

EWA ZIN, ARTUR OBIDZIŃSKI

Mszaki epifityczne świerka pospolitego w wybranych zespołach leśnych Białowieskiego Parku Narodowego

Epiphytic bryophytes of Norway spruce in selected forest communities of Białowieża National Park, NE Poland

ABSTRACT

Zin E., Obidziński A. 2011. Mszaki epifityczne świerka pospolitego w wybranych zespołach leśnych Białowieskiego Parku Narodowego. Sylwan 155 (11): 769-777.

The epiphytic bryoflora of Norway spruce in four forest communities of Białowieża National Park consists of 27 species, including 5 liverworts. The first factor differentiating the distribution of the bryophytes is the surrounding forest community and the other - the tree section. Composition of facultative epiphytes on the tree trunk basis reflects the influence of forest association on epiphytic bryoflora on spruce, with the acidity of habitat being the main differentiating factor.

KEY WORDS

bryophytes, epiphytism, *Picea abies*, Białowieża Primeval Forest

ADDRESSES

Ewa Zin ⁽¹⁾ – e-mail: ezin@las.ibl.bialowieza.pl

Artur Obidziński ⁽²⁾ – e-mail: artur_obidzinski@sggw.pl

⁽¹⁾ Europejskie Centrum Lasów Naturalnych; Instytut Badawczy Leśnictwa; Park Dyrekcyjny 6; 17-230 Białowieża

⁽²⁾ Samodzielny Zakład Botaniki Leśnej; Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego; ul. Nowoursynowska 159; 02-776 Warszawa

Wprowadzenie

Do najważniejszych czynników wpływających na kompozycję bryoflory epifitycznej drzew zalicza się gatunek forofita, jego wiek, średnicę, właściwości kory oraz wysokość występowania nad poziomem gruntu [Barkman 1958; Slack 1976; Palmer 1986; Kuusinen 1996; Hazell i in. 1998; Szövényi i in. 2004; Friedel i in. 2006; Fritz 2009; Király, Ódor 2010]. Mikroklimat otoczenia forofita, zwłaszcza wilgotność powietrza, jest równie ważnym czynnikiem. Warunki te były jednak głównie analizowane w skali biogeograficznej między obszarami o różnym klimacie [Slack 1976; Schmitt, Slack 1990; Rhoades 1995; Peck 1997] lub w obrębie jednego zbiorowiska leśnego przy zmieniających się takich parametrach jak zwarcie drzewostanu, rzeźba terenu, wysokość n.p.m., nasłonecznienie, siła i częstotliwość wiatru oraz odległość od rzeki [Kuusinen 1996; Hazell i in. 1998; Ellyson, Sillet 2003; Friedel i in. 2006; Caners i in. 2010].

Stosunkowo niewiele prac dotyczy relacji między florą epifityczną a zbiorowiskami leśnymi tej samej strefy klimatycznej. W pionierskich na tym polu badaniach nie stwierdzono związku między kompozycjami bryofitów epifitycznych a zespołami leśnymi [Wiśniewski 1930]. Później pewne związki z zespołem leśnym wykazano dla epifitów fakultatywnych (rosnących głównie na glebie i wkraczających na odziomkowe części pni) [Mickiewicz, Trocewicz 1958]. Jednak

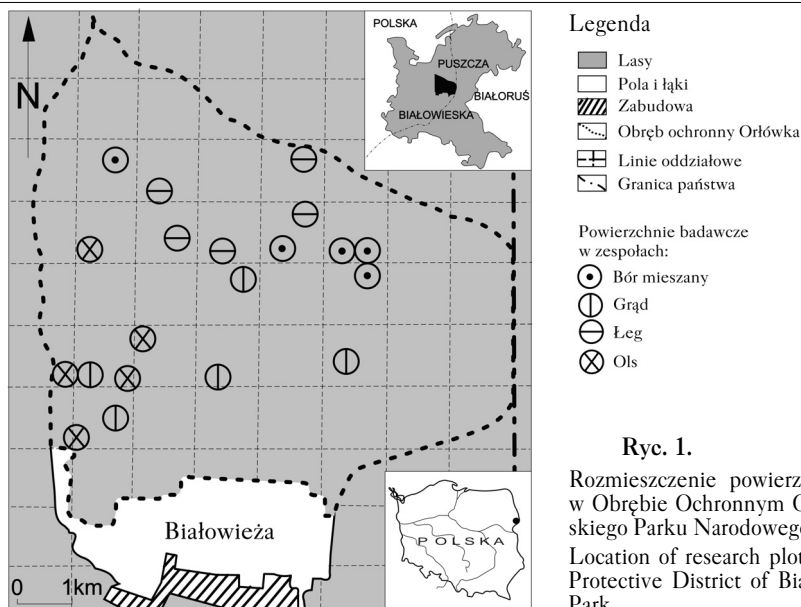
wspomniane badania porównywały oddziaływanie różnych zbiorowisk leśnych na epifity wszystkich budujących je gatunków drzew. W związku z powyższym, celem podjętych badań było określenie wpływu właściwości różnych zbiorowisk leśnych na kompozycję i charakter bryofitów epifitycznych jednego gatunku forofita.

