

OCENA MEZO- I MAKROFAUNY GLEB ŁĄKOWYCH I LEŚNYCH W OJCOWSKIM PARKU NARODOWYM

Anna Chrzan, Maria Marko-Worłowska

Instytut Biologii, Akademia Pedagogiczna w Krakowie

Wstęp

Zespół organizmów glebowych jest bardzo zróżnicowany pod względem wymagań środowiskowych, składu gatunkowego i funkcjonalnego. Również rola poszczególnych grup wchodzących w skład pedofauny jest zróżnicowana. Wynika ona z biologii poszczególnych gatunków, ich zagęszczenia oraz wielkości ciała, z którą jest związane tempo metabolizmu.

Zwierzęta glebowe spełniają niezmiernie ważną rolę glebotwórczą, uczestnicząc w procesach humifikacji i mineralizacji martwej materii organicznej [GILAROV 1965; RYSZKOWSKI 1985; LAVELLE i in. 1998]. W procesie rozdrabniania i mineralizacji uczestniczą takie saprofagiczne bezkręgowce, jak: *Enchytraeidae*, *Acarina*, *Collembola* oraz niektóre larwy *Diptera*. W humifikacji, polegającej na przekształcaniu trudno rozkładalnych związków organicznych w substancje próchniczne, główną rolę odgrywają bakterie i grzyby dzięki wydzielanym przez nie enzymom. Ich działalność jest stymulowana przez niektóre bezkręgowce glebowe, należące do saprofagów humifikujących, jak: *Lumbricidae*, *Diplopoda*, jak również niektóre larwy *Diptera*. W wyniku działalności organizmów glebowych, gleba nabiera odpowiednich właściwości chemicznych i strukturalnych.

W procesie glebotwórczym ważną rolę odgrywają larwy *Diptera*, które często należą do najważniejszych, z punktu widzenia produktywności biologicznej, zwierząt glebowych. Poszczególne gatunki, czy nawet rodziny, w zależności od specjalizacji pokarmowej stanowią określony etap w procesie rozkładu i mineralizacji materii organicznej. W pierwotnym rozkładzie materii organicznej największy udział mają fitofagiczne larwy z rodziny *Tipulidae*, *Bibionidae* i *Sciaridae* [KURČEVA 1972; PAPLIŃSKA 1983].

Larwy *Diptera* są grupą pośrednią pomiędzy organizmami uczestniczącymi w procesie mineralizacji i humifikacji. Są zdolne zarówno do mechanicznego, jak i do chemicznego rozkładu substancji organicznych. Do larw muchówek aktywnie konsumujących opad liściowy zalicza się niektóre gatunki z rodzin: *Limoniidae*, *Cecidomyiidae*, *Stratiomyiidae* [PAPLIŃSKA 1983]. Chemiczny proces rozkładu prowadzi do częściowej mineralizacji materii organicznej, do przetwarzania jej w inne formy związków, co w efekcie powoduje wzbogacenie gleby. Rola tych glebowych larw przejawia się również w przyspieszaniu biochemicznych procesów glebowych, poprzez stymulowanie działalności mikroorganizmów, redukcję ich populacji w wyniku odżywiania się nimi oraz przez wprowadzanie do gleby wy-

dzielin stymulujących rozwój jednych a ograniczenie występowania innych mikroorganizmów.

Od sprawności funkcjonowania pedofauny zależy w dużej mierze jakość całego środowiska przyrodniczego. Działające na glebę, zarówno czynniki naturalne, jak i antropogeniczne wywierają swój wpływ przede wszystkim poprzez ingerencję w procesy życiowe edafonu. Dlatego organizmy glebowe mogą być wykorzystywane jako wskaźniki stanu i funkcjonowania gleby [DĄBROWSKA-PROT 1987, 1996; CIESIELSKA, CHRZAN 2002]. W badaniach bioindykacyjnych w szczególności uwzględnia się takie wskaźniki ekologiczne, jak: zagęszczenie, różnorodność zespołu, zmiany stanu biomasy oraz strukturę troficzną.

Materiał i metody badań

Badania prowadzono w latach 2002–2003 na wybranych naturalnych stanowiskach łąkowych i leśnych w Ojcowskim Parku Narodowym. Na badanych stanowiskach pobierano w okresie wiosennym (kwiecień, maj), letnim (lipiec) i jesienim (wrzesień, październik) serie prób za pomocą ramy Morrisa o wymiarach 0,25 m x 0,25 m. Każda seria składała się z 16 prób o łącznej powierzchni 1 m².

Pedofaunę wypłaszano metodą dynamiczną w zmodyfikowanym aparacie Tullgrena. Wyekstrahowane formy, w tym również larwy *Diptera* rozdzielano i konserwowano w 70% alkoholu. Bezkręgowce oznaczano do głównych grup systematycznych (najczęściej do rzędów), natomiast większość larw *Diptera* oznaczono do rodzin.

Do badań wybrano dwa stanowiska łąkowe I i II oraz dwa stanowiska leśne III i IV. Stanowisko I to łąka położona u stóp Góry Zamkowej, sąsiadująca z parkingiem samochodowym. II stanowisko usytuowane było na łące naprzeciw kaplicy „Na Wodzie”, od strony zachodniej graniczące z główną arterią komunikacyjną parku. Stanowisko III znajdowało się w lesie na Górze Zamkowej, a stanowisko IV w lesie w pobliżu kaplicy „Na Wodzie”.

