

Zbiorowiska roślinne z udziałem *Cladonia stellaris* na obszarach wydmowych Basenu Dolnego doliny Biebrzy – wyniki wstępne

Adam Bernatowicz, Piotr Zaniewski, Zuzanna Pestka

Abstrakt. *Cladonia stellaris* jest gatunkiem wskaźnikowym optymalnej postaci boru chrobotkowego *Cladonio-Pinetum* Juraszek 1927. Gatunek ten obecnie zanika niemal w całej Polsce i jest zagrożony wyginięciem. Obszary wydmy Basenu Dolnego doliny Biebrzy są jednym z miejsc najliczniejszego występowania tego gatunku na Nizinie Polskiej. W celu określenia preferencji populacji *Cladonia stellaris* w Basenie Dolnym doliny Biebrzy, w stosunku do zbiorowisk roślinnych, wykształconych na ubogim, piaszczystym podłożu, wykonano 39 zdjęć fitosocjologicznych, o powierzchni 150 m², z wykorzystaniem zmodyfikowanej metody Braun-Blanquet'a. Wyróżniono zbiorowiska za pomocą klasyfikacji TWINSpan i przeprowadzono analizę DCA, w celu określenia przywiązania gatunku do tych zbiorowisk. Wykazano związek odnowienia *Cladonia stellaris* z fitocenozą właściwą dla subkontynentalnych wrzosowisk mącznicowych oraz inicjalnych postaci borów chrobotkowych. Potwierdzono, iż jest to gatunek wskaźnikowy dla zespołu *Cladonio-Pinetum*, który znajduje się w fazie optymalnej. Ustalono, iż zarówno naturalne, jak i antropogeniczne zaburzenia sprzyjają utrzymywaniu się silnej populacji *Cladonia stellaris* na obszarach wydmowych Basenu Dolnego doliny Biebrzy.

Słowa kluczowe: chrobotek alpejski, bór chrobotkowy, wrzosowiska, murawy, zaburzenia, gospodarka leśna

Abstract. Plant communities with *Cladonia stellaris* in a dune areas of the Lower Basin of the Biebrza Valley – preliminary results. *Cladonia stellaris* is an indicator species of the optimal form of *Cladonio-Pinetum* Juraszek 1927. Nowadays, the species is disappearing in almost all over Poland and is threatened with extinction. One of the most important places of occurrence of this species in the Polish Lowland are dune areas in the Lower Basin of the Biebrza Valley. In order to define its preferences for some plant communities, created on poor sands, 39 relevés have been performed, each with a surface of 150 sq m, using the modified Braun-Blanquet method. The plant communities were determined, using TWINSpan algorithm. Relation between *Cladonia stellaris* and them was identified using DCA analysis. Connections between the occurrence of young specimens of *Cladonia stellaris* and subcontinental bearberry heaths habitat has been observed. It has been also confirmed that

this species is an indicator of *Cladonio-Pinetum*. Disturbance have a positive influence on maintaining of its population.

Keywords: *Cladonia stellaris*, Scots pine forest, heaths, grasslands, disturbances, forest management