Teren badań

Bryofity epifityczne najlepiej rozwijają się w lasach naturalnych [Faliński 1986; Peterken 1996], gdyż są wrażliwe na zabiegi gospodarki leśnej [Aude, Poulsen 2000; Friedel i in. 2006; Fritz 2009; Caners i in. 2010]. Dlatego jako teren badań wybrano Obręb Ochronny Orłówka w Białowieżskim Parku Narodowym (BPN). Wyjątkowa wartość Puszczy Białowieżskiej wynika z występowania na jej terenie drzewostanów, które nigdy nie były użytkowane zrębami zupełnymi oraz z obecności licznych drzew pomnikowych i dużej ilości martwego drewna [Faliński 1986]. Obręb Ochronny Orłówka zajmuje powierzchnię 47,47 km² i położony jest w środkowej części Puszczy (ryc. 1). Podłoże terenu stanowi wysoczyzna moreny dennej o wysokości 135-190 m n.p.m., która zbudowana jest głównie z piasków glącjofluwialnych, żwirów oraz pyłów i poprzecinana jest zatorfionymi dolinami rzecznyymi [Kwiatkowski 1994]. Klimat wykazuje właściwości przejściowe ze średnią temperaturą roczną 6,8°C i średnią roczną sumą opadów 633 mm [Pierzgalski i in. 2002]. Większość powierzchni Obrębu pokrywają grądy wykształcone na glebach brunatnych. Na piaszczystych wyniesieniach terenu występują bory i bory mieszane. Wzdłuż dolin rzecznych ciągną się łągi i olsy [Prusinkiewicz, Michalczuk 1998]. Drzewostany Obrębu Ochronnego Orłówka charakteryzują się średnim wiekiem 126 lat, który jest blisko dwa razy wyższy niż w pozostałych lasach Puszczy [Michalczuk 2001].

Materiał i metody

Gatunkiem forofita wybranym do badań był świerk pospolity *Picea abies* (L.) Karst. ze względu na jego ubikwityzm siedliskowy. W Obrębie Ochronnym Orłówka świerk jest głównym gatunkiem domieszkowym, tworzącym 17,4 % drzewostanów [Michalczuk 2001].



Badania przeprowadzono na powierzchniach monitoringowych BPN. Analiza objęła cztery zespoły leśne najpospolitsze w badanym obrębie [Michalczuk 2001; materiały BPN]:

- 1) *Calamagrostio arundinaceae-Piceetum* Sokol. 1968 (*Serratulo-Pinetum* [W. Mat. 1981] J. Mat. 1988) skrótowo „bór mieszany”,
- 2) *Tilio-Carpinetum typicum* Tracz. 1962 skrótowo „grąd”,
- 3) *Circaeo-Alnetum* Oberd. 1953, (*Fraxino-Alnetum* W. Mat. 1952) skrótowo „łęg”,
- 4) *Carici elongatae-Alnetum* Koch 1926 (*Ribeso nigri-Alnetum* Sol.-Górn. [1975] 1987) skrótowo „ols”.

Dalej w pracy stosowane są nazwy skrócone. Każdy zespół reprezentowany jest przez pięć powierzchni monitoringowych.

Na każdej z powierzchni badaniom poddano trzy największe świerki. Listy florystyczne sporządzano dla każdego drzewa, osobno dla pnia powyżej 0,5 m od poziomu gruntu i dla części odziomkowej do 0,5 m od powierzchni gruntu, z pominięciem gatunków rosnących na korzeniach powierzchniowych przykrytych ściółką. Ilościowość gatunków określano według skali Londo [1976]. Prace terenowe przeprowadzono w lipcu 2006 roku. Zebrane okazy są złożone w zielniku Instytutu Badawczego Leśnictwa w Białowieży. Nazewnictwo gatunków przyjęto za Ochyra i in. [2003] i Klamą [2006].

Podobieństwo zbiorowisk epifitów określono za pomocą metody DCA przy użyciu programu CANOCO 4.5 [ter Braak, Šmilauer 2002]. Właściwości siedliska powodujące zróżnicowanie kombinacji mszaków określono za pomocą wskaźnikowych liczb ekologicznych [Ellenberg i in. 1992]. Bogactwo gatunków i powierzchnię zajęta przez mszaki przedstawiono jako średnie arytmetyczne z odchyleniami standardowymi. Istotność różnic określono testem Kruskala-Wallisa, przy użyciu programu Statistica 8 (StatSoft, Inc.).