Łąki, na których pobierano próby, należą do rzędu *Arrhenatheretalia*. Porośnięte są m.in.: *Bellis perennis* L., *Taraxacum officinale* WEB., *Trifolium repens* L., *Ranunculus repens* L., *Cirsium rivulare* (JACQ.) ALL., *Plantago media* L., *Dactylis glomerata* L., *Festuca pratensis* HUDS., *Alopecurus pratensis* L.

Stanowiska III i IV usytuowane były w lesie grądowym *Tilio-Carpinetum*, w którym występują m.in.: *Carpinus betulus* L., *Corylus avellana* L., *Acer platanoides* L., *Acer pseudoplatanus* L., *Fagus silvatica* L. Wśród roślinności runa stwierdzono między innymi obecność *Primula elatior* L., *Urtica urens* L., *Geranium phaeum* L., *Asarum europaeum* L., *Asperula odorata* L., *Fragaria vesca* L. oraz *Arum maculatum* L. na stanowisku na Górze Zamkowej.

Wyniki

Na badanych stanowiskach występowały gleby brunatne. Wykazywały one odczyn obojętny lub lekko zasadowy. Na łąkach pH wynosiło od 6,84 do 8,16 a w lesie od 6,0 do 8,0. Wilgotność gleby w analizowanych okresach (wiosna, lato, jesień) na łące i w lesie była zbliżona i wahała się w granicach od 17 do 30%. Według badań SCHEJBAL-CHWASTEK i STACHURY [2001] gleby parku charakteryzują się średnią i dużą zawartością substancji organicznej w granicach

6,37–16,17%. Średnia zawartość substancji organicznej na badanych stanowiskach łąkowych wynosiła 5,68% a w glebie leśnej 7,85%.

Liczebność

Na podstawie wyników dwuletnich badań stwierdzono występowanie w glebie badanych stanowisk Ojcowskiego Parku Narodowego 21 grup bezkręgowców: *Nematoda*, *Enchytraeidae* i *Lumbricidae*, *Isopoda*, *Aranea*, *Opilionidae*, *Pseudoscorpionidae*, *Acarina*, *Symphyla*, *Chilopoda*, *Diplopoda*, *Protura*, *Diplura*, *Collembola*, *Coleoptera* larwy i osobniki dorosłe, *Diptera* larwy, poczwarki i osobniki dorosłe, *Hymenoptera*, *Heteroptera*, *Homoptera*, *Thysanoptera*, *Gastropoda*. Najwyższą liczebność osiągnęły *Acarina*, *Collembola* i larwy *Diptera*. Z tym, że na stanowiskach łąkowych (I, II) dominowały *Collembola*, natomiast w lesie (stanowisko III, IV) *Acarina* (tab. 1, 2).

Tabela 1; Table 1

Zróżnicowanie i zagęszczenie zespołów pedofauny na badanych stanowiskach w Ojcowskim Parku Narodowym (średnie z lat 2002–2003)

Diversity and abundance of soil fauna communities on studied localities in Ojcowski National Park (average in years 2002–2003)

Grupa systematyczna Systematic group	Stanowisko I łąka Locality I meadow	Stanowisko II łąka Locality II meadow	Stanowisko III las Locality III forest	Stanowisko IV las Locality IV forest
	liczba osobników na m ⁻² ; sp. no. per m ²			
<i>Nematoda</i>	12,5	0	41,5	0
<i>Enchytraeidae, Lumbricidae</i>	190,3	220	163,5	965,3
<i>Crustacea-Isopoda</i>	3,3	2,7	27,5	25,3
<i>Aranea</i>	31,1	29,3	6,5	5,3
<i>Opilionida</i>	0	0	0,5	0
<i>Pseudoscorpionida</i>	0	0	0,5	1,3
<i>Acarina</i>	1353,1	2000	1216,3	1050
<i>Symphyla</i>	23,6		144,7	0
<i>Chilopoda</i>	35,8	29,3	74,1	57,3
<i>Diplopoda</i>	6,8	0	24,5	0
<i>Protura</i>	16,6	0	13	0
<i>Diplura</i>	6,6	0	0	0
<i>Collembola</i>	1368,8	3098,7	1101,1	817,3
<i>Coleoptera</i> (osobn. dorosłe; imago)	84,1	50,7	60,1	37,3
<i>Coleoptera</i> (larwy; larvae)	214,3	200	92,6	62,7
<i>Diptera</i> (osobn. dorosłe; imago)	12,3	32	7,6	28
<i>Diptera</i> (poczwarka; pupes)	2	21,3	0	6,7
<i>Diptera</i> (larwy; larvae)	532,8	737	531,6	277,6
<i>Hymenoptera</i>	7,6	0	18,1	1,3
<i>Heteroptera</i>	0,5	44	2	0
<i>Homoptera</i>	37,8	0	3,5	0
<i>Thysanoptera</i>	16,6	6,6	4	5,3
<i>Gastropoda</i>	37,8	44	5,6	13,3
Łącznie; Total	3994,3	6515,6	3538,8	3354

Zagęszczenie pedofauny na stanowiskach łąkowych było wyższe niż na leśnych. Na stanowisku I wynosiło 3994 w 1 metrze kwadratowym, natomiast na stanowisku II było prawie dwukrotnie wyższe. Na stanowiskach leśnych stwierdzono wyrównane wartości zagęszczenia i wynosiły one kolejno 3538 i 3354 (tab. 1).

