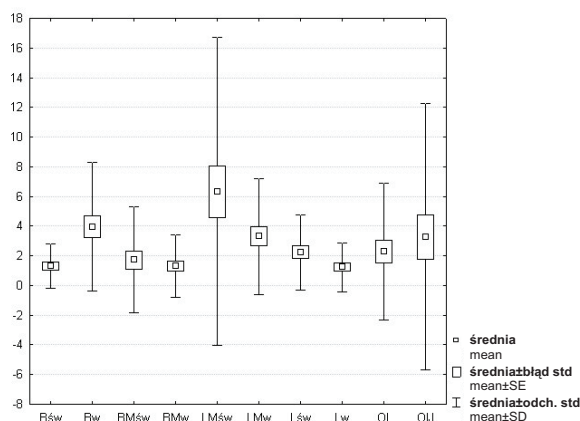
Proces przenikania gatunków glebowych do próchnowisk najbardziej widoczny jest na siedlisku olsowym (Ol) i wynosi 15,9%. Gatunkami przenikającymi do próchnowisk są zoofagiczny *C. ruficollis* (13,4%) i fakultatywny saprofag *D. marginatus* (2,4%).

Drugim siedliskiem, w którym przenikanie gatunków glebowych do próchnowisk jest znaczne, jest Lśw. Tam do próchnowisk przenika 13,6% sprząkawatych glebowych, z czego 7,4% stanowi fitofagiczny gatunek

Tabela 2. Larwy Elateridae odłowione w próchnie brzozy na terenie KPN w poszczególnych typach siedliskowych lasu (Bśw – bór świeży, Bw – bór wilgotny, BMśw – bór mieszany świeży, BMw – bór mieszany wilgotny, LMśw – las mieszany świeży, LMw – las mieszany wilgotny, Lśw – las świeży, Lw – las wilgotny, OI – ols, OIJ – ols jesionowy)

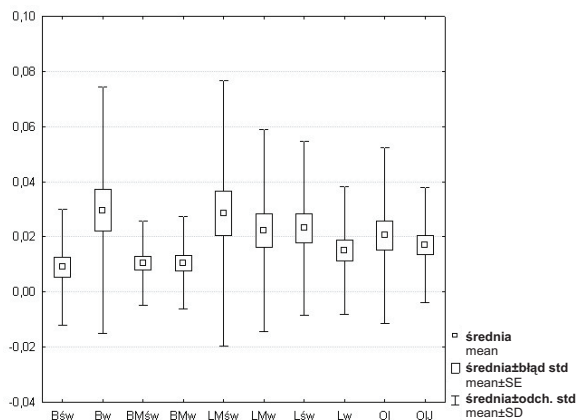
Table 2. Wireworms collected in birch mould in the Kampinos NP in particular forest habitats (Bśw – fresh coniferous forest, Bw – wet coniferous forest, BMśw – fresh mixed coniferous forest, BMw – wet mixed coniferous forest, LMśw – fresh mixed deciduous forest, LMw – wet mixed deciduous forest, Lśw – fresh deciduous forest, Lw – wet deciduous forest, OI – alder forest, OIJ – alder-ash wet forest)

Takson / Taxon	Bśw	Bw	BMśw	BMw	LMśw	LMw	Lśw	Lw	OI	OIJ	Razem Total
<i>Ampedus</i> sp.	44	131	57	46	223	117	66	41	67	111	903
<i>Athous subfuscus</i> (Müller, 1764)	1	6	2	1		1	5			2	18
<i>Cardiophorus ruficollis</i> (Linnaeus, 1758)									11		11
<i>Dalopius marginatus</i> (Linnaeus, 1758)					2				2		4
<i>Denticollis linearis</i> (Linnaeus, 1758)		2					2	1	2	5	12
<i>Ectinus aterrimus</i> (Linnaeus, 1761)							6				6
<i>Melanotus villosus</i> (Geoffroy, 1785)	2	3	2		3	1	2	2			15
<i>Prosternon tessellatum</i> (Linnaeus, 1758)			1								1
Liczba osobników / Number of specimens	47	142	62	47	228	119	81	44	82	118	970
Biomasa [g] / Biomass [g]	0,3241	1,0683	0,3744	0,3797	1,0294	0,8034	0,8363	0,5402	0,7402	0,6121	6,7082