Wyniki

Pośród 27 stwierdzonych gatunków epifity obligatoryjne obejmują cztery gatunki mchów: *Hypnum cupressiforme*, *Orthodicranum montanum*, *Platygyrium repens* i *Ulota crispa* – ostatni jako jedyny występujący wyłącznie na pniach. Ze stwierdzonych wątrobowców żaden nie jest bezwzględnie obligatoryjnym epifitem, chociaż *Lophocolea heterophylla* i *Ptilidium pulcherrimum* są często za takie uważane [Klama 2002].

W borze mieszanym mszaki epifityczne na świerku obejmują 10 gatunków mchów i trzy gatunki wątrobowców. *Orthodicranum montanum*, *Plagiothecium laetum* i *Hypnum cupressiforme* pojawiają się na ponad 70% badanych forofitów. Trzynaście gatunków było odnotowanych na odziomkach drzew, a cztery – na pniach. Z gatunków notowanych na odziomkach tylko cztery przekroczyły frekwencję 50%, podczas gdy na pniu udział żadnego z gatunków nie przekroczył 40%. Gatunki dna lasu, takie jak *Pleurozium schreberi*, *Dicranum scoparium* czy *Brachythecium rutabulum*, odnotowano tylko na odziomkach pni (tab. 1).

W grądzie na świerku stwierdzono 14 gatunków mchów i jeden gatunek wątrobowca. Siedem z nich rośło na pniach, a dwa razy tyle na odziomkach. Pośród gatunków rosnących na pniach, dwa wykazały frekwencję wyższą niż 50%. *Ulota crispa* był znaleziony tylko w tej strefie. Na odziomkach większość gatunków nie przekroczyła frekwencji 40%. Tylko cztery (*Plagiothecium nemorale*, *Orthodicranum montanum*, *Plagiothecium laetum* i *Hypnum cupressiforme*) były notowane częściej – na ponad 70% świerków. Gatunki dna lasu, takie jak *Polytrichastrum formosum*, *Plagiomnium cuspidatum*, *Eurhynchium angustirete* czy *Brachythecium rutabulum*, znaleziono tylko na odziomkach (tab. 1).

Tabela 1.

Częstość [%] występowania mszaków na świerku pospolitym w wybranych zespołach leśnych Obrębu Ochronnego Orłówka w Białowieżskim Parku Narodowym

Frequency [%] of occurrence of bryoflora on Norway spruce in the selected forest communities of the Orłówka Protective District in Białowieża National Park

Gatunki	B		G		Ł		O	
	S	P	S	P	S	P	S	P
<i>Amblystegium serpens</i> [Hedw.] Schimp.	–	–	26,7	–	20,0	–	–	–
<i>Brachythecium rutabulum</i> [Hedw.] Schimp.	20,0	–	13,3	–	6,7	–	20,0	–
<i>Dicranum scoparium</i> Hedw.	13,3	–	–	–	13,3	–	6,7	–
<i>Eurhynchium angustirete</i> [Broth.] T. J. Kop.	–	–	13,3	–	13,3	–	6,7	–
<i>Herzogiella seligeri</i> [Brid.] Z.Iwats.	20,0	–	26,7	6,7	33,3	13,3	20,0	–
<i>Hypnum cupressiforme</i> Hedw.	93,3	33,3	100	60,0	100	40,0	86,7	20,0
<i>Orthodicranum montanum</i> [Hedw.] Loeske	73,3	20,0	80,0	60,0	80,0	26,7	66,7	20,0
<i>Oxyrrhynchium hians</i> [Hedw.] Loeske	–	–	–	–	13,3	–	–	–
<i>Plagiomnium cuspidatum</i> [Hedw.] T.J.Kop.	–	–	13,3	–	20,0	–	13,3	–
<i>Plagiothecium curvifolium</i> Schlieph. ex Limpr.	53,3	–	–	–	6,7	–	–	–
<i>Plagiothecium laetum</i> Schimp.	86,7	–	86,7	13,3	60,0	–	20,0	–
<i>Plagiothecium nemorale</i> [Mitt.] A.Jaeger	–	–	73,3	–	40,0	–	13,3	–
<i>Platygyrium repens</i> [Brid.] Schimp.	–	–	26,7	33,3	26,7	6,7	6,7	13,3
<i>Pleurozium schreberi</i> [Willd. ex Brid.] Mitt.	6,7	–	–	–	–	–	–	–
<i>Pohlia nutans</i> [Hedw.] Lindb.	46,7	6,7	6,7	–	6,7	–	–	–
<i>Polytrichastrum formosum</i> [Hedw.] G.L.Sm.	–	–	6,7	–	–	–	–	–
<i>Rhytidadelphus triquetrus</i> [Hedw.] Warnst.	–	–	–	–	6,7	–	–	–
<i>Rosulabryum laevifolium</i> [Syed] Ochyra	–	–	–	–	6,7	–	–	–
<i>Sciuro-hypnum oedipodium</i> [Mitt.] Ignatov & Huttunen	–	–	–	–	6,7	–	–	–
<i>Straminergon stramineum</i> [Dicks. ex Brid.] Hedenäs	–	–	–	–	6,7	–	–	–
<i>Tetraphis pellucida</i> Hedw.	6,7	–	33,3	6,7	66,7	–	20,0	–
<i>Ulota crispa</i> [Hedw.] Brid.	–	–	–	20,0	–	13,3	–	–
<i>Bazzania trilobata</i> * [L.] Gray	–	–	–	–	33,3	6,7	–	–
<i>Lepidozia reptans</i> * [L.] Dumort.	13,3	–	–	–	26,7	0,0	13,3	–
<i>Lophocolea heterophylla</i> * [Schrud.] Dumort.	40,0	6,7	40,0	–	33,3	6,7	20,0	–
<i>Plagiochila asplenioides</i> * [L. emend. Taylor] Dumort.	–	–	–	–	13,3	6,7	–	–
<i>Ptilidium pulcherrimum</i> * [Weber] Vain.	40,0	–	–	–	–	–	–	–