Wśród badanej fauny glebowej znaczącą pozycję zajmowały larwy *Diptera*. W badanych glebach stanowiły od 8,3% do 15,2% ogólnej liczebności pedofauny (tab. 2).

Tabela 2; Table 2

Porównanie pedofauny na badanych stanowiskach w Ojcowskim Parku Narodowym (średnie z lat 2002–2003)

Comparison of changes of soil fauna communities on studied localities in Ojcowski National Park (average in years 2002–2003)

Wskaźniki Indexes	Stanowisko I łąka Locality I meadow	Stanowisko II łąka Locality II meadow	Stanowisko III Las Locality III forest	Stanowisko IV las Locality IV forest
Zagęszczenie (liczba os. na m ²) Abundance (sp.no. per m ²)	3994	6515	3538	3354
Zróżnicowanie (liczba grup systematycznych) Diversity (quantity of systematic group)	19	12	20	13
Wskaźnik dominacji w liczebności % Index of domination in number %	<i>Collembola</i> 34,7 <i>Acarina</i> 33,4 <i>Diptera</i> 13	<i>Collembola</i> 47,5 <i>Acarina</i> 30,7 <i>Diptera</i> 11,3	<i>Acarina</i> 35,2 <i>Collembola</i> 31,8 <i>Diptera</i> 15,2	<i>Acarina</i> 31,2 <i>Enchytraeidae</i> i <i>Lumbricidae</i> 28,7 <i>Collembola</i> 24,4 <i>Diptera</i> 8,3

Stanowiska łąkowe różniły się pod względem liczebności i zróżnicowania larw *Diptera*. Na stanowisku I stwierdzono występowanie 14 rodzin, a ich zagęszczenie określono na 532 osobniki w 1 m² gleby. Natomiast na stanowisku II zagęszczenie i różnorodność tej grupy fauny glebowej było zdecydowanie wyższe i przy różnorodności 18 rodzin wynosiło 737 os.·m⁻² (tab. 3).

Obydwa stanowiska różnił również wskaźnik dominacji. Na stanowisku I dominowały pod względem liczebności larwy z rodziny *Cecidomyiidae*, które stanowiły ponad 29% wszystkich larw. Również znaczny, bo 17% udział miały larwy z rodzaju *Dilophus* należące do rodziny *Bibionidae* oraz larwy *Chironomidae* i *Stratiomyiidae* po 13%. Natomiast na drugim stanowisku łąkowym wyraźnie dominowały *Bibionidae* z 30% udziałem, przed *Chironomidae* z 19% i *Cecidomyiidae* z 14% udziałem (tab. 3).

Na stanowiskach leśnych różnorodność i zagęszczenie larw *Diptera* było niższe niż w glebie łąki. Na stanowisku III zidentyfikowano 12 rodzin, a zagęszczenie ich wynosiło 532 os.·m⁻², podczas gdy na stanowisku IV zagęszczenie było najniższe i wynosiło 277 os.·m⁻² przy różnorodności 14 rodzin. Na stanowiskach leśnych dominowały saprofagiczne *Chironomidae*, których wskaźnik dominacji wynosił 53% i 29% (tab. 3).

W ogólnej liczebności larw *Diptera* znaczny udział miały również drapieżne

Dolichopodidae oraz fitofagiczne *Ceratopogonidae*. Także *Cecidomyiidae* były grupą licznie występującą w glebie stanowisk leśnych. Ich udział w liczebności był wyrównany na obydwu stanowiskach (tab. 3).

Tabela 3; Table 3

Zagęszczenie i wskaźnik dominacji glebowych larw *Diptera*
na badanych stanowiskach (średnie z lat 2002–2003)

Abundance and index of domination of soil fauna communities of *Diptera* larvae
on studied localities (average in years 2002–2003)

Grupa systematyczna Systematic group	Stanowisko I łąka Locality I meadow		Stanowisko II łąka Locality II meadow		Stanowisko III las Locality III forest		Stanowisko IV las Locality IV forest	
	liczba osobn. na m ² sp. no. per m ²	%	liczba oso- bn. na m ² sp. no. per m ²	%	liczba osobn. na m ² sp. no. per m ²	%	liczba osobn. na m ² sp. no. per m ²	%
Saprofagi; Saprotrophs								
<i>Cecidomyiidae</i>	142	29,4	104	14,1	58,5	11,4	30,6	11
<i>Chironomidae</i>	68,2	12,8	138,6	18,8	315,8	52,8	81,3	29,4
<i>Stratiomyiidae</i>	77,6	14,6	13,3	1,8	22,5	4,4	1,3	0,5
<i>Scatopsidae</i>	0	0	1,3	0,2	0	0	0	0
<i>Lonchaeidae</i>	0	0	9,3	1,2	1	0,2	0	0
<i>Muscidae</i>	3,1	0,5	2,6	0,4	0	0	1,3	0,5
<i>Psychodidae</i>	1,3	0,3	74,6	10,1	0	0	6,6	2,4
<i>Telmatoscopus sp.</i>	4,5	0,7	0	0	2,5	0,6	0	0
<i>Pericoma ocellaris</i>	1,8	0,4	0	0	29	7,2	0	0
<i>Anisopodidae</i>	9	1,8	22,6	3	3,8	1	5,3	1,9
<i>Phrynea punctata</i>	0	0	0	0	6,5	1,6	0	0
<i>Mycetobia pallipes</i>	24,6	6,6	0	0	0	0	0	0
<i>Solididae</i>	0	0	16	2,2	1	0,2	0	0
<i>Syrphidae</i>	0,6	0,1	1,3	0,2	0	0	0	0
<i>Lonchopteridae</i>	0,5	0,05	0	0	0	0	0	0
Drapieżne; Predators								
<i>Dolichopodidae</i>	42,8	8,4	58,6	8	42,8	9,2	61,3	22,1
<i>Empididae</i>	0	0	14,6	2	0	0	8	2,9
<i>Tabanidae</i>	0,5	0,05	1,3	0,2	0	0	0	0
<i>Asilidae</i>	0	0	0	0	0	0	1,3	0,5
<i>Rhagionidae</i>	1,3	0,4	8	1,1	0	0	4	1,4
<i>Rhagio sp.</i>	4,5	0,7	0	0	17	3,8	0	0
Fitofagi; Fitophags								
<i>Limoniidae</i>	0	0	10,6	1,4	0	0	13,3	4,8
<i>Bibionidae</i>	0	0	224	30,4	3	0,8	10,6	3,8
<i>Dilophus sp.</i>	117,1	17,3	0	0	0	0	0	0
<i>Ceratopogonidae</i>	6,6	1	28	3,8	25,8	6,3	48	17,3
<i>Tipulidae</i>	26,3	6,4	8	1,1	2,1	0,5	4	1,4
Łącznie; Total	532,3	100	736,7	100	532,0	100	276,9	100