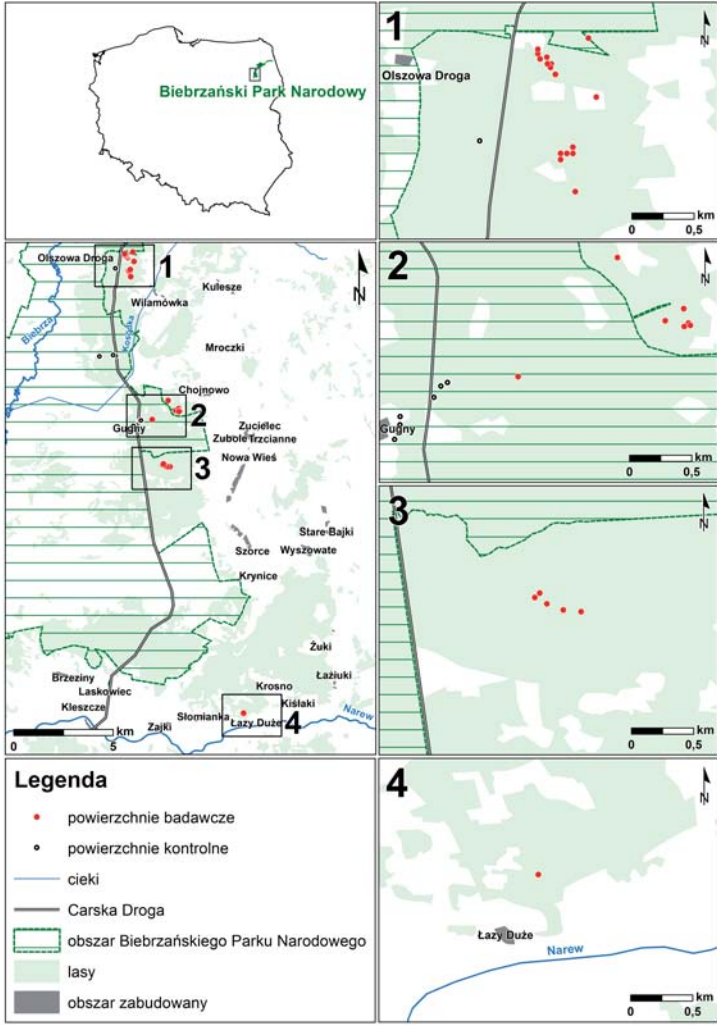
Wstęp

Wśród porostów naziemnych z sekcji *Cladina*, obecnych w Polsce, na szczególną uwagę zasługuje chrobotek alpejski *Cladonia stellaris*. Jest to gatunek borealno-górski, występujący w wyższych partiach Tatr i Sudetów (przeważnie w piętrze kosodrzewiny i halnym), a na niżu m. in. w pasie pojezierzy oraz na północnym wschodzie kraju, w suchych i widnych borach sosnowych oraz w obrębie kęp na torfowiskach wysokich (Cieśliński 2004). Na obszarze Wyżyny Kielecko-Sandomierskiej (Cieśliński 1979) oraz Puszczy Kampinoskiej (Zielińska 1967) gatunek ten związany jest z borem chrobotkowym *Cladonio-Pinetum*. Jego obecność uznaje się za wskaźnik optymalnego rozwinięcia fitocenoz zespołu boru chrobotkowego *Cladonio-Pinetum* Juraszek 1927 (Cieśliński 1979, Zielińska 1967). *Cladonia stellaris* jest wyjątkowo interesującym gatunkiem porostu naziemnego, z racji m. in. obserwowanego od wielu lat przez lichenologów w Polsce zjawiska jego zanikania (Cieśliński 2004, Zaniewski i in. 2012). Wiele stanowisk, znanych z literatury, obecnie nie istnieje. Problem ten znajduje odzwierciedlenie w polskim prawie – takson objęty jest ochroną ścisłą. W Polsce północno-wschodniej ma status gatunku wymierającego – EN (Cieśliński 2003b). Istnieje potrzeba poszerzenia wiedzy o biologii i ekologii populacji niżowych tego cennego gatunku, bowiem nie zostały dostatecznie rozpoznane przyczyny jego zanikania (Cieśliński 2004). W Basenie Dolnym doliny Biebrzy nadal występuje stosunkowo silna i liczna populacja *Cladonia stellaris*. Była ona przedmiotem badań m.in. Bystrka i Kolanko (1997), Cieślińskiego (2003) oraz Maliszewskiej i in. (2010). Dzięki jej trwaniu, możliwe jest badanie gatunku na wystarczająco dużej próbie. Jest to niezbędne dla opracowania skutecznych metod ochrony czynnej miejsc jego występowania. Celem pracy jest określenie preferencji *Cladonia stellaris* w Basenie Dolnym doliny Biebrzy, w stosunku do zbiorowisk roślinnych wykształconych na ubogim, piaszczystym podłożu.

Teren badań

Basen Dolny doliny Biebrzy zlokalizowany jest w Kotlinie Biebrzańskiej, będącej pod wpływem klimatu umiarkowanego przejściowego, z cechami klimatu kontynentalnego. Średnia roczna suma opadów z wielolecia 1961–2000 wynosi 570 mm. Jest to jedna z najniższych wartości w regionie. Średnia roczna temperatura powietrza wynosi 6,6°C, a amplituda średnich temperatur wynosi 21,8°C. Dominują wiatry zachodnie (Górniak 2000, 2004). Basen Dolny doliny Biebrzy ma kształt rynny, ułożonej południkowo, o długości 30 km i szerokości 12–15 km. Największy i niemal całkowicie zawydmiony obszar tego tarasu występuje na odcinku od Osowca do kolonii Nowa Wieś (Żurek 2005). Na tarasie wydymowym, biegnącym od Osowca do kolonii Nowa Wieś, dominuje subkontynentalny bór świeży *Peucedano-*

-*Pinetum* (Bartoszuk 2005). Lokalnie występują zbiorowiska zastępcze na siedlisku boru świeżego: murawy szczotlichowe (*Corynephorion*) i ciepłolubne (*Koelerion*). Powstały one wskutek zaburzeń – m. in. pożarów, zrębów zupełnych, wiatrołomów, presji jeleniowatych bądź jako zbiorowiska regeneracyjne na porzuconych gruntach ornym. Teren badań zobrażowano na ryc. 1.



Ryc. 1. Lokalizacje stanowisk *Cladonia stellaris* i wykonanych w ich obrębie zdjęć fitosocjologicznych
 Fig. 1. Localities of *Cladonia stellaris* and made releves

Znaczna część obszarów Basenu Dolnego doliny Biebrzy położona jest w Biebrzańskim Parku Narodowym, który na etapie powstawania w 1993 r., przejął grunty leśne od Nadleśnictwa Trzcianna. Lasy te przez dziesięciolecia podlegały planowej gospodarce leśnej, właściwej dla praktyki Lasów Państwowych – zrębom zupełnym, oraniu gleby pługiem leśnym oraz nasadzeniom sosny na rabatowalkach. Na badanym obszarze część lasów znajduje się w rękach prywatnych i charakteryzuje się przejawami chaotycznego gospodarowania – najczęściej brakiem trzebieży w przegęszczonych monokulturach sosnowych lub rabunkowym pozyskiwaniem surowca drzewnego (obserwacje własne).

Metodyka

Prace w terenie wykonano w drugiej połowie lipca 2014 r. Obiektem badań były stanowiska *Cladonia stellaris* w Basenie Dolnym doliny Biebrzy (ryc. 1). Zidentyfikowano 4 główne rejonny jego występowania na terenie badawczym. W ich obrębie, wyznaczono szereg stanowisk. Za stanowisko przyjęto płat o jednorodnym sposobie użytkowania, tej samej historii (np. zaburzeń) oraz występowaniu jednego zbiorowiska roślinnego. Na każdym stanowisku wykonano jedno zdjęcie fitosocjologiczne. Do wykonania zdjęć wykorzystano zmodyfikowaną (Barkmann 1964) skalę Braun-Blanquet (1928): r, +, 1, 2m, 2a, 2b, 3, 4, 5. Lokalizacje zdjęć fitosocjologicznych ustalono z wykorzystaniem odbiornika GPS Garmin GPSMap 62s.

Wykonano 29 zdjęć fitosocjologicznych, z czego 16 zdjęć w rejonie nr 1 (11 w układach leśnych i 5 w nieleśnych, w zakresie odległości 30-1200 m), 7 w rejonie nr 2 (wszystkie w układach leśnych, w zakresie odległości 30-1500 m), 5 w rejonie nr 3 (wszystkie w układach leśnych, w zakresie odległości 50-400 m) oraz 1 w rejonie nr 4 (stanowisko w układzie leśnym). kolejne 10 zdjęć stanowiły kontrolne próby uzupełniające, wykonane w zbiorowiskach murawowych i dobrze rozwiniętych borów świeżych, wykształconych w jednorodnych warunkach siedliskowych, na ubogich piaskach wydmych. Zbiorowiska te stanowią fazę początkową i końcową ciągu sukcesyjnego, właściwego dla takich siedlisk.

Dla każdego zdjęcia fitosocjologicznego notowano obecność lub brak juwenilnych plech *Cladonia stellaris*, a także możliwe do zaobserwowania typy zaburzeń – ślady pożarów z przeszłości, presję jeleniowatych (na którą wskazywała obecność tropów i odchodów zwierząt w sąsiedztwie przewróconych i zgryzanych plech oraz zniszczenia drzewostanu), rodzaj gospodarki leśnej – uporządkowany (przygotowanie gleby przez orkę, nasadzenia drzew w rzędach) lub nieuporządkowany (bez orki, drzewostan z sukcesji wtórnej spontanicznej), wiatrołomy oraz zaburzone podłoże w wyniku zastosowania orki.

W celu wyróżnienia zbiorowisk zastosowano zmodyfikowaną (Roleček 2009) klasyfikację TWINSpan (Hill 1979) w oprogramowaniu JUICE 7.0 (Tichý 1999-2010). Przynależność wyróżnionych grup zdjęć do odpowiednich syntaksonów określono z wykorzystaniem klucza (Matuszkiewicz 2008). W celu uporządkowania zdjęć fitosocjologicznych (oraz wyróżnionych zbiorowisk roślinnych) zgodnie z gradientem sukcesji na obszarach wydmych przeprowadzono analizę DCA. Wykonano ją za pomocą oprogramowania Canoco 5 (Ter Braak i Šmilauer 2002). W programie tym wygenerowana została maksymalna odpowiedź ($p < 0,05$) gatunku *Cladonia stellaris* na tle wyróżnionych zbiorowisk roślinnych (miara przywiązania gatunku do tychże). Przed analizą dane poddano standardowej transformacji na

skalę porządkową (Maarel 1979). Na diagram ordynacyjny przedstawiający rozkład zdjęć fitosocjologicznych naniesiono wyniki analizy TWINSPAN.

Wyniki

W obrębie 39 zdjęć fitosocjologicznych zidentyfikowano łącznie 36 gatunków roślin naczyniowych, 15 mchów, 2 gatunki wątrobowców i 22 porostów naziemnych. Z wykorzystaniem algorytmów DCA i TWINSPAN uzyskano 8 zbiorowisk roślinnych (ryc. 2).

Przynależność syntaksonomiczna zbiorowisk

Na podstawie wyniku klasyfikacji numerycznej zidentyfikowano 8 zbiorowisk roślinnych o następującej przynależności syntaksonomicznej:

Klasa: *Koelerio glaucae-Corynephoretea canescentis* KLIKA in KLIKA et NOVAK 1941

Rząd: *Corynephorotalia canescentis* R. TX.

Związek: *Corynephorion canescentis* KLIKA 1934

zbiorowisko z *Corynephorus canescens* i *Hieracium pilosella*

zbiorowisko z *Corynephorus canescens* i *Cladonia mitis*

zbiorowisko z *Hieracium pilosella*

Klasa: *Nardo-Callunetea* PRSG 1949

Rząd: *Calluno-Ulicetalia* (Quant. 1935) R. TX. 1937

Związek: *Calluno-Arctostaphylon* R. TX. et PRSG 1949

zbiorowisko z *Betula pendula* i *Calluna vulgaris*

Klasa: *Vaccinio-Piceetea* BR.-BL. 1939

Rząd: *Cladonio-Vaccinietalia* KIELL.-LUND 1967

Związek: *Dicrano-Pinion* LIBB. 1933

zbiorowisko z *Pinus sylvestris* i *Pleurozium schreberi*

Cladonio-Pinetum wariant z *Cladonia mitis* postać inicjalna

Cladonio-Pinetum typicum

Cladonio-Pinetum wariant z *Cladonia mitis*

Charakterystyka zbiorowisk roślinnych

1. Zbiorowisko z *Corynephorus canescens* i *Hieracium pilosella* – nieleśne zbiorowisko porolne (obecność poziomu płuznego), ze znikomym udziałem krzewów. Wśród roślin zielnych dominuje *C. canescens*, *H. pilosella* oraz *Agrostis capillaris*. Wśród mchów występuje głównie *Polytrichum piliferum*, natomiast spośród porostów największy udział mają *Cladonia fimbriata*, *C. furcata* i *C. mitis*.
2. Zbiorowisko z *Corynephorus canescens* i *Cladonia mitis* – murawa ze związku *Corynephorion*, nawiązująca do *Corniculario-Cladonietum mitis*. W warstwie drzew i krzewów z niewielkim pokryciem występuje *Pinus sylvestris* i *Juniperus communis*. Dominantem w warstwie roślin zielnych jest *C. canescens*, natomiast w warstwie mszystej mech *Dicranum scoparium* oraz porost *C. mitis*, występujący z największym spośród wszystkich gatunków pokryciem.

3. Zbiorowisko z *Hieracium pilosella* – zbiorowisko murawowe nawiązujące do związku *Corynephorion*. W warstwie drzew występuje *Betula pendula* z niewielką domieszką *Quercus robur*. Wśród roślin zielnych dominuje *H. pilosella*, wśród mchów *Dicranum polysetum*, zaś wśród porostów *C. mitis*, jednakże nie tak zdecydowanie, jak w zbiorowisku z *C. canescens* i *C. mitis* (patrz podpunkt 2.).
4. Zbiorowisko z *Betula pendula* i *Calluna vulgaris* – zbiorowiska ze związku *Calluno-Arcostaphylion* z niewielkim udziałem *P. sylvestris* w warstwie drzew, z *B. pendula* w warstwie krzewów oraz dominacją *C. vulgaris*, *Carex ericetorum* i *Vaccinium vitis-idaea* wśród roślin zielnych. W warstwie mszystej najwyższe pokrycie osiąga *D. polysetum*, natomiast udział porostów jest niewielki.
5. *Cladonio-Pinetum* wariant z *Cladonia mitis* postać inicjalna – początkowe stadium boru chrobotkowego, stała obecność sosny w warstwie krzewów. Dominantami wśród roślin zielnych są *C. vulgaris* i *V. vitis-idaea*. W warstwie mszystej wysokie pokrycie osiągają mchy (około 40 %), głównie *Pleurozium schreberi*, *D. polysetum*, oraz porosty (45 %), takie jak *C. rangiferina*, *C. mitis* i *C. stellaris*.
6. *Cladonio-Pinetum* wariant z *Cladonia mitis* – zbiorowisko z dużym udziałem młodych sosen. W runie o około 90 % pokryciu dominują mchy (*P. schreberi*, *D. polysetum*) oraz porosty (*C. rangiferina*, *C. stellaris*, *C. mitis*).
7. *Cladonio-Pinetum typicum* – zbiorowisko z dominacją *P. sylvestris* w drzewostanie, znikomym pokryciem w warstwie runa oraz wysokim w warstwie mszystej (80 %), charakteryzującej się równym udziałem mchów (*P. schreberi*, *D. polysetum*) i porostów (*C. rangiferina*, *C. stellaris*, *C. furcata*).
8. Zbiorowisko z *Pinus sylvestris* i *Pleurozium schreberi* – dojrzały bór sosnowy z runem mszysto-czernicowym, gdzie najwyższe pokrycie osiąga *P. schreberi* i *V. myrtillus*. Charakterystyczny prawie całkowity brak porostów.

Dla zidentyfikowanych zbiorowisk roślinnych zestawiono syntetyczny opis pod kątem przywiązania do nich badanego gatunku (tab. 1). Pokrycie przez gatunki roślin naczyniowych, mchów i porostów naziemnych, wyrażone w zmodyfikowanej (Barkmann 1964) skali Braun-Blanquet (1928) zostało poddane transformacji na przeciętne pokrycie, zgodnie z zaleceniami Tüxena i Ellenberga (1937) oraz Maarela (1979).

***Cladonia stellaris* na tle zróżnicowania roślinności**

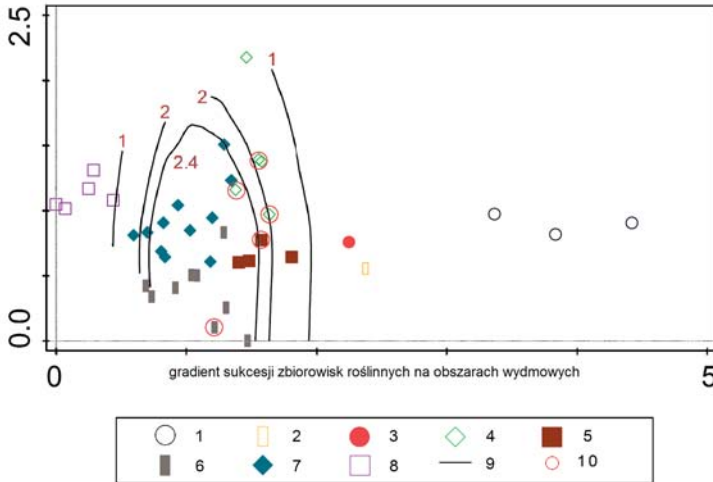
Zbiorowiska stosunkowo wyraźnie zróżnicowały się, zgodnie z ciągiem sukcesyjnym (gradient 1) (ryc. 2). W prawej części wykresu umiejscowiły się fitocenozy murawowe – skrajnie po prawej stronie, wykształcone na odłogach. Widoczny jest brak korelacji między występowaniem *Cladonia stellaris*, a tego typu zbiorowiskami. Na wykresie uwydatnia się związek młodych plech gatunku z fitocenozy przejściowymi między wrzosowiskami, a inicjalną postacią boru chrobotkowego. Gatunek osiąga optimum (największe pokrycie przez plechy) w borze chrobotkowym w dwóch, trudno odróżnialnych wariantach – typowym, z dominacją sosny i dużym udziałem porostów oraz z *Cladonia mitis* (gdzie występuje także więcej *Cladonia phyllophora*). Po lewej stronie wykresu umiejscowiły się płaty borów świeżych, nawiązujących do *Peucedano-Pinetum*, z wysokim udziałem *Pleurozium schreberi* i *Vaccinium myrtillus*, nieskorelowane z występowaniem *Cladonia stellaris*.

Tab. 1. Zidentyfikowane zbiorowiska roślinne i budujące je gatunki
Table 1. Identified plant communities and its main species

Zbiorowisko roślinne	Zbiorowisko z <i>Corynephorus canescens</i> i <i>Hieracium pilosella</i>	Zbiorowisko z <i>Corynephorus canescens</i> i <i>Cladonia mitis</i>	Zbiorowisko z <i>Hieracium pilosella</i>	Zbiorowisko z <i>Betula pendula</i> i <i>Calluna vulgaris</i>	<i>Cladonio-Pinetum</i> wariant z <i>Cladonia mitis</i> postać iniejalna	<i>Cladonio-Pinetum</i> wariant z <i>C. mitis</i>	<i>Cladonio-Pinetum</i> typicum	Zbiorowisko z <i>Pinus sylvestris</i> i <i>Pleurozium schreberi</i>
Nr zbiorowiska	1	2	3	4	5	6	7	8
Średnia liczba gatunków w zbiorowisku	23	30	32	26	32	21	19	14
Liczba zdjęć fitosocjologicznych	3	1	1	5	4	9	11	5
Obserwowane zaburzenia	teren porolny	pożar	pożar	pożar, jeleniowate, nieuporządkowana gospodarka leśna	nieuporządkowana/ uporządkowana gospodarka leśna (orka, nasadzenia), jeleniowate, pożar	wiatrolom, uporządkowana na gospodarka leśna (orka, nasadzenia)	pożar, nieuporządkowana gospodarka leśna (orka, nasadzenia)	uporządkowana gospodarka leśna (orka, nasadzenia)
Średnie pokrycie przez gatunki [%]								
Warstwa A1								
<i>Betula pendula</i>	0	0	0	0	5,63	0	2,5	5,63
<i>Pinus sylvestris</i>	0	0	0	13,75	0	10	20,68	57,5
Warstwa A2								
<i>Betula pendula</i>	0	0	18,75	0	4,71	0,28	1,72	2,6
<i>Pinus sylvestris</i>	0	2,5	0	0,5	6,88	38,1	10,8	0
Warstwa B								
<i>Betula pendula</i>	0	0	2,5	27,35	0,025	0,567	0,473	0,02
<i>Juniperus communis</i>	0	2,5	0	4,31	2,838	0,891	0,236	0,1
<i>Pinus sylvestris</i>	0,03	2,5	0	0,54	2,5	0	0,227	0,06
<i>Quercus robur</i>	0	0	0,1	0,04	0	0,011	0,009	0
Warstwa C – drzewa i krzewy								
<i>Betula pendula</i>	0,03	0	0	0,08	0,01	0,291	0,256	0,004
<i>Juniperus communis</i>	0	0,1	0,02	0,1	0,675	0,049	1,286	0,064
<i>Quercus robur</i>	0,007	0	0,1	0,02	0,075	0,06	0,085	0,08
<i>Pinus sylvestris</i>	0,9	0,1	0	0,1	0,075	0,044	2,764	0,008

Warstwa C – rośliny zielne									
		0	0	17,25	15,65	0,611	0,236	0,04	
<i>Calluna vulgaris</i>	0	0	0	0	15,65	0,611	0,236	0,04	
<i>Carex ericetorum</i>	0	0,1	0	7,58	0,675	0,044	0,009	0,028	
<i>Corynephorus canescens</i>	18,75	2,5	0,1	0,52	0,08	0,024	0,018	0	
<i>Festuca ovina</i>	0	0,1	5	0,02	1,3	0,311	0,727	0,08	
<i>Hieracium pilosella</i>	27,12	0	2,5	0,004	0,1	0	0	0	
<i>Melampyrum pratense</i>	0	0	0,1	1,79	1,275	0,022	0,264	1,83	
<i>Rumex acetosella</i>	0,87	0,02	0,1	0,064	0,075	0,013	0,027	0,04	
<i>Solidago virgaurea</i>	0,007	0	0,1	0,004	0,63	0	0,009	0,024	
<i>Spergula vernalis</i>	0,7	0,1	0,1	0,06	0,03	0	0	0	
<i>Vaccinium myrtillus</i>	0	0	0	0	0,03	0,567	1,723	24,25	
<i>Vaccinium vitis-idaea</i>	0	0	0	6,25	4,4	0,567	3,436	3,83	
Warstwa D – mchy									
<i>Dicranum polysetum</i>	0	0,1	2,5	24,75	15,313	15,278	12,291	1,54	
<i>Dicranum scoparium</i>	0	2,5	0	0,02	0	0,058	0,955	0	
<i>Pleurozium schreberi</i>	0	0,1	0,1	7,77	25,625	46,806	21,025	87,5	
<i>Pohlia nutans</i>	0	0	0	0,024	0,7	0,078	1,086	0	
<i>Polytrichum piliferum</i>	29,28	0	0	1,81	0,655	0,024	0,009	0	
<i>Ptilidium ciliare</i>	0	0,1	0,1	0	0,65	0,047	0,045	0	
Warstwa D – porosty									
<i>Cetraria islandica</i>	0,87	0,1	0	0,02	0,055	0,322	0	0	
<i>Cladonia arbuscula</i>	0	0	0	0,02	0,65	0,013	0,236	0	
<i>Cladonia fimbriata</i>	2,98	0,02	0,1	0,064	0,035	0,067	0,009	0	
<i>Cladonia furcata</i>	1,7	0	0,02	0,04	0,05	0,056	1,977	0,02	
<i>Cladonia gracilis</i>	0	0	0,1	0	1,28	1,03	0,509	0	
<i>Cladonia mitis</i>	3,75	62,5	18,75	1,02	7,5	4,063	0	0	
<i>Cladonia phyllophora</i>	0,03	0,02	2,5	0,02	0,025	0,6	0,056	0	
<i>Cladonia rangiferina</i>	0	0	0	1,06	20,938	5,997	18,077	0,024	
<i>Cladonia subulata</i>	0,1	0,1	0,02	0,8	0,03	0,022	0,022	0	
<i>Cladonia stellaris</i>	0	0	0	0,084	2,863	3,4	4,706	0	
<i>Cladonia cornuta</i>	0	0,1	0,1	0,02	0,055	0,056	0	0	

W zbiorowiskach roślinnych, w których znajdowano *Cladonia stellaris*, zaobserwowano szereg czynników zaburzających, kształtujących warunki ekologiczne. W płatach zbiorowiska nr 4 stwierdzono ślady pożarów z przeszłości (m. in. węgielki drzewne w podłożu), a także silny wpływ jeleniowatych – ich tropów na podłożu, odchodów oraz śladów zgryzania roślinności i porostów. W płatach zbiorowiska nr 5 obserwowano wpływ jeleniowatych, które spowodowały zniszczenie nasadzeń, a także zidentyfikowano ślady pożarów i oranie podłoża pługiem leśnym. W płatach zbiorowiska nr 6 stwierdzono wiatrołomy, nasadzenia (w tym nieudane, zniszczone przez jeleniowate) oraz zaburzenia podłoża wskutek orki pługiem leśnym. W płatach zbiorowiska nr 7 dostrzeżono ślady pożarów oraz orki pługiem leśnym.



Ryc. 2. Występowanie *Cladonia stellaris* na tle sklasyfikowanych zbiorowisk roślinnych. 1 – Zbiorowisko z *Corynephorus canescens* i *Hieracium pilosella*, 2 – Zbiorowisko z *Corynephorus canescens* i *Cladonia mitis*, 3 – Zbiorowisko z *Hieracium pilosella*, 4 – Zbiorowisko z *Betula pendula* i *Calluna vulgaris*, 5 – *Cladonio-Pinetum* wariant z *Cladonia mitis* postać inicjalna, 6 – *Cladonio-Pinetum* wariant z *Cladonia mitis*, 7 – *Cladonio-Pinetum typicum*. 8 – Zbiorowisko z *Pinus sylvestris* i *Pleurozium schreberi*, 9 – Odpowiedź gatunku *Cladonia stellaris* ($p < 0,05$) na tle wyróżnionych zbiorowisk. 10 – Obecność młodych plech *Cladonia stellaris* (odnowienia)

Fig. 2. Occurrence of *Cladonia stellaris* in relation to classified plant communities. 1 – *Corynephorus canescens* and *Hieracium pilosella* community, 2 – *Corynephorus canescens* and *Cladonia mitis* community, 3 – *Hieracium pilosella* community, 4 – *Betula pendula* and *Calluna vulgaris* community, 5 – *Cladonio-Pinetum* variant of *Cladonia mitis* initial stage, 6 – *Cladonio-Pinetum* variant of *Cladonia mitis*, 7 – *Cladonio-Pinetum typicum*. 8 – *Pinus sylvestris* and *Pleurozium schreberi* community, 9 – reaction of *Cladonia stellaris* ($p < 0,05$) in relation of chosen communities. 10 – Presence of young *Cladonia stellaris* (renews)

Dyskusja

Można przyjąć, że wykonane zdjęcia fitosocjologiczne reprezentują ciąg sukcesyjny, który realizuje się na ubogich piaskach wydmowych, począwszy od inicjalnych muraw napiaskowych, poprzez wrzosowiska mącznicowe, bory chrobotkowe, skończywszy na borach świeżych z silnie rozwiniętą warstwą mszystą, dominacją borówek w runie oraz wysokim zwarciem drzewostanu (głównie sosny zwyczajnej *Pinus sylvestris*).

Wyniki badań potwierdzają fakt, iż *Cladonia stellaris* powinien być uznawany za gatunek wskaźnikowy dla optymalnego stadium rozwoju zespołu *Cladonio-Pinetum* (Cieśliński 1979). Porost ten osiąga w tym zbiorowisku fazę stabilizacji (optymalną), czego przejawem jest silne rozwinięcie plech oraz nieliczne wystąpienia plech młodych. Prawdopodobnie jest to spowodowane wysokim pokryciem mchów, roślin zielnych oraz zwarciem drzewostanu. Takie warunki uniemożliwiają skuteczną konkurencję osobnikom juwenilnym (Fałtynowicz 2013). Być może rozwinięte plechy mają większe możliwości konkurencji z mchami i roślinami zielnymi. Niezwykle interesujący jest wykazany związek odnowień *Cladonia stellaris* z fitocenoząmi będącymi fazą przejściową między wrzosowiskiem, a inicjalnym borem chrobotkowym. W dostępnej literaturze o preferencjach tego gatunku (Zielińska 1967, Cieśliński 1979, Lipnicki 2003, Cieśliński 2004) praktycznie brak jest danych, które wskazywałyby na występowanie taksonu w takich zbiorowiskach. Dowiedziano natomiast, iż naziemne chrobotki preferują młodociane drzewostany na siedlisku boru świeżego. W takim stadium sukcesji panują korzystne warunki świetlne oraz względna ubogość podłoża, a mchy i rośliny zielne nie mają wysokiego pokrycia (Stefańska-Krzaczek i Fałtynowicz 2013). Niski i słabo zwarty drzewostan sosnowy przyciąga jeleniowate, w tym łosia zgrzyżającego pędy górne (Ratkiewicz 2011), a poprzez umiarkowane zdeptywanie i zerowanie na plechach (Lipnicki 2003) przyczyniają się do powstawania odnowienia chrobotków naziemnych, w tym *Cladonia stellaris*. Odbywa się to zapewne poprzez roznoszenie na ich ciele fragmentów plech, które, gdy trafią na odpowiednie siedlisko, dają początek nowemu pokoleniu tego gatunku (Węgrzyn 2012).

Zbiorowiska murawowe, wykształcone na odłogach w Basenie Dolnym doliny Biebrzy są odpowiednikiem fazy inicjalnej sukcesji obserwowanej w Rezerwacie Jelonka na ubogich, porolnych siedliskach (Faliński i in. 1993). W tym stadium (do upływu ok. 15 lat od zarzucenia użytkowania) nie występowały typowe gatunki porostów leśnych – *Cladonia arbuscula*, *C. rangiferina*, jak również *C. stellaris*. Pojawiały się one dopiero przy przejściu z fazy optymalnej sukcesji do początku fazy terminalnej, po upływie ponad 25 lat. Na badanym terenie stadium temu odpowiada zbiorowisko z *Betula pendula* i *Calluna vulgaris* oraz inicjalna postać boru chrobotkowego. W tych zbiorowiskach w Dolnym Basenie doliny Biebrzy występuje najwięcej młodych plech *Cladonia stellaris*. Optimum rozwoju plech gatunku chrobotków osiągają po 40-70 latach sukcesji (Faliński i in. 1993), co w Dolinie Biebrzy odpowiada zbiorowiskom *Cladonio-Pinetum* wariant z *C. mitis* oraz *Cladonio-Pinetum typicum*. *Cladonia stellaris*. Inne gatunki porostów naziemnych zanikają w zbiorowisku z *Pinus sylvestris* i *Pleurozium schreberi*, nawiązującego do subkontynentalnego boru świeżego *Peucedano-Pinetum*, który jest odpowiednikiem fazy 9 z rezerwatu Jelonka (Faliński i in. 1993). W przypadku rezerwatu Jelonka, porosty naziemne w występowały tej fazie często, czego nie zaobserwowano na terenie Basenu Dolnego doliny Biebrzy.

Chrobotek alpejski występował najliczniej na siedliskach przekształconych przez pożary, silną presję jeleniowatych, nieuporządkowaną gospodarkę leśną oraz wiatrołomy. Powyższe czynniki spełniają definicję czynników zaburzających (Obidziński 2001). Stosunkowo często czynniki te nakładały się na siebie. Czynniki te powodują zapewne spowalnianie lub wręcz cofanie się sukcesji kolejnych faz rozwoju roślinności na ubogich obszarach wydmowych.

Większość stanowisk *Cladonia stellaris* w obrębie Basenu Dolnego doliny Biebrzy znajduje się w lasach prywatnych pochodzących z naturalnej sukcesji, o nieuporządkowanej gospodarce leśnej. Na obszarach z uporządkowaną gospodarką leśną gatunek ten występuje mniej licznie – głównie na przydrożach dróg leśnych, a nie w głębi lasu. Został on z niego wyparty najprawdopodobniej z powodu niekorzystnych dla tego gatunku zbyt dużego zwarcia drzewostanu, sukcesji mszaków i wzrostu miąższości próchnicy w glebie. Na obszarach Biebrzańskiego Parku Narodowego wiele drzewostanów sosnowych pochodzi z planowego i systematycznego zalesiania (Bartoszuk 2005). W konsekwencji z fazy inicjalnej, powstałej po zrębach, fitocenozy przechodzą w dużo szybszym tempie, niż w przypadku sukcesji wtórnej spontanicznej, w fazę terminalną. Siedlisko stosunkowo szybko zacienia się oraz wzbogaca w biogeny, co może uniemożliwiać zaistnienie znaczącego odnowienia gatunków porostów leśnych, w tym *Cladonia stellaris* (Cieśliński 2004).

Wnioski

Cladonia stellaris jest gatunkiem wskaźnikowym dla zbiorowisk leśnych. Jednak trwaniu populacji *Cladonia stellaris* na obszarze Basenu Dolnego doliny Biebrzy prawdopodobnie sprzyjają zaburzenia, tj. pożary, nieuporządkowana gospodarka leśna oraz żerowanie jeleniowatych. Kolonizacja tego gatunku następuje w zbiorowiskach wrzosowiskowych, powstałych przeważnie wskutek wystąpienia powyższych zaburzeń. Bory chrobotkowe są miejscem stabilizacji występowania tego gatunku.

Zasadne wydaje się stosowanie zaburzeń dla aktywnego powiększania powierzchni dogodnych siedlisk na obszarach sąsiadujących z aktualnymi stanowiskami *C. stellaris*, które miałyby szansę zostać skolonizowane. Wówczas możliwe byłoby trwałe utrzymanie stosunkowo dobrej kondycji unikalnej populacji tego gatunku w Basenie Dolnym doliny Biebrzy.