* wątrobowce; B – bór mieszany; G – grąd; Ł – łęg; O – ols; P – pień; S – stopa drzewa

* liverworts; B – pine-oak mixed forest; G – oak-linden-hornbeam deciduous forest; Ł – ash-alder riparian forest; O – alder bog forest; P – tree trunk; S – tree foot

Łęg zawierał najbogatszą bryoflorę epifityczną, liczącą 20 mchów i cztery wątrobowce. Odziomki były siedliskiem 23 gatunków, a pnie jednej trzeciej tej liczby. Wszystkie gatunki obecne na pniach i większość z obecnych na odziomkach nie przekroczyły 40% frekwencji. Tylko *Plagiothecium laetum*, *Tetraphis pellucida*, *Orthodicranum montanum* i *Hypnum cupressiforme* wykazały frekwencję większą lub równą 60%. Żaden ze stwierdzonych gatunków dna lasu (*Rhytidadelphus triquetrus*, *Brachythecium rutabulum*, *Eurhynchium angustirete*, *Dicranum scoparium* i *Plagiomnium cuspidatum*) nie wystąpił na pniu. Z drugiej strony *Ulota crispa* była rejestrowana wyłącznie na tej części drzewa (tab. 1).

W olsie bryoflora epifityczna świerka objęła 11 gatunków mchów i dwa wątrobowców. Trzydzieści gatunków występowało na odziomkach i trzy na pniach. Frekwencja większości obserwowanych gatunków, zarówno z pni, jak i odziomków, nie przekroczyła 20%. Tylko *Orthodicranum montanum* i *Hypnum cupressiforme* były notowane na ponad 60% badanych świerków, wykazując tę wysoką frekwencję wyłącznie na odziomkach. Podobnie jak w poprzednich zespołach leśnych gatunki dna lasu (*Eurhynchium angustirete*, *Dicranum scoparium*, *Plagiomnium cuspidatum* i *Brachythecium rutabulum*) były tu rejestrowane wyłącznie na odziomkach (tab. 1).

Uporządkowanie zespołów leśnych i gatunków mszaków metodą DCA pozwala na odróżnienie zbiorowisk epifitów boru mieszanego od pozostałych zespołów leśnych. Pozwala ono także odróżnić bryoflorę pni od bryoflory odziomków. W analizie jakościowej wydzielają się trzy grupy gatunków. Pierwsza złożona jest z *Bazzania trilobata*, *Dicranum scoparium*, *Lepidozia reptans*, *Lophocolea heterophylla*, *Plagiothecium curvifolium*, *Pleurozium schreberii*, *Pohlia nutans* i *Ptilidium pulcherrimum*, druga z *Hypnum cupressiforme*, *Orthodicranum montanum*, *Platygyrium repens* oraz *Ulota crispa*, a trzecia z *Amblystegium serpens*, *Eurhynchium angustirete*, *Herzogiella seligeri*, *Oxyrrhynchium hians*, *Plagiochila asplenoides*, *Plagiomnium cuspidatum*, *Plagiothecium nemorale*, *Polytrichastrum formosum* i *Rhytidiadelphus triquetrus*.