Larwy *Diptera* wyekstrahowane z prób glebowych z Ojcowskiego Parku Narodowego zaklasyfikowano do trzech grup troficznych: saprofagów, drapież-

nych i fitofagów. Na wszystkich badanych stanowiskach grupą dominującą pod względem liczebności były saprofagiczne larwy. Wśród nich stwierdzono występowanie przedstawicieli *Cecidomyiidae*, *Chironomidae*, *Stratiomyiidae*, *Lonchaeidae*, *Muscidae*, *Psychodidae*, *Anisopodidae*, *Solvidae*, *Syrphidae* oraz *Scatopsidae* i *Lonchopteridae*, które pojawiły się sporadycznie w glebie łąk (tab. 4).

Tabela 4; Table 4

Porównanie zmian w strukturze zespołów larw *Diptera* w glebie badanych stanowisk (średnie z lat 2002–2003)

Comparison of changes in the structure of *Diptera* larvae soil communities on studied localities (average in years 2002–2003)

Wskaźniki; Indexes	Stanowisko I łąka Locality I meadow	Stanowisko II łąka Locality II meadow	Stanowisko III las Locality III forest	Stanowisko IV las Locality IV forest
Zagęszczenie (l.os. \cdot m ⁻²); Abundance (sp.no. \cdot m ⁻²)	532,8	737	532	277,6
Biomasa (mg s.m. \cdot m ⁻²); Biomass (mg DM \cdot m ⁻²)	1119,5	810,6	552,24	682
Zróżnicowanie (liczba rodzin) Diversity (quantity of families)	14	18	12	14
Wskaźnik dominacji; Index of domination (%)	29,4 <i>Cecidomyiidae</i>	30,4 <i>Bibionidae</i>	52,8 <i>Chironomidae</i>	29,4 <i>Chironomidae</i>

Biomasa

Najwyższe wartości biomasy glebowych larw *Diptera* odnotowano na stanowiskach łąkowych. Na łące I średni stan biomasy wynosił 1119 mg s.m. \cdot m⁻², na II stanowisku natomiast 810 mg s.m. \cdot m⁻². Takie wartości biomasy wynikały z obecności w badanych okresach dużych fitofagicznych larw z rodziny *Bibionidae*, *Tipulidae* oraz drapieżnych z *Tabanidae* i *Rhagionidae*.

Na stanowiskach leśnych biomasa larw muchówek była zdecydowanie niższa. Jej średnie wartości wynosiły 552 mg s.m. \cdot m⁻² na stanowisku III i 682 mg s.m. \cdot m⁻² na IV stanowisku (tab. 4).

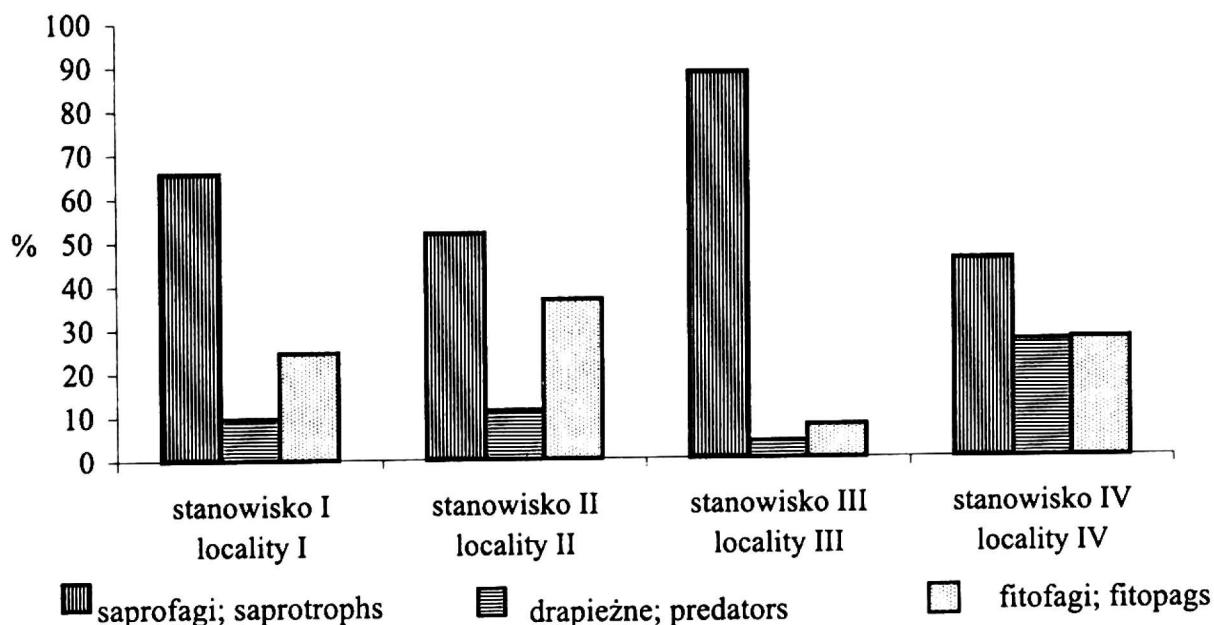
Struktura troficzna

Udział saprofagów w glebach leśnych i łąkowych był zróżnicowany. Na łąkach wynosił 65% na I stanowisku i 52% na II (rys. 1). Natomiast stanowiska leśne znacznie różniły się pod względem liczebności saprofagów. W lesie (III stanowisko) stanowiły one aż 89% ogólnej liczebności larw *Diptera*, podczas gdy na stanowisku IV ich udział był dwukrotnie mniejszy i wynosił 46% (rys. 1).

W liczebności znaczący udział, wynoszący 24% i 36% na łące, a w lesie 7% i 27%, przypadają na larwy fitofagiczne z rodziny *Limoniidae*, *Bibionidae*, *Ceratopogonidae* i *Tipulidae* (tab. 3). Udział larw drapieżnych w zespołach larw *Diptera* był najmniejszy i wynosił od 4% do 27% (rys. 1).

Inaczej relacje pomiędzy grupami troficznymi kształtują się w biomacie. W glebie obydwu stanowisk łąkowych dominują fitofagiczne larwy, które stanowią 68% i 55% ogólnej biomasy larw *Diptera* (rys. 2). Do wyraźnej przewagi fitofagów przyczyniła się obecność dużych larw *Dilophus* z rodziny *Bibionidae* i *Tipulidae*. Najmniejszy udział 8% i 16% miały drapieżne larwy. Natomiast licznie wy-

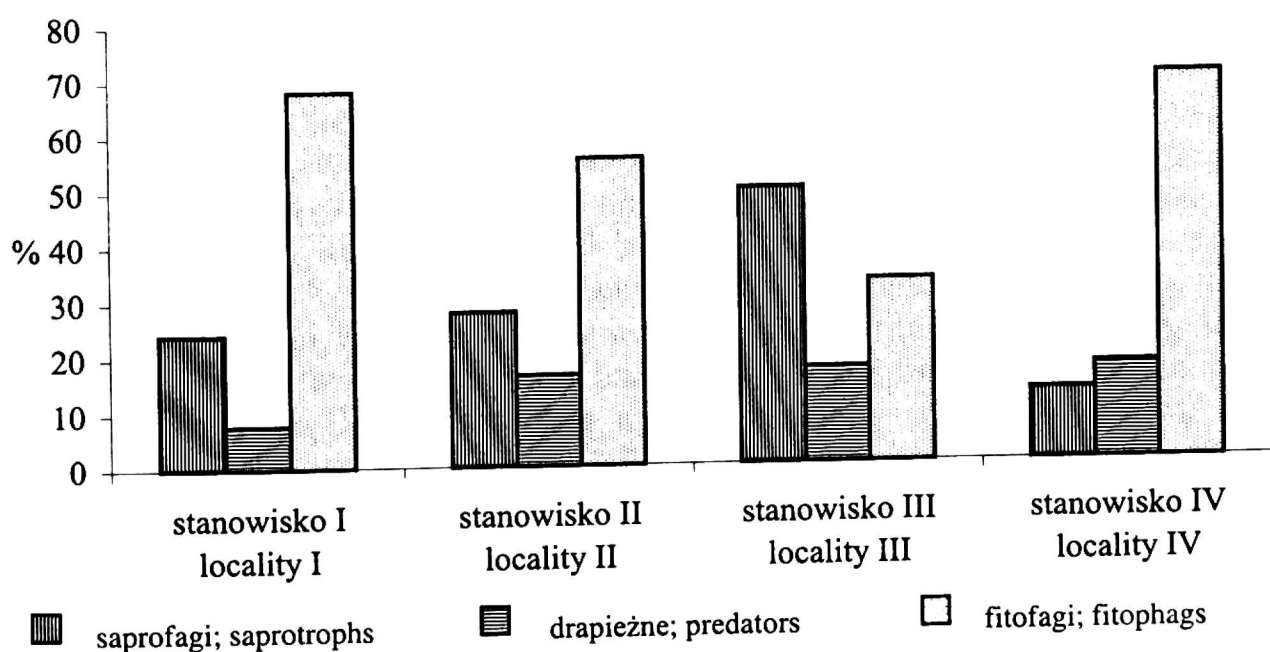
stępujące, lecz drobne saprofagi, stanowiły kolejno 24% i 28% ogólnej biomasy (rys. 2).



Rys. 1. Porównanie struktury troficznej zespołów larw *Diptera* w glebie badanych stanowisk wyrażonej udziałem procentowym w liczebności (średnie z lat 2002–2003)

Fig. 1. Comparison of trophic structure of *Diptera* larvae in soil of studied localities expressed by percentage fraction in quantity (average in years 2002–2003)

Znaczne różnice w relacjach troficznych wyrażonych w biomase stwierdzono na stanowiskach leśnych. Na stanowisku III 50% wskaźnik dominacji osiągnęły saprofagi, przed fitofagami 33% i drapieżnymi 17%. Na IV stanowisku prawie 70% udział miały fitofagi, natomiast drapieżne stanowiły 17%, a saprofagi tylko 13% ogólnej biomasy larw *Diptera* (rys. 2).



Rys. 2. Porównanie struktury troficznej zespołów larw *Diptera* w glebie badanych stanowisk wyrażonej udziałem procentowym w biomase (średnie z lat 2002–2003)

Fig. 2. Comparison of trophic structure of *Diptera* larvae in soil of studied localities expressed by percentage of biomass (average in years 2002–2003)

Dyskusja

Różnorodność i liczebność bezkręgowców w lasach jest z reguły wielokrotnie wyższa niż na łąkach i polach uprawnych. Drzewiasta roślinność leśna dostarcza dużej ilości opadów martwej materii organicznej, co sprzyja rozwojowi saprofagicznej fauny glebowej wpływającej na przyspieszenie krążenia materii w ekosystemie [GÓRNY 1975; CIESIELSKA 1997]. W toku badań w Ojcowskim Parku Narodowym wykazano w glebie stanowisk leśnych i łąkowych podobną różnorodność, lecz liczebność pedofauny w lesie wynosiła od 3354 do 3538 os. \cdot m⁻²; była niższa niż na łące, gdzie dochodziła nawet do 6515 os. \cdot m⁻².

Wśród pedofauny znaczącą grupę stanowią larwy *Diptera*, które pod względem liczebności najczęściej zajmują trzecie miejsce po *Acarina* i *Collembola*. W próbach glebowych z Ojcowskiego Parku larwy *Diptera* stanowiły od 8 do 15% ogólnej liczebności pedofauny. Różnice dotyczące średnich liczebności larw *Diptera* zarówno w glebach leśnych, jak i łąkowych wykazane przez wielu autorów są znaczne. Mają ścisły związek z rodzajem gleby, a zwłaszcza z jej wilgotnością i zawartością substancji organicznej.

GILAROV [1965] podaje, że średnie zagęszczenie larw muchówek w 1 m² gleby wynosiło 82 w lesie, natomiast w glebie łąk śródleśnych 92 osobniki. Znacznie wyższe wartości zagęszczenia tej grupy w glebach leśnych, wynoszące około 800 os. \cdot m⁻², stwierdził FROUZ [1997]. W toku badań własnych średnie zagęszczenie larw *Diptera* w lesie Ojcowskiego Parku Narodowego wynosiło 277 i 532 os. \cdot m⁻². Natomiast na łąkach było wyższe i wynosiło 532 i 737 os. \cdot m⁻². Podobną zależność stwierdziła NABIAŁCZYK-KARG [1985], CIESIELSKA i in. [1991] oraz FROUZ [1997].

Zwierzęta glebowe, w tym także larwy *Diptera*, uczestniczą w etapie przepływu energii i krążenia materii zachodzącym w podsystemie glebowym. Wielkość przepływu energii przez zoedafon zależy od jego biomasy [GÓRNY 1975; NABIAŁCZYK-KARG 1985; LAVELLE i in. 1998]. Mimo dużego zagęszczenia zwierząt w glebie leśnej, ich biomasa jest na ogół mniejsza niż na łące, gdzie zoedafon jest mniej liczny, ale w jego skład wchodzi większa ilość dużych gatunków [GÓRNY 1975]. Natomiast w przeprowadzonych badaniach wykazano mniejsze zagęszczenie i biomasę larw *Diptera* w glebie leśnej.

Zmiany w strukturze troficznej pedofauny wywierają wpływ na tempo przebiegu procesu mineralizacji materii organicznej. Najistotniejszą rolę w tym procesie odgrywają saprofagi, które stanowią 70–80% bezkręgowców ściółkowo-glebowych. Wśród nich znaczną część stanowią żyjące w ściółce leśnej i wierzchniej warstwie gleby larwy muchówek [SZUJECKI 1980]. Według KURČEVEJ [1972] udział saprofagów w zgrupowaniach larw *Diptera* w glebach leśnych nie przekracza 50%, natomiast w glebach wilgotnych łąk może dochodzić nawet do 78%. Udział saprofagicznych larw *Diptera* stwierdzony w glebach łąk w Ojcowskim Parku Narodowym wynosił 59%, a w glebie leśnej 67%.

FROUZ [1997] stwierdził w glebach leśnych liczne występowanie dużych fitofagów z rodziny *Tipulidae* i *Bibionidae* związanych z warstwą ściółki. Znaczącą ich obecność stwierdzono również na badanych stanowiskach Ojcowskiego Parku Narodowego.

Wzajemne relacje grup troficznych w zespole larw *Diptera* mogą być wskaźnikiem bioindykacyjnym przemian siedliskowych. Jak wykazały badania CIESIELSKIEJ [1983] prowadzone na naturalnych łąkach w Pradolinie Biebrzy, relacja biomasy grup troficznych ma określoną, stałą strukturę. Charakteryzuje ją przewaga

udziału biomasy form drapieżnych i niskie wartości biomasy fitofagów. W glebach badanych stanowisk w Ojcowskim Parku Narodowym kształtują się one odmiennie. Zarówno w glebie łąki i lasu pod względem biomasy przeważały fitofagi, przy czym na stanowiskach łąkowych ich udział był większy niż w lesie. Udział drapieżców w ogólnej biomacie na obu stanowiskach był podobny i wynosił ok. 17%. Taki układ struktury troficznej w biomasie zespołów larw *Diptera* znacznie odbiega od modelu charakterystycznego dla łąk naturalnych, jak również naturalnych ekosystemów leśnych [CIESIELSKA 1983, 1998]. Może wskazywać na zakłócenia w podsystemie glebowym badanych stanowisk, spowodowane wpływem antropopresji na przyrodę Ojcowskiego Parku Narodowego.

Takie relacje troficzne fauny są charakterystyczne dla terenów podlegających silnej antropopresji. Wraz ze wzrostem stresu środowiskowego spada równomierność obsady grup troficznych charakterystycznych dla naturalnych ekosystemów leśnych, a jej przebudowa polega na wzroście udziału form fitofagicznych zarówno na łąkach i w zbiorowiskach leśnych [DĄBROWSKA-PROT 1996; CIESIELSKA 1997]. Wzrost udziału fitofagów, w tym znanych szkodników roślin uprawnych, powoduje znacznie mniejsze odkładanie się substancji organicznej w glebie [BOROWSKI 1995].

Wnioski

1. Na stanowiskach łąkowych odnotowano wyższą liczebność pedofauny niż na stanowiskach leśnych.
2. Na badanych łąkach grupą dominującą były *Collembola*, natomiast w lesie *Acarina*.
3. Larwy *Diptera* osiągnęły wyższą liczebność, różnorodność i biomasę na stanowiskach łąkowych (I, II).
4. Najwyższy wskaźnik dominacji na łąkowych stanowiskach osiągnęły *Cecidomyiidae* i *Bibionidae*, natomiast na stanowiskach leśnych larwy *Chironomidae*.
5. W strukturze troficznej wyrażonej w liczebności na wszystkich stanowiskach dominowały saprofagiczne larwy *Diptera*, natomiast w biomasie na stanowiskach I, II i IV grupą dominującą były fitofagi, a na III stanowisku saprofagi.

Literatura

BOROWSKI J. 1995. Antropogeniczne przeobrażenia zgrupowań larw *Diptera* borów sosnowych Polski, w: *Antropogeniczne przeobrażenia epigeicznej i glebowej entomofauny borów sosnowych*. A. Szujecki (red.), Fundacja „Rozwój SGGW”. Warszawa.

CIESIELSKA Z. 1983. *Trophic interrelations in the communities of Diptera larvae on peatbogs*. Verh. SIEEC X Budapest: 111–114.

CIESIELSKA Z. 1997. *Różnorodność biologiczna zespołów leśnej fauny glebowej na tle*

czynników antropogennych. Mat. z VII Forum „Ekologia wsi” 7–9 X 1997, Iwonicz Zdrój, Fundacja CEEW: 112–126.

CIESIELSKA Z., CHRZAN A. 2002. Przemiany w zespołach larw Diptera w rekultywowanej glebie w Krakowie–Zakrzówku. *Annales Acad. Paedag. Cracov. F. 7, Studia Zoologica I*: 5–16.

CIESIELSKA A., KACZMAREK M., MAKULEC G., PĘTAL J., WASILEWSKA L. 1991. Zespoły bezkręgowców glebowych – ich funkcje i przemiany w glebach torfowych. *Wiad. IMUZ, T. XVI 3*: 195–213.

DĄBROWSKA-PROT E. 1987. Muchówki (Diptera) jako bioindykatory stanu środowiska przyrodniczego. *Wiad. Entomol. 7(1–2)*: 1–9.

DĄBROWSKA-PROT E. 1996. Bioindykacyjne znaczenie Diptera do oceny ekosystemów leśnych. *Sylvan 2*: 63–70.

GILAROV M.S. 1965. Počvennyje zivotnyje kak komponenty biocenoza. *Žurn. Obsčej. Biol. t. XXVI 3*: 276–290.

FROUZ J. 1997. Changes in communities of soil dwelling Dipteran larvae during secondary succession in abandoned fields. *Eur. J. Soil Biol. 33(2)*: 57–65.

GÓRNY M. 1975. *Zoekologia gleb leśnych*. PWRiL Warszawa: 311 ss.

KURČEVA G.F. 1972. Počvennyje bespozvonočnye lesov zakarpatia. *Pedobiol. 2*: 381–400.

LAVELLE P., BIGNELL D., LEPAGE M. 1998. Soil function in a changing world: the role of invertebrate ecosystem engineer. *Eur. J. Soil Biol. 33(4)*: 159–193.

NABIAŁCZYK-KARG J. 1985. Zróżnicowanie biomasy glebowych larw owadów w agroekosystemach. *Prace Kom. Nauk. Pol. Tow. Gleb. (PTG) 90*: 30–35.

