

HENRYK TRACZ

## Zgrupowania krocionogów (*Diplopoda*) w zależności od wilgotności i żyzności siedlisk leśnych Puszczy Białowieskiej

Millipedes (*Diplopoda*) of the Białowieża Forest in relation to habitat moisture and fertility

### ABSTRACT

Tracz H. 2013. Zgrupowania krocionogów (*Diplopoda*) w zależności od wilgotności i żyzności siedlisk leśnych Puszczy Białowieskiej. Sylwan 157 (12): 917-921.

The paper presents an analysis of abundance of the millipedes (*Diplopoda*) in the Białowieża Forest (eastern Poland) regarding habitat moisture and fertility. Mean individual biomass depends mostly on habitat fertility achieving higher values on eutrophic and moist sites. PCA and RDA confirmed observed pattern of relationship between millipedes abundance and site conditions.

### KEY WORDS

millipedes, site conditions, preferences, Białowieża Forest

### ADDRESSES

Henryk Tracz – e-mail: tracz@wl.sggw.pl

Katedra Ochrony Lasu i Ekologii; SGGW w Warszawie; ul. Nowoursynowska 159; 02-776 Warszawa

### Wstęp

Krocionogi (*Diplopoda*) należą do ważnych komponentów saprofagicznej fauny ściółkowo-glebowej w ekosystemach leśnych. Bezkręgowce te biorą udział w rozkładzie szczątków organicznych dna lasu i krążeniu materii, a ich obecność w glebach leśnych może stanowić m.in. o charakterze procesów w nim zachodzących. Wymagania krocionogów wobec czynników środowiskowych najlepiej i najpełniej zaspokajają obszary leśne, zwłaszcza obfitujące w wilgotne i żyzne biotopy lasów mieszanych i liściastych. Z uwagi na brak odpowiedniej bazy pokarmowej, inne stosunki mikrobiologiczne oraz mniejszą wilgotność środowiska borowe charakteryzują się z reguły dużo uboższą fauną *Diplopoda*, tak pod względem jakościowym, jak i ilościowym [Tracz 1993].

Krocionogi są ewolucyjnie starą grupą zwierząt (dewon; około 350 mln lat temu), która wykształciła wiele cech i właściwości przystosowawczych do zamieszkiwania różnorodnych środowisk. Najczęściej kojarzymy je z miejscami kłęsk żywiolowych i kataklizmów, do jakich dochodzi w lasach w wyniku nagromadzenia się ogromnej ilości materii organicznej, co z kolei powoduje eksplozję rozrodczą, zwłaszcza gatunków związanych ze środowiskiem martwego drewna, kory i ścioly liściastej. Z drugiej strony plastyczność zachowań wobec zmieniających się czynników środowiskowych umożliwia tym gatunkom zamieszkiwanie biotopów uboższych, bardziej suchych oraz mocno zmienionych działaniem człowieka [Tracz 2001].

Celem pracy było określenie, czy wilgotność i żyzność siedlisk leśnych wpływa na formowanie się zgrupowań krocionogów. Założono równorzędne oddziaływanie obu tych czynników środowiskowych, przyjmując, że średnia biomasa osobnicza krocionogów będzie w podobnym stopniu zależeć od wilgotności i żyzności siedliska.

## Material i metody

Do analizy obecności *Diplopoda* w zespołach leśnych Puszczy Białowieskiej wykorzystano materiały zebrane w 1999 roku w ramach projektu badawczego pt. „Próba szacunkowej waloryzacji lasów Puszczy Białowieskiej metodą zooindykacyjną” [Szujewski 2001]. Krocionogi odławiano do pułapek STN. Przeanalizowano 13 typów siedliskowych lasu: bory, bory mieszane, lasy mieszane i lasy w wariantach – bagiennym, wilgotnym i świeżym. W analizach wykorzystano biomasę zgrupowań obliczoną jako iloczyn średniej biomasy gatunku (średnia waga kilkudziesięciu osobników). Średnia biomasa osobnicza (SBO) zgrupowań krocionogów obliczona była jako iloraz biomasy całego zgrupowania i liczby osobników. Z analizy SBO wyłączono powierzchnie założone w uprawach, młodnikach i drągowinach na siedlisku LMśw.