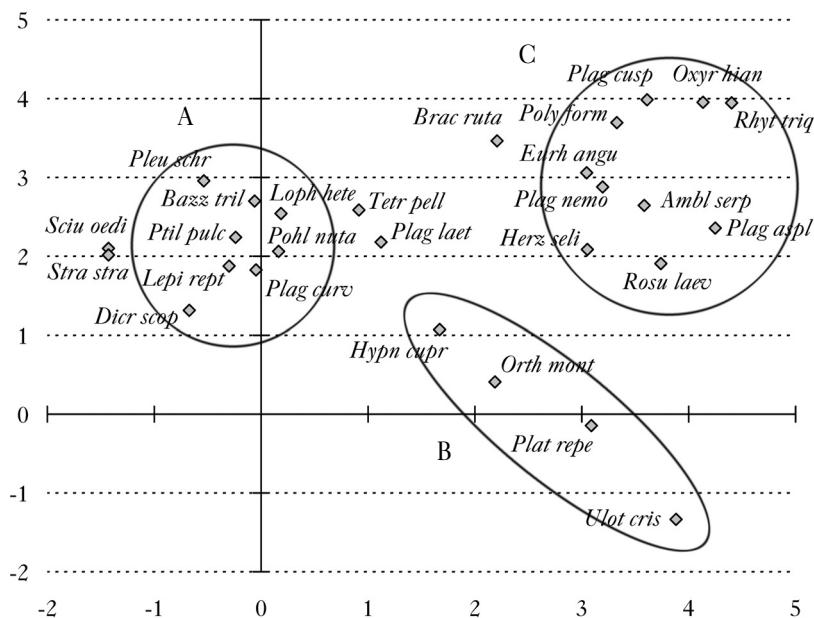
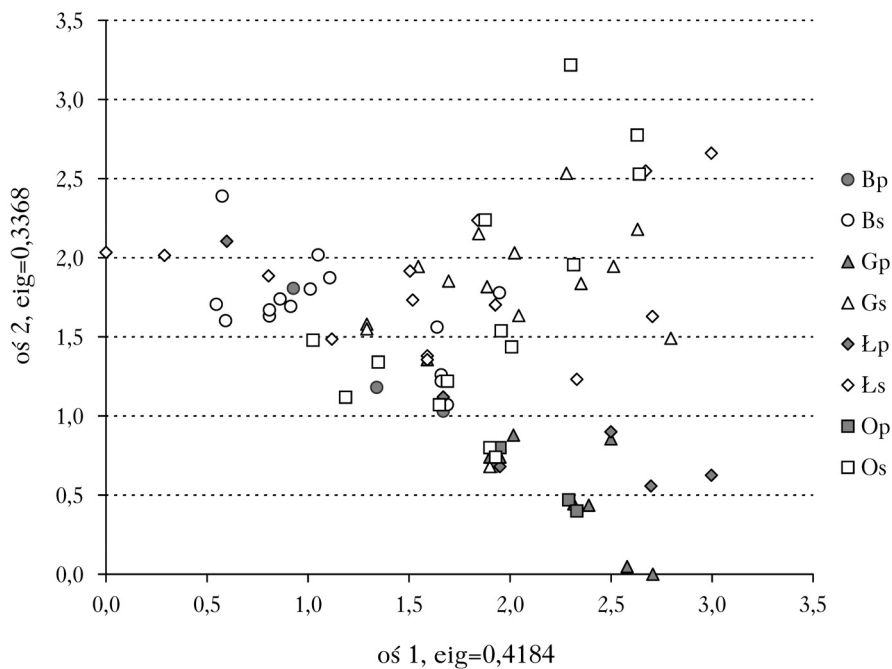
Interpretacja osi oparta na grupowaniu gatunków pozwala na powiązanie osi X z zespołami leśnymi, a osi Y ze strefą zasiedlenia drzewa (ryc. 2). Interpretacja charakterystyki ekologicznej wyróżnionych grup gatunków oparta na wskaźnikowych liczbach ekologicznych pozwala wskazać odczyn gleby jako główny siedliskowy czynnik różnicujący rozmieszczenie badanych mszaków (tab. 2). W analizie ilościowej DCA znajdujemy analogiczny rozkład gatunków.

Liczba mszaków epifitycznych na świerku jest zbliżona w borze mieszanym, grądzie i łągu. Tylko w olsie jest niższa, zarówno na odziomkach, jak i na pniach, chociaż różnice te nie są statystycznie istotne. Średnia liczba gatunków notowana na odziomkach forofitów nie przekroczyła siedmiu, a na pniach – dwóch. Różnica w liczbie gatunków epifitów między odziomkami i pniami jest statystycznie istotna we wszystkich zespołach leśnych z wyjątkiem olsu. Średnie pokrywanie mszaków na odziomkach nie przekroczyło 30%, a na pniach 10% (tab. 3). Różnice w pokrywaniu mszaków między pniami a odziomkami są istotne w zespołach leśnych siedlisk świeżych – grądu i boru mieszanego, a nieistotne na siedliskach mokrych – łągu i olsu. Różnice pokrywania mszaków w tych samych strefach drzewa między różnymi zbiorowiskami leśnymi nie są istotne statystycznie.

Dyskusja

Liczba gatunków mszaków epifitycznych odnotowanych na świerku w niniejszych badaniach (27) jest porównywalna z danymi literaturowymi, które przedstawiają świerka jako forofit o dość ubogiej (18-38 gatunków) bryoflorze i o znacznym udziale gatunków występujących na odziomku [Mickiewicz, Trocewicz 1958; Żarnowiec 1995; Cieśliński i in. 1996; Kuusinen 1996; Klama 2002; Meżaka, Znotiņa 2006; Coote i in. 2007]. Wyrażna, obejmująca 22% gatunków, mniejszość epifitów obligatoryjnych w bryoflorze świerka odnotowana w niniejszej pracy lokuje się pomiędzy obserwacjami Cieślińskiego i in. [1996], którzy przedstawiają wartość 14%, a Klamy [2002], wykazującego 33%.

Chociaż wpływ różnych zespołów leśnych na bryoflorę epifityczną jednego forofita nie był dotychczas rozpatrywany, to wyniki niniejszej pracy potwierdzają obserwacje prowadzone w drzewostanach wielogatunkowych, gdzie zespół leśny miał wpływ na fakultatywne epifity rosnące w strefie odziomkowej, a skład epifitów obligatoryjnych na pniach drzew był uzależniony od gatunku forofita [Mickiewicz, Trocewicz 1958; Cieśliński i in. 1996; Meżaka, Znotiņa 2006].



Ryc. 2.

Podobieństwo kompozycji gatunkowej zbiorowisk mszaków epifitycznych na świerkach w Obrębie Ochronnym Orłówka Białowieżskiego PN uzyskane metodą DCA w analizie jakościowej

Similarity of species composition of epiphytic bryophyte communities on Norway spruce in the Orłówka Protective District of Białowieża NP obtained with DCA method basing on the qualitative data

B – bór mieszany; G – grąd, Ł – lęg, O – ols, p – pień, s – stopa drzewa; A, B, C – wyróżnione grupy mszaków

B – pine-oak mixed forest; G – oak-linden-hornbeam deciduous forest; Ł – ash-alder riparian forest; O – alder bog forest; p – tree trunk, s – tree foot; A, B, C – distinguished groups of bryophytes

Tabela 2.

Średnie wartości wskaźnikowych liczb ekologicznych [Ellenberg i in. 1992], obliczonych dla wyróżnionych grup gatunków mszaków

Mean values of ecological indicator values [Ellenberg et al. 1992] calculated for the distinguished groups of bryophyte species

Grupa gatunków	Liczba wskaźnikowa				
	Światło	Temperatura	Kontynentalizm	Wilgotność	Odczyn
A	5,1	3	5,4	4,5	2,4
B	5,3	3,7	5,5	4,8	3,8
C	5	3,4	5,3	5	5,5
A-C	0,1	0,4	0,1	0,5	3,1

Tabela 3.

Zróżnicowanie bogactwa gatunkowego i pokrywania mszaków na świerku pospolitym w zależności od zespołu leśnego

Differentiation of species richness and abundance of epiphytic bryoflora on Norway spruce according to forest community type

Zespół leśny	Liczba gatunków				Pokrycie			
	Stopa drzewa		Pień		Stopa drzewa		Pień	
	Średnia	±SD	Średnia	±SD	Średnia	±SD	Średnia	±SD
Bór mieszany	5	2,2	1	1,05	19,33	7,99	2	3,16
Grąd	5	1,72	2	1,85	28,00	15,68	6,33	6,94
Łęg	6	2,72	1	1,7	13,67	7,43	5	7,32
Ols	3	1,64	1	1,13	10,33	8,12	1,33	2,97

Odrębność bryoflory epifitycznej świerka w borze mieszanym od pozostałych badanych zespołów leśnych jest częściowo potwierdzana przez Cieślińskiego i in. [1996], którzy odnotowali znacznie niższe bogactwo gatunkowe mszaków na odziomkach w borze świeżym (19 sp./ha) niż w zbiorowiskach o wyższej wilgotności – grądzie (27 sp./ha), łęgu (35 sp./ha) czy olsie (38 sp./ha). Jednak w naszym przypadku głównym czynnikiem różnicującym wydaje się być odczyn, a nie wilgotność

Warto zauważyć, że osobna analiza wpływu zbiorowiska leśnego i właściwości forofita nie jest w pełni możliwa, jako że parametry drzewa są do pewnego stopnia warunkowane przez zbiorowisko. Mimo tego, uzyskane wyniki, razem z wcześniejszymi doniesieniami literaturowymi, pozwalają stwierdzić, że zbiorowisko roślinne wywiera wpływ na bryoflorę epifityczną w przypadku rozpatrywania jednego gatunku forofita. Natomiast gdyby porównać różne gatunki forofitów, głównym czynnikiem różnicującym byłyby właściwości forofita [Kenkel, Bradfield 1981; Bates i in. 2004]. Dlatego problem ten zasługuje na dalszą uwagę, szczególnie z objęciem innych gatunków drzew w szerszym spektrum zespołów leśnych.

Wnioski

- ✦ Różnorodność i obfitość występowania bryoflory epifitycznej na świerku są realizowane głównie przez epifity fakultatywne. Rola epifitów obligatoryjnych na świerku jest akcesoryczna.
- ✦ Wpływ właściwości zespołu leśnego na bryoflorę epifityczną świerka odzwierciedla się w kompozycji epifitów fakultatywnych na odziomkach drzew.
- ✦ Bogactwo gatunkowe i obfitość występowania bryoflory epifitycznej na świerku w borze świeżym są istotnie niższe niż w olsie, łęgu i grądzie.
- ✦ Głównym czynnikiem różnicującym bryoflorę epifityczną świerka jest odczyn siedliska.

Podziękowania

Autorzy składają podziękowania Panu Andrzejowi Kęczyńskiemu za pomoc w wyborze powierzchni badawczych oraz dr Jadwidze Mickiewicz za weryfikację oznaczeń mszaków.

Literatura

- Aude E., Poulsen R. S. 2000. Influence of management on the species composition of epiphytic cryptogams in Danish *Fagus* forest. Appl. Veg. Sci. 3: 81-88.
- Barkman J. J. 1958. Phytosociology and ecology of cryptogamic epiphytes. Van Gorcum & Company. N. V., Assen.
- Bates J. W., Roy D. B., Preston C. D. 2004. Occurrence of epiphytic bryophytes in a 'tetrad' transect across southern Britain. 2. Analysis and modeling of epiphyte - environment relationships. J. Bryol. 26 (3): 181-197.
- ter Braak C. J. F., Šmilauer P. 2002. CANOCO Reference Manual and CanoDraw for Windows User's Guide: Software for Canonical Community Ordination (version 4.5). Microcomputer Power, Ithaca, New York.
- Caners R. T., Macdonald S. E., Belland R. J. 2010. Responses of boreal epiphytic bryophytes to different levels of partial canopy harvest. Botany 88: 315-328.
- Ciesliński S., Czyżewska K., Klama H., Żarnowiec J. 1996. Epiphytes and epiphytism. Phytocoenosis 8 (N.S.) Archiv. Geobot. 6: 15-35.
- Coote L., Smith G. F., Kelly D. L., O'Donoghue S., Dowding P., Iremonger S., Mitchell F. J. G. 2007. Epiphytes of Sitka spruce (*Picea sitchensis*) plantations in Ireland and the effect of open spaces. Biodiversity Conserv. 16: 4009-4024.
- Ellenberg H., Weber H. E., Düll R., Wirth V., Werner W., Paulißen D. 1992. Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. 2. Aufl., Verlag Erich Goltze KG, Göttingen.
- Ellyson W. J. T., Sillet S. C. 2003. Epiphyte communities on Sitka spruce in an old-growth redwood forest. Bryologist 106 (2): 197-211.
- Faliński J. B. 1986. Vegetation dynamics in temperate lowland primeval forest. Ecological studies in Białowieża Forest. Dr W. Junk Publ., Dordrecht.
- Friedel A., Oheim G., Dengler J., Härdtle W. 2006. Species diversity and species composition of epiphytic bryophytes and lichens – a comparison of managed and unmanaged beech forests in NE Germany. Feddes Repert. 117 (1-2): 172-185.
- Fritz Ö. 2009. Vertical distribution of epiphytic bryophytes and lichens emphasizes the importance of old beeches in conservation. Biodiversity Conserv. 18 (2): 289-304.
- Hazell P., Kellner O., Rydin H., Gustafsson L. 1998. Presence and abundance of four epiphytic bryophytes in relation to density of aspen (*Populus tremula*) and other stand characteristics. For. Ecol. Manage. 107: 147-158.
- Kenkel N. C., Bradfield G. E. 1981. Ordination of epiphytic bryophyte communities in a wet-temperate coniferous forest, South-Coastal British Columbia. Vegetatio 45: 147-154.
- Király I., Ódor P. 2010. The effect of stand structure and tree species composition on epiphytic bryophytes in mixed deciduous-coniferous forests of Western Hungary. Biol. Conserv. 143: 2063-2069.
- Klama H. 2002. Distribution patterns of liverworts (*Marchantiopsida*) in natural forest communities (Białowieża Primeval Forest, NE Poland). University of Bielsko-Biała, Bielsko-Biała.
- Klama 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, PAS, Kraków. 83-100.
- Kuusinen M. 1996. Importance of spruce swamp-forests for epiphyte diversity and flora on *Picea abies* in southern and middle Boreal Finland. Ecography 19: 41-51.
- Kwiatkowski W. 1994. Vegetation landscapes of Białowieża Forest. Phytocoenosis 6 (N. S.) Suppl. Cartograph. Geobot. 6: 35-87.
- Londo G. 1976. The decimal scale for relevés of permanent quadrats. Vegetatio 33: 61-64.
- Mežaka A., Znotina V. 2006. Epiphytic bryophytes in old growth forests of slopes, screes and ravines in north-west Latvia. Acta Universitatis Latviensis 710: 103-116.
- Michaleczuk Cz. 2001. Siedliska i drzewostany Białowieżskiego Parku Narodowego. Phytocoenosis 13 (N.S.) Suppl. Cartograph. Geobot. 13: 3-22.
- Mickiewicz J., Trocewicz A. 1958. Mszaki epifityczne zespołów leśnych w Białowieżskim Parku Narodowym. Acta Soc. Bot. Pol. 27.3: 463-482.
- Ochyra R., Żarnowiec J., Bednarek-Ochyra H. 2003. Census catalogue of Polish mosses. W. Szafer Institute of Botany, PAS, Kraków.
- Palmer M. W. 1986. Pattern in corticolous bryophyte communities of the North Carolina Piedmont: do mosses see the forest or the trees? Bryologist 89: 59-65.
- Peck J. E. 1997. The association of commercially harvestable bryophytes and their host species in northwestern Oregon. Bryologist 100: 383-393.

- Peterken G. F. 1996. Natural woodland: Ecology and Conservation in Northern Temperate Regions. Cambridge University Press, Cambridge.
- Pierzgalski E., Boczoń A., Tyszka J. 2002. Zmienność opadów i położenia wód gruntowych w Białowieżskim Parku Narodowym. Kosmos 51 (4): 415-425.
- Prusinkiewicz Z., Michalczuk Cz. 1998. Soils of the Białowieża National Park. Phytocoenosis 10 (N.S.) Suppl. Cartograph. Geobot. 10: 29-40.
- Rhoades F. M. 1995. Nonvascular epiphytes in forest canopies: worldwide distribution, abundance and ecological roles W: Lowman M. D., Nadkarni N. M. [red.]. Forest Canopies. Academic Press, San Diego. 353-408.
- Schmitt C. K., Slack N. G., 1990. Host specificity of epiphytic lichens and bryophytes: A comparison of the Adirondack Mountains (New York) and the Southern Blue Ridge Mountains (North Carolina). The Bryologist 93: 257-274.
- Slack N. G. 1976. Host specificity of bryophytic epiphytes in eastern North America. J. Hattori Bot. Lab. 41: 107-132.
- Szövényi P., Hoek Z. S., Tóth Z. 2004. Phorophyte preferences of epiphytic bryophytes in a stream valley in the Carpatian Basin. J. Bryol. 26.2: 137-146.
- Wiśniewski T. 1930. Les associations des Muscinées (*Bryophyta*) epiphytes de la Pologne, en particulier celles de la forêt vierge de Białowieża. Bulletin International de l'Academie Polonaise des Sciences et Lettres, Scien. Mathemat. et Natural. 2.1: 293-342.
- Żarnowiec J. 1995. Bryopsida. Phytocoenosis 7 (N.S.) Archiv. Geobot. 4: 47-61.

SUMMARY

Epiphytic bryophytes of Norway spruce in selected forest communities of Białowieża National Park, NE Poland

The influence of forest type on species richness and abundance of epiphytic bryoflora on Norway spruce in natural forest was tested on 60 trees, growing in four forest communities characteristic for Białowieża National Park: pine-oak mixed forest, oak-linden-hornbeam deciduous forest, ash-alder riparian forest and black alder-bog forest. The inventory of bryoflora was carried out in two height sections: on the tree base, up to 0,5 m from the ground and on the trunk, above 0,5 m. In total 27 species of bryophytes were recorded, including 5 liverworts; 16 of them were observed only on tree bases, one species exclusively on trunks and 10 in both sections. In each forest community much higher number of species and coverage of bryophytes were found on tree bases than on trunks. The first factor differentiating the distribution of epiphytic bryophytes on Norway spruce was the surrounding forest community and the second one the tree section. The influence of forest community on bryoflora was recorded on tree bases, which were colonised by facultative epiphytes.