Rycina 1. Średnia liczba larw odłowionych z jednej próby w poszczególnych typach siedliskowych lasu

Figure 1. Mean number of wireworm specimens caught per one sample in particular forest habitats

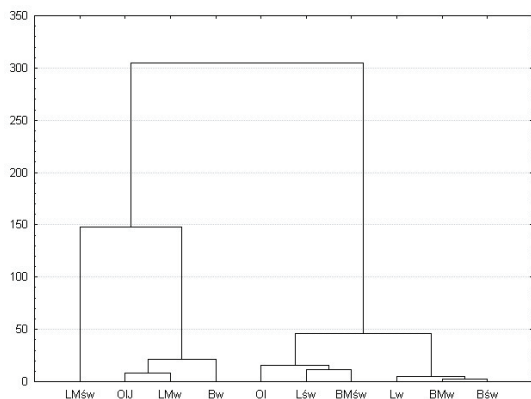


Rycina 2. Średnia biomasa [g] larw odłowionych z jednej próby w poszczególnych typach siedliskowych lasu

Figure 2. Mean biomass [g] of wireworms caught per one sample in particular forest habitats

E. aterrimus, a 6,2% – fakultatywny saprofag *A. subfuscus*. Znacznie mniejszą penetrację próchna przez gatunki glebowe stwierdzono w BMśw – 4,8% (*A. subfuscus* – 3,2% i zoofag *P. tessellatum* – 1,6%), oraz w

Bw, gdzie przenikającym jest *A. subfuscus* (4,2%). Na pozostałych siedliskach w znikomym udziale do próchnowisk przenika tylko jeden gatunek glebowy. W BMw i Bśw (po 2,1%), OIJ (1,7%) oraz LMw (0,8%)



Rycina 3. Dendrogram odległości euklidesowej (podobieństwa) pomiędzy zgrupowaniami larw Elateridae odłowionych w poszczególnych typach siedliskowych lasu (metoda Warda) – na podstawie obecności bądź braku osobników poszczególnych taksonów

Figure 3. Dendrogram of Euclidean distance (similarity) between assemblages of wireworms collected in particular forest habitats (Ward's method) on a base of presence or absence of specimens of particular taxons

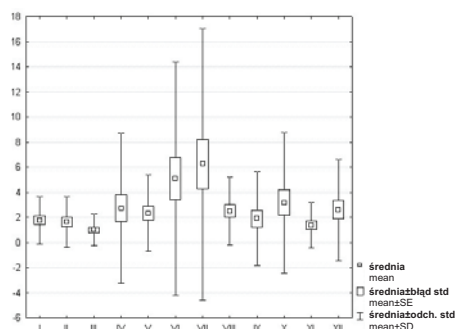
próchnowiska penetruje *A. subfuscus*, natomiast w LMśw *D. marginatus* (0,9%). Nie stwierdzono przenikania gatunków glebowych do próchnowisk w Lw.

Zdecydowanie najwięcej osobników Elateridae stwierdzono w LMśw (228), a najmniej w Lw (44) (tab. 2).

W wyniku analizy danych liczbowych wykazano, że różnice w liczbie osobników odłowionych na siedliskach boru mieszanego wilgotnego i boru wilgotnego są istotne statystycznie $p=0,0195$ (ryc. 1).

Największą biomasa larw Elateridae odnotowano na siedlisku Bw (1,0683 g), a najmniejszą na Bśw (0,3241 g) (ryc. 2, tab. 2).

