

Martwe drewno jako ostoja różnorodności mszaków w lesie gospodarczym

Mariusz Wierzoń, Barbara Fojcik

Abstrakt. W lasach gospodarczych martwe drewno często jest ostoją dla wielu gatunków mszaków, zwłaszcza gdy zadarnienie dna lasu lub zaleganie warstwy nierozłożonych liści uniemożliwiają zasiedlanie siedlisk naziemnych. Na terenie Mikołowa (woj. śląskie) przeprowadzono pilotażowe badania mające na celu określenie zróżnicowania brioflory na murszejącym drewnie w tego typu drzewostanach. Na losowo wybranych 60 kłodach i pniakach w różnym stadium rozkładu odnotowano 44 gatunki – 39 mchów i 5 wątrobowców. Najczęściej występowały: *Brachythecium rutabulum*, *B. salebrosum*, *Hypnum cupressiforme* i *Lophocolea heterophylla*. Oprócz gatunków pospolitych obserwowano także 3 rzadko spotykane w tym rejonie Wyżyny Śląskiej – *Orthodicranum flagellare*, *Plagiothecium latebricola* i *Sciuro-hypnum reflexum*. Wykazano istnienie różnic między brioflorą kłód i pniaków, a także zróżnicowanie flory mszaków na drewnie w różnym stadium rozkładu. Analizy statystyczne wykazały, że stopień pokrycia kłód przez mszaki jest istotnie skorelowany ze stopniem rozkładu kłód oraz liczbą odnotowanych gatunków.

Słowa kluczowe: martwe drewno, lasy gospodarcze, bioróżnorodność, mszaki.

Abstract. Dead wood as a mainstay of bryophytes diversity in managed forest. Dead wood often is a mainstay of bryophytes diversity in managed forest, especially when dens sod formations or layer of slowly decomposing leaves make ground habitats inaccessible. The goal of studies, which were conducted in Mikołów (Silesia Province), was to evaluate the bryoflora diversity connected with dead wood in such kind of forests. Forty four species – 39 of mosses and 5 of liverworts – were noted from 60 logs and stumps of different decay stages. The most often were observed: *Brachythecium rutabulum*, *B. salebrosum*, *Hypnum cupressiforme* and *Lophocolea heterophylla*. Beside the common species, three of rare in Silesian Uplands were found – *Orthodicranum flagellare*, *Plagiothecium latebricola* and *Sciuro-hypnum reflexum*. The differences between bryofloras of logs and stumps, as in case of wood of different decay stages, were proved. Statistical analyses showed dependences between bryophyte cover of logs and decay stages of logs and also number of species.

Key words: dead wood, managed forest, biodiversity, bryophytes.

Wstęp

Martwe drewno jest specyficznym typem siedliska, zmieniającym swoje właściwości w miarę postępowania procesów murszenia. W związku z tym zasiedlają je mszaki o różnym

charakterze – od typowych epifitów, poprzez wyspecjalizowane gatunki epiksyliczne, po taksony wkraczające z otaczających siedlisk naziemnych (Andersson i Hytteborn 1991, Sabovljevic i in. 2010). Brioflora spotykana na tego typu podłożu obejmuje zarówno gatunki pospolite, jak i rzadkie i zagrożone wyginięciem (Sabovljevic i in. 2010, Rajandu i in. 2008). Dlatego też obecność martwego drewna ma ogromne znaczenie dla utrzymania na odpowiednim poziomie różnorodności mszaków w ekosystemach leśnych. Szczególną rolę siedlisko to odgrywa w lasach gospodarczych, gdzie zaburzenie struktury zbiorowisk pociąga za sobą ograniczenie możliwości występowania wielu gatunków mszaków. Dotyczy to m.in. gatunków typowo naziemnych, dla których murszejące drewno często bywa jedyną lokalną ostoją ich występowania. Taką sytuację obserwujemy m.in. w przypadku zalegania warstwy nierozłożonych liści (zwłaszcza w drzewostanach z domieszką *Quercus rubra*) lub nadmiernego rozwoju runa o charakterze trawiastym (zdominowanego np. przez trzcinnika *Calamagrostis* sp. lub turzycę drżączkowatą *Carex brizoides*).

Celem pracy było określenie zróżnicowania brioflory porastającej martwe drewno (w różnym stadium rozkładu) w lesie gospodarczym o strukturze utrudniającej rozwój naziemnej warstwy mszystej.

Teren badań

Badania prowadzono na terenie lasu gospodarczego w północnej części miasta Mikołowa (okolice doliny rzeki Jamny). Prace terenowe skoncentrowane były na powierzchni około 30 ha w rejonie oddziałów 84, 85, 92, 93 i 102. Drzewostany w wieku 30–55 lat miały charakter lasu liściastego i boru mieszanego (głównie na siedliskach grądowych, rzadziej łęgowych). Wśród drzew dominowały: *Quercus robur*, *Q. rubra*, *Betula pendula*, *Pinus sylvestris*, *Tilia cordata*, *Acer platanoides*, *Alnus glutinosa*. Warstwę krzewów tworzyły głównie *Padus serotina* i *Frangula alnus*. Na dnie lasu zwykle zalegała warstwa nierozłożonych liści, co ograniczało rozwój runa i naziemnych mszaków.