Literatura

- Barkmann J.J., Doing H., Segal S. 1964. Kritische Bemerkungen und Vorschläge zur quantitativen Vegetationsanalyse. Acta Bot. Neerl. 13: 394-419.
- Bartoszuk H. 2005. Zbiorowiska roślinne Biebrzańskiego Parku Narodowego. W: Dyrzc A., Werpachowski C. (red.). Przyroda Biebrzańskiego Parku Narodowego. Biebrzański Park Narodowy, Osowiec-Twierdza: 133-149.
- Braun-Blanquet J. 1928. Pflanzensoziologie. Grundzüge der Vegetationskunde. Biologische Studienbücher 7, Springer, Berlin.
- Cieśliński S. 1979. Udział oraz rola diagnostyczna porostów naziemnych w zbiorowiskach roślin naczyniowych Wyżyny Kielecko-Sandomierskiej i jej pobrzeży. Wyższa Szkoła Pedagogiczna, Kielce.

- Cieśliński S. 2003a. Atlas rozmieszczenia porostów (Lichenes) w Polsce północno-wschodniej. Phytocenosis 15 (N.S.). Suppl. Cart. Geobot. 15: 1-430.
- Cieśliński S. 2003b. Czerwona lista porostów zagrożonych w Polsce Północno-Wschodniej. Monographiae Botanicae 91: 91-106.
- Cieśliński S. 2004. Zanikanie *Cladonia stellaris* (Opiz) Pouzar & Vězda w borze sosnowym *Cladonio-Pinetum* na Wyżynie Kielecko-Sandomierskiej. Chrońmy Przyrodę Ojczystą, Kraków, 5.: 41-50.
- Faliński J.B., Cieśliński S., Czyżewska K. 1993. Atlas dynamiczno-florystyczny rezerwatu Jelonka i przyległych obszarów, Phytocenosis 5 Supplementum Cartographiae Geobotanicae 3: 1-139.
- Górnjak A., 2000. Klimat województwa podlaskiego. IMGW Białystok.
- Górnjak A., 2004. Klimat i termika wód powierzchniowych Kotliny Biebrzańskiej. W: Kotlina Biebrzańska i Biebrzański Park Narodowy. Aktualny stan, walory, zagrożenia i potrzeby czynnej ochrony środowiska (red.) Banaszuk H.; Wydawnictwo Ekonomia i Środowisko; Białystok; 345-354.
- Hill M.O. 1979. TWINSPAN – A FORTRAN program for arranging multivariate data in an order two-way table by classification of the Individuals and Attributes. Cornell University, Ithaca, NY.
- Kolanko K. 2005. Porosty Biebrzańskiego Parku Narodowego i terenów przylegających. W: Dyrz A., Werpachowski C. (red.) Przyroda Biebrzańskiego Parku Narodowego. Biebrzański Park Narodowy, Osowiec-Twierdza: 149-160.
- Lipnicki L. 2003. Porosty Borów Tucholskich. Park Narodowy „Bory Tucholskie”, Charzykowy.
- Maarel van der E. 1979. Transformation of cover-abundance values in phytosociology and its effects on community similarity. Vegetatio. 39: 97-114.
- Maliszewska M., Trzcianowska M., Obidziński A. 2010. Bory chrobotkowe w Biebrzańskim Parku Narodowym. Materiały konferencyjne, 55 Zjazd PTB, Warszawa: 55.
- Matuszkiewicz W. 2008. Przewodnik do oznaczania zbiorowisk roślinnych Polski. Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Obidziński A. 2001. Zaburzenie jako element dynamiki lasu. Sylwan, 155.5: 51-59.
- Ratkiewicz M. 2011. Strategia ochrony i gospodarowania populacją łośa w Polsce. NFOŚiGW, Warszawa: 1-69.
- Roleček J., Tichý L., Zelený D., Chytrý M. 2009. Modified TWINSPAN classification in which the hierarchy respects cluster heterogeneity. Journal of Vegetation Science 20 (4): 596-602.
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 9 lipca 2004 r. w sprawie gatunków dziko występujących grzybów objętych ochroną. Dz.U. 2004 nr 168 poz. 1765.
- Stefańska-Krzaczek E., Fałtynowicz W. 2013. Wzrost różnorodności gatunkowej chrobotków jako efekt rębni zupełnej na ubogich siedliskach borowych. Sylwan 157 (12): 929-936.
- 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. Ithaca, New York: Microcomputer Power: 500 pp.
- Węgrzyn M. 2012. Chrobotki *Cladonia* L. podrodzaj *Cladina* (Nyl.) Vain. W: J. Perzanowska (red.). Monitoring gatunków roślin. Przewodnik metodyczny. Część III. Wyd. GIOŚ, Warszawa: 73-92.

- Zaniewski P., Dingová A., Valachovič M., Wierzbicka M. The conservation status of *Cladonio-Pinetum* (Juraszek 1927) in Mazowiecki Landscape Park and adjacent areas (Poland). W: Lipnicki L. „Lichen protection – Protected lichen species”. Sonar Literacki, Gorzów Wielkopolski: 173-185.
- Zielińska J. 1967. Porosty Puszczy Kampinoskiej. Monographiae Botanicae Vol. XXIV. Polskie Towarzystwo Botaniczne, Warszawa: 1-130.
- Żurek S. 2005. Rzeźba i budowa geologiczna doliny Biebrzy. W: Dyrzc A., Werpachowski C. (red.) Przyroda Biebrzańskiego Parku Narodowego. Biebrzański Park Narodowy, Osowiec-Twierdza: 19-32.

Adam Bernatowicz¹, Piotr Zaniewski², Zuzanna Pestka³

¹Biebrzański Park Narodowy,

²SGGW w Warszawie

Samodzielny Zakład Botaniki Leśnej, Wydział Leśny,

³Uniwersytet Gdański

Katedra Ekologii i Zoologii Kręgowców, Wydział Biologii,

adam.bernatowicz@biebrza.org.pl,

piotr.zaniewski@wl.sggw.pl,

zuz.pestka@gmail.com