Biomasa larw, podobnie jak i liczebność, zgrupowania Elateridae była największa na siedliskach lasowych, następnie olsowych, a najmniejsza na borowych. Wyjątek stanowił Bw, w którym larwy Elateridae osią-



Rycina 4. Średnia liczba larw odłowionych z jednej próby w poszczególnych miesiącach

Figure 4. Mean number of specimens of wireworms caught per one sample in particular months

nęły największą biomasa i wysoką liczebność oraz Lw, w którym zarejestrowano najniższą liczebność larw i mniejszą biomasa.

Analiza podobieństwa zgrupowań Elateridae w poszczególnych typach siedliskowych lasu przeprowadzona na podstawie obecności lub braku osobników poszczególnych taksonów w zgrupowaniu pozwoliła wyróżnić dwie odrębne aglomeracje (ryc. 3). Pierwsza aglomeracja utworzona jest z dwóch skupień. Pierwsze z nich stanowi zgrupowanie sprzykawatych zamieszkujące las mieszany świeży, a w skład drugiego wchodzi zgrupowania lasu mieszanego wilgotnego, olsu jesionowego oraz boru wilgotnego. Druga aglomeracja utworzona jest również z dwóch mniejszych skupień. Pierwsze skupienie tworzą zgrupowania lasu świeżego, boru mieszanego świeżego i olsu, drugie natomiast tworzą zgrupowania Elateridae występujące w borze mieszanym wilgotnym, borze świeżym i lesie wilgotnym.

Dynamika sezonowa

Larwy jedynego fitofaga – *E. aterrimus* – w próchnie brzożowym stwierdzone zostały tylko w październiku (1,1%), listopadzie (2,4%) i grudniu (5,1%).

Najwięcej osobników Elateridae odłowiono w czerwcu (15,8%) i lipcu (19,3%) (ryc. 4). W sierpniu, gdy larwy zaczynają się przepoczwarczać, było ich zdecydowanie mniej (7,7%).

Znacząca część larw Elateridae zarejestrowana została także w październiku (9,8%), kiedy oprócz sprzykawatych saproksylobiontycznych wystąpiły również gatunki glebowe *C. ruficollis* oraz *E. aterrimus*.

Biomasa Elateridae odłowionych w poszczególnych miesiącach, od największej do najmniejszej, była następująca: w kwietniu (0,9033 g), maju (0,7588 g), grudniu (0,7579 g), czerwcu (0,7354 g), styczniu (0,5910 g) oraz lipcu (0,4841 g), październiku (0,4831 g), listopadzie (0,4830 g), lutym (0,4615 g), wrześniu (0,4420 g), marcu (0,3309 g) i sierpniu (0,2770 g).

Formy próchnowisk

We wszystkich pięciu formach próchnowisk zgrupowania Elateridae cechują się zdecydowaną dominacją zoofagów. W dziupli i martwicy bocznej ich udział wynosi 100%. Nieco mniejszy jest udział zoofagów w zgrupowaniach Elateridae w pniakach (98,8%), pniach stojących (98,6%) i pniach leżących (95,8%). Saprofagi fakultatywne występowały w pniach leżących (stanowiły 4,0% zgrupowań Elateridae) i pniakach (1,2%), a fitofagi w pniach stojących (1,4%) i pniach leżących (0,2%).

Z wykazanych ośmiu taksonów tylko *Ampedus* sp. występował we wszystkich formach próchnowisk, a w dziuplach i martwicy bocznej jego udział wynosił nawet

100%. W pozostałych formach próchnowisk był również najliczniejszy, a jego udział stanowił tam ponad 90%. Pozostałe taksony występowały nielicznie i nie we wszystkich formach próchnowisk.

Najwięcej, bo aż siedem taksonów, należących do trzech grup troficznych, występowało w pniach leżących. Wśród nich zdecydowanie dominowały saproksylobiontyczne zoofagi z rodzaju *Ampedus* (90,2%). Zauważalny był udział dwóch gatunków glebowych – fakultatywnego saprofaga *A. subfuscus* (3,3%) i zoofaga *C. ruficollis* (2,1%) oraz dwóch saproksylobiontycznych zoofagów – *D. linearis* (1,9%) i *M. villosus* (1,5%). Ponadto odnotowano dwa gatunki glebowe – fakultatywny saprofag *D. marginatus* (0,8%) oraz fitofag *E. aterrimus* (0,2%).

W pniach stojących i pniakach stwierdzono po 4 taksony. W każdym z nich larwy Elateridae można zaliczyć do dwóch grup ekologicznych. W pniach stojących są nimi zoofagi i fitofag, a w pniakach zoofagi i fakultatywny saprofag.

W pniach stojących największy udział osiągnął *Ampedus sp.* (96,9%), następnie *E. aterrimus* (1,4%), *M. villosus* (1,1%) i *D. linearis* (0,6%). W pniakach udział *Ampedus sp.* wynosił 94,0%. Niewielki udział miały *M. villosus* (3,6%) oraz dwa gatunki glebowe – *A. subfuscus* (1,2%) i zoofagiczny *P. tessellatum* (1,2%).

Najwięcej sprzążków glebowych przenika do pni leżących (4 taksony), następnie do pniaków oraz pni stojących. Nie stwierdzono przechodzenia sprzążków glebowych do dziupli i martwicy bocznej.

Najwięcej larw przypadających średnio na jedną próbę odłowiono w pniach leżących (3,1), następnie w pniach stojących (2,5) a najmniej w pniakach (1,9).

Średnia biomasa Elateridae przypadająca na jedną próbę wynosiła 0,0248 g w pniach leżących, 0,0144 g w pniach stojących i 0,0089 g w pniakach.

W wyniku analizy danych liczbowych wykazano istotne statystycznie różnice w biomacie odłowionych larw Elateridae pomiędzy pniami leżącymi a stojącymi $p=0,0087$ i pomiędzy pniami leżącymi a pniakami $p=0,0214$.

Fazy rozkładu drewna

We wszystkich trzech badanych fazach rozkładu drewna (faza I nie była badana) zdecydowanie dominują larwy zoofagiczne. Największy udział larw zoofagicznych był w III fazie rozkładu drewna (99,6%) oraz II fazie (95,7%), mniejszy zaś w fazie IV (87,1%). Fakultatywne saprofagi znaczącą dominację mają w fazie IV (12,9%), a w fazie III (0,2%) i fazie II (1,9%) ich udział jest znikomy. Natomiast fitofagi wystąpiły nielicznie w fazie III (0,2%) i fazie II (2,4%), a w fazie IV w ogóle ich nie stwierdzono.

W fazach rozkładu drewna II–IV zarejestrowano po 6 taksonów Elateridae, w tym 3 saproksylobiontyczne i 3 glebowe. W każdej z tych faz zawsze występowały wszystkie taksony saproksylobiontyczne: *Ampedus sp.*, *D. linearis* i *M. villosus*, i tylko jeden glebowy, tj. *A. subfuscus*.

Chociaż udział taksonów sprzążków saproksylobiontycznych i glebowych w zgrupowaniu Elateridae w każdej fazie rozkładu był taki sam (po 3 taksony), to ich struktura dominacyjna znacznie różniła się w fazie IV. W fazie III i II zdecydowanie dominowały saproksylobionty, których udział wynosił odpowiednio 97,9% i 95,7%, a udział taksonów glebowych wynosił odpowiednio: 2,1% i 4,3%. Natomiast w fazie IV udział saproksylobiontów zmniejszył się do 86,4% na korzyść taksonów glebowych (13,6%).

Rozpatrując biomasę sprzążków saproksylobiontycznych i glebowych w poszczególnych fazach rozkładu drewna stwierdza się również zdecydowaną przewagę biomasy sprzążków saproksylobiontycznych, z tym, że udział ich biomasy nieco różni się od ich udziału w strukturze dominacyjnej. Największy udział biomasy saproksylobiontów odnotowano także w fazie III rozkładu (99,6%), nieznacznie mniejszy w fazie IV (95,0%) i fazie II (94,5%).

Najmniejszy udział biomasy sprzążków glebowych (0,4%), jak i ich udział w strukturze dominacyjnej stwierdzono w fazie III rozkładu drewna. Większy udział biomasy gatunków glebowych zaobserwowano w fazie II (5,5%) oraz w fazie IV (5,0%), co wynika ze zdecydowanie większego ich udziału w zgrupowaniu.

Najwięcej larw z jednej próby odłowiono w próchnowiskach w III fazie rozkładu (średnio 2,9), następnie w II fazie (2,6), a najmniej w IV fazie (2,0).

Z analizy trzech faz rozkładu drewna wynika, że największą łączną biomasę sprzążków saproksylobiontycznych i glebowych, jaka przypada średnio na jedną próbę, zarejestrowano w fazie IV (0,0209 g), następnie w fazie III (0,0190 g), a najmniejszą w fazie II (0,0157 g).

Największa średnia biomasa sprzążków saproksylobiontycznych przypadająca na jedną próbę była w IV fazie rozkładu i wynosiła 0,0199 g, w fazie III – 0,0189 g, a najmniejsza była w fazie II – 0,0148 g.

Największą biomasę sprzążków glebowych, jaka przypadała średnio na jedną próbę, zaobserwowano w IV fazie rozkładu (0,0010 g). W fazie II ilość biomasy była zbliżona i wynosiła 0,0009 g, natomiast w fazie III – 0,0001 g.

Wilgotność i ocienienie próchnowisk

Gatunki preferujące przede wszystkim stanowiska suche i nasłonecznione, do których zalicza się *C. ruficol-*

lis i *P. tessellatum*, złowione zostały tylko w próchnowiskach suchych. *C. ruficollis* miał w nich udział 10,1%, a *P. tessellatum* 0,9%.

Gatunki ściółkowe, do których zalicza się *A. subfuscus* i *D. marginatus* oraz występujący także w ściółce w pobliżu pni drzew saproksylobiontyczny *M. villosus*, stwierdzone zostały tylko w próchnowiskach wilgotnych lub półwilgotnych. *A. subfuscus* w próchnowisku wilgotnym miał udział 2,9%, a w półwilgotnym 0,4%. *D. marginatus* wystąpił tylko w próchnie wilgotnym, gdzie jego udział stanowił 0,7%. Z kolei *M. villosus* w próchnie wilgotnym miał udział 1,5%, a w półwilgotnym 2,1%.

Saproksylobiontyczny rodzaj *Ampedus* preferował stanowiska wilgotne, jego udział w próchnie wilgotnym wynosił 92,8%, a w półwilgotnym 96,1%. W próchnie suchym takson ten stanowił 87,2% zgrupowania.

Saproksylobiontyczny *D. linearis* także preferował stanowiska wilgotniejsze ze względu na dostępność bazy pokarmowej. W próchnowisku wilgotnym jego udział wynosił 1,9%, a w suchym 0,9%.

Dla *E. aterrimus*, jako fitofaga odżywiającego się żywą tkanką roślinną, wilgotność próchna prawdopodobnie nie ma tak dużego znaczenia. Spotykany był na wszystkich stanowiskach wilgotnych (0,2%), półwilgotnych (1,4%) i suchych (0,9%).

Największą średnią liczbę osobników larw odłowionych z jednej próby stwierdzono w próchnie półwilgotnym (3,2), następnie w wilgotnym (2,7), a najmniejszą w suchym (2,0).

Średnia biomasa Elateridae przypadająca na jedną próbę wynosiła w próchnowiskach wilgotnych 0,0227 g, w półwilgotnych 0,0164 g, a w suchych 0,0063 g.

W wyniku analizy danych liczbowych wykazano istotne statystycznie różnice w biomacie odłowionych Elateridae pomiędzy próchnowiskami suchymi a wilgotnymi $p=0,0012$.

Najwięcej larw z jednej próby odłowiono w próchnowiskach całkowicie ocienionych (średnio 3,9), następnie w częściowo ocienionych (2,3), a najmniej w nasłonecznionych (1,4).

Średnia biomasa Elateridae przypadająca na jedną próbę wynosiła w próchnowiskach ocienionych 0,0223 g, w częściowo ocienionych 0,0184 g, a w nasłonecznionych 0,0082 g.

Wykazano istotne statystycznie różnice w liczbie odłowionych osobników larw Elateridae pomiędzy próchnowiskami całkowicie ocienionymi a znajdującymi się w półcieniu $p=0,0115$.

5. Dyskusja

W Kampinoskim Parku Narodowym najwięcej taksonów Elateridae żyje w pniach leżących, z uwagi na ich duży kontakt powierzchniowy z glebą. Do pni leżących, oprócz występujących w nich sprzążekowców saproksylobiontycznych, przenikają sprzążki glebowe wszystkich trzech grup troficznych, tj. fakultatywno-saprofagiczne, zoofagiczne i fitofagiczne. Mniej taksonów znajdowało się w pniach stojących i pniakach, z uwagi na mniejszą powierzchnię ich zetknięcia się z ziemią, a w dziupli i martwicy bocznej wykazano tylko po jednym taksonie.

W drewnie w III i II fazie rozkładu larwy saproksylobiontyczne mają warunki sprzyjające do rozwoju, ponieważ drewno to nie jest zbyt mocno rozłożone przez grzyby i inne mikroorganizmy, jak ma to miejsce w fazie IV, w której dobre warunki do rozwoju mają larwy fakultatywnych saprofagów.

Stwierdzenie największej biomasy i bogactwa gatunkowego larw Elateridae na siedliskach żyznych i wilgotnych należy tłumaczyć istnieniem bogatej bazy pokarmowej na tych siedliskach.

Jak już wspomniano, dla saproksylobiontycznych larw sprzążkowatych, dla których próchno jest główną bazą pokarmową, większa jego wilgotność może korzystnie wpływać na możliwość ich odżywiania się, a tym samym przyczyniać się do lepszego ich rozwoju. Większa wilgotność próchna także ma pozytywny wpływ na dostępność bazy pokarmowej dla fakultatywnych saprofagów żyjących w ściółce. Pozytywny wpływ wilgotności można zaobserwować również w przypadku saproksylobiontycznego *M. villosus*. Dla fitofagów wilgotność próchna nie ma już tak dużego znaczenia. Z kolei dla larw glebowych ciepłolubnych gatunków zoofagicznych, mających dobrze rozwinięte odnóża, dla których pokarmem jest żywa tkanka zwierzęca, najlepsze są suche próchnowiska, w których będą miały odpowiednie warunki do zdobywania pokarmu. Świadczy o tym ich występowanie wyłącznie w próchnowiskach o najmniejszej wilgotności.

Odnotowanie największej liczby larw sprzążkowatych w czerwcu i lipcu wynika z większych rozmiarów i ruchliwości larw ostatniego stadium rozwojowego, tuż przed przepoczwarczeniem. Larwy jednoroczne zwykle nie rozchodzą się, przebywają w pobliżu miejsc złożenia jaj.

Znaczny udział larw Elateridae zarejestrowany w październiku związany jest z migracją larw taksonów glebowych do próchnowisk, stwarzających bardziej korzystne warunki do ich prezimowania.

Porównując zgrupowania Elateridae ekosystemów leśnych Kampinoskiego Parku Narodowego i Gór Świętokrzyskich na podstawie larw pozyskanych z

próchna brzozy, stwierdza się, że w obu ekosystemach liczba taksonów w zgrupowaniach Elateridae była taka sama. Zgrupowania te różnią się natomiast strukturą taksonomiczną. Wspólne dla obu ekosystemów leśnych są trzy taksony saproksylobiontyczne: *Ampedus* sp., *M. villosus* i *D. linearis*, i dwa fakultatywno-saprofagiczne: *A. subfuscus* i *D. marginatus* ((Perliński 2007).

W Górach Świętokrzyskich udział taksonów saproksylobiontycznych w próchnowiskach brzozowych wynosi 97,8% (Perliński 2007), a w KPN jest nieco mniejszy 95,9%. Udział glebowych fakultatywnych saprofagów w KPN jest większy (2,3%) niż w Górach Świętokrzyskich 1,1% (Perliński 2007).

W próchnie brzozy, zarówno w Kampinoskim Parku Narodowym, jak i w Górach Świętokrzyskich, największy udział saproksylobiontów stwierdza się na siedliskach LMw – odpowiednio 99,2% i 96,0% (Perliński dane niepublikowane), oraz LMśw – 99,1% i 100% (Perliński dane niepublikowane). Natomiast na obu obszarach, w ekosystemach leśnych na siedlisku Lśw udział saproksylobiontów był znacznie mniejszy: w KPN wynosił 86,4%, a w Górach Świętokrzyskich 87,0% (Perliński dane niepublikowane).

Reasumując można stwierdzić, że występowanie larw Elateridae w ekosystemach leśnych, tak pod względem ilościowym, jak i jakościowym, zależy w dużym stopniu od typu siedliskowego lasu, składu gatunkowego, a także od ilości i różnorodności znajdujących się w środowisku próchnowisk.

Literatura

- Banaszak J., Buszko J., Czachorowski S., Czechowska W., Hebda G., Liana A. et al. 2004. Przegląd badań inwentaryzacyjnych nad owadami w parkach narodowych Polski. *Wiadomości Entomologiczne*, 23, Supl. 2: 5–56.
- Buchholz L., Ossowska M. 1998. Charakterystyka zgrupowań Elateridae (Insekta: Coleoptera) w naturalnych i przekształconych gospodarką leśną grądach Puszczy Białowieskiej. *Parki Narodowe i Rezerваты Przyrody*, 17, 4: 13–29.
- Chudzicka E., Skibińska E. 2003. Różnorodność gatunkowa – zwierzęta. w: Andrzejewski R., Weigle A. (red.) Różnorodność biologiczna Polski. Warszawa, Narod. Fund. Ochr. Środ.: 93–138.
- Löbl I., Smetana A. 2007. Catalogue of Palaearctic Coleoptera. Volume 4. Elateroidea, Derodontoidea, Bostrichoidea, Lymexyloidea, Cleroidea, Cucujoidea. Stenstrup, Apollo Books.. 935 ss., ISBN 9788788757675.
- Pawłowski J. 1961. Próchnojady blaszkorożne w biocenozie leśnej Polski. *Ekologia Polska*, Seria A, IX, 21: 355–437.
- Perliński S. 2001. Waloryzacja lasów Puszczy Białowieskiej metodą zoindykacyjną na podstawie Elateridae (Coleoptera). w: Szujcecki A. (red.) Próba szacunkowej waloryzacji lasów Puszczy Białowieskiej metodą zoindykacyjną. Warszawa, Wydawnictwo SGGW: 177–191.
- Perliński S. 2007. Waloryzacja ekosystemów leśnych Gór Świętokrzyskich na podstawie leśnych chrząszczy z rodziny sprężykowatych (Coleoptera, Elateridae). w: Borowski J., Mazur S. (red.) Waloryzacja ekosystemów leśnych Gór Świętokrzyskich metodą zoindykacyjną. Warszawa, Wydawnictwo SGGW: 217–231.
- Szujcecki A., Perliński S. 1975. Metody pobierania prób do oceny zasiedlenia leśnych środowisk niejednorodnych przez chrząszcze ściółkowe. *Prace Komisji Naukowych Polskiego Towarzystwa Gleboznawczego*, 3/16: 25–43.
- Szujcecki A., Szyszko J., Mazur S., Perliński S. 1983. The process of forest soil macrofauna formation after afforestation of farmland. Warszawa, Wydawnictwo SGGW, s. 196.