

Ewa Dmowska

Zakład Agrocenologii

Instytut Ekologii PAN

Dziekanów Leśny k. Warszawy

05-092 Łomianki

Wpływ niektórych czynników biotycznych na nicienie glebowe

The effect of some biotic factors on soil nematodes

Spośród organizmów zwierzęcych zasiedlających glebę nicienie stanowią jedną z najliczniejszych grup zarówno pod względem liczby gatunków, jak i liczebności osobników, ustępując tylko pierwotniakom. Wśród nicieni glebowych wyróżniamy gatunki odżywiające się roślinami wyższymi, bakteriami, grzybami i gatunki drapieżne. Nicienie więc są grupą zwierząt bardzo zróżnicowaną pod względem wymagań pokarmowych. Jako grupa bardzo liczna i zróżnicowana troficznie nicienie wykazują rozmaite powiązania ekologiczne z roślinami wyższymi i edafonem. Ze względu na to, że omówienie wszystkich tych powiązań wymagałoby bardzo obszernego opracowania, ograniczę się w tym artykule jedynie do przedstawienia wpływu na nicienie niektórych czynników biotycznych, takich jak rośliny wyższe, grzyby, bakterie oraz rozmaite bezkręgowce glebowe.

Rośliny wyższe. Spośród wymienionych czynników największy wpływ na nicienie pasożyty roślin i nicienie wolno żyjące mają rośliny wyższe. Decydują one bowiem najczęściej o dynamice populacji nicieni, wywierają także wpływ na strukturę płciową, a także mogą wpływać na cechy morfometryczne. Wpływowi roślin wyższych na rozwój populacji nicieni pasożytów roślin poświęcono dotychczas wiele uwagi i dlatego zagadnienie to zostało stosunkowo dobrze poznane. Zadecydowały o tym względy praktyczne, bowiem znajomość wpływu różnych roślin na dynamikę populacji nicieni pasożytów roślin może stanowić podstawę do opracowania skutecznych metod walki z tymi szkodnikami. Obecnie wiadomo, że chociaż większość gatunków jest polifagami, to jednak różne rośliny stwarzają temu samemu gatunkowi nicienia niejednakowe warunki rozwoju. Wyróżniamy więc wśród roślin dobrych, średnich, złych żywicieli i rośliny nieżywicielskie. Uprawa złych żywicieli lub roślin nieżywicielskich może doprowadzić do znacznego zmniejszenia liczebności nicieni lub wręcz do wyginięcia populacji. I tak według Jonesa (1956) uprawa rośliny nieżywicielskiej może spowodować obniżenie liczebności cyst *Heterodera schachtii* o 40%. Szczególną rolę w ograniczaniu liczebności populacji nicieni pasożytów mogą odgrywać rośliny odporne jako tzw. rośliny pułapkowe. Do takich roślin wprawdzie nicienie wnikają, ale nie znajdują w nich warunków do odżywiania się lub rozmnażania. Z pierwszym z wymienionych mechanizmów odporności spotykamy się wówczas, gdy tkanka roślinna wokół nicienia szybko zamiera po jego wniknięciu do rośliny. Obserwowali to Dean i Struble (1953) w przypadku wnikania *Meloidogyne incognita* do odmian pomidorów (*Lycopersicon esculentum* Mill.)

odpornych na tego nicienia. Podobny jest mechanizm odporności u odmian soi (*Glycine max* (L.) Merr.) odpornej na *Heterodera glycines*, koniczyny czerwonej (*Trifolium pratense* L.) odpornej na *Ditylenchus dipsaci* (Dijkstra 1957). Z drugim z wyżej wymienionych mechanizmów odporności mamy do czynienia wtedy, gdy roślina zaatakowana przez nicienie z rodzaju *Meloidogyne* nie tworzy komórek olbrzymich, których powstanie jest warunkiem osiągnięcia dojrzałości płciowej przez tego nicienia. Brak komórek olbrzymich uniemożliwia więc rozmnażanie się nicieni z rodzaju *Meloidogyne*. Również brak pewnych składników pokarmowych w roślinie może być przyczyną tego, że nicienie nie mogą się rozmnażać. I tak nicienie z rodzaju *Pratylenchus* mogą wnikać do korzeni tytoniu (*Nicotiana tabacum* L.) odmiany *Havana*, ale właśnie z powodu braku pewnych składników pokarmowych nie rozmnażają się w niej (Brzeski i Sander 1974).

