

ALEKSANDER KOŁOS, IZABELA WANAKS

Wpływ nasłonecznienia na strukturę populacji pióropusznika strusiego *Matteuccia struthiopteris* (L.) Tod. w łągu gwiazdnicowym *Stellario-Alnetum* w dolinie Kulikówki (Puszcza Knyszyńska)*

Effect of insolation on population structure of ostrich fern *Matteuccia struthiopteris* (L.) Tod. in the alder-stitchwort riparian forest *Stellario-Alnetum* in the Kulikówka River valley (Knyszyńska Forest)

ABSTRACT

Kołos A., Wanaks I. 2008. Wpływ nasłonecznienia na strukturę populacji pióropusznika strusiego *Matteuccia struthiopteris* (L.) Tod. w łągu gwiazdnicowym *Stellario-Alnetum* w dolinie Kulikówki (Puszcza Knyszyńska). Sylwan 9: 60-70.

Ostrich fern *Matteuccia struthiopteris* is one of the most endangered ferns in Poland. This hygrophilous and shade-tolerable plant is vulnerable to extinction in consequence of disturbance of water relations in river valleys as well as tree stands exploitation. The impact of insolation on population structure and fronds size of ostrich fern was studied. The study plots were established in the alder-stitchwort riparian forest *Stellario-Alnetum* in western part of the Knyszyńska Forest (NE Poland). Density of ramets was greater on insolated plots than on shaded ones. In the sunny places trophophylls were on average over 6 cm lower and 3 cm narrower than under tree canopy. 37% of the rootstocks found in insolated areas produced 1-6 sporophylls, whereas only 28% of the rootstocks occurring in the tree shadow were fertile. Fertile frond production is connected to trophophylls size, irrespective of insolation conditions: 70% of the rootstocks, in which vegetative fronds reached height above 120 cm, developed sporophylls. There is statistically significant relationship between height and width of trophophylls and sporophylls both on the insolated and shaded plots.

KEY WORDS

Matteuccia struthiopteris, population structure, trophophyll, sporophyll, riparian forests, Knyszyńska Forest

ADDRESSES

Aleksander Kołos – Katedra Ochrony i Kształtowania Środowiska; Politechnika Białostocka;
ul. Wiejska 45E; 15-351 Białystok; e-mail: akolos@pb.edu.pl

Izabela Wanaks
ul. Kilińskiego 10; 18-230 Ciechanowiec; e-mail: izawanaks@gmail.com

Wstęp

Paprocie nie należą w Polsce do grup szczególnie licznie reprezentowanych. Dotychczasowe badania wskazują na obecność w naszym kraju zaledwie 52 gatunków [Zajac, Zajac 2003]. Wielu przedstawicieli paprociowych narażonych jest na wyginiecie. Niektóre taksony, np. gałuszka kulecznica *Pilularia globulifera*, stoją na krawędzi zagłady. Do najbardziej zagrożonych należą długosz królewski *Osmunda regalis* oraz gatunki z rodzaju *Botrychium* i *Ophioglossum*. Stopień zagrożenia paproci w naszym kraju oddaje „Polska czerwona księga roślin” [Każmierczakowa, Zarzycki

* Artykuł przygotowano w ramach projektu W/WBiŚ/24/07 realizowanego w Katedrze Ochrony i Kształtowania Środowiska Politechniki Białostockiej

2001], w której znalazło się 7 z nich, w tym 3 jako krytycznie zagrożone. Nie dziwi zatem fakt, iż liczne stanowiska rzadkich paproci obejmuje się od lat ochroną rezerwatową. Do takich obiektów zalicza się rezerwat Kulikówka, leżący na zachodnich peryferiach Puszczy Knyszyńskiej. Utworzono go w celu ochrony jednego z najbogatszych w tej części niżu stanowisk pióropusznika strusiego *Matteuccia struthiopteris* [Sokołowski 1983].

Pióropusznik strusi jest wieloletnią, okazałą rośliną zielną. Liście płonne są skupione w wąski, głęboki lejek i osiągają 30-150 (170) cm wysokości oraz do 35 cm szerokości. W środku lejka wyrasta 3 do 6 ciemnobrunatnych liści zarodnionośnych o wysokości 30-60 cm. Paproć ta preferuje siedliska półcieniste, występuje przeważnie nad potokami, rzekami i starorzeczami, zasiedlając żyzne, wilgotne mady rzeczne o słabo kwaśnym i obojętnym odczynie [Hokkanen 2006]. Rozmnaża się głównie wegetatywnie przy pomocy podziemnych rozłogów.

Gatunek charakteryzuje się cyrkumborealnym typem rozmieszczenia, obejmując swoim zasięgiem Europę, Kaukaz, Syberię, środkową i wschodnią Azję oraz Amerykę Północną [Hultén, Fries 1986]. W Polsce najczęściej spotyka się go na południu kraju [Zając, Zając 2001]. Większość stanowisk znajduje się wzdłuż całego brzegu Karpat, w Sudetach i Górach Świętokrzyskich [por. Szarowski 1981; Bróz 1991; Kuźniewski 1993; Bartoszek 1999; Zarzyka-Ryszka 2002; Rok 2003; Piątek, Naks 2006]. Na pozostałym obszarze gatunek pojawia się w dużym rozproszeniu [Czart 1979; Ćwikliński 1979; Endler i in. 2003; Endler i in. 2006].

Ochrona gatunków roślin może być bardziej efektywna po gruntownym rozpoznaniu wpływu zagrażających ich istnieniu czynników. Do najważniejszych bodźców, negatywnie oddziałujących na populacje pióropusznika, należy nadmiar światła. Zwiększone przenikanie światła słonecznego do dna lasu wskutek przerzedzania drzewostanu może w istotny sposób przyczynić się do ustępowania pióropusznika ze zbiorowisk leśnych.

Celem podjętych badań było określenie w jakim stopniu insolacja wpływa na rozwój tej paproci. Intencją autorów było również dokonanie oceny skuteczności dwudziestu lat ochrony rezerwatowej populacji pióropusznika strusiego w dolinie rzeki Kulikówki.

Teren badań

Utworzony w 1987 roku rezerwat Kulikówka jest położony na zachodnim skraju Puszczy Knyszyńskiej na terenie gminy Dobrzyniewo Duże w województwie podlaskim. Znajduje się on na gruntach pozostających w zarządzie Nadleśnictwa Dojlidy. Rezerwat obejmuje niewielki (10,88 ha) fragment doliny rzeki o tej samej nazwie, płynącej naturalnym korytem z licznymi zakolami. Przeważająca część rezerwatu charakteryzuje się podsiąkowo-przemysłowym typem gospodarki wodnej, jedynie w zachodniej części dominuje typ przepływowo-bagienny. Poziom wody gruntowej na tym terenie znajduje się na głębokości 60-120 cm [Jasionowski 2000].

W dolinie Kulikówki dominują mady rzeczne czarnoziemne, zajęte przez łęg gwiazdnicowy *Stellario-Alnetum* [Sokołowski 1983]. Zespół ten charakteryzuje się zwartym, jednopiętrowym drzewostanem, w którym dominuje olsza czarna z domieszką świerka i brzozy brodawkowatej. W warstwie krzewów spotyka się leszczynę pospolitą i kruszynę pospolitą. Bujna warstwa ziół pokrywa 70-100% powierzchni płatów. Brzegi strumienia i jego najbliższe otoczenie porasta głównie *Matteuccia struthiopteris*, na pozostałym obszarze przeważają *Aegopodium podagraria*, *Stellaria nemorum*, *Chrysosplenium alternifolium* i *Circaea intermedia*.

Metodyka

Badania prowadzono w lipcu i sierpniu 2006 roku. Wzdłuż lewego brzegu rzeki, w odległości 2-10 m od cieku, wyznaczono cztery powierzchnie badawcze na planie kwadratu o wymiarach 2,5×2,5 m. Dwie z nich usytuowano w miejscach w pełni nasłonecznionych, a dwie – w zacienio-

nych. Na każdej powierzchni policzono osobniki pióropusznika strusiego. Strukturę przestrzenną populacji uchwyciono nanosząc rozmieszczenie osobników na plany w skali 1:20. Wykonano także pomiary wszystkich liści płonnych i zarodnikowych, uwzględniając takie cechy jak długość i szerokość liści oraz ich liczba w kępie. Dokonano ponadto weryfikacji stanowisk pióropusznika strusiego w rezerwacie Kulikówka na podkładzie mapy w skali 1:5000.

Różnice statystyczne między seriami danych sprawdzono dwoma testami – testem t i testem W Manna-Whitney'a. Policzono zagęszczenie populacji wyrażone liczbą roślin na jednym m^2 . Określenia typu struktury przestrzennej populacji dokonano za pomocą metody najbliższego sąsiada. W tym celu zmierzono odległość między każdym osobnikiem danej populacji i jego najbliższym sąsiadem. Następnie ze wzoru [1] obliczono średni areal (M) przypadający na jednego osobnika.

$$M = r^2 / 0,36 \quad [1]$$

gdzie:

r – średnia odległość między osobnikami

Kolejnym krokiem było obliczenie średniej oczekiwanej odległości między paprociami (R) (przy założeniu, że są one rozmieszczone losowo). Wykorzystano do tego wzór [2]

$$R = 0,5\sqrt{D} \quad [2]$$

gdzie:

D – zagęszczenie

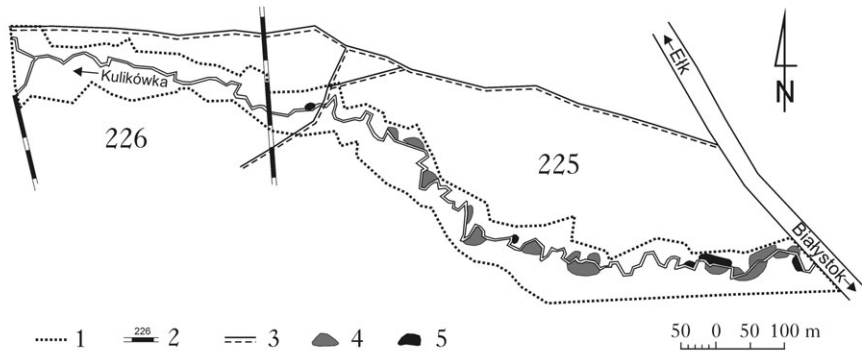
Proporcja r/R pozwala określić sposób rozmieszczenia osobników. Rozkład skupiskowy występuje wtedy, gdy wartość proporcji wynosi od 0 do 1, a rozkład równomierny – gdy waha się w przedziale 1-2.

Wyniki

ROZMIESZCZENIE STANOWISK *MATTEUCCIA STRUTHIOPTERIS* W REZERWACIE KULIKÓWKA. W trakcie prac nad rozmieszczeniem pióropusznika strusiego w dolinie Kulikówki potwierdzone zostały wszystkie wcześniej podawane w literaturze skupiska. Nie zwiększyły one znacząco swej powierzchni (ryc. 1). Odnaleziono ponadto pięć nowych lokalizacji tej paproci. Największe nowe skupiska zaobserwowano we wschodniej części rezerwatu. Gatunek ten z trudem zajmuje obszary zlokalizowane w dolnym biegu strumienia – tu stwierdzono tylko dwie niewielkie nowe agregacje.

ZAGĘSZCZENIE I STRUKTURA PRZESTRZENNA POPULACJI. Zagęszczenie na powierzchniach badawczych wynosiło od 5,76 do 9,76 osobników/ m^2 . Na powierzchniach nasłonecznionych stwierdzono więcej osobników (51 i 61) niż na powierzchniach zacienionych (46 i 36), co daje średnie zagęszczenie odpowiednio 8,96 i 6,56 osobnika/ m^2 . Na wszystkich powierzchniach zacienionych i nasłonecznionych stwierdzono skupiskowe rozmieszczenie osobników (ryc. 2), o czym świadczy mniejszy od 1 stosunek rzeczywistej średniej odległości między osobnikami do średniej oczekiwanej.

STRUKTURA WIELKOŚCI LIŚCI. Na powierzchniach nasłonecznionych liczba liści płonnych w kępie wynosiła od 1 do 14 (średnio 7). Trofofile miały wysokość od 11 do 168 cm (średnio 119,76 cm), zaś ich szerokość wahała się od 5 do 31 cm (średnio 22,11 cm). Na powierzchniach zacienionych w ramecie występowało od 2 do 15 liści asymilacyjnych (średnio 7). Trofofile osiągały wysokość średnio 126,1 cm (od 8 do 187 cm), a ich szerokość wynosiła od 3 do 38 cm (średnio 24,53 cm).



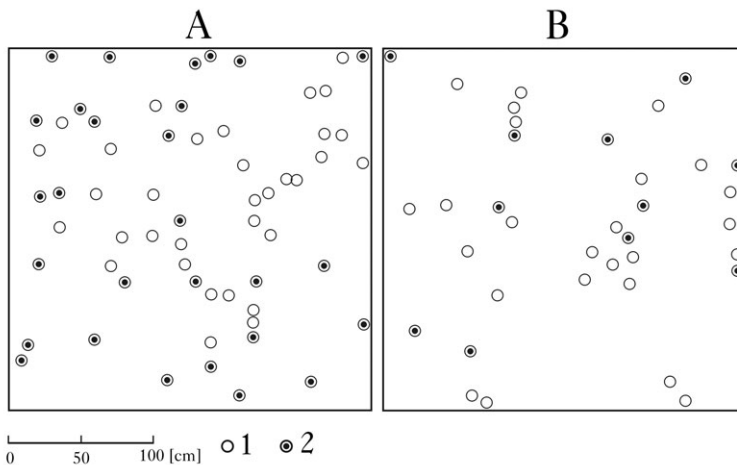
Ryc. 1.

Rozmieszczenie zbiorowisk pióropusznika strusiego w dolinie Kulikówki

Distribution of ostrich fern aggregations in the Kulikówka river valley

Oznaczenia: 1 – granice rezerwatu; 2 – oddziały leśne; 3 – drogi leśne; 4 – wcześniej udokumentowane skupiska pióropusznika, 5 – skupiska stwierdzone w 2006 roku

Description: 1 – borders of nature reserve, 2 – forest compartments, 3 – forest roads, 4 – previously documented aggregations of ostrich fern, 5 – aggregations found in 2006.



Ryc. 2.

Struktura przestrzenna populacji *Matteuccia struthiopteris* na powierzchniach nasłonecznionych (A) i zacienionych (B)

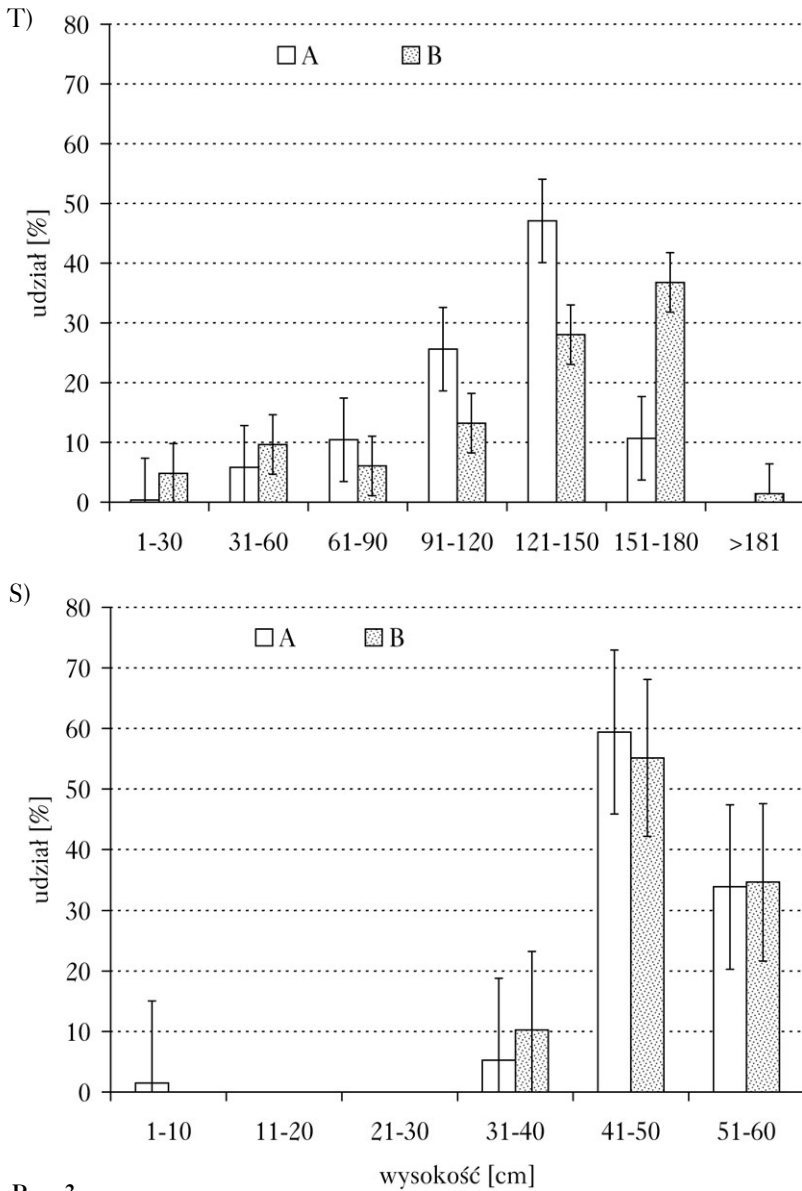
Spatial distribution of *Matteuccia struthiopteris* on insolated (A) and shaded (B) plots

Oznaczenia: 1 – ramety niewykształcające sporofili (wyłącznie z liśćmi płonnymi); 2 – ramety wykształcające sporofile

Description: 1 – rootstocks without sporophylls (only with vegetative fronds); 2 – fertile rootstocks

Na powierzchniach nasłonecznionych 41 spośród 112 osobników (37%) wykształciło liście sporofilowe. Liczba sporofili w ramecie wynosiła od 1 do 6. Ich średnia wysokość wyniosła 48,65 cm (maksymalnie 60 cm), zaś średnia szerokość była równa 5,74 cm (maksymalnie 8 cm). Na powierzchniach zacienionych 23 spośród odnotowanych 82 osobników (28%) wytworzyło sporofile. W kępie występowało od 1 do 6 liści zarodnionośnych. Sporofile osiągały średnio wysokość 49,56 cm (maksymalnie 60 cm), a szerokość równą 5,29 cm (maksymalnie 6 cm).

Porównanie powierzchni zlokalizowanych w miejscach nasłonecznionych i zacienionych pod względem parametrów liści asymilacyjnych wykazało znaczące różnice, których istotność potwierdzają przeprowadzone testy (ryc. 3, tab.). Trofofile na powierzchniach nasłonecznionych



Ryc. 3.

Struktura wielkości trofofilów (T) i sporofili (S) na powierzchniach nasłonecznionych (A) i zacienionych (B) Trophophylls (T) and sporophylls (S) size structure on insulated (A) and shaded (B) plots

osiągały głównie wysokości z przedziału 91-150 cm, podczas gdy na powierzchniach zacienionych większość liści charakteryzowała się wysokościami z przedziałów 121-180 cm, a nawet powyżej 181 cm. Zestawienie wysokości liści sporofilowych na dwóch rodzajach powierzchni nie wykazało znaczącego zróżnicowania tej cechy (ryc. 3, tab.). Sporofile zarówno w warunkach pełnego nasłonecznienia, jak i zacienienia osiągały podobne wysokości.

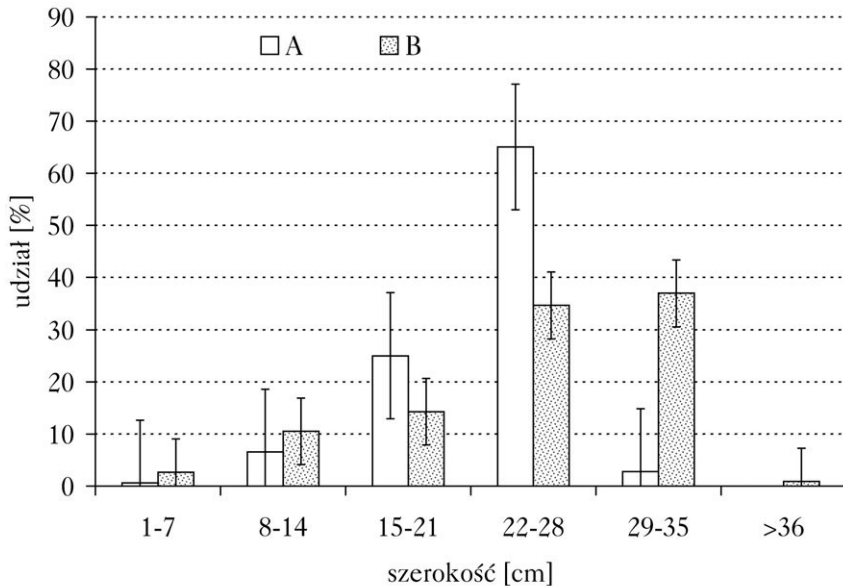
Liście płonne z miejsc nasłonecznionych różniły się znacznie pod względem szerokości od tych, które rosły pod okapem drzew (ryc. 4, tab.). W warunkach pełnej insulacji trofofile miały

Tabela.

Parametry liści trofofilowych i sporofilowych *Matteucia struthiopteris* na powierzchniach nasłonecznionych i zacienionych

Parameters of *Matteucia struthiopteris* vegetative and fertile fronds on insolated and shaded plots

Atrybut	Powierzchnie nasłonecznione	Powierzchnie zacienione	Test W (Manna-Whitneya)	Test t
Średnia wysokość trofofili [cm]	119,76 ±29,31	126,10 ±45,06	P<0,05	[-10,26; -2,42]
Średnia szerokość trofofili [cm]	22,11 ±4,44	24,53 ±7,53	P<0,05	[-3,06; -1,79]
Średnia wysokość sporofili [cm]	48,65 ±6,74	49,56 ±4,83	P>0,05	[-2,63; 0,80]
Średnia szerokość sporofili [cm]	5,74 ±0,97	5,29 ±0,49	P<0,05	[0,22; 0,68]

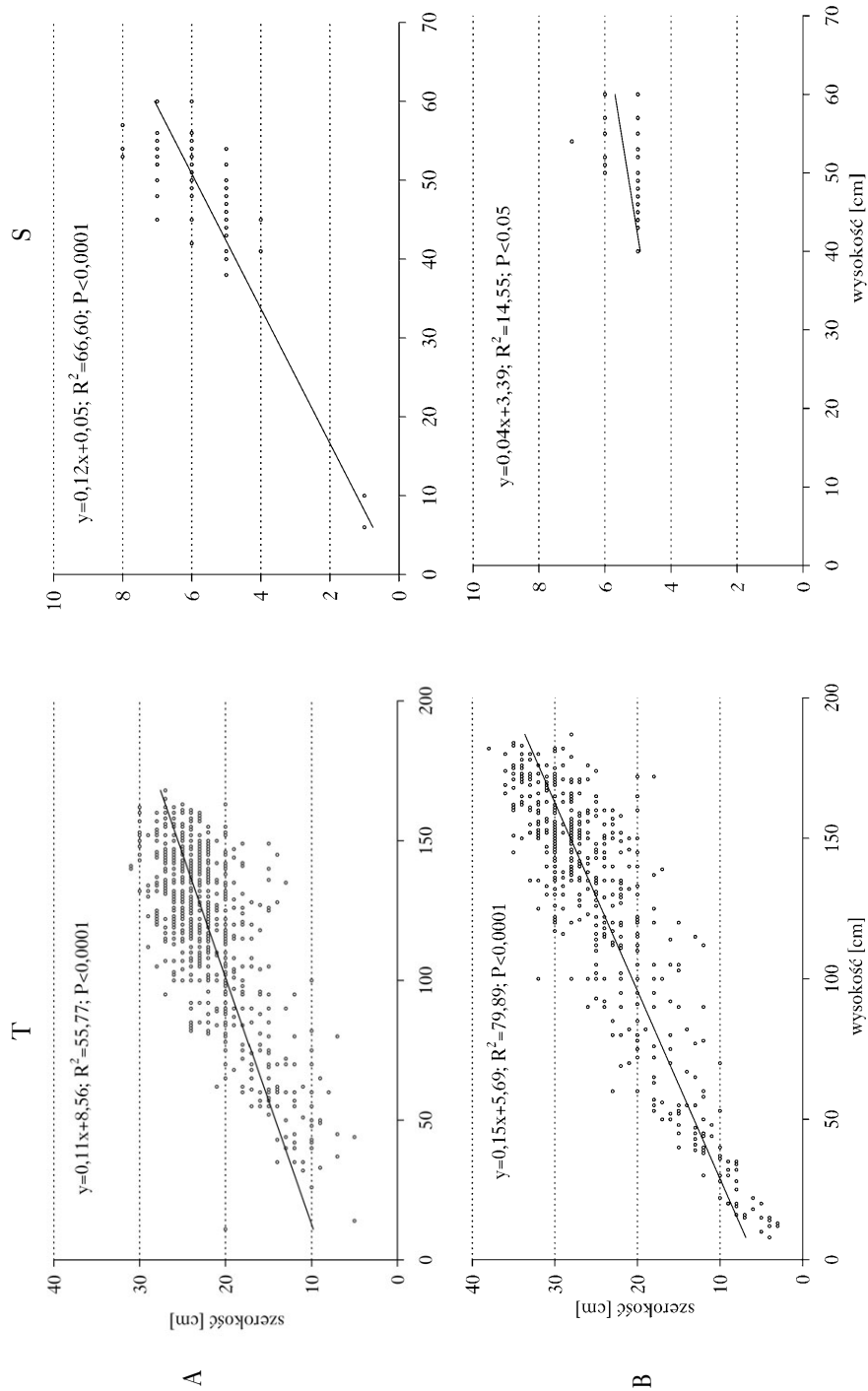


Ryc. 4.

Struktura szerokości trofofili na powierzchniach nasłonecznionych (A) i zacienionych (B)
Structure of trophophylls width on insolated (A) and shaded (B) plots

najczęściej od 15 do 28 cm, zaś w cieniu – od 22 do 35 cm. Odnosna ocena w przypadku liści sporofilowych nie dała jednoznacznych podstaw do podobnego wniosku ze względu na zbyt małą liczebność próby.

Stwierdzono wyraźną istotną statystycznie zależność ($p < 0,0001$) między wysokością a szerokością liści płonnych zarówno na powierzchniach nasłonecznionych, jak i zacienionych, chociaż w drugim przypadku obserwuje się nieco większą zmienność obu cech (ryc. 5). Współczynnik determinacji R^2 wskazuje, że model liniowy wyjaśnia od 56 do 80% zmienności zmiennej zależnej. Z kolei wysokie wartości współczynnika korelacji (0,75-0,89) wskazują na silną współzależność między tymi cechami. Równie istotną zależność daje się także zaobserwować pomiędzy wysokością i szerokością liści sporofilowych na powierzchniach nasłonecznionych. Natomiast zestawienie powyższych parametrów dla tychże liści na powierzchniach zacienionych wykazało niższy współczynnik determinacji (14,55%) oraz korelacji (0,38). Zależność między wysokością i szerokością sporofili jest tutaj stosunkowo słaba, choć związek między tymi zmiennymi jest istotny statystycznie ($p < 0,05$).



Ryc. 5.
 Zależność między wysokością i szerokością trofofilii (T) i sporofilii (S) na powierzchniach nasłonecznionych (A) i zacienionych (B)
 Relationship between height and width of trophophylls (T) and sporophylls (S) on insulated (A) and shaded (B) plots

Dyskusja

Pióropusznik strusi preferuje miejsca wilgotne i źle reaguje na zachwianie stosunków wodnych. Żyzne podłoże z dużą zawartością kationów, obojętny lub zasadowy odczyn gleby przy dobrej wilgotności, umiarkowane ocienienie, a w północnych położeniach także temperatura miesięcy letnich, stanowią swoiste czynniki limitujące jego rozprzestrzenianie [Odland 1992; Odland i in. 1995; Odland i in. 2006]. Duże szkody w stanowiskach *Matteuccia struthiopteris* powoduje wypas zwierząt gospodarskich [Szarowski 1981], wkraczanie innych gatunków roślin, np. jeżyn [Towpasz 1984] oraz przenoszenie do upraw ogrodowych i zrywanie liści sporofilowych [Endler i in. 2006]. W północno-wschodniej Polsce poważnym zagrożeniem dla tego gatunku jest rozproszenie populacji – odosobnione stanowiska znajdują się wyłącznie w dużych kompleksach leśnych Puszczy Rominckiej [Sokołowski 1971], Puszczy Boreckiej [Sulej 2006], Puszczy Augustowskiej [Zawadzka, Zawadzki 2006] i Puszczy Knyszyńskiej. Jak wykazały badania Stapulionytè i in. [2006], wymiana materiału genetycznego pomiędzy izolowanymi populacjami pióropusznika na Litwie zarówno w skali czasowej, jak i przestrzennej jest minimalna. Stwierdzono bardzo małe zróżnicowanie genetyczne w obrębie badanych stanowisk, co wskazuje na absolutną dominację wegetatywnego sposobu rozmnażania u tego gatunku. To z kolei sugeruje, że izolowane populacje mogą składać się z licznych ramet (wegetów), które powstały poprzez wegetatywną propagację jednego tylko genu.

Pióropusznik strusi w dolinie Kulikówki osiąga większe rozmiary na powierzchniach zacienionych przy mniejszym zagęszczeniu niż w miejscach położonych w pełnym słońcu. Wykształca przy tym dłuższe i szersze liście. Unika otwartej przestrzeni chroniąc się pod okapem drzew. Rozwojowi tej paproci nie sprzyja nagle odsłonięcie dna lasu – intensywne nasłonecznienie powoduje brunatnienie i obumieranie liści [Bednarz 1968; Endler i in. 2003]. Jednakże równie negatywny wpływ na jego żywotność ma także nadmierne zacienienie [Zawadzka, Zawadzki 2006]. Tylko nieliczne populacje znajdowano w miejscach, w których zwarcie koron drzew przekraczało 80%. Wraz ze wzrostem zacienienia notowano spadek wielkości liści trofofilowych, jak i produkcję sporofili [Odland i in. 2006; Odland 2007]. Najbardziej optymalne warunki rozwoju osobniki tego gatunku znajdowały przy 20% zwarciu wyższych warstw roślinności.

Wśród zabiegów ochronnych stosowanych w rezerwacie Kulikówka wymieniane są m.in. usuwanie posuszu świerkowego i sosnowego oraz usuwanie tam bobrowych [Jasionowski 2000]. Jako wskazania ochronne sugeruje się jedynie obserwacje sukcesji wtórnej i cięcia w przegęszczeniach młodnika na siedlisku *Fraxino-Alnetum*. W zbiorowisku *Stellario-Alnetum*, gdzie występują największe skupiska *Matteuccia struthiopteris*, nie przewiduje się żadnych zabiegów gospodarczo-ochronnych. Wskazywane czynności mają zatem charakter pielęgnacyjny. Wątpliwości budzi jedynie zalecenie usuwania tam bobrowych. Jasionowski [2000] wychodzi z założenia, że obecność bobrów na terenie występowania pióropusznika strusiego ogranicza jego rozwój. Zwierzęta te budując tamy powodują podniesienie poziomu wody gruntowej, częściowe zmiany koryta, a także zniszczenia brzegów rzeki podczas kopania podziemnych korytarzy. Ich działalność może zapoczątkować proces wydzielania drzew prowadzący do prześwietlenia drzewostanu, a tym samym ustępowania pióropusznika strusiego. Z kolei Pirożnikow [2006] twierdzi, że w dolinie Kulikówki obserwuje się korzystny wpływ bobrów na stan populacji tej paproci. Zwierzęta te spiętrzają wodę, przez co wzrasta uwilgotnienie siedlisk w dolinie. Wykopane z korzeniami okazy pióropusznika mogą spływać z nurtem rzeki, a następnie zakorzeniać się w niżej położonych partiach doliny. Jest wielce prawdopodobne, że to za przyczyną bobrów nowe agregacje pióropusznika pojawiły się w dolinie Kulikówki w ostatnich latach.

Według oszacowań Pirożnikow [2006] populacja pióropusznika strusiego w rezerwacie Kulikówka liczy obecnie ponad 150 tysięcy okazów. W 2001 roku zagęszczenie w miejscach zacienionych wynosiło ok. 6,5 osobnika/m², w 2004 zmniejszyło się do 3,4 osobnika/m², zaś rok później – do 3,3 osobnika/m². Przyczyn zmniejszenia liczebności populacji autorka upatruje w suszach, które miały miejsce w ostatnich latach. Na negatywny wpływ niedostatku wody na stan populacji pióropusznika wskazuje także Kenkel [1995], który stwierdził, że podczas suchego i gorącego lata osobniki tego gatunku wykształcają mniej zarówno trofofilii, jak i sporofili. Badania przeprowadzone przez nas w 2006 roku wykazały zagęszczenie na powierzchniach zacienionych wynoszące średnio 6,6 osobnika/m². Niewykluczone, że wzrost zagęszczenia był spowodowany korzystnym bilansem opadów w tym sezonie [Kamocki 2006].

Pióropusznik strusi w Puszczy Knyszyńskiej osiąga dużo większe rozmiary niż w dwóch innych stanowiskach w północno-wschodniej Polsce. Pirożnikow [2006] donosi, że trofofile pióropusznika ze stanowisk w Puszczy Rominckiej osiągają średnio 91-94 cm długości, a w Puszczy Boreckiej – 71 cm. Według naszych badań w populacji knyszyńskiej średnia długość liści asymilacyjnych na powierzchniach nasłonecznionych wynosi 120 cm, a na zacienionych – aż 126 cm. Wartości te są zbliżone do danych opisujących populację litewską [Odland i in. 2006], natomiast zdecydowanie przewyższają wielkości charakteryzujące populacje z Norwegii [Odland 2004]. Według Macickiej-Pawlik i Wilczyńskiej [1996] na optymalne warunki rozwoju wskazuje zwarte, łanowe występowanie pióropusznika, duża liczba okazów wykształcających liście sporofilowe oraz imponująca wielkość kielichów uformowanych z liści trofofilowych. Wiele wskazuje na to, że w łągu gwiazdnicowym porastającym dolinę Kulikówki ten rzadki gatunek paproci znalazł doskonałe warunki rozwoju. Występuje on tutaj gromadnie, tworząc gęste agregacje. Aż 28% osobników rosnących w cieniu i 37% rosnących w słońcu wytwarza liście sporofilowe. Dane te odbiegają wyraźnie od danych Kenkela [1995, 1996] i Odlanda [2004] uzyskanych w badaniach nad kanadyjskimi i norweskiimi populacjami pióropusznika. Według tych autorów wielkości te wynoszą odpowiednio 1-11% oraz 14,6%. Z konkluzji płynących z badań tych autorów wynika, że tylko niektóre osobniki są „zaprogramowane” na wytwarzanie sporofili, podczas gdy większość pozostaje płonna przez wiele lat. Sporofile pojawiają się dopiero wtedy, gdy rośliny osiągną odpowiednie rozmiary (wiek), co przekłada się na obecność w ramecie przynajmniej 6 trofofilii o wysokości większej niż 120 cm i rozłogów grubszych niż 6 cm. Stwierdzenia te po części znajdują potwierdzenie także w naszych badaniach. Zaledwie u 6,3% osobników wykształcających sporofile, liście trofofilowe miały mniej niż 120 cm długości. Spośród roślin, u których średnia wysokość liści asymilacyjnych była większa niż 120 cm, sporofile pojawiły się aż w 70% przypadków. Proces formowania się sporofili nie jest prawdopodobnie równie silnie związany z określoną liczbą trofofilii w ramecie. Spośród wszystkich osobników, które nie wykształciły sporofili, mimo że liście asymilacyjne były odpowiednio duże, tylko 21% miało mniej niż 6 liści. Obfita produkcja liści zarodnionośnych wydaje się zatem także wskazywać na brak większych zagrożeń dla knyszyńskiej populacji *Matteucia struthiopteris* w perspektywie najbliższych lat.

Literatura

- Bartoszek W. 1999. Pióropusznik strusi *Matteucia struthiopteris* nad Skawą w Beskidzie Makowskim. *Chrońmy Przyr.* Ojcz. 55 (6): 96-99.
- Bednarz Z. 1968. Pióropusznik strusi nad Zatorem. *Chrońmy Przyr.* Ojcz. 24 (5): 17-21.
- Bróż E. 1991. Flora paproci Krainy Świętokrzyskiej – zasoby, zagrożenia oraz postulaty ochronne. *Chrońmy Przyr.* Ojcz. 47 (5): 32-52.
- Czart J. 1979. Stanowisko pióropusznika strusiego *Matteucia struthiopteris* na Wzniesieniu Elbląskim. *Chrońmy Przyr.* Ojcz. 35 (6): 45-47.

- Ćwikliński E. 1979. Nowe stanowisko pióropusznika strusiego *Matteucia struthiopteris* w województwie koszalińskim. *Chrońmy Przyr. Ojcz.* 35 (3): 61-65.
- Endler Z., Grzybowski M., Juśkiewicz-Swaczyna B. 2006. Stanowisko pióropusznika strusiego *Matteucia struthiopteris* nad rzeką Orzechówką na Pojezierzu Olsztyńskim. *Chrońmy Przyr. Ojcz.* 62 (1): 97-100.
- Endler Z., Juśkiewicz-Swaczyna B., Iwanczenko S. 2003. Stanowisko pióropusznika strusiego na obszarze Wzniesień Górskich. *Chrońmy Przyr. Ojcz.* 59 (2): 136-139.
- Hokkanen P. J. 2006. Environmental patterns and gradients in the vascular plants and bryophytes of eastern Fennoscandian herb-rich forests. *Forest Ecol. Manag.* 229: 73-87.
- Hultén E., Fries M. 1986. Atlas of North European vascular plants. North of the Tropic of Cancer. I-III, Koeltz Scientific Books, Königstein.
- Jasionowski I. 2000. Plan ochrony rezerwatu przyrody Kulikówka. Wojewódzki Konserwator Przyrody, Podlaski Urząd Wojewódzki w Białymstoku.
- Kamocki A. K. 2006. Modelowanie środowiska wodnego w Systemie Informacji Przestrzennej na przykładzie Narwiańskiego Parku Narodowego. *Zesz. Nauk. Polit. Biał. Inżynieria Środowiska* 17: 63-76.
- Kazmierczakowa R., Zarzycki K. [red.] 2001. Polska czerwona księga roślin. Paprotniki i rośliny kwiatowe. Instytut Botaniki im. W. Szafera i Instytut Ochrony Przyrody, Polska Akademia Nauk, Kraków.
- Kenkel N. C. 1995. Demography of clonal Ostrich Fern (*Matteucia struthiopteris*). III. Year three of a long-term study. *University Field Station (Delta Marsh) Annual Report* 30: 99-101.
- Kenkel N. C. 1996. Demography of clonal Ostrich Fern (*Matteucia struthiopteris*). IV. Year four of a long-term study. *University Field Station (Delta Marsh) Annual Report* 31: 72-75.
- Kuźniowski E. 1993. Reintrodukcja pióropusznika strusiego *Matteucia struthiopteris* na obszar Sudetów Wschodnich. *Chrońmy Przyr. Ojcz.* 49 (3): 100-103.
- Maciecka-Pawlik T., Wileczyńska W. 1996. Występowanie pióropusznika strusiego *Matteucia struthiopteris* w zachodniej części Wału Trzebnickiego. *Chrońmy Przyr. Ojcz.* 52 (1): 59-62.
- Odland A. 1992. A synecological investigation of *Matteucia struthiopteris* – dominated stands in Western Norway. *Vegetatio* 102: 69-95.
- Odland A. 2004. Morphological variations of the dimorphic fern *Matteucia struthiopteris* in Norway. *Botanica Lithuanica* 10, 2: 107-119.
- Odland A. 2007. Geographical variation in frond size rootstock density, and sexual reproduction in *Matteucia struthiopteris* populations in Norway. *Popul. Ecol.* 49: 229-240.
- Odland A., Birks H. J. B., Line J. M. 1995. Ecological optima and tolerance of *Thelypteris limbosperma*, *Athyrium distentifolium*, and *Matteucia struthiopteris* along environmental gradients in Western Norway. *Vegetatio* 120: 115-129.
- Odland A., Naujalis J. R., Stapulionytė A. 2006. Variation in the structure of *Matteucia struthiopteris* populations in Lithuania. *Biologija* 1: 83-90.
- Piątek K., Naks P. 2006. Chronione i zagrożone paprotniki wybranych części Pogórza Karpackiego. I Konferencja Sekcji Pteridologicznej Polskiego Towarzystwa Botanicznego „Problemy zagrożenia i ochrony paprotników w Polsce”. Kraków – Zakopane, 14-16 września 2006.
- Pirożnikow E. 2006. Wyspowe populacje pióropusznika strusiego *Matteucia struthiopteris* (L.) Tod. w północno-wschodniej Polsce. Ogólnopolska konferencja i warsztaty „Rzadkie, ginące i reliktowe gatunki roślin i grzybów. Problemy zagrożenia i ochrony różnorodności flory”. Kraków, 30-31 maja 2006 r.
- Rok A. 2003. Naturalne stanowisko pióropusznika strusiego na Wyżynie Śląskiej. *Chrońmy Przyr. Ojcz.* 59(2): 139-142.
- Sokołowski A. W. 1971. Godne ochrony fragmenty Puszczy Rominckiej. *Chrońmy Przyr. Ojcz.* 27(6): 16-25.
- Sokołowski A. W. 1983. Roślinność projektowanego rezerwatu Kulikówka w Puszczy Knyszyńskiej. *Parki Nar. Rez. Przyr.* 4 (2): 69-74.
- Stapulionytė A., Lazutka J. R., Naujalis J. R., Odland A. 2006. Assessment of genetic polymorphism in natural populations of ostrich fern (*Matteucia struthiopteris* L., *Dryopteridaceae*) in Lithuania by using RAPD markers. *Biologija* 1: 53-59.
- Sulej A. 2006. Rośliny chronione Puszczy Boreckiej i jej najbliższych okolic. *Natura – Przyroda Warmii i Mazur* 2: 1-6.
- Szarowski L. 1981. Uwagi o rozmieszczeniu pióropusznika strusiego *Matteucia struthiopteris* na obszarze Pogórza Cieszyńskiego. *Chrońmy Przyr. Ojcz.* 37 (3): 64-70.
- Towpasz K. 1984. Stanowisko pióropusznika strusiego *Matteucia struthiopteris* na Pogórzu Strzyżowskim. *Chrońmy Przyr. Ojcz.* 40 (5-6): 74-79.
- Zajac A., Zajac M. [red.] 2001. Atlas rozmieszczenia roślin naczyniowych w Polsce. Pracownia Chorologii Komputerowej Instytutu Botaniki Uniwersytetu Jagiellońskiego, Kraków.
- Zajac M., Zajac A. 2003. Różnorodność gatunkowa – rośliny naczyniowe i inne. W: Andrzejewski R., Weigle A. [red.] *Różnorodność biologiczna Polski, Narodowa Fundacja Ochrony Środowiska, Warszawa.* 67-82.
- Zarzyka-Ryszka M. 2002. Nowe stanowiska pióropusznika strusiego *Matteucia struthiopteris* w Beskidzie Niskim. *Chrońmy Przyr. Ojcz.* 58 (3): 75-78.

SUMMARY

Effect of insolation on population structure of ostrich fern *Matteucia struthiopteris* (L.) Tod. in the alder-stitchwort riparian forest *Stelario-Alnetum* in the Kulikówka River valley (Knyszyńska Forest)

Matteucia struthiopteris is rare fern species appearing mainly in the southern mountainous part of Poland. In the north-eastern Poland only four sites of this plant were described. This species is vulnerable to extinction in consequence of disturbance of water relations in river valleys as well as tree stands exploitation. The impact of insolation on population structure and fronds size of ostrich fern was studied. The study plots (2,5×2,5m) were established in the alder-stitchwort riparian forest *Stelario-Alnetum* in western part of the Knyszyńska Forest (NE Poland) in the Kulikówka nature reserve (Fig. 1). Two permanent quadrates were located under tree canopy, two remaining ones – in the full-insolated places. Number of rootstocks, number of fronds in ramet, height and width of trophophylls and sporophylls as well as spatial structure of the population were investigated. Mann-Whitney W and Student's *t* tests were employed to verify a statistical relevance of dissimilarity between data series. Density of ramets was greater on insolated plots (8,96 per m²) than on shaded ones (6,56 per m²) (Fig. 2). In the sunny places trophophylls were on average over 6 cm lower and 3 cm narrower than under tree canopy. There is a statistically significant difference between insolated and shaded plots with reference to parameters of vegetative fronds (Fig. 3, 4; tab.). No significant differences in fertile frond size were noticed. In the open area, 41 of 112 (37%) rootstocks produced fertile fronds, whereas in the shaded places – only 23 of 82 (28%) ramets had sporophylls. Fertile frond production is connected to trophophylls size, irrespective of insolation conditions: 70% of the rootstocks, in which vegetative fronds reached more than 120 cm of height, developed sporophylls. The height of trophophylls and sporophylls show a clear and statistically crucial correlation with their width (Fig. 5). Ostrich fern in the Knyszyńska Forest reaches much more size than in the other sites in northern Poland and in the Scandinavia, whereas it becomes similar to Lithuanian populations in this respect.