Wstępna analiza czynnikowa DCA wskazała na małą długość gradientu (1,183), dlatego wykonano analizę PCA dla danych zawierających gatunki oraz RDA dla danych gatunkowych i siedliskowych. Analizę średniej biomasy osobniczej SBO krocionogów poprzedzono sprawdzeniem zgodności rozkładu tej cechy z rozkładem normalnym testem Shapiro-Wilka. Test wskazał na zasadność przeprowadzenia analizy wariancji, w której uwzględniono wilgotność i żyzność siedliska. Obliczenia wykonano w programie Statistica (StatSoft, Inc.).

## Wyniki i dyskusja

Ogółem odłowiono 39 875 osobników *Diplopoda*, należących do 14 gatunków. Wśród odłowionych *Diplopoda* 28,1% stanowił *G. connexa*, 19,8% – *P. complanatus*, 11,8% – *O. sabulosus*, 9,0% – *X. laeticollis*, a 8,4% – *M. projectus kochi*. Są to krocionogi pospolite w całej Polsce, eurytopowe, mogące występować także w miejscach bardziej wilgotnych, są i takie, które jako higrofile dominują lub współdominują w olsach, lasach wilgotnych czy borach bagiennych. Liczba stwierdzonych taksonów nie odzwierciedla całego bogactwa i różnorodności tej grupy zwierząt. Wytwer [1999] ocenia na podstawie badań własnych (z zastosowaniem także innych metod odłowu) oraz wcześniejszych badań innych autorów [Jawłowski 1950; Lokšina 1964, 1969; Dziadosz 1966], iż fauna krocionogów Puszczy Białowieskiej liczy 18 gatunków. Fauna *Diplopoda* Puszczy Białowieskiej jest fauną typowo leśną, z gatunkami związanymi wyłącznie z naturalnymi środowiskami i wrażliwymi na wpływy antropogeniczne. Zaskakująco jest ona uboga w gatunki, lecz w obrębie występujących taksonów bardzo liczna. Brakuje gatunków reliktowych, rzadkich czy zagrożonych. Poza Bśw, gdzie stwierdzono 10 gatunków i odłowiono jedynie 1,3% wszystkich krocionogów, typem siedliskowym najliczniej zasiedlonym okazał się ols jesionowy (14 gatunków; 17,5% populacji) i las wilgotny (12,2% osobników). Prawie na wszystkich siedliskach dominuje te same 5-7 gatunków krocionogów. *P. complanatus*, *G. connexa*, *O. sabulosus*, *M. projectus kochi* nieznacznie zmieniają kolejność, a w bardziej wilgotnych siedliskach dochodzą do zgrupowań *X. laeticollis*, *M. saxonicum*, *M. sjaelandicum*, *R. vilnensis*, czy *C. rawlinsi*. Wszystkie te gatunki należą do przedstawicieli fauny środkowoeuropejskiej i spotykane są w większości na terenie całego kraju, zamieszkując także środowiska uboższe i o niskiej wilgotności biotopów. Brak jest natomiast gatunków, których zasięg geograficzny bądź wymagania środowiska ograniczyłyby się wyłącznie do obszaru Puszczy. Większość z nich charakteryzuje się dużymi możliwościami przystosowawczymi do zmieniających się warunków środowiska.

Średnia biomasa osobnicza analizowanych zgrupowań krocionogów okazała się zależna od żyzności siedliska. Wilgotność nie posiadała tak dużego znaczenia i nie wpływała na wartość SBO (tab.). Rozkład biomasy zgrupowań *Diplopoda* w poszczególnych typach siedliskowych lasu uszeregował je w następującej kolejności: OIJ (18,7%), Lw (12,6%), OI (10,1%), LMśw

(9,6%), Lśw (8,3%), LMw (7,8%), LMb (7,6%), Bb (7,1%), BMśw (5,7%), Bw (3,9%), BMw (3,9%), Bmb (3,6%) i Bśw (1,0%) [Tracz 2001]. Istotna różnica SBO zgrupowań krocionogów w gradiencie żyzności siedlisk wystąpiła między wariantem borowym (bór świeży, bór wilgotny i bór bagienny) a lasowym (las świeży, las wilgotny, ols i ols jesionowy) –  $18,0 \pm 1,6$  mg wobec  $29,5 \pm 1,9$  mg ( $p=0,025$ ; ryc. 1).

Analiza ordynacji PCA zgrupowań krocionogów w różnych typach siedliskowych Puszczy Białowieskiej wskazuje na dwa dość wyraźne gradienty środowiskowe wpływające na ich formowanie (ryc. 2). Z pierwszą osią diagramu koreluje gradient żyzności ( $r=0,95$ ). Siedliska układają się w kierunku od prawej do lewej: bory, bory mieszane, a następnie lasy mieszane i lasy. Ta pierwsza oś wyjaśnia 71,4% zmienności danych gatunkowych, zaś druga dalsze 14,8%. Z drugą osią diagramu związany jest gradient wilgotności ( $r=0,96$ ), co sugeruje ułożenie się od dolnej strony siedlisk bagiennych, a następnie wilgotnych i świeżych. Diagram ten porządkuje preferencje poszczególnych gatunków krocionogów. Gatunki wykazujące najsilniejsze preferencje względem wilgotności siedlisk to: *X. laeticollis*, *G. connexa* i *P. germanicum*. W mniejszym stopniu z tym parametrem związane były: *S. stigmatosum*, *C. rawlinsi* i *P. fuscus*. Z kolei gatunki preferujące siedliska bardziej suche to: *M. projectus kochi*, *M. sjaelandicum*, *L. proximus* i *O. sabulosus*. Krocionogi należące do gatunku *P. complanatus* okazały się bardziej związane z siedliskami borowymi, podczas gdy *R. vilnensis*, *M. saxonicum* oraz *Megaphyllum* sp. z siedliskami żyznymi.

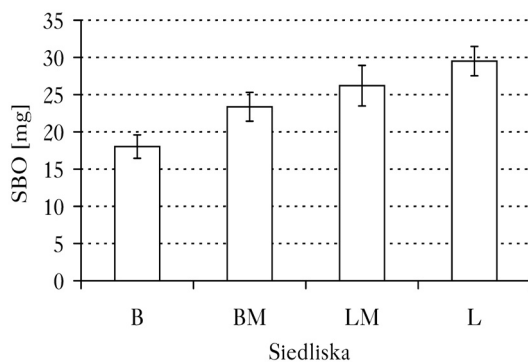
Analiza ordynacji RDA (ryc. 3) potwierdziła powyższą klasyfikację, dodając do gatunków preferujących żyzne siedliska jeszcze *C. rawlinsi* i *S. stigmatosum*. Natomiast do gatunków związanych z siedliskami bagiennymi i wilgotnymi należy dodać *P. fuscus*. Dodatkowo diagram RDA pokazuje, że *P. complanatus* preferuje uboższe siedliska. Test Monte Carlo wykazał istotność pierwszej kanonicznej osi ( $F=7,871$ ;  $p=0,004$ ) oraz wszystkich osi ( $F=6,068$ ;  $p=0,004$ ).

### Tabela.

Wpływ żyzności i wilgotności siedliska na średnią biomasę osobniczą zgrupowań krocionogów w Puszczy Białowieskiej

Impact of habitat fertility and moisture on mean individual biomass of millipedes assemblages in the Białowieża Forest

Efekt	Stopnie swobody	MS	F	p
Wyraz wolny	1	7071,094	597,569	<0,001
Żyzność	3	70,980	5,998	0,031
Wilgotność	2	17,172	1,451	n.i.
Błąd	6	11,833		

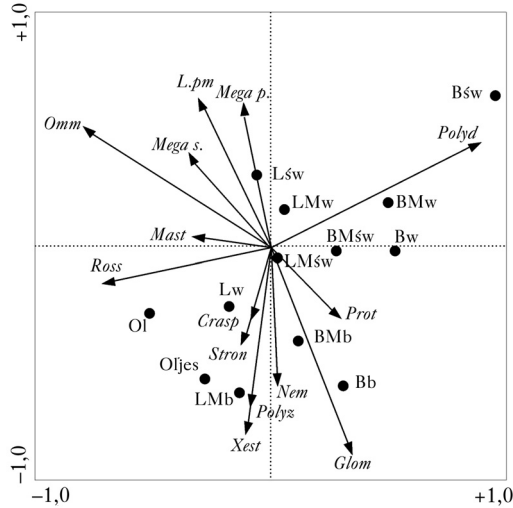


Ryc. 1.

Średnia biomasę osobniczą zgrupowań krocionogów w gradiencie żyznościowym siedlisk  
Mean individual biomass of millipedes assemblages in relation to site fertility

B – bór świeży, bór wilgotny, bór bagienny; BM – bór mieszany świeży, bór mieszany wilgotny, bór mieszany bagienny; LM – las mieszany świeży, las mieszany wilgotny, las mieszany bagienny; L – las świeży, las wilgotny, ols, ols jesionowy

B – oligotrophic sites; BM – oligo-mesotrophic sites; LM – meso-eutrophic sites; L – eutrophic sites



Ryc. 2.

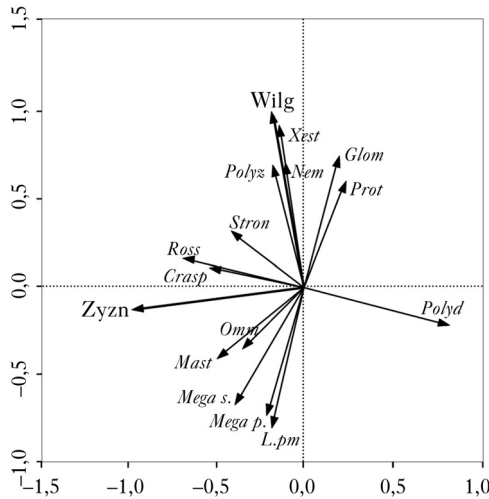
PCA zgrupowań krocionogów występujących w różnych typach siedliskowych Puszczy Białowieżskiej

PCA for millipedes assemblages occurring in various habitats of the Białowieża Forest

Bśw – bór świeży; Bw – bór wilgotny; Bb – bór bagienny; BMśw – bór mieszany świeży; BMw – bór mieszany wilgotny; BMb – bór mieszany bagienny; LMśw – las mieszany świeży; LMw – las mieszany wilgotny; LMb – las mieszany bagienny; Lśw – las świeży; Lw – las wilgotny; Ol – ols; OJ – ols jesionowy

Bśw – fresh coniferous; Bw – wet coniferous; Bb – swampy coniferous; BMśw – fresh mixed-coniferous; BMw – wet mixed-coniferous; BMb – swampy mixed-coniferous; LMśw – fresh mixed-deciduous; LMw – wet mixed-deciduous; LMb – swampy mixed-deciduous; Lśw – fresh deciduous; Lw – wet deciduous; Ol – alder; OJ – alder-ash

Glom – *Glomeris connexa* C. L. Koch; Crasp – *Craspedosoma rawlini* Leach; L. pm – *Leptoiulus proximus* (Nemec); Mast – *Mastigophorophyllon saxonicum* Ver; Mega p. – *Megaphyllum projectum kochi* (Terh); Mega s. – *Megaphyllum sjaelanticum* (Meinert); Nem – *Nemasoma varicornis* C. L. Koch; Omm – *Ommatoiulus sabulosus* (Linnaeus); Polyd – *Polydesmus complanatus* (Linnaeus); Polyz – *Polyzanium germanicum* Brandt; Prot – *Proteroiulus fuscus* (Am Stein); Ross – *Rossiulus vilnensis* (Jawłowski); Stron – *Strongylosoma stigmatosum* (Eichwald); Xest – *Xestoiulus laeticollis* (Jawłowski).