Pewien wpływ na nicienie mają także wydzieliny i wydaliny korzeniowe. Bardzo często działają one na nicienie jako atraktanty. Według Klingera (1961) przyciągająco na nicienie działa dwutlenek węgla, a według Birda (1959, 1962) również kwas glutaminowy i gibereliny. Obserwacje Vilgherchio (1961) potwierdzają przyciągające działanie dwutlenku węgla w stosunku do *Heterodera schachtii* i *Ditylenchus dipsaci*, ale jedynie w odległości paru centymetrów od systemu korzeniowego rośliny.

Wydzieliny korzeniowe stymulują wychodzenie larw z cyst, przy czym bardzo często jedynie wydzieliny roślin żywicielskich działają tak na larwy. I tak O'Brien i Prentice (1930) stwierdzili, że wydzieliny korzeniowe ziemniaka (*Solanum tuberosum* L.) działają stymulująco na wychodzenie larw *Heterodera rostochiensis* z cyst, natomiast wydzieliny roślin nieżywicielskich, takich jak burak (*Beta vulgaris* L.), rzepak (*Brassica napus* L.) i żyto (*Secale cereale* L.) nie wywierają takiego działania. Aktywność substancji wydzielanych przez ziemniaki, stymulujących wychodzenie larw, zanika oczywiście po pewnym czasie; według Fenwicka (1956) po 4 dniach. Niektóre rośliny wydzielające substancje stymulujące wychodzenie larw z cyst mogą powodować znaczne obniżenie liczebności populacji. Dzieje się tak wtedy, gdy rośliny te równocześnie nie stwarzają larwom odpowiednich warunków rozwoju. W stosunku do *Heterodera schachtii* takimi roślinami są: lucerna (*Medicago sativa* L.), cebula (*Allium cepa* L.), kukurydza (*Zea mays* L.), żyto, a przede wszystkim cykoria (*Cichorium endivia* L.) (Wiłski 1967).

Wydzieliny i wydaliny korzeniowe mogą być toksyczne dla nicieni. Takie substancje są wydzielane przez korzenie aksamitki (*Tagetes* sp.), asparagusa (*Asparagus sprengeri* L.), ogórka (*Cucumis sativus* L.), czosnku (*Allium sativum* L.), bielunia dziedzierzawy (*Datura stramonium* L.), krotalarii (*Crotalaria astricta* L.). Wydzieliny korzeniowe wymienionych roślin działają jedynie w odległości 3—4 cm od systemu korzeniowego rośliny i działają w różnym stopniu na poszczególne gatunki nicieni. Stwierdzono między innymi, że szczególnie wrażliwe na wydzieliny aksamitki są nicienie z rodzaju *Pratylenchus*.

Znacznie mniej wrażliwe na te wydzieliny są nicienie z rodzajów: *Paratylenchus*, *Tylenchorhynchus* i *Rotylenchus*. Glikozydy rozpuszczalne w wodzie, produkowane przez asparagus, są szczególnie szkodliwe dla *Trichodorus christiei*. Wydzieliny korzeniowe bielunia i krotalarii powodują znaczną śmiertelność *T. christiei* in vitro, natomiast w glebie jedynie w bardzo małym stopniu.

Zdarza się, że wydzieliny różnych stref korzenia rozmaicie oddziałują na nicienie. I tak według Wiesera (1955) koniec korzenia pomidora działa odstraszająco na *Meloidogyne hapla*, podczas gdy 6-centymetrowa strefa wydłużania komórek przyciągająco, a strefa różnicowania komórek obojętnie. Przyciągające działanie strefy wydłużania komórek korzenia pomidora na larwy *M. hapla* obserwował również Bird (1959). Uważa on, że przyciągająco na nicienie działają substancje redukujące, których jest wyjątkowo dużo w tej strefie korzenia.

Wpływ roślin wyższych na nicienie nie ogranicza się jedynie do wpływu na ich liczebność. Rośliny wyższe mogą także wpływać na cechy morfometryczne i stosunek płci w populacjach nicieni. O wpływie rośliny na cechy morfometryczne świadczą wyniki badań Birda i Maia (1965), którzy hodując *Trichodorus christiei* na selerze (*Apium graveolens* var. *dulce* L.), sałacie (*Lactuca sativa* var. *asparagus* L.) i pomidorze stwierdzili różnice w długości i szerokości ciała oraz długości sztylecika u nicieni hodowanych na różnych roślinach.

Jak już wspomniano, roślina wpływać może na stosunek płci w populacjach nicieni. Davide i Triantaphyllou (1967a, 1967b) badali to zagadnienie. Stwierdzili, że w starych roślinach pomidora jest znacznie więcej samców niż samic rodzaju *Meloidogyne*, natomiast w młodych odwrotnie. Według tych badaczy również brak pewnych pierwiastków w roślinie może być przyczyną tego, że z larw II stadium wylęga się więcej samców niż samic.

Oddziaływanie roślin wyższych na nicienie wolno żyjące polega przede wszystkim na tym, że wydzieliny i wydaliny korzeniowe sprzyjają rozwojowi flory bakteryjnej, która jest źródłem pokarmu dla ogromnej masy nicieni wolno żyjących. Dlatego też nicienie wolno żyjące gromadzą się w ryzosferach roślin. Andrassy (1952) zajmując się zagadnieniem gromadzenia się nicieni wolno żyjących wokół korzeni roślin stwierdził, że stosunek liczby nicieni wokół korzeni chrzanu pospolitego (*Armoracia lapathifolia* Gilib.) do liczby nicieni w promieniu 5 cm od systemu korzeniowego jest 100 : 16, a wokół korzeni krwawnika pospolitego (*Achillea millefolium* L.) i porzeczki czerwonej (*Ribes schechtendalli* Lge.) 100:43. Wyniki badań prowadzonych przeze mnie (Mianowska-Dmowska 1980) wskazują na to, że zagęszczenie *Panagrolaimus rigidus* w ryzosferze grochu (*Pisum sativum* L.), pszenicy (*Triticum vulgare* Vill.) i jęczmienia *Hordeum vulgare* L.) jest kilka razy większe niż w glebie poza ryzosferą, przy czym wokół korzeni pszenicy gromadzi się znacznie więcej nicieni niż wokół korzeni grochu

czy jęczmienia, a jeszcze mniej wokół korzeni pomidora. Podobne obserwacje nad stopniem gromadzenia się nicieni wolno żyjących wokół korzeni różnych roślin prowadził Deubert (1959). Stwierdził, że wokół systemu korzeniowego lucerny gromadzi się znacznie więcej nicieni niż wokół korzeni jęczmienia.

Grzyby drapieżne. Oprócz roślin wyższych szereg organizmów zwierzęcych i roślinnych zasiedlających glebę może oddziaływać na nicienie glebowe. Najciekawszą grupę wśród nich stanowią drapieżne grzyby. Grzyby te tworzą z grzybni różnego kształtu pułapki. Według Olthofa i Esteya (1963) grzyby drapieżne wydzielają również toksyny zabijające ofiarę. Pułapki tworzone przez grzyby często są odgałęziami grzybni pokrytymi lepką substancją, czasem odgałęzienia grzybni tworzą pętelki. Grzybnia może też formować okrągławe uwypuklenia. Najbardziej skomplikowane są tzw. pierścienie pułapkowe, składające się z 1—2 komórek. Komórki pierścienia są wrażliwe na dotyk i ruchy nicienia. Gdy nicien dotknie komórek pułapki, te ostatnie pęcznieją, co prowadzi do zmniejszenia się światła pierścienia, który w końcu zaciska się na ofierze. Trwa to około 1/10 sekundy. Według Mullera (1958) dotknięcie komórek pierścienia powoduje gwałtowne zwiększenie przepuszczalności ściany komórek pułapki, a konsekwencją jest wzrost siły ssącej komórek i ich pęcznienie. Pułapki na nicienie są tworzone dopiero po 24-godzinnym kontakcie grzybni z nicieniami lub wodą, w której były nicienie. Wskazywałoby to, że produkty przemiany materii nicieni lub wydzieliny nicieni powodują powstawanie pułapek. I faktycznie Pramer i Stoll (1959) stwierdzili, że produkty przemiany materii *Neaplectana glaseri* powodują powstawanie pułapek u *Arthrobotrys conoides* Dresch. Pramer i Stoll nazwali substancje wywołujące powstawanie pułapek: nemins (ang.). Feder, Everard i Wootton (1963) obserwowali u *Dactylella bembicodes* Dresch., *D. cionopaga* Dresch., *D. ellipsospora* (Preuss) i *D. dreschleri* Tarjan powstawanie pułapek pod wpływem substancji produkowanej przez *Panagrellus redivivus*. Dotychczas nie stwierdzono, aby grzyby drapieżne wykazywały jakąkolwiek specyficzność w stosunku do ofiary.

Prowadzono badania nad praktycznym wykorzystaniem grzybów drapieżnych do walki z nicieniami szkodnikami roślin. Duddington, Jones i Moriarty (1956) wykazali w swoich doświadczeniach, że dodawanie do gleby grzybni *Dactylaria thaumasia* Dresch. zmniejsza liczbę cyst *Heterodera* w glebie, natomiast wprowadzenie do gleby z *H. rostochiensis* grzyba *Dactylaria endermata* Dresch. nie spowodowało zmniejszenia się liczebności cyst nicieni (Hutchinson i Mai 1954). Również nie spowodowało obniżenia liczebności nicieni *Radopholus similis* wprowadzenie do gleby grzyba *Arthrobotrys musiformis* Dresch. (Tarjan 1961). Podobny wynik uzyskał Mankau (1961) stosując grzyby *Dactylaria thaumasia* i *Arthrobotrys arthrobotryoides* (A. N. Berlese) Lindau przeciwko *Meloidogyne incognita*. Obecnie w Anteb we Francji prowadzone są szeroko zakrojone badania nad możliwościami wykorzystania grzybów drapieżnych w walce z *Ditylenchus my-*

celiophagus, *Aphelenchoides bicaudatus* i *A. composticola* oraz *Aphelenchus avenae* — nicieniami powodującymi duże szkody w pieczarkarniach. Wyniki tych badań (Cayrol i in. 1978) wskazują, że w niedalekiej przyszłości będzie można stosować preparat grzybowy przeciwko nicieniom. Efektywność grzybów drapieżnych w ograniczaniu populacji nicieni jest wystarczająco wysoka, żeby można zastosować je do zwalczania nicieni.

Grzyby pasożytnicze. Grzyby pasożytujące na nicieniach mają znacznie mniejsze znaczenie niż grzyby drapieżne. Znamy obecnie około 50 gatunków grzybów pasożytujących na nicieniach. Tworzą one przylepne spory, które po dostaniu się na powierzchnię ciała nicienia lub do przewodu pokarmowego kiełkują, grzybnia przerasta ciało nicienia doprowadzając wreszcie do jego śmierci. Po śmierci nicienia zarodniki wydostają się na zewnątrz i mogą porażać następne osobniki. Obserwacje nad pasożytniczymi grzybami prowadzili Kerry i Crump (1977). Stwierdzili, że cysty *Heterodera avenae* były porażone grzybami: *Verticillium chlamydosporium* Goddard, *Tarichium auxiliariae* Kühn i *Cylindriocarpon destructans* Zinssmeiter. *V. chlamydomonas* powodował śmiertelność około 50% jaj *H. avenae*.

Bakterie. O roli bakterii w ograniczeniu liczebności nicieni glebowych wiemy znacznie mniej niż o roli grzybów. Johnston (1957) stwierdził, że bakterie *Clostridium* produkują substancje toksyczne dla nicieni. Późniejsze badania Hollisa i Rodrigueza-Kabany (1966) wskazują na to, że prawdopodobnie produkowana przez *Clostridium butyricum* Prazmowski mieszanina kwasu nikotynowego, octowego i butyrowego jest toksyczna dla nicieni.

Bezkręgowce glebowe. Do czynników biotycznych mających wpływ na nicienie należy również szereg bezkręgowców glebowych. Dotychczas wiemy, że pewien wpływ na nicienie mogą mieć zwierzęta należące do następujących grup: pierwotniaki, niesporczaki, wrotki, owady, wazonkowce, wirki i roztocze. Niesporczaki atakujące nicienie obserwowali m.in. Linford i Oliveira (1938), Hutchinson i Streu (1960), Doncaster i Hooper (1961), Esser i Sobers (1964). Z kolei wirka *Adenopela* sp. zjadającego *Meloidogyne incognita* obserwowali Sayre i Powers (1966). Większe znaczenie niż wymienione grupy zwierząt w ograniczaniu liczebności populacji nicieni mają drapieżne skoczogonki. Brown (1954) obserwował żerowanie na nicieniach *Isotoma* sp. Murphy i Doncaster (1957) używając specjalnych komór obserwowali żerowanie na cystach *Heterodera* skoczogonków *Folsomia* sp., *Lepidocyrtus* sp., *Orchosella vilosa* (Gooffroy), *Isotoma notabilis* Schäfer i *Onychiurus armatus* s.l. Ten ostatni bardzo żarłocznie pożerał cysty *Heterodera cruciferae*. Najpierw owad zeskrobywał powierzchnię cysty w ciągu 6—12 godz., następnie nakłuwał ją i wyżerał jej zawartość. Młode cysty były chętniej jedzone niż stare. Doncaster i Hooper (1961) obserwowali *Macrobotus* sp. atakującego nicienia. Niektórzy badacze przypuszczają, że skoczogonki, zanim złączą się z ofiarą, paraliżują ją.

Inną grupą zwierząt, która może przyczynić się do ograniczenia liczeb-

ności nicieni, są roztocze. Rodriguez, Wade i Well (1962) obserwowali roztocze *Macrocheles* zjadające nicienie *Rhabditella*, a Murphy i Doncaster (1957) widzieli roztocze zjadające cysty *Heterodera*. Następną grupą zwierząt, wśród której można znaleźć wrogów naturalnych nicieni, są wazonkowce. Schaerffenberg i Tendl (1951) obserwowali młode wazonkowce wchodzące do korzeni buraka cukrowego, gdzie wydzielaly enzymy trawiające larwy *Heterodera schachtii*.

Wśród pierwotniaków można znaleźć szereg gatunków pasożytujących na nicieniach bądź atakujących je jako drapieżcy. Obserwowano pierwotniaki *Sporozoa* pasożytujące na nicieniach z rodzaju *Mononchus*, które szczególnie licznie gromadziły się wokół gonad nicieni. Atakowanie nicieni *Meloidogyne* sp., *D. dipsaci*, *Hemicyclophora* sp., *Pratylenchus pratensis* przez ameby było obserwowane przez Webera, Zwillenberga i van der Laana (1952). Parasad i Mankau (1970) stwierdzili porażenie *M. incognita* i *Pratylenchus scribneri* przez *Sporozoa*. Częstym pasożytem nicieni jest pierwotniak *Dubosquia penetrans* n.sp. Mankau i Parasad (1977) obserwowali silne porażenie tym pasożytem nicieni *Meloidogyne javanica*, *M. arenaria* i *M. incognita*. W mniejszym stopniu były porażone nicienie *M. hapla* i *Pratylenchus scribnei*. Według Thorne'a (1940) aż 66% spośród 131 osobników *P. pratensis* pochodzących z gleby wokół korzeni bawełny (*Gossypium* sp. L.) było zainfekowanych *Dubosquia penetrans*. Williams (1960) zaś zaobserwował, że przynajmniej 34% spośród 174 samic *Meloidogyne* zawiera *D. penetrans*. Omawiany tu pierwotniak może rokować pewne nadzieje jako czynnik ograniczający liczebność populacji nicieni, można bowiem łatwo go hodować, a jego spory są bardzo odporne na niekorzystne warunki. Spośród orzęsków atakujących nicienie wymienia się *Urostyla* sp. (Doncaster i Hooper 1961) oraz *Stylonychia pustulata* (Ehrenberg 1838). Stein 1859 (Doncaster 1956).

Zwierzętami ograniczającymi liczebność populacji nicieni mogą być także same nicienie, wśród nicieni bowiem istnieje także grupa drapieżników. Dotychczas niewiele wiemy o efektywności nicieni drapieżnych w ograniczaniu liczebności nicieni innych grup troficznych. Nie wiadomo także, jaki jest mechanizm znajdowania ofiary przez drapieżnika. Większość badaczy zgadza się co do tego, że ofiary są spotykane przypadkowo. Obserwacje prowadzone przez Hechlera (1963) nad atakowaniem nicieni przez nicienie z rodzaju *Seinura* wskazują, że ofiara przed pożarciem jest paraliżowana wydzieliną produkowaną przez drapieżnika.

Konkurencja międzygatunkowa. Przy omawianiu wpływu czynników biotycznych na nicienie trzeba wspomnieć także o zagadnieniu konkurencji międzygatunkowej. Dotychczas prowadzono stosunkowo niewiele badań nad tym zagadnieniem. Badania takie między innymi prowadził Johnson (1970). Zaobserwował, że *Circonemoides ornatum* był ograniczany na trawach przez *Belonolaimus longicaudatus* (Rau) i *Tylenchorhynchus martini* (Fiedling). Ten ostatni gatunek ograniczał silniej liczebność *C. ornatum*. Chapmann

(1959) stwierdził, że gdy wprowadzono *Pratylenchus penetrans* i *T. martini* w proporcji 1:1 na koniczynę czerwoną, *P. penetrans* rozwijał się tak samo dobrze w obecności *T. martini* jak i bez niego. Natomiast liczebność *T. martini* wzrastała zaledwie o 10—25% w porównaniu ze wzrostem liczebności populacji *T. martini* bez *P. penetrans* (przyjmując wzrost populacji *T. martini* bez *P. penetrans* za 100). *Tylenchorhynchus agri* hamował rozwój *Meloidogyne naasi* na mietlicy (*Agrostis vulgaris* With.) (Sikora i in. 1972). Prowadzono szereg badań nad konkurencją między *Pratylenchus* sp. i *Meloidogyne* sp. Estores i Chen (1972) stwierdzili, że zagęszczenie *Pratylenchus* sp. i *M. incognita* było znacznie mniejsze w korzeniach pomidora, gdy oba gatunki występowały razem niż wtedy, gdy były osobno. Według Turnera i Chapmanna (1972) stopień zaatakowania lucerny lub koniczyny czerwonej przez *M. incognita* lub *P. penetrans* jest uzależniony od stosunku liczebności obu gatunków. Przy 4-krotnej przewadze liczebnej jednego z gatunków drugi atakuje w mniejszym stopniu wymienione rośliny niż wtedy, gdy jest zachowana równowaga liczebna między *P. penetrans* i *M. incognita*. Kinloch i Allen (1972) obserwowali dominację *Meloidogyne javanica* nad *M. hapla* na pomidorach, a Johnson i Nusbaum (1970) stwierdzili, że *M. incognita* ogranicza *M. hapla* na dwóch odmianach tytoniu.

Jak widzimy, wiele czynników biotycznych może wpływać na liczebność populacji nicieni. Niestety niewiele z nich można zastosować w praktyce do obniżania liczebności nicieni szkodników roślin. Pewne efekty można osiągnąć stosując właściwy płodozmian roślin uprawnych, wykorzystując rośliny nieżywicielskie i „pułapkowe”. Wyniki badań prowadzonych ostatnio w Antieb wskazują, że już niedługo grzyby drapieżne będzie można wykorzystywać do walki z nicieniami pasożytniczymi.

Dodatek

Pełne nazwy gatunkowe nicieni wymienionych w tekście są następujące: *Aphelenchoides bicaudatus* (Imamura 1931), Filipjev et Schuurmans Stekhoven 1941, *Aphelenchoides compositicola* Franklin 1957, *Aphelenchus avenae* Bastian 1865, *Belonolaimus longicaudatus* Rau 1958, *Criconemoides ornatum* Raski 1958, *Ditylenchus dipsaci* (Kühn 1857), Filipjev 1936, *Ditylenchus myceliophagus* Goodey 1958, *Heterodera cruciferae* Franklin 1945, *Heterodera glycyines* Ichinohe 1952, *Heterodera rostochiensis* Wollenweber 1923, *Heterodera schachtii* Schmidt 1871, *Meloidogyne arenaria* (Neal 1889), Chitwood 1949, *Meloidogyne hapla* Chitwood 1949, *Meloidogyne incognita* (Kofoid et White 1919), Chitwood 1949, *Meloidogyne javanica* (Treub 1885), Chitwood 1949, *Meloidogyne naasi* Franklin 1965, *Neaplectana glaseri* Steiner 1929, *Panagrellus redivivus* (Linnaeus 1767), Goodey 1945, *Panagrolaimus rigidus* (Schneider 1886). Thorne 1949, *Pratylenchus pratensis* Meyl 1954, *Pratylenchus scribnei* Steiner 1943, *Radopholus similis* (Cobb 1893), Thorne 1949, *Trichodorus christiei* Allen 1957, *Tylenchorhynchus afri* Ferris 1963, *Tylenchorhynchus martini* Fiedling 1956.

Piśmiennictwo

Andrassy I. 1952 — Vlijanie razliĉnyĉ vidovrastenij na sostav soobščestv nematod živuščich v rizosfere — Ann. Hist. nat. Mus. Nat. Hung. 3: 93—99.

- Bird A. F. 1959 — The attractiveness of roots to the plant parasitic nematodes *Meloidogyne javanica* and *M. hapla* — *Nematologica*, 4: 322—335.
- Bird A. F. 1962 — Orientation of the larvae of *Meloidogyne javanica* relative to roots — *Nematologica*, 8: 275—287.
- Bird A. F., Mai W. F. 1965 — Plant species in relation to morphometric variation of the New York population of *Trichodorus christiei* — *Nematologica*, 11: 34—34.
- Brown W. L. 1954 — *Collembola* feeding upon nematodes — *J. agric. Res.* 47: 883—888.
- Brzeski M. W., Sandner H. 1974 — *Zarys nematologii* — PWN, Warszawa, ss. 400.
- Caylor J. C., Frankowski J. P., Laniece A., D'Hardemare G., Talon J. P. 1978 — Mise au point d'une méthode de lutte biologique à l'aide d'un Hyphomycète prédateur — *Revue hort.* 184: 23—30.
- Chapmann P. A. 1959 — Development of *Pratylenchus penetrans* and *Tylenchorhynchus martini* on red clover and alfalfa — *Phytopathology*, 49: 357—359.
- Davide R. G., Triantaphyllou A. C. 1967a — Influence of environment on development and sex determination of root-knot nematodes. I. Effect of infection density, age of host plant and soil temperature — *Nematologica*, 13: 102—110.
- Davide R. G., Triantaphyllou A. C. 1967b — Influence of the environment on development and sex determination of root-knot nematodes. II. Effect of nutrition — *Nematologica*, 13: 11—18.
- Dean J. L., Struble F. B. 1953 — Resistance and susceptibility to root-knot nematodes in tomato and sweet potatoes — *Phytopathology*, 43: 290—290.
- Deubert K. H. 1959 — Über die Bedeutung der Nematoden fauna ackerbaulich genutzter Böden — *Zentbl. Bakt. ParasitKde*, 112: 101—108.
- Dijkstra J. 1957 — Symptoms of susceptibility and resistance in seedlings of red clover attacked by the stem eelworm *Ditylenchus dipsaci* (Kühn), Filipjev — *Nematologica*, 2: 228—237.
- Doncaster C. C. 1956 — Electronic flash in photomicrography — *Nematologica*, 1: 51—55.
- Doncaster C. C., Hooper D. J. 1961 — Nematodes attacked by protozoa and tardigrades — *Nematologica*, 6: 333—335.
- Duddington C. L., Jones G. W., Moriarty F. 1956 — The effect of predacious fungus and organic matter upon the soil population of beet eelworm *Heterodera schachtii* Schm. — *Nematologica*, 1: 344—348.
- Esser R. P., Sobers E. K. 1964 — Natural enemies of nematodes — *Proc. Soil Crop Sci. Soc. Fla.* 24: 326—353.
- Estores R. A., Chen T. A. 1972 — Interactions of *Pratylenchus penetrans* and *Meloidogyne incognita* as coinhabitants in tomato — *J. Nematol.* 4: 170—174.
- Feder W. A., Everard C. O. R., Wootton L. M. O. 1963 — Sensitivity of several species of the nematophagous fungi *Dactylella* to a morphogenic substance derived from free-living nematodes — *Nematologica*, 9: 49—54.
- Fenwick D. W. 1956 — The breakdown of potato root diffusate in soil — *Nematologica*, 1: 290—302.
- Hechler H. C. 1963 — Description developmental biology and feeding habits of *Seinura tenicaudata* (De Man J. G. Goodey 1960) (*Nematoda: Aphelenchoididae*) a nematode predator — *Proc. helminth. Soc. Wash.* 30: 182—195.
- Hollis J. P., Rodriguez-Kabana R. 1966 — Rapid kill of nematodes in floated soil — *Phytopathology*, 56: 1015—1019.
- Hutchinson S. A., Mai W. F. 1954 — A study of the efficiency of the catching organs of *Dactylaria endermata* (Dreschs.) in relation to *Heterodera rostochiensis* (Wr.) in soil — *Plant Dis. Repr.*, 38: 185—186.
- Hutchinson H. T., Streu M. T. 1960 — Tardigrades attacking nematodes — *Nematologica*, 5: 149—149.
- Johnston T. M. 1957 — Further studies on microbiological reduction of nematode population in water saturated soil — *Phytopathology*, 47: 525—526.

- Johnson A. W. 1970 — Patogenicity and interaction of three nematode species on six Bermudagrasses — *J. Nematol.* 2: 36—41.
- Johnson A. W., Nusbaum C. J. 1970 — Interaction between *Meloidogyne incognita*, *M. hapla* and *Pratylenchus brachyurus* in tobacco — *J. Nematol.* 2: 334—340.
- Jones F. G. 1956 — Soil populations of beet eelworm (*Heterodera schachtii* Schm.) in relation to cropping. II. Microplot and field plot results — *Ann. appl. Biol.* 44: 25—56.
- Kerry B. R., Crump D. H. 1977 — Observations on fungal parasites of females and eggs of the cereal cyst-nematode, *Heterodera avenae*, and other cyst nematodes — *Nematologica*, 23: