

OCENA FUNKCJI NICIENI GLEBOWYCH W EKOSYSTEMACH LEŚNYCH, ŁĄKOWYCH I POLNYCH

Lucyna Wasilewska

Instytut Ekologii PAN Dziekanów Leśny

Zgrupowania nicieni glebowych różnych środowisk różnią się strukturą biocenotyczną, troficzną i funkcjonalną, a w związku z tym różna jest ich rola w biocenozach. Ta niejednorodność zgrupowań wynika z udziału w nich bakteriofagów, fitofagów, pantofagów (wszystkożerców) i drapieżców. Ilościowa ocena grup troficznych pozwala scharakteryzować niecienie jako komponenty sieci troficznej organizmów glebowych, a udział każdej z tych grup jest wynikiem różnych procesów. Można przypuszczać, że zgrupowania nicieni kształtują się odmiennie w środowiskach naturalnych i antropogenicznych. Funkcję nicieni w ekosystemach naturalnych w zestawieniu z ekosystemami przekształconymi lub stworzonymi przez człowieka można przeanalizować na drodze oceny liczebności, biomasy, metabolizmu oddechowego, konsumpcji całych zgrupowań i poszczególnych grup troficznych nicieni w ekosystemach leśnych, łąkowych i polnych.

Zróżnicowanie liczebności nicieni w różnych biotopach jest bardzo duże. Według dotychczasowych danych i wyników badań własnych liczba nicieni glebowych waha się od 170 tysięcy do 30 milionów osobników na m², a biomasa od 0,08 g do 18 g na m². Liczebność (A) i biomasa (B) nicieni glebowych w różnych ekosystemach przedstawia zestawienie.

Ekosystemy leśne	A 10 ⁶ /m ²	B g/m ²
Las dębowy, Niemcy [25]	29,9	15,2
Las dębowy, Holandia [20]	15,0	—
Las bukowo-jesionowy, Anglia [22]	12,3	0,59
Las bukowy, Niemcy [25]	12,1	4,1
Las eukaliptusowy, Australia [44]	7,4	1,63
Wydma zalesiona 17-letnią sosną, Polska [28]	7,0	0,7

Las dębowy, Zw. Radziecki [47]	6,2	1,46
Las osikowy, Szwecja [20]	6,2	1,3
Las sosnowo-dębowy, Polska [19]	6,2	—
Las sosnowy, Szwecja [21]	5,4	0,45
Bór mieszany, Polska [28]	4,4	0,4
Las sosnowy, Szwecja [20]	4,0	0,3
Wydma zalesiona 12-letnią sosną, Polska [28]	3,3	0,7
Młodnik sosnowy, Polska [29]	3,0	—
Las borówkowy (próchnica surowa), Dania [13]	2,7	2,2
Las mieszany, pń-środk. St. Zjedn. [1]	2,5	1,3
Las z wrzosem (próchnica surowa), Dania [13]	2,4	2,4
Teren leśny spasany, St. Zjedn. [2]	2,2	—
Naturalny teren leśny, St. Zjedn. [2]	2,0	—
Las mieszany, St. Zjedn. [7]	1,8	—
Las jodłowy, Dania [13]	1,7	4,5
Wydma zalesiona 10-letnią sosną, Polska [28]	1,6	0,3
Las bukowy, Dania [45]	1,4	0,37
Las ekoton sosnowo-dębowy i olchowy Polska [19]	1,4	—
Las jodłowy, Finlandia [5]	1,4	0,17
Las z paprocią (próchnica surowa), Dania [13]	1,2	1,5
Las jodłowy, Finlandia [5]	1,1	0,2
Średniowilgotny las szpilkowy, Kanada, Wasilewska (niepubl.)	1,0	0,4
Las sosnowy, Kanada [20]	0,7	—
Wydma zalesiona 6-letnią sosną, Polska [28]	0,5	0,2
Las bukowy, Anglia [17]	0,37	0,08
Las szpilkowy, Japonia [9]	0,18	0,2
Las szpilkowy, Zw. Radziecki [11]	0,17	—

Ekosystemy łąkowe

Łąka, Zw. Radziecki [24]	30,0	—
Łąka, Dania [13]	20,0	18,0
Łąka, Dania [13]	19,0	16,0
Łąka, Austria [3]	18,2	—
Step właściwy, Zw. Radziecki [46]	17,0	1,5
Łąka, Dania [13]	17,0	10,5
Step łąkowy, Zw. Radziecki [46]	14,5	5,5
Łąka, Dania [13]	12,0	11,5
Pastwisko, Dania [13]	10,0	13,5
Pastwisko, Dania [13]	10,0	14,0
Pastwisko, Dania [13]	8,0	6,5
Łąka, Polska [19]	6,6	—
Łąka, Dania [13]	6,0	8,5
Step suchy, Zw. Radziecki [46]	5,0	1,6
Łąka, Dania [13]	5,0	10,0
Łąka, Bułgaria [31]	4,3	1,1
Łąka, Dania [13]	4,0	6,0
Pastwisko nieużytkowe, Polska [30]	3,7	3,0
Pastwisko, Polska [30]	3,5	2,2
Łąka, Polska [19]	3,5	—
Pastwisko, Polska [30]	3,2	1,4

Łąka naturalna, Kanada [20]	3,1	—
Łąka, Polska [35]	2,4	0,8
Łąka, Polska [19]	2,3	—
Łąka, Dania [13]	2,0	8,0
Łąka, Dania [13]	1,4	1,3
Łąka śródleśna, Polska [19]	1,3	—
Łąka śródleśna, Polska [19]	1,2	—
Łąka, Dania [13]	1,2	2,5
Step półpustynny, Zw. Radziecki [46]	1,1	0,7
Łąka śródleśna, Polska [19]	1,0	—
Łąka śródleśna, Polska [19]	0,6	—
Ekosystemy polne		
Żyto, Polska [32]	8,6	1,1
Ziemniak, Polska [32]	5,5	0,7
Żyto, Polska [38]	5,3	0,9
Pole uprawne, Austria [3]	4,7	—
Pole uprawne, Austria [3]	4,5	—
Soja, St. Zjedn. [2]	4,7	—
Ziemniak, Polska [27]	3,9	—
Pszenica, Zw. Radziecki [47]	3,5	0,56
Ziemniak, Polska [19]	3,2	—
Lucerna 3-letnia, Polska [26]	2,9	—
Ziemniak, Polska [19]	2,8	—
Żyto, Dania [13]	2,5	3,0
Pszenica, Polska [41]	2,3	—
Pszenica, Polska [41]	1,8	—
Soja, St. Zjedn. [2]	1,7	—
Lucerna 5-letnia, Polska [26]	1,6	—
Monokultura, St. Zjedn. [2]	1,4	—
Rzepak, Dania [13]	1,0	0,7
Soja, St. Zjedn. [2]	0,7	—

Liczebność i biomasa nicieni mają większe wahania w środowiskach naturalnych lub półnaturalnych, a mniejsze w agrocenozach. W strefie umiarkowanej w zbiorowiskach trawiastych najczęściej zagęszczenie nicieni waha się od 1 do 4 mil. osobników na m², na terenach zadrzewionych od 1 do 3 mil., a w glebie pól uprawnych od 1 do 5 mil. osobników. Liczebność nicieni glebowych w Polsce wahała się od 0,5 do 8,5 mil. osobników na m², a biomasa od 0,2 g do 3 g na m². W murszastej glebie śródleśnych łąk z zalegającą okresowo wodą było ich mniej, więcej zaś w glebie pielęgnowanych łąk i pastwisk. W borach mieszanych i lasach wielogatunkowych z obfitym podszytem były one bardziej liczne, niż w lasach jednogatunkowych lub podmokłych. Również w agrocenozach o intensywnej uprawie było więcej nicieni niż w uprawach o mniejszej intensywności [36].

Liczebność zgrupowań nicieni glebowych nie może być miarą zna-

czenia tych zwierząt dla biocenozy. Dopiero ocena udziału ilościowego z poszczególnych grup troficznych i ocena parametrów produkcyjnych każdej grupy w biocenozach leśnych, trawiastych i polnych może dać wyobrażenie o ich funkcji. Funkcjonowanie i znaczenie dla biocenozy poszczególnych grup troficznych nicieni zostało przedstawione na podstawie analizy nicieni w 28 stanowiskach, rozmieszczonych w 3 rejonach Polski: centralnym, poznańskim i podgórskim. Było to 11 stanowisk z ekosystemów trawiastych, 9 — z leśnych i 8 — z polnych (głównie uprawy jednoroczne). Przedstawione w tym artykule dane wchodzi częściowo w skład innej publikacji autorki. Prezentowane opinie są kompilacją danych z piśmiennictwa i własnych, zaś konfrontację ich przedstawiono we wspomnianej wyżej pracy autorki [36].

NICIENIE — BAKTERIOFAGI

Na badanych stanowiskach stwierdzono przedstawicieli następujących rodzajów, wyróżnionych zgodnie z systematyką Goodey'a [4], a zaliczanych do bakteriofagów: *Acrobeles*, *Acrobeloides*, *Alaimus*, *Amphidelus*, *Anaplectus*, *Aulolaimus*, *Cephalobus*, *Cervidellus*, *Chiloplacus*, *Chronogaster*, *Cylindrolaimus*, *Diplogaster*, *Diploscapter*, *Drilocephalobus*, *Ethmolaimus*, *Eucephalobus*, *Euteratocephalus*, *Heterocephalobus*, *Monhystera*, *Panagrolaimus*, *Plectus*, *Prismatolaimus*, *Rhabditis* s.l., *Rhabdolaimus*, *Teratocephalus*, *Wilsonema* i *Zeldia*.

Liczne występowanie bakteriofagów jest wskaźnikiem dużego nasilenia procesów rozkładu, zwłaszcza gdy w składzie tej grupy dominują typowe saprobiotyczne gatunki, tak zwane eusaprobionty [36]. Obieg materii organicznej, a więc i proces mineralizacji ściółki i resztek roślinnych jest znacznie szybszy na polach uprawnych niż w ekosystemach łąkowych i leśnych [18]. Uzasadnia to obfite występowanie bakteriofagów, które są uzależnione od mikroflory bakteryjnej. Bakteriofagi stanowią przeciętnie od 30 do 40% całego zgrupowania nicieni, biorąc pod uwagę liczebność [36]. Mimo, iż bakteriofagi redukują bakterie odżywiając się nimi, to należy je jednak uważać za organizmy sprzyjające rozkładowi. Oddziaływanie tych nicieni na mikroorganizmy polega nie tylko na zjadaniu, lecz zapewne także na stymulacji ich wzrostu na wydalinach nicieni, roznoszeniu drobnoustrojów w profilu glebowym, powiązaniach symbiotycznych i innych zależnościach. Inna rola bakteriofagów to udział w rozprzestrzenianiu chorób roślin. Z ostatnich doniesień wynika, że bakteriofagiczne nicienie mogą spożywać i wydalać żywe bakterie patogeniczne, zarodniki patogenicznych grzybów, inne mikroorganizmy jak mikoplazmy oraz glony i fagi bakterii będących patogenami roślin [39]. Wiadomo już, że niektóre mikroorganizmy przechodzące przez jelito nicieni są później zdolne do reprodukcji. Ni-

cienie często tolerują koncentracje środków chemicznych letalnych dla wspomnianych wyżej mikroorganizmów. Mogą więc stanowić ochronę tych organizmów, które są zwalczane przez człowieka. Biorąc pod uwagę pospolite, ubikwistyczne występowanie bakteriofagicznych nicieni i ich prawdopodobnie stosunkowo małą wybiórczość pokarmową, znaczenie tego mało znanego faktu może się okazać niebagatelne. Półsa-probionty, czyli bakteriofagi ściślej związane z roślinami i często zasiedlające ich tkanki, wykazują w filogenezie tendencję do pasożytowania w roślinach wyższych [37]. Nicienie te prawdopodobnie uszkodzają rośliny mechanicznie, zwiększając szanse infekcji przez mikroorganizmy.

Wymienione funkcje bakteriofagów są realizowane we wszystkich 3 rodzajach ekosystemów, oczywiście w stopniu zależnym od nasilenia ilościowego tej grupy nicieni. Z badań autorki wynika, że w ekosystemach polnych liczebność, biomasa i metabolizm oddechowy bakteriofagów wyraźnie przeważają (metabolizm nawet czterokrotnie) w stosunku do dwóch pozostałych rodzajów ekosystemów (tab. 1).

Tabela 1

Średnia liczebność, biomasa i metabolizm oddechowy nicieni z grupy bakteriofagów w trzech typach ekosystemów, wg Wasilewskiej [36], zmienione

Mean numbers, biomass and respiratory metabolism of bacteriophagous nematodes in three types of ecosystems, according to Wasilewska [36], changed

Ekosystem Ecosystem	Liczebność Numbers $10^3/m^2$	Biomasa Biomass mg/m^2	Metabolizm oddechowy 4,18 kJ/m ² /rok Respiratory metabolism 4,18 kJ/m ² /year
Trawiasty Grassland	833	190	7,3
Leśny Forest	1117	129	8,6
Polny Crop-field	1898	492	32,7

NICIENIE — MIKOFAGI

Grupę tę tworzyły nicienie z następujących rodzajów: *Aphelenchoides*, *Aphelenchus*, *Deladenus*, *Nothotylenchus*, *Paraphelenchus*, *Pseudhalenchus* i *Thada*. Nicienie mikofagiczne przyspieszają zapewne obieg (turnover) grzybów, przez co przyczyniają się do szybszego udostępnie-

nia substratu innym organizmom litycznym, np. bakteriom [23]. Znaczenie nicieni mikofagicznych w środowisku, określone ich liczebnością, biomasa, czy nawet konsumpcją jest niepełne, gdyż uszkodzenie grzybni i jej redukcja są wynikiem nie tylko pobranego przez nicienie pokarmu [40], a również faktycznej konsumpcji strzępeków przez nicienie oraz ograniczającego wpływu nicieni na wzrost grzybni. Ten ograniczający wpływ powstał wprawdzie w związku z żerowaniem, ale jest wynikiem zmian w fizjologii grzyba poprzez działalność enzymatyczną nicieni oraz wynikiem uszkodzeń mechanicznych powodujących obumieranie części strzępeków z nie poznanych jeszcze przyczyn [40]. Według oceny autorki grupa mikofagów występuje najliczniej w ekosystemie leśnym (tab. 2), o czym decyduje zapewne ilościowa przewaga grzybów. W leśnych ekosystemach Puszczy Kampinoskiej udział grzybów w całej mikroflorze był większy niż na łąkach [6]. Zależność zagęszczenia nicieni-mikofagów od zagęszczenia grzybów w środowisku leśnym zaobserwowali też inni autorzy [12]. Nicienie mikofagiczne odżywiają się treścią komórek strzępeków grzybni, mogą być więc też uzależnione od występowania mikoryzy, co jednak wymaga dalszych szczegółowych badań. Liczne występowanie nicieni mikofagicznych w niektórych agrocenozach (tab. 2) trudno jest obecnie uzasadnić, zagadnienie to wymaga specjalnej analizy. W badanych środowiskach mikofagi stanowiły średnio 6⁰/₀ w ekosystemach trawiastych, 21⁰/₀ w leśnych i 16⁰/₀ — w polnych, jeśli za 100⁰/₀ przyjąć liczebność całego zgrupowania.

Tabela 2

Średnia liczebność, biomasa i metabolizm oddechowy nicieni z grupy mikofagów w trzech typach ekosystemów, wg Wasilewskiej [36], zmienione.

Mean numbers, biomass and respiratory metabolism of mycophagous nematodes in three types of ecosystems, according to Wasilewska [36], changed

Ekosystem Ecosystem	Liczebność Numbers 10 ³ /m ²	Biomasa Biomass mg/m ²	Metabolizm oddechowy 4,18 kJ/m ² /rok Respiratory metabolism 4,18 kJ/m ² /year
Trawiasty Grassland	158	24	1,2
Leśny Forest	822	29	2,6
Polny Crop-field	717	63	5,7

NICIENIE-FITOFAGI

Lista nicieni — fitofagów (fakultatywnych i obligatoryjnych pasożytów roślin wyższych) znalezionych przez autorkę w ekosystemach leśnych (L), łąkowych (Ł) i polnych (P) w Polsce.

- Aglenchus agricola* — L
Aglenchus costatus — Ł,P
Malenchus acarayensis — L
Tylenchus andrássyi — Ł
Tylenchus baloghi — L,Ł,P
Tylenchus davainei — L,Ł,P
Tylenchus discrepans — Ł,P
Tylenchus ditissimus — L,Ł,P
Tylenchus exiguus — L,P
Tylenchus filiformis — P
Tylenchus leptosoma — L,Ł,P
Tylenchus minutus — L,Ł,P
Tylenchus misellus — L
Tylenchus orbis — Ł
Tylenchus parvus — L,P
Tylenchus polyhypnus — L
Tylenchus sandneri — L,P
Tylenchus thornei — Ł
Tylenchus vulgaris — L,Ł,P
Tetylenchus joctus — L
Basiria duplexa — Ł,P
Basiria graminophila — P
Basiria magnidens — P
Basiria minor — Ł,P
Basiria noctiscripta — Ł,P
Basiria tumida — Ł,P
Psilenchus hilarulus — Ł,P
Tylenchorhynchus brevidens — L,Ł,P
Tylenchorhynchus claytoni — P
Tylenchorhynchus dubius — L,Ł,P
Tylenchorhynchus lenorus — P
Tylenchorhynchus leptus — L
Tylenchorhynchus macrurus — P
Tylenchorhynchus maximus — Ł
Tylenchorhynchus microdorus — L
Tylenchorhynchus microphasmis — L
Tylenchorhynchus nothus — P
Tylenchorhynchus quadrifer — P
Tylenchorhynchus striatus — P
Trophurus sculptus — L
Ditylenchus destructor — P
Ditylenchus dipsaci — Ł,P
Ditylenchus dipsacoideus — L,P
Ditylenchus intermedius — L,Ł,P
Ditylenchus medicaginis — L,P
Ditylenchus myceliophagus — L
Ditylenchus valveus — Ł
Heterodera sp.
Meloidogyne hapla — P
Rotylenchus fallorobustus — L,Ł
Rotylenchus goodeyi — L
Helicotylenchus canadensis — Ł,P
Helicotylenchus digonicus — L
Helicotylenchus pseudorobustus — L,Ł
Helicotylenchus varicaudatus — L
Pratylenchus alleni — Ł
Pratylenchus crenatus — L,Ł,P
Pratylenchus minyus — P
Pratylenchus penetrans — L,P
Pratylenchoides crenicauda — Ł
Hirschmannia sp.
Hemicycliophora epicharoides — L
Nothocriconema loofi — L
Nothocriconema princeps — L
Macroposthonia curvata — L
Macroposthonia rustica — L
Xenocriconemella macrodora — L
Paratylenchus aciculus — Ł,P
Paratylenchus besoekianus — Ł
Paratylenchus bukowinensis — P
Paratylenchus curvatus — L,Ł,P

<i>Paratylenchus elachistus</i> — Ł	<i>Longidorella parva</i> — Ł
<i>Paratylenchus goodeyi</i> — L	<i>Longidorus elongatus</i> — Ł,P
<i>Paratylenchus microdorus</i> — L,Ł,P	<i>Trichodorus christiei</i> — L
<i>Paratylenchus nanus</i> — P	<i>Trichodorus pachydermus</i> — L
<i>Paratylenchus projectus</i> — L	<i>Trichodorus viruliferus</i> — L,Ł
<i>Paratylenchus steineri</i> — L	<i>Xiphinema americanum</i> — L

Nicienie fitofagiczne, jako konsumenci pierwszego rzędu, ograniczają produkcję pierwotną. Rola tej grupy nicieni oceniona przez konsumpcję, podobnie jak rola mikofagów, nie określa w pełni ich znaczenia jako czynnika redukującego produkcję pierwotną. Wiadomo, iż uboczny wpływ niektórych gatunków nicieni, a zwłaszcza pasożytów obligatorycznych i patogenów roślin wyższych, przekracza kilkakrotnie działalność bezpośrednią, wycenioną na podstawie pobranego pokarmu. Właśnie wpływ nicieni-fitofagów na zmianę fizjologii roślin żywicielskich okazał się na tyle istotny dla rolnictwa, z punktu widzenia ochrony roślin, że powstała oddzielna dyscyplina nauki, zwana nematologią. Pojęcie fitofag obejmuje szeroki wachlarz zależności między nicieniami a rośliną i różne stopnie pasożytnictwa. Zalicza się tu ekto- i endopasożyty, wolnożyjące lub osiadłe, o zróżnicowanej działalności enzymatycznej w stosunku do roślin, przy czym reakcja roślin żywicielskich jest również różnorodna, zależna od bardzo wielu czynników. Tylko szczegółowa analiza stosunku pasożyt-żywiciel umożliwia precyzyjną ocenę znaczenia nicieni-fitofagów dla roślin; najczęściej stosuje się ocenę strat w plonach. Według literatury światowej straty w plonach powodowane przez fitofagiczne nicienie ocenia się średnio na 10-15%, co dotyczy głównie upraw rolniczych. Oceny te nie uwzględniają pośrednich wpływów tych nicieni, do których należy przenoszenie wirusów i współdziałania w chorobach grzybowych i bakteryjnych. Przygotowanie środowiska roślinnego dla infekcji, przełamanie barier odpornościowych, spotęgowanie procesów chorobowych przy sprzężonym działaniu nicieni i innych czynników chorobotwórczych trudno jest ocenić inaczej, jak przez analizę konkretnych przypadków. W badanych przeze mnie środowiskach nicienie-fitofagi okazały się najliczniejsze w ekosystemach polnych i trawiastych, zaś ekosystemy leśne charakteryzowały się najniższą średnią wartością liczebności, biomasy i metabolizmu oddechowego tej grupy (tab. 3). W agrocenozach oraz łąkach i pastwiskach pielęgnowanych grupa ta stanowi średnio około 40% całego zgrupowania nicieni, jeśli brać pod uwagę liczebność. Inny jest jednak skład gatunkowy nicieni w agrocenozach, a inny w ekosystemach trawiastych. Z badań moich [36] wynika, że różnorodność gatunkowa jest znacznie większa w środowiskach naturalnych, lub o mniejszej ingerencji człowieka (np. na łąkach) w porównaniu z uprawami rolnymi.

Udział nicieni fitofagicznych w badanych środowiskach leśnych wynosił od 15 do 23% biorąc za 100% liczebność całego zgrupowania nicieni. Uważam, że w ekosystemach leśnych a więc najbardziej zrównoważonych układach biocenotycznych, mogą się wytwarzać mechanizmy ograniczające liczniejsze występowanie tych fitofagów.

Tabela 3

Średnia liczebność, biomasa i metabolizm oddechowy nicieni z grupy fitofagów w trzech typach ekosystemów [wg 36], zmienione

Mean numbers, biomass and respiratory metabolism of phytophagous nematodes in three types of ecosystems, according to Wasilewska [36], changed

Ekosystem Ecosystem	Liczebność Numbers $10^3/m^2$	Biomasa Biomass mg/m^2	Metabolizm oddechowy 4,18 kJ/m ² /rok Respiratory metabolism 4,18 kJ/m ² /year
Trawiasty Grassland	1053	290	10,2
Leśny Forest	754	50	3,7
Polny Crop-field	1420	152	9,0

NICIENIE — PANTOFAGI

Z grupy pantofagów stwierdzono przedstawicieli następujących rodzajów: *Actinolaimus*, *Amphidorylaimus*, *Aporcelaimellus*, *Aporcelaimus*, *Belondira*, *Campydora*, *Diphtherophora*, *Discolaimus*, *Dorylaimellus*, *Dorylaimoides*, *Dorylaimus*, *Drepanodorus*, *Enchodelus*, *Eudorylaimus*, *Labronema*, *Mesodorylaimus*, *Nygolaimellus*, *Nygolaimus*, *Oxydirus*, *Prodorylaimus*, *Pungentus*, *Tobrilus*, *Thornenema*, *Tylencholaimellus* i *Tylencholaimus*. Odżywiają się one zawartością komórek roślinnych, strzępkami grzybów, glonami, bakteriami, promieniowcami, pierwotniakami i innymi organizmami, a więc pokarmem roślinnym i zwierzęcym. Wymagania pokarmowe wielu gatunków, nie są jeszcze dokładnie poznane. Jeśli odżywiają się roślinami, to nie przypisuje się im znaczenia czynników chorobotwórczych, tak jak nicieniom — obligatorycznym pasożytom roślin [15, 16]. Pantofagi nie mają prawdopodobnie odpowiednich enzymów i zdolności trawienia zewnętrznego. Ich wpływ na rośliny ogranicza się do miejsca żerowania i nie wpływa na fizjologię roślin żywicielskich. Grupa pantofagów występowała stosunkowo liczniej w eko-

systemach trawiastych niż w dwóch pozostałych (tab. 4). Mały udział pantofagów obserwowałam w uprawach rolnych (do 6⁰/o w stosunku do liczebności całego zgrupowania nicieni), wyższy w ekosystemach leśnych (średnio 16⁰/o) i najwyższy w ekosystemach trawiastych (średnio 24⁰/o).

Tabela 4

Srednia liczebność, biomasa i metabolizm oddechowy nicieni z grupy pantofagów w trzech typach ekosystemów [wg 36], zmienione

Mean numbers, biomass and respiratory metabolism of pantophages nematodes in three types of ecosystems, according to Wasilewska [36], changed.

Ekosystem Ecosystem	Liczebność Numbers 10 ³ /m ²	Biomasa Biomass mg/m ²	Metabolizm oddechowy 4,18 kJ/m ² /rok Respiratory metabolism 4,18 kJ/m ² /year
Trawiasty Grassland	677	1003	23,4
Leśny Forest	297	160	4,5
Polny Crop-field	195	183	4,0

NICIENIE - DRAPIEŻCE

Stwierdzono przedstawicieli następujących rodzajów: *Brachonchulus*, *Iotonchus*, *Ironus*, *Mononchus*, *Mylonchulus*, *Prionchulus*, *Seinura* i *Tripyla*.

Nicienie typowo drapieżne nie są liczne (drapieżce fakultatywne zaliczono do pantofagów). Ofiarami ich są z reguły stosunkowo duże zwierzęta jak wazonkowce, nicienie, roztocze i inne. Grupa drapieżców okazała się najliczniejsza w ekosystemach trawiastych, mniej liczna w ekosystemach leśnych, brak jej stwierdzono w ekosystemach polnych (tab. 5). Zupełny brak typowych drapieżców w agrocenozach sygnalizowali już Nusbaum i Ferris [14], zaś minimalny ich udział w uprawach rolnych w Polsce stwierdziło kilku autorów [10, 19, 34, 42, 43]. Brak drapieżców i mały udział częściowych drapieżców (pantofagów) w badanych agrocenozach, jak również liczne występowanie nicieni - bakteriofagów związanych z rozkładem, przyczyniają się do szybkiej mineralizacji materii organicznej. Tylko w naturalnych i mało przekształconych ekosystemach stwierdzono obecność nicieni drapieżnych. Ekosystemy

o małym udziale drapieżców wykazują szybkie tempo obrotu materii [8].

Tabela 5

Średnia liczebność, biomasa i metabolizm oddechowy nicieni z grupy drapieżców w trzech typach ekosystemów [wg 36], zmienione

Mean numbers, biomass and respiratory metabolism of predacious nematodes in three types of ecosystems, according to Wasilewska [36], changed

Ekosystem	Liczebność $10^3/m^2$	Biomasa mg/m ²	Metabolizm oddechowy 4,18 kJ/m ² /rok
Ecosystem	Numbers $10^3/m^2$	Biomass mg/m ²	Respiratory metabolism 4,18 kJ/m ² /year
Trawiasty Grassland	76	190	6,2
Leśny Forest	44	35	0,9
Polny Crop-field	0	0	0

Tabela 6

Średni ciężar (w μg) nicienia w trzech typach ekosystemów [wg 36], zmienione

Mean fresh weight of an individual nematode (in μg) in three types of ecosystems, according to Wasilewska [36], changed

Ekosystem	Bakteriofagi Bacteriophages	Mikofagi Mycophages	Fitofagi Phytophages	Całe zgrupowanie Whole community
Trawiasty Grassland	0,279	0,123	0,211	0,495
Leśny Forest	0,122	0,053	0,114	0,213
Polny Crop-field	0,144	0,056	0,086	0,140

TEMPO WYMIANY OSOBNIKÓW NICIENI W TRZECH TYPACH EKOSYSTEMÓW

Średni ciężar nicienia w ekosystemach polnych okazał się około 3,5 raza mniejszy niż w ekosystemach trawiastych i około 1,5 raza mniejszy niż w ekosystemach leśnych. Fitofagi były najmniejsze w ekosystemach polnych, a mikofagi i bakteriofagi mniejsze w ekosystemach

polnych i leśnych niż w ekosystemach trawiastych (tab. 6). Można z tego wnioskować, że wymiana (turnover) osobników nicieni zachodzi najszybciej w ekosystemach polnych i szybciej w ekosystemach leśnych niż trawiastych.

BAKTERIOFAGI I MIKOFAGI A PANTOFAGI I DRAPIEŻCE

Grupom bakteriofagów i mikofagów można przypisać podobną funkcję ekologiczną — odżywanie się kosztem reducentów (pośredni związek z rozkładem materii organicznej). Bakteriofagi, gatunki o szybkim obiegu, są związane ze środowiskiem, gdzie szybko następuje rozkład materii organicznej w glebie. Zabiegi uprawowe (nawożenie organiczne a czasem i mineralne) sprzyjają rozwojowi mikroflory, a więc i rozwojowi nicieni bakteriofagicznych. Grupy pantofagów i drapieżców, które liczniej występują tylko w środowiskach naturalnych lub mało zmienionych przez człowieka (tab. 4 i 5) są rugowane ze środowiska właśnie czynnikami antropogenicznymi. Utrzymywanie niezmiennych warunków sprzyja nagromadzeniu się pantofagów i drapieżców. Wydaje się, że obie te grupy nicieni można wykorzystać jako wskaźniki ingerencji antropogenicznych. Twierdzenie to oparto na kilku obserwacjach, z których wynika, że takie zabiegi jak spasanie lub wycięcie lasu, nawożenie organiczne i mineralne, udeptywanie pastwiska przez owce, orka, częsta rotacja roślin i zapewne inne zabiegi powodują spadek liczebności pantofagów [33, 36]. Pantofagi i drapieżce, gatunki o dłuższych cyklach życiowych i nie uzależnione od jednego tylko rodzaju pokarmu (zdolności kompensacyjne) przyczyniają się do wydłużenia łańcuchów pokarmowych, co w efekcie sprzyja stabilności

Tabela 7

Średnia konsumpcja nicieni (w kJ/m²/rok) w trzech typach ekosystemów (według Wasilewskiej [36], zmienione)
 Mean consumption of nematodes (kJ/m²/year) in three types of ecosystems (according to Wasilewska [36], changed)

Ekosystem Ecosystem	Bakteriofagi i mikofagi Bacteriophages and mycophages	Fitofagi Phytophages	Pantofagi i drapieżce Pantophages and predators	Całe zgrupowanie Whole community
Trawiasty Grassland	92	117	335	544
Leśny Forest	134	42	59	234
Polny Crop-field	440	105	42	586

układu biocenotycznego. Znaczenie bakteriofagów jest najmniejsze w ekosystemach trawiastych a największe w ekosystemach polnych, natomiast znaczenie pantofagów i drapieżców jest w ekosystemach trawiastych największe (tab. 7).

Jeśli oceniać funkcję nicieni w biocenozie poprzez wielkość ich konsumpcji, to ekosystem trawiasty i polny wykazują wysokie i zbliżone wartości tego parametru, zaś w ekosystemie leśnym znacznie mniejsza ilość energii zostaje pobrana przez nicienie (tab. 7). W ekosystemach polnych duży strumień energii dociera do bakteriofagów i mikofagów, w ekosystemach trawiastych także do pantofagów i drapieżców. Żadna z grup troficznych nie osiągnęła w ekosystemie leśnym tak wysokich bezwzględnych wartości konsumpcji, jakie obserwuje się u bakteriofagów w agrocenozach i pantofagów w ekosystemach trawiastych.

Pola uprawne wykazują niską retencję związków chemicznych (dotyczy to nawet azotu) nie mówiąc o tym, że odbiera się im periodycznie część wyprodukowanej materii. Rola zwierząt glebowych, w tym i nicieni, magazynujących w ciągu życia w swym ciele te związki, które w stanie wolnym uległyby wymyciu z jednej strony oraz ich znaczenie we wzbogacaniu sieci troficznej biocenozy — z drugiej, pozwala eksponować wolnożyjące nicienie glebowe jako organizmy potrzebne zarówno biocenozie, jak i człowiekowi. Nie stoi to w sprzeczności z koniecznością zwalczania nicieni — szkodników naszych upraw, ale wskazuje na potrzebę wypracowania takich metod, które nie zagrażałyby innym komponentom biocenozy, a przynajmniej rokowałyby możliwość odbudowy utraconych struktur biocenotycznych.

LITERATURA

1. Ferris V. R., Ferris J. M.: Nematode community dynamics in natural and disturbed environments. 11th Int. Symp. Nematol., Reading, England, Sept. 1972, Abstracts 21-22 (1972)
2. Ferris V. R., Ferris J. M.: Inter-relationships between nematode and plant communities in agricultural ecosystems. *Agro-Ecosystems*, Amsterdam, 1: 275—299 (1974)
3. Franz H.: *Bodenzoologie als Grundlage der Bodenpflege mit besonderer Berücksichtigung der Bodenfauna in den Ostalpen und im Donaubecken*. Akad. Verlag. Berlin (1950)
4. Goodey T.: *Soil and freshwater nematodes*. Methuen, London—New York (1963)
5. Huhta V., Koskenniemi A.: Number, biomass and community respiration of soil invertebrates in spruce forest at two latitudes in Finland. *Ann. zool. fenn.* 12: 164-182 (1975)
6. Jakubczyk H., Mikroorganizmy jako ogniwo troficzne w ekosystemie i ich rola w retencji: *Ekol. pol. ser. B*, 14: 325-328 (1968)

7. Johnson S. R., Ferris J. M., Ferris V. R.: Nematode community structure in forest woodlots. II Ordination of nematode communities. *J. Nematol.* 5: 95-107 (1973)
8. Kajak A.: Drapieżce bezkręgowce w ekosystemach trawiastych. *Wiad. ekol.* 23: 132-178 (1977)
9. Kitazawa Y.: Community metabolism of soil invertebrates in forest ecosystems of Japan. [W:] *Secondary productivity of terrestrial ecosystems*, ed. K. Petruszewicz, Warszawa—Kraków, 649-661 (1967)
10. Kozłowska J.: Soil nematodes fauna occurring in the Jadwisin fields near Warsaw and the effect of environmental conditions on them. *Ekol. pol. Ser. A*, 15: 443-485 (1967)
11. Kuzmin L. L.: O faune i ekologii svobodnoživuščich nematod zapadnogo Taimira. *Zool. Ž.*, 51: 1399-1402 (1972)
12. McBrayer J. F., Reichle D. E., Witkamp M.: Energy flow and nutrient cycling in cryptozoan food-web, Eastern Deciduous Forest Biome IBP: 73-78 (1974)
13. Nielsen C. Overgaard: Studies on the soil microfauna. II. The soil inhabiting nematodes. *Nat. Jutland.* 2: 1-131 (1949)
14. Nusbaum J., Ferris H.: The role of cropping systems in nematode population management. *Ann. Rev. Phytopathol.* 11: 423-440, 1973
15. Paramonov A. A.: Opyt ekologičeskoj klassifikacii fitonematod. *Trudy Gelm. Lab.* 6: 336-375 (1952)
16. Paramonov A. A.: *Osnovy fitogelmintologii*. I. Moskva (1962)
17. Philipson J., Abel R., Steel J., Woodell S. R. J.: Nematode numbers, biomass and respiratory metabolism in a beech woodland — Wytham Woods, Oxford, *Oecologia (Berl.)* 27: 141-145. (1977)
18. Ryszkowski L.: Energy and matter economy in ecosystems, w: *Unifying concepts in ecology*, ed. W. H. Dobben, R. H. Lowe-McConnell, Hague, Wageningen; 109-126 (1975)
19. Sandner H., Wasilewska L.: The role of the habitat in forming communities of soil nematodes. *Zesz. probl. Post. Nauk rol.* 92: 391-408 (1970)
20. Sohlenius B.: Data on soil nematodes. w: *Soil fauna and decomposition processes*, ed. D. Parkinson, Report of IBP/PT theme 8 meeting in Louvain, July 1972: 70-81 (1972)
21. Sohlenius B.: Numbers, biomass and respiration of nematoda, rotatoria and tardigrada in a 120-year old Scots pine forest at Ivantjärnsheden, Central Sweden. *Swedish Coniferous Forest Project, Tech. Rep.* 9: 1-40, (1977)
22. Twinn D. C.: Studies on the ecology of free-living soil nematodes of two contrasting woodland humus formations. Ph. D. Thesis, Queen Mary College Univ. London (1966)
23. Twinn D. C.: Nematodes. w: *Biology of plant litter decomposition*, eds. C. H. Dickinson, G. J. F. Pugh, Academic Press, London—New York: 421-465, 1974
24. Vasileva I. N.: Čislennost i vertikalnye raspredelenie nematod v lugovoj počve. *Zool. Ž.* 51: 1563-1565 (1972)
25. Volz P.: Untersuchungen über die Mikrofauna des Waldbodens. *Zool. Jahr. Syst.* 79: 514-566 (1951)
26. Wasilewska L.: Analysis of the occurrence of nematodes in alfalfa crops. II. Abundance and quantitative relations between species and ecological group of species. *Ekol. pol. Ser. A*, 15: 347-371 (1967)
27. Wasilewska L.: The effect of the pre-crop on soil nematodes in potato field. *Ekol. pol. Ser. A*, 17: 117-124 (1969)

28. Wasilewska L.: Nematodes of the dunes in the Kampios Forest. II. Community structure based on numbers of individuals, state of biomass and respiratory metabolism. *Ekol. pol.* 19: 651-688 (1971)
29. Wasilewska L.: Nicienie młodnika sosnowego w Nadleśnictwie Laski, Puszcza Kampinoska. *Zesz. probl. Post. Nauk rol.* 121: 159-167 (1971)
30. Wasilewska L.: Analysis of a sheep pasture ecosystem in the Pieniny mountains (the Carpathians). XIII. Quantitative distribution, respiratory metabolism and some suggestion on production of nematodes. *Ekol. pol.* 22: 651-668 (1974)
31. Wasilewska L.: Quantitative evaluation of the occurrence of nematodes in the meadow soil from the surroundings of Sofia (Bulgaria). *Zesz. probl. Post. Nauk rol.* 154: 213-225 (1974)
32. Wasilewska L.: Number, biomass and metabolic activity of nematodes of two cultivated fields in Turew. *Zesz. probl. Post. Nauk rol.* 154: 419-442 (1974)
33. Wasilewska L.: Rola wskaźnikowa wszystkoożernej grupy nicieni glebowych. *Wiad. ekol.* 20: 385-390 (1974)
34. Wasilewska L.: Trophic structure of nematode community in an agocenosis and a natural habitat. *Bull. Acad. pol. Sci. Cl. II*, 23: 29-31 (1975)
35. Wasilewska L.: The role of nematodes in the ecosystem of meadow in Warsaw environs. *Pol. ecol. Stud.* 2(4): 137-156 (1976)
36. Wasilewska L.: The structure and function of soil nematode communities in natural ecosystems and agocenoses. *Pol. ecol. Stud.* 5: 97-145 (1979)
37. Wasilewska L.: Drogi ewolucji nicieni glebowych. *Kosmos*, 28: 291-300 (1979)
38. Wasilewska L. i Paplińska E.: Energy flow through the nematode community in the region of Poznań. *Pol. ecol. Stud.* 1(3): 75-82 (1975)
39. Wasilewska L. i Webster J. M.: Free-living nematodes as disease factors of man and his crops. *Intern. J. environm. Stud.* 7: 201-204 (1975)
40. Wasilewska L., Jakubczyk H. i Paplińska E.: Production of *Aphelenchus avenae* Bastian (*Nematoda*) and reduction of mycelium of saprophytic fungi by them. *Pol. ecol. Stud.* 1(3): 61-73 (1975)
41. Witkowski T.: Pionowe rozmieszczenie nicieni w glebie trzech upraw rolniczych. *Zesz. nauk. UMK, mat-przyr.*, Toruń, 3: 61-101 (1958)
42. Witkowski T.: Wstępne obserwacje nad rozmieszczeniem nicieni żyjących w glebie pod uprawą jęczmienia. *Stud. Soc. Sci. Tor.*, 6: 1-38 (1962)
43. Witkowski T.: Initial observations over nematodes' reaction to G. T. seed dressing introduced to soil with seeds. *Pol. ecol. Stud.* 3(2): 95-105 (1977)
44. Wood T. G.: The effect of soil fauna on the decomposition of *Eucalyptus* leaf litter in the Snowy Mountains, Australia. w: *IV Coll. pedobiologiae*, Dijon 1970. *Ann. Zool. Ecol. Animals. Hors série*: 349-360 (1971)
45. Yeates G. W.: Nematoda of a Danish beech forest. I. Methods and general analysis. *Oikos*, 23: 178-189 (1972)
46. Zlotin R. J.: Sravnenie počvennych biocenozov nekotorych estestvennych i selskochoziajstvennych ugodij srednej lesostepi. Sinantropizacia i domesticacia životnogo naselenia, Moskva: 94-97 (1969)
47. Zlotin R. J.: Zonalnye osobennosti biomassy počvennych bespozvonočnych životnych v odkrytych landšaftach Russkoj Ravniny. *Problemy počvennoj Zoologii (Mat. Tretjego Vses. Sov.)* Kazań; 75-77 (1969)

Люцина Василевска

ОЦЕНКА РОЛИ ПОЧВЕННЫХ НЕМАТОД В ЛЕСНЫХ ЛУГОВЫХ И ПОЛЕВЫХ ЭКОСИСТЕМАХ

Резюме

Роль нематод в естественных экосистемах в сравнении с таковыми, преобразованными или созданными человеком, проанализирована с помощью оценки численности, биомассы, дыхательного метаболизма и потребления пищи всем сообществом и отдельными трофическими группами нематод.

Райжирование численности и биомассы почвенных нематод в различных экосистемах произведена на основе оригинальных и литературных данных. Обсуждаются встречаемости и затраты энергии при прохождении от одних групп нематод к другим (бактериофагов - микофагов - фитофагов - нантофагов - хищников) в лесах, на лугах, и на возделываемых полях в Польше. Нематоды группы пантофагов и хищников связаны с естественными экосистемами, такими как леса и луга. Нематоды группы бактериофагов и фитофагов связаны с агроценозами. В первом случае обе группы свидетельствуют о стабильности биоценоза, во втором — о его связи с антропогенными факторами. Изобилие фитофагов в луговых экосистемах не противоречит этому.

Lucyna Wasilewska

EVALUATION OF THE FUNCTION OF SOIL NEMATODES IN GRASSLAND, FOREST AND CROP-FIELD ECOSYSTEMS

Summary

The function of nematodes in natural ecosystems as compared of those transformed or formed by man was analysed by evaluation of numbers, biomass, respiratory metabolism and consumption of the whole nematode communities and different trophic groups separately. The range of numbers and biomass of soil nematodes in different ecosystems was given according to own and literature data. The abundance of occurrence and the amount of energy flowing through nematodes from bacteriophagous, mycophagous, phytophagous and predacious groups in forests, grasslands and crop-fields in Poland were discussed. Nematodes of the group of pantophages and predators are connected with natural ecosystems, such as forests and grasslands. Nematodes of the group of bacteriophages and phytophages are connected with agrocenoses. In the first case both groups prove the stability of biocenosis, in the second — their relation with antropogenous factors. The abundance of phytophages in the grassland ecosystems does not contradict this.