Ryc. 3.

RDA zgrupowań krocionogów na tle gradientów żyzności siedliska (Zyzn) oraz jego wilgotności (Wilg) w Puszczy Białowieżskiej

PCA for millipedes assemblages in relation to fertility (Zyzn) and moisture (Wilg) of the habitats of the Białowieża Forest

## Wnioski

- ✦ Liczebność i biomasa zgrupowań krocionogów (*Diplopoda*) była zróżnicowana w poszczególnych typach siedliskowych lasu Puszczy Białowieskiej.
- ✦ Średnia biomasa zgrupowań SBO krocionogów osiągnęła swój najwyższy poziom na siedliskach lasowych, zaś najniższa była w wariancie siedlisk borowych.
- ✦ Analizy PCA i RDA dla różnych typów siedliskowych lasu wskazują na dwa dość wyraźne gradienty środowiskowe, mające wpływ na formowanie się zgrupowań krocionogów. Pierwszy, silniejszy, dotyczy żyzności siedlisk, drugi zaś – wilgotności.

## Literatura

- Dziadosz C. 1966. Materiały do znajomości rozmieszczenia krocionogów (*Diplopoda*). *Fragm. Faun.* 13: 1-31.
- Jawłowski H. 1950. Wije Białowieskiego Parku Narodowego. *Ann. UMCS, Ser. C Biol.* 4: 299-309.
- Lokšina I. E. 1964. Mnogonożki v lesnych pocvach Belovežskoj Pušci. *Pedobiologia* 4: 299-309.
- Lokšina I. E. 1969. *Opredelitel' dvuparnonogich mnogonožek Diplopoda ravninnoj časti evropejskoj territorii SSSR.* Izd. Nauka, Moskwa.
- Szujecki A. 2001. Próba szacunkowej waloryzacji lasów Puszczy Białowieskiej metodą zooindykacyjną. *Wyd. SGGW, Warszawa.*
- Tracz H. 1993. Problemy udziału *Diplopoda* w dekompozycji materii organicznej borów świeżych. *Wyd. SGGW, Warszawa.*
- Tracz H. 2001. Waloryzacja lasów Puszczy Białowieskiej metodą zooindykacyjną na podstawie krocionogów (*Diplopoda*). W: Szujecki A. [red.]. *Próba szacunkowej waloryzacji lasów Puszczy Białowieskiej metodą zooindykacyjną.* *Wyd. SGGW, Warszawa.* 235-251.
- Wytwer J. 1999. Stan wiedzy faunistycznej o krocionogach (*Diplopoda*) Puszczy Białowieskiej. *Parki Nar. i Rez. Przyr.* 18 (1) Supl.: 67-73.

## SUMMARY

### Millipedes (*Diplopoda*) of the Białowieża Forest in relation to habitat moisture and fertility

The paper presents an analysis of abundance of the millipedes (*Diplopoda*) in the Białowieża Forest (eastern Poland) regarding habitat moisture and fertility. Research material was collected in 1999. In total, 39,875 individuals belonging to 14 species were caught. Mean individual biomass (MIB) of analysed millipedes depends mostly on habitat fertility, while site moisture does not play so important role (tab.). Significant difference in MIB was found among habitat classes ( $p=0.025$ ). Higher MIB was found on eutrophic than oligotrophic sites ( $18.0 \pm 1.6$  vs  $29.5 \pm 1.9$  mg). PCA and RDA confirmed observed pattern of relationship between millipedes abundance and site conditions (stronger influence of habitat fertility than moisture). Both analyses allowed to classify investigated millipedes according to site preferences (fig. 2 and 3).