PAPLIŃSKA E. 1983. Udział larw muchówek w procesach glebowych. *Wiad. Entomol. 3(3–4)*: 127–142.

RYSZKOWSKI L. 1985. Znaczenie edafonu w przepływie energii i obiegu materii agroekosystemów. *Prace Kom. Nauk. Pol. Tow. Gleb. (PTG) 90*: 9–23.

SCHEJBAL-CHWASTEK M., STACHURA E. 2001. Badania geochemiczne gleb w Ojcowskim Parku Narodowym. *Mat. konf. „Badania naukowe w południowej części Wyżyny Krakowsko-Częstochowskiej” Partyka J. (red.). 10–11 V 2001 Ojców*: 87–92.

SZUJECKI A. 1980. *Ekologia owadów leśnych*. PWN Warszawa: 604 ss.

Słowa kluczowe: fauna glebowa, larwy Diptera, liczebność, biomasa, struktura troficzna, Ojcowski Park Narodowy

Streszczenie

Badania dotyczyły fauny glebowej wybranych stanowisk Ojcowskiego Parku Narodowego. Prowadzono je w glebie dwóch stanowisk łąkowych I, II i dwóch leśnych III, IV. Na podstawie wyników dwuletnich badań najwyższą liczebność fauny stwierdzono na stanowisku II, gdzie różnorodność była najmniejsza (14 grup). Spośród 21 grup bezkręgowców najliczniej w glebie występowały *Acarina*, które stanowiły 30–35%, *Collembola* (24–47%), larwy Diptera (8–15%) a na

stanowisku IV 28% udział miały *Lumbricidae* i *Enchytraeidae*. Wśród fauny glebowej znaczącą pozycję zajmowały larwy *Diptera*, która wynikała z ich znacznej liczebności i roli, jaką pełnią w procesie glebotwórczym. Larwy *Diptera* występujące w glebach badanych stanowisk zaklasyfikowano do trzech grup troficznych: saprofagów, drapieżnych i fitofagów. Najwyższe zagęszczenie, różnorodność i biomasę tej grupy wykazano na stanowiskach łąkowych (I, II). Na stanowisku I dominowały saprofagiczne *Cecidomyiidae* (29%), a na II fitofagiczne *Bibionidae* (30%). Na stanowiskach leśnych różnorodność larw była podobna, lecz dominowały saprofagiczne *Chironomidae* (29–52%). Struktura troficzna w liczebności i biomasie różniła się. Na wszystkich badanych stanowiskach grupą dominującą pod względem liczebności były saprofagiczne larwy, przed fitofagicznymi i drapieżnymi. Natomiast struktura troficzna wyrażona w biomasie wykazywała przewagę fitofagów na stanowiskach I, II, IV (68, 55, 69%), przed saprofagami i drapieżnymi. Tylko na III stanowisku saprofagi miały 50% udział w biomasie, fitofagi 33%, a drapieżne 17%.

Relacje troficzne w biomasie różniły się od modelu charakterystycznego dla łąk naturalnych, opracowanego przez CIESIELSKĄ [1983] i mogą wskazywać na zakłócenia w podsystemie glebowym badanych stanowisk, spowodowane wpływem antropopresji na przyrodę Ojcowskiego Parku Narodowego.

EVALUATION OF MEZO- AND MACROFAUNA OF MEADOW AND FOREST SOILS IN THE OJCOWSKI NATIONAL PARK

Anna Chrzan, Maria Marko-Worłowska

Institute of Biology, Pedagogical University, Kraków

Key words: soil fauna, *Diptera* larvae, abundance, biomass, trophic structure, Ojcowski National Park

Summary

Studies involved soil fauna of selected localities in Ojcowski National Park. They were conducted on soil samples from two meadow localities, I and II, and two forest localities, III and IV. The two year study revealed that fauna was most numerous at locality II, although it also had the lowest diversity (14 groups). Among 21 groups of soil invertebrates, *Acarina* were most abundant at 30–35%, followed by *Collembola* at 24–47%, and *Dipteran* larvae at 8–15%, while *Lumbricidae* and *Enchytraeidae* had a 28% share at locality IV. *Dipteran* larvae are a significant element of the soil fauna because of their abundance and role in the pedogenic process. *Dipteran* larvae found in the studied localities were classified to three trophic groups: saprotrophs, predators and phytophags. The highest density, diversity and biomass of this group was found in meadow localities (I, II). Locality I was dominated by saprotrophic *Cecidomyiidae* with 29%, while the phytophag *Bibionidae* prevailed in locality II at 30%. Diversity in forested localities was similar, however, saprotrophic *Chironomidae* prevailed at 29–52. Trophic structures between localities differed in number of individuals and biomass. In number, all localities were dominated by saprotrophic larvae followed by phy-

tophags and predators. In trophic structure expressed as biomass, phytophags prevailed at localities I, II, IV (68, 55, 69%, respectively), followed by saprotrophs and predators. However, saprotrophs had a 50% share in biomass at locality III followed by phytophags at 33% and predators at 17%.

Trophic relations in biomass significantly differ from a model designed for natural meadows by CIESIELSKA [1983] and may point at disturbances in the soil subsystem of the studied localities caused by anthropogenic pressure on the nature of Ojcowski National Park.

Dr Anna Chrzan
Instytut Biologii
Akademia Pedagogiczna
ul. Podbrzezie 3
31-054 KRAKÓW
e-mail: chrzan@ap.krakow.pl