Metodyka

Badania terenowe prowadzono we wrześniu i październiku 2013 r. Losowo wybrano 60 fragmentów martwego drewna – 32 kłody i 28 pniaków. Stopień ich rozkładu oszacowano w oparciu o przyjętą 5-stopniową skalę (Pyle i Brown 1998):

- 1 – nóż nie wchodzi do drewna, drewno jest twarde, kora nienaruszona, występują mniejsze i średnie gałęzie;
- 2 – nóż zagłębia się do 3 cm, kora może występować lub nie, drewno jest twarde, kora się rozkłada;
- 3 – nóż wchodzi do 7 cm, kora może występować lub nie, drewno w pewnym stopniu zmurszałe, obecne tylko większe gałęzie i konary;
- 4 – całe ostrze noża wchodzi łatwo, kora jest słabo związana, oddzielona lub oderwana, drewno jest miękkie, kłoda może przyjmować kształt owalny;
- 5 – wszystkie tkanki w formie miazgi i proszku, kora oddzielona lub jej brak, kłoda rozpada się na kawałki, drewno jest niewyróżnialne od podłoża. W przypadku gdy drewno było w różnych stadiach rozkładu, wybierano stadium dominujące.

Dla każdej kłody i pniaka określano stopień pokrycia przez mszaki (% pokrycia dostępnej powierzchni). Następnie wykonywano spis gatunków, a w razie wątpliwości zbierano także materiał zielnikowy, który później był dokładnie identyfikowany w laboratorium. Dla każdego gatunku określono jego udział w pokryciu drewna przez mszaki. Ogólną częstość występowania taksonów określono wg przyjętej przez autorów skali: 1–3 notowań – gatunek rzadki; 4–10 notowań – niezbyt częsty; 11–20 notowań – częsty; powyżej 20 notowań – bardzo częsty. Każdy gatunek zaklasyfikowano do jednej z 4 grup ekologicznych, wyróżnionych na podstawie ogólnych preferencji siedliskowych (gatunki epifityczne, epiksyliczne, naziemne i wielosiedliskowe).

Do analizy ekologicznej wykorzystano także wartość wybranych wskaźników ekologicznych charakteryzujących poszczególne gatunki (Düll 1992). Przyjęto 3-stopniowy podział taksonów ze względu na wartość rozpatrywanych parametrów:

1. Światło (L) – wartość wskaźnika 1–3 – gatunki cieniolutne; 4–6 – gatunki cieniożadne; 7–9 – gatunki światłolubne.
2. Ph podłoża (R) – wartość wskaźnika 1–3 – gatunki acydofilne; 4–6 – gatunki neutrofilne; 7–9 – gatunki kalcyfilne.
3. Wilgotność (F) – wartość wskaźnika 1–3 – gatunki kserofilne; 4–6 – gatunki mezofilne; 7–9 – gatunki hydrofilne.

Szacowano także stopień wykształcenia naziemnej warstwy mszystej wokół badanych kłód i pniaków (procent pokrycia na 25 m²). Do analiz przyjęto 5-stopniową skalę: I – pokrycie od 0 do 5%; II – 6–20%; III – 21–50%; IV – 51–75%; V – powyżej 75%.

Nomenklaturę gatunków przyjęto za: Ochyra i in. 2003 (mchy), Klamą 2006 (wątrobowce) oraz Mirkiem i in. 2002 (rośliny naczyniowe).

Zależności między różnymi parametrami (liczba gatunków, stopień rozkładu, wielkość kłody lub pniaka) określono wykorzystując współczynnik korelacji Spearmana ($p < 0,05$) (program STATISTICA 10).

Wyniki

Ogółem na badanych pniakach i kłodach odnotowano 44 gatunki mszaków (tab. 1), w tym 31 na pniakach i 39 na kłodach. Zdecydowaną większość stanowiły mchy – 39 gatunków (oraz jedna odmiana: *Hypnum cupressiforme* var. *filiforme*), a tylko 5 gatunków należało do wątrobowców. Do najczęściej spotykanych na omawianym siedlisku należały: *Lophocolea heterophylla*, *Brachythecium salebrosum*, *B. rutabulum* i *Hypnum cupressiforme*. Największą grupę – 52,3% – stanowiły gatunki rzadkie. Zaliczały się tu gatunki zarówno rzadko pojawiające się na tym typie podłoża (np. *Pseudoscleropodium purum* i *Calliigonella cuspidata*), jak i generalnie rzadko notowane w tym rejonie Wyżyny Śląskiej (*Orthodicranum flagellare*, *Plagiothecium latebricola* i *Sciuro-hypnum reflexum*). Najmniejszy udział miały gatunki bardzo częste (9,1%) i częste (13,6%).

Ze względu na preferencje siedliskowe wyróżniono 4 główne grupy (tab. 1):

- epifity – zwykle porastające korę, będące relikdami brioflory zasiedlającej żywe drzewo,
- epiksyle – gatunki występujące prawie wyłącznie na murszejącym drewnie,
- epigeity – gatunki typowo naziemne, rzadziej wkraczające na inne podłoże,
- gatunki wielosiedliskowe, obficie występujące na podłożu różnego typu.

Tab. 1. Zróżnicowanie liczby notowań oraz charakterystyka ekologiczna gatunków
Table 1. Number of records and ecological attributes of species

Nazwa gatunku Species name	Liczba notowań Number of species	Ilości notowań na różnych etapach rozkładu drewna Number of records of different decay stages					Preferencje siedliskowe Habitat preference	Liczby ekologiczne Ecological attributes		
		I	II	III	IV	V		L	R	F
<i>Amblystegium serpens</i>	15	•	•••	••	•	•	Ws	5	6	4
<i>Atrichum undulatum</i>	5	-	•	•	-	•	Nz	6	4	6
<i>Aulacomnium androgynum</i>	2	-	-	•	-	•	Epx	4	2	5
<i>Brachythecium velutinum</i>	7	•	•	••	-	-	Nz	5	6	4
<i>Brachythecium rutabulum</i>	21	••	•••	•••	•	•	Ws	5	x	4
<i>Brachythecium salebrosum</i>	27	••	•••	•••	•	•	Ws	6	6	4
<i>Bryum argenteum</i>	1	•	-	-	-	-	Ws	7	6	x
<i>Callicladium haldanianum</i>	4	-	•	•	-	•	Epx	6	2	6
<i>Calliargonella cuspidata</i>	1	-	•	-	-	-	Nz	8	7	7
<i>Cephalozia bicuspidata*</i>	2	-	•	-	•	-	Epx	5	3	5
<i>Ceratodon purpureus</i>	5	•	•	•	-	-	Ws	8	X	2
<i>Dicranella heteromalla</i>	13	•	••	••	-	••	Nz	5	2	4
<i>Dicranoweisia cirrata</i>	1	•	-	-	-	-	Epf	7	5	5
<i>Dicranum scoparium</i>	7	•	•	••	•	-	Ws	5	4	4
<i>Eurhynchium angustirete</i>	1	-	•	-	-	-	Nz	5	7	4
<i>Herzogiella seligeri</i>	16	•	••	•••	•	•	Epx	5	4	5
<i>Hypnum cupressiforme</i>	21	••	•••	•••	•	•	Ws	5	4	4
<i>Hypnum pallescens</i>	3	-	•	•	-	-	Epf	5	2	5
<i>Lophocolea bidentata*</i>	1	-	-	-	•	-	Epx	7	5	6
<i>Lophocolea heterophylla*</i>	36	•••	•••	•••	••	••	Epf	4	3	4
<i>Mnium hornum</i>	1	•	-	-	-	-	Nz	5	3	6
<i>Orthodicranum flagellare</i>	1	-	-	•	-	-	Epx	6	2	5
<i>Orthodicranum montanum</i>	10	•	••	••	-	-	Epf	6	2	5
<i>Orthodicranum tauricum</i>	4	•	••	-	-	-	Epf	4	3	4
<i>Pellia epiphylla*</i>	2	-	•	-	•	-	Nz	x	5	8
<i>Plagiomnium affine</i>	3	-	-	•	•	-	Nz	5	5	5
<i>Plagiomnium cuspidatum</i>	3	-	•	•	-	-	Ws	4	7	5
<i>Plagiothecium curvifolium</i>	2	-	-	•	-	•	Ws	5	2	4
<i>Plagiothecium denticulatum</i>	7	-	•	•	••	•	Nz	5	5	4
<i>Plagiothecium laetum</i>	11	•	•	••	-	••	Ws	4	2	4
<i>Plagiothecium latebricola</i>	1	-	-	-	-	•	Epx	3	3	5
<i>Platygyrium repens</i>	3	•	•	-	-	-	Epf	6	6	4
<i>Pleurozium schreberi</i>	3	-	-	•	•	-	Nz	6	2	4
<i>Pohlia nutans</i>	18	•	••	•••	•	•••	Ws	5	2	4
<i>Pseudoscleropodium purum</i>	2	-	•	•	-	-	Nz	6	5	4
<i>Ptilidium pulcherrimum*</i>	1	-	-	•	-	-	Epf	7	2	5
<i>Pylaisia polyantha</i>	1	-	•	-	-	-	Epf	8	7	5
<i>Rhizomnium punctatum</i>	4	-	•	•	•	-	Ws	3	4	6
<i>Rosulabryum moravicum</i>	1	•	-	-	-	-	Epf	5	6	5

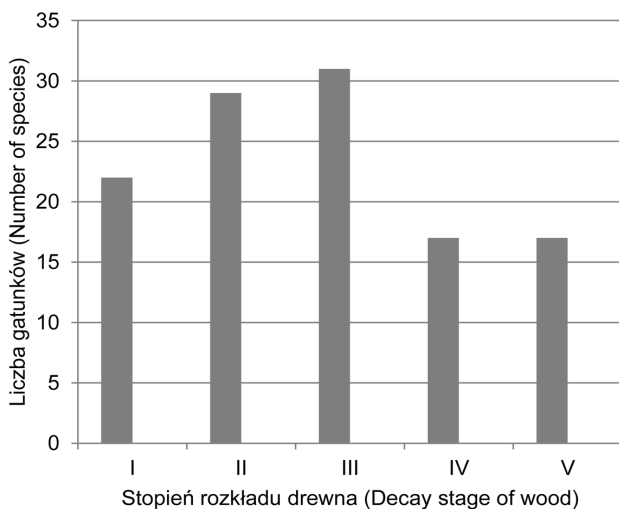
<i>Sanionia uncinata</i>	7	-	••	•	-	-	Ws	x	3	7
<i>Sciuro-hypnum oedipodium</i>	11	••	-	••	••	•	Nz	3	3	6
<i>Sciuro-hypnum populeum</i>	1	•	-	-	-	-	Epf	4	7	3
<i>Sciuro-hypnum reflexum</i>	2	•	-	•	-	-	Ws	4	4	5
<i>Tetraphis pellucida</i>	7	-	-	••	•	•	Epx	3	1	6

Objaśnienia: * – wątrobiec; • – 1–2 notowań; •• – 3–5 notowań; ••• – powyżej 5 notowań; Epf – epifit; Epx – epiksyliczny; Nz – naziemny; Ws – wielosiedliskowy; L – wskaźnik światła; R – wskaźnik pH; F – wskaźnik wilgotności.

Explanations: * – liverwort; • – 1–2 records; •• – 3–5 records; ••• – more than 5 records; Epf – epiphytic; Epx – epixylic; Nz – terrestrial; Ws – different habitats; L – light indicator; R – pH indicator; F – moisture indicator.

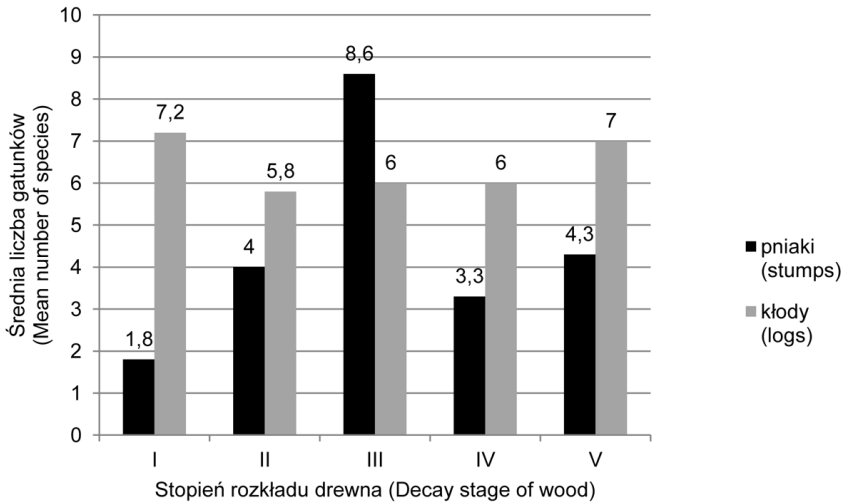
Największą grupę stanowią gatunki wielosiedliskowe (14 taksonów). Należą do niej takie mchy, jak *Amblystegium serpens*, *Brachythecium rutabulum*, *Ceratodon purpureus* i *Hypnum cupressiforme*. Liczną jest także grupa mszaków typowo naziemnych (12); wśród nich odnotowano m.in. *Dicranella heteromalla*, *Mnium hornum*, *Plagiomnium affine* i *Pseudoscleropodium purum*. Do typowych epifitów należy 10 gatunków, np. *Dicranoweisia cirrata*, *Hypnum pallenscens*, *Orthodicranum tauricum* i *Platygyrium repens*. Do epifitów zalicza się także odmianę *Hypnum cupressiforme* var. *filiforme* (dwukrotnie odnotowaną w trakcie niniejszych badań). Obligatoryjne gatunki epiksyliczne stanowią grupę liczącą 8 taksonów, m.in. *Aulacomnium androgynum*, *Callicladium haldanianum*, *Herzogiella seligeri* i *Tetraphis pellucida*.

Analiza charakterystyki ekologicznej gatunków (w oparciu o liczby wskaźnikowe) wykazała dominację mchów o średnich wymaganiach co do rozpatrywanych czynników. Przeważały gatunki cienioznośne (75%), neutrofilne (45,5%) i mezofilne (88,6%). Poza tym większą grupę stanowiły tylko mchy acydoofilne (43%), do których należy m.in. większość gatunków epiksylicznych.

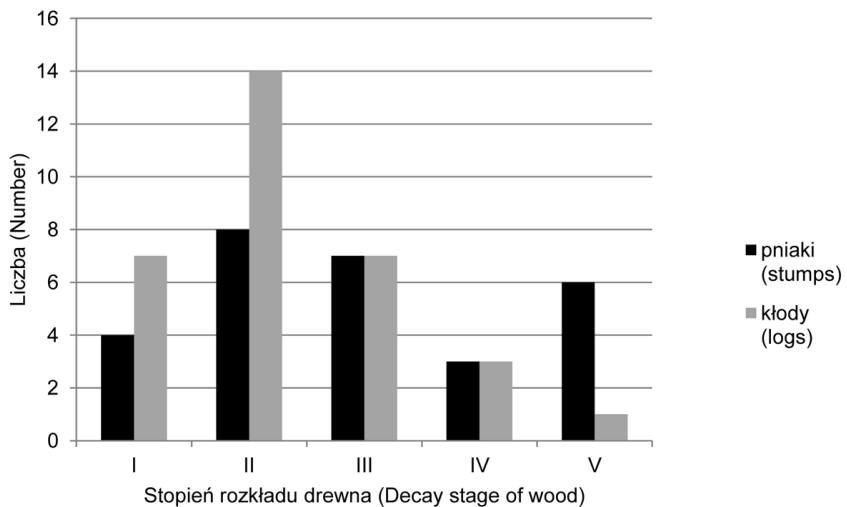


Ryc. 1. Zróżnicowanie liczby gatunków mszaków na drewnie w różnym stadium rozkładu
Fig. 1. Number of bryophyte species on wood of different decay stages

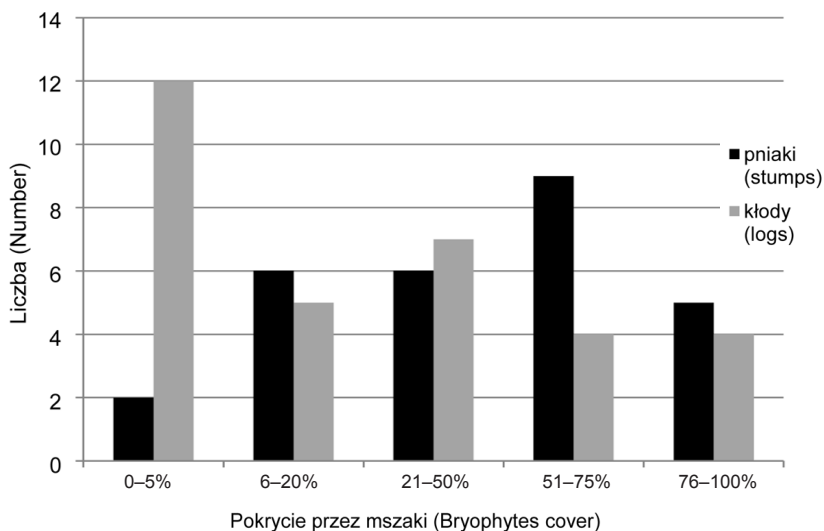
Najwięcej gatunków odnotowano na drewnie będącym w II i III stadium rozkładu, najmniej na drewnie najbardziej rozłożonym (IV i V stopień) (ryc. 1). Z reguły więcej gatunków rosło na kłodach niż pniakach (ryc. 2). Wynika to m.in. z większej ich powierzchni i większej trwałości jako siedliska (dłuższy czas na zasiedlanie).



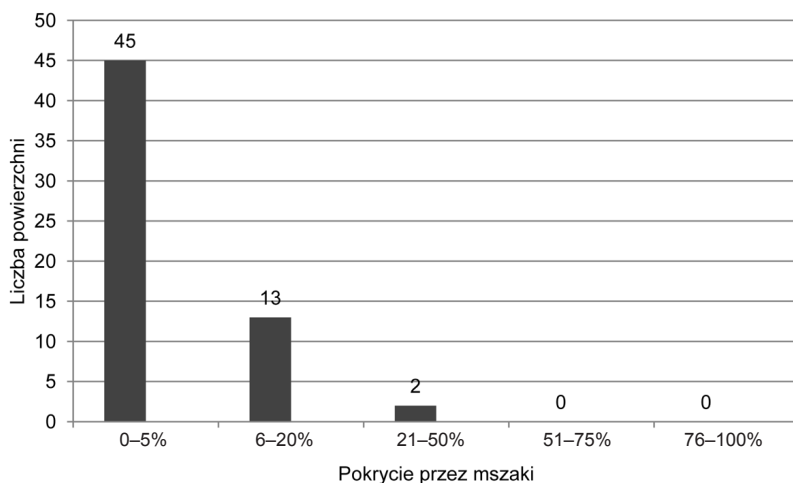
Ryc. 2. Średnia liczba gatunków mszaków na drewnie w różnym stadium rozkładu
Fig. 2. Mean number of bryophyte species on wood of different decay stages



Ryc. 3. Ilość i forma analizowanego martwego drewna (w różnym stadium rozkładu)
Fig. 3. Amount and form of analyzed dead wood (of different decay stages)



Ryc. 4. Zróżnicowanie pokrycia przez mszaki analizowanych kłód i pniaków
Fig. 4. A covering of bryophytes on analyzed logs and stumps



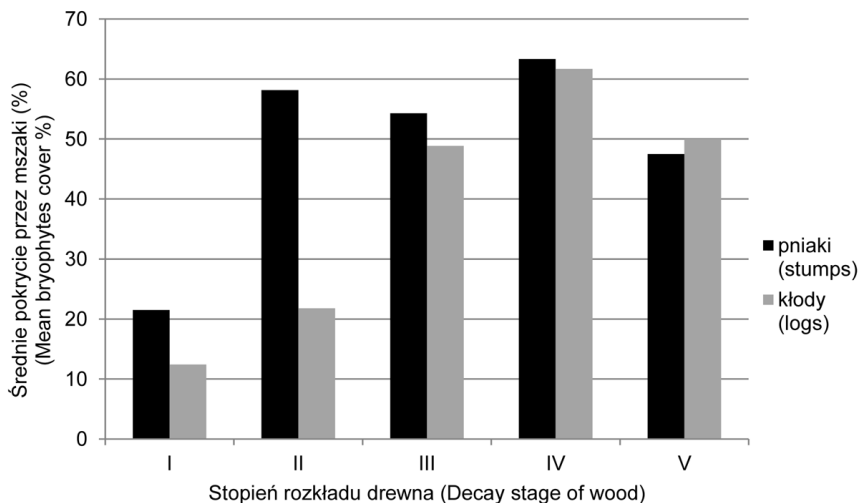
Ryc. 5. Pokrycie naziemnej warstwy mszystej w sąsiedztwie analizowanych pniaków i kłód
Fig. 5. Bryophytes cover on terrestrial habitat in vicinity of analyzed logs and stumps

Wśród analizowanych kawałków martwego drewna przeważały pniaki i kłody zaliczone do II stopnia rozkładu (ryc. 3). Spośród kłód tylko jedna osiągnęła V stopień. Na wszystkich pniakach odnotowano obecność mszaków, natomiast na 6 kłodach (19%) mszaków nie obserwowano

(były one w I lub II stadium rozkładu). Zróżnicowane było pokrycie drewna przez mszaki. Wahalo się ono od 0 do 95%. Najwięcej pniaków porośniętych było przez mszaki w granicach 51–75% ich powierzchni (ryc. 4). Wśród kłód największą grupę stanowią słabo porośnięte (0–5% pokrycia). Na pniakach z mszakami średnie pokrycie wyniosło 50%, zaś na porośniętych kłodach średnio 37,3%.

Porównano stopień wykształcenia naziemnej warstwy mszystej w najbliższym sąsiedztwie kłód lub pniaków. Wynosił on od 0 do 40%. Mszaków nie obserwowano w 19 przypadkach, w pozostałych średnie pokrycie wyniosło 7%. Na zdecydowanej większości powierzchni (75%) pokrycie mszaków na ziemi nie przekraczało 5% (ryc. 5).

Analiza stopnia pokrycia przez mszaki w odniesieniu do drewna w różnym stopniu rozkładu wykazała różnice między pniakami i kłodami. W przypadku pniaków już na II etapie rozkładu średni poziom pokrycia przekracza 50% (ryc. 6). Na kłodach średnie pokrycie wzrasta od I do IV stopnia rozkładu (zmniejszając się na ostatnim etapie). Różnice te wynikają prawdopodobnie ze stosunkowo małych gabarytów pniaków (w stosunku do kłód), które w dość krótkim czasie mogą być w dużym stopniu porośnięte przez mszaki. Ponadto na nasadzie pni drzew często występują mszaki – zarówno epifityczne, jak i wkraczające z siedlisk naziemnych, więc po ich ścięciu na pniakach już od początku pokrycie przez brioflorę bywa obfite.



Ryc. 6. Średnie pokrycie przez mszaki drewna w różnym stadium rozkładu
Fig. 6. Mean bryophytes cover on dead wood of different decay stages

Dla kłód i pniaków (osobno) przeprowadzono analizę korelacji następujących czynników: wielkość fragmentu drewna, stopień rozkładu, stopień pokrycia przez mszaki oraz liczba gatunków. W przypadku pniaków istotna statystycznie była tylko zależność między ich wielkością a liczbą gatunków (na poziomie $r = 0,391526$). Więcej powiązań obserwowano w odniesieniu do kłód. Istotne statystycznie zależności wykazano między wielkością kłody a stopniem jej rozkładu ($r = -0,530936$), między stopniem rozkładu a stopniem pokrycia przez mszaki ($r = 0,503699$), a także między stopniem pokrycia a liczbą gatunków (tu korelacja była najsilniejsza – $r = 0,695758$).

Dyskusja

Martwe drewno to bardzo specyficzny typ siedliska – ograniczone przestrzennie, stosunkowo nietrwałe oraz zmieniające z biegiem czasu swoje właściwości. Stanowi podłoże zasiedlane przez gatunki reprezentujące różne grupy ekologiczne. Ma to ogromne znaczenie, zwłaszcza w przypadku lasów gospodarczych, gdzie w wyniku m.in. zalegania warstwy nierozłożonych liści czy nadmiernego rozwoju trawiastego runa ograniczony jest rozwój naziemnej warstwy mszystej. W takich przypadkach wiele gatunków epigeicznych znajduje swoje ostoje właśnie na murszejącym drewnie.

Prezentowane wyniki potwierdzają istotną rolę tego typu siedliska w kształtowaniu różnorodności bryoflory w lasach użytkowanych gospodarczo. Odnotowana liczba gatunków (44) jest stosunkowo duża, zwłaszcza jeżeli porównamy ją z wynikami innych badań prowadzonych z reguły na większą skalę (Andersson i Hytteborn 1991, Nowińska i in. 2009, Fudali 1999). Większość stanowiły mchy, tylko 5 gatunków należało do wątrobowców. Stosunkowe ubóstwo wątrobowców w lasach gospodarczych, wynikające przede wszystkim z zaburzeń fitoklimatu, sygnalizowało wielu autorów (m.in. Söderström, 1988b, Andersson i Hytteborn 1991). Podobnie jak w przypadku innych tego typu badań, do najczęściej notowanych mszaków należały: *Lophocolea heterophylla*, *Brachythecium salebrosum*, *B. rutabulum* i *Hypnum cupressiforme* (Andersson i Hytteborn 1991, Madżule i Brümelis 2008, Sabovljevic i in. 2010, Staniaszek-Kik 2010).

W początkowych stadiach rozkładu istotną rolę odgrywają przetrwałe epifity (Andersson i Hytteborn 1991). Należące do tej grupy *Platygyrium repens*, *Orthodicranum montanum* i *O. tauricum* nie występowały w końcowych stadiach rozkładu drewna. Wraz z postępem procesów rozkładu stopniowo wkraczają gatunki epiksyliczne oraz wzrasta udział mszaków wielosiedliskowych i typowo naziemnych. Tym tłumaczy się fakt, potwierdzony także w niniejszych badaniach, iż największą liczbę gatunków obserwuje się w pośrednich stadiach rozkładu (m.in. Crites i Dale 1997; Rambo i Muir 1998; Lindström 2003, Madżule i Brümelis 2008).

Nie wykazano istotnej korelacji między stopniem rozkładu drewna a liczbą gatunków. Podobnie jak w przypadku badań Madżule i Brümelis (2008), może to wynikać ze zbyt małej ilości kłód w IV i V stopniu rozkładu. Ponadto stosunkowo małe pniaki często są zdominowane przez pojedyncze gatunki. Nie stwierdzono także istotnej zależności między wielkością pniaków i kłód a liczbą zasiedlających je gatunków, chociaż inni autorzy wspominają o istnieniu takiej korelacji (np. Kruys i Jonsson, 1999; Söderström 1988a; Ódor i in. 2006).

Kłody były kolonizowane przez większą liczbę gatunków (39) w porównaniu z pniakami (31). Wynika to prawdopodobnie z ich wielkości, dłuższego okres rozkładu, a także początkowej obecności epifitów (rzadziej pojawiających się u nasady pnia). Ponadto Ódor i in. (2006) wskazuje na większe zróżnicowanie mikrosiedlisk na dużych kłodach.

Usuwanie martwego drewna w trakcie zabiegów gospodarczych powoduje ograniczenie możliwości pojawiania się gatunków epiksylicznych (czyli obligatoryjnie występujących na rozkładającym się drewnie). Już obecnie w niektórych krajach ta wyspecjalizowana grupa mszaków należy do najbardziej zagrożonych (Sabovljevic i in. 2010, Rajandu i in. 2008). Ponadto murszejące drewno jest miejscem występowania wielu rzadkich gatunków. Także w trakcie niniejszych badań zaobserwowano rzadko notowane w tym rejonie Wyżyny Śląskiej gatunki, jak *Orthodicranum flagellare*, *Plagiothecium latebricola* i *Sciuro-hypnum reflexum*.

Problematyka obecności martwego drewna w lasach gospodarczych jest obecnie szeroko dyskutowana. Chociaż istotna rola tego typu siedlisk w kształtowaniu lokalnej bioróżnorodności

nie jest kwestionowana, to nadal pojawiają się głosy, czy musi się to odnosić także do lasów gospodarczych, które powinny mieć inne priorytety (bardziej produkcyjne). Z drugiej strony zachowanie ciągłości siedlisk wymaga obecności martwego drewna także w lasach gospodarczych. Dlatego ważna jest dyskusja i szukanie kompromisu opartego na solidnych naukowych podstawach. Aby dyskusja była merytoryczna, konieczne jest prowadzenie dalszych badań dotyczących pozycji martwego drewna w zrównoważonej gospodarce leśnej.

Podsumowanie i wnioski

Przeprowadzone badania potwierdziły znaczenie martwego drewna jako siedliska istotnego dla zachowania różnorodności gatunkowej mszaków w lesie gospodarczym. Pomimo bardzo ograniczonych możliwości rozwoju warstwy mszystej, wynikających z zaburzenia struktury tego typu drzewostanów, a dzięki obecności murszejącego drewna, brioflora może pozostawać na stosunkowo zróżnicowanym poziomie. Dotyczy to głównie mchów, gdyż większość wątrobowców z reguły nie jest w stanie wegetować w warunkach lasu gospodarczego. Martwe drewno jest siedliskiem nie tylko dla wyspecjalizowanych gatunków epiksylicznych, ale i wielu mszaków typowo naziemnych lub epifitycznych. Ma to ogromne znaczenie, zwłaszcza w przypadku gatunków rzadkich, które mogą tutaj znaleźć swoje ostoje. Kłody i pniaki tworzą swoiste korytarze ekologiczne w warunkach znacznego rozproszenia ich populacji. Szczególnie ważna jest obecność dużych kłód – co także potwierdziły niniejsze badania. Stanowią one stosunkowo trwałe i zróżnicowane siedlisko charakteryzujące się – w porównaniu z pniakami – większym zróżnicowaniem brioflory. Należy więc dbać, zwłaszcza w obliczu intensywnej gospodarki, nie tylko o określony udział martwego drewna w strukturze ekosystemu leśnego, ale i o jego jakość (w odniesieniu do formy i wielkości). Tym bardziej że ma ono istotne znaczenie nie tylko dla roślin zarodnikowych, ale i bioty porostów oraz wielu zwierząt.

Literatura

- Andersson L.I., Hytteborn H. 1991. Bryophytes and decaying wood – a comparison between managed and natural forest. *Holarctic Ecology* 14: 121–130.
- Crites S., Dale R.T. 1998. Diversity and abundance of bryophytes, lichens, and fungi in relation to woody substrate and successional stage in aspen mixewood boreal forests. *Can. J. Bot.* 76: 641–651.
- Düll R. 1992. Zeigerwerte von Laub- und Lebermoosen. *Script. Geobot.* 18: 175–214.
- Fudali E. 1999. Mszaki siedlisk epiksylicznych Puszczy Bukowej – porównanie rezerwatów i lasów gospodarczych. *Przeł. Przyr.* 10 (3–4): 49–58.
- Kłama H. 2006. Systematic catalogue of Polish liverwort and hornwort taxa. W: Szwejkowski J. (red.), *An annotated checklist of Polish liverworts and hornworts*. W: Szafer Institute of Botany, Polish Academy of Sciences, Kraków: 83–100.
- Kruys N., Jonsson B.G. 1999. Fine woody debris is important for species richness on logs in managed boreal spruce forests in northern Sweden. *Canadian Journal of Forest Research* 8: 1295–1299.
- Lindström K. 2003. Wood-living bryophyte species diversity and distribution – differences between small-stream and upland spruce forests. Umeå University, Umeå: 1–19.

- Madžule L., Brūmelis G. 2008. Ecology of epixylic bryophytes in Eurosiberian alder swamps of Latvia. *Acta Universitatis Latviensis, Biology* 745: 103–114.
- Mirek Z., Piękoś-Mirkowa H., Zając A., Zając M. 2002. Flowering plants and pteridophytes of Poland: a checklist. Institute of Botany, Polish Academy of Sciences, Kraków: 1–442.
- Nowińska R., Urbański P., Szewczyk W. 2009. Species diversity of plants and fungi on logs of fallen trees of different species in oak-hornbeam forests. *Botanika – Steciana* 13: 109–124.
- Ochyra R., Żarnowiec J., Bednarek-Ochyra H. 2003. Census catalogue of Polish mosses. Institute of Botany, Polish Academy of Sciences, Kraków: 1–372.
- Ódor P., Heilmann-Clausen J., Christensen M., Aude E., van Dort K.W., Piltaver A., Siller I., Veerkamp M.T., Walley N., Standovár T., van Hees A.F.M., Kosec J., Matočec N., Kraigher H., Grebenc T. 2006. Diversity of dead wood inhabiting fungi and bryophytes in semi-natural beech forests in Europe. *Biological Conservation* 131: 58–71.
- Pyle C., Brown M.M. 1998. A rapid system of decay classification for hardwood logs of the eastern deciduous forest floor. *J. Torrey Bot. Soc.* 125: 237–245.
- Rajandu E., Kikas K., Paal J. 2008. Bryophytes and decaying wood in *Hepatica* site-type boreo-nemoral *Pinus sylvestris* forests in Southern Estonia. *For. Ecol. Manage.* 257: 994–1003.
- Rambo T.R., Muir P.S. 1998. Bryophyte species associations with coarse woody debris and stand ages in Oregon. *The Bryologist* 101(3): 366–376.
- Sabovljevic M., Vujicic M., Sabovljevic A. 2010. Diversity of saproxylic bryophytes in old-growth and managed beech forests in the central Balkans. *Plant Biosystems* 144(1): 234–240.
- Söderström L. 1988a. Sequence of bryophytes and lichens in relation to substrate variables of decaying coniferous wood in Northern Sweden. *Nord. J. Bot.* 8(1): 89–97.
- Söderström L. 1988b. The occurrence of epixylic bryophyte and lichen species in old natural and a managed forest stand in Northeast Sweden. *Biological Conservation* 45: 169–178.
- Staniaszek-Kik M. 2010. Flora wątrobowców na murszejącym drewnie i wykrociskach w zbiorowiskach leśnych Karkonoszy (Sudety Zachodnie). *Acta Botanica Silesiaca* 5: 131–156.

Mariusz Wierzoń, Barbara Fojcik
Katedra Botaniki i Ochrony Przyrody,
Uniwersytet Śląski w Katowicach,
fojcik@us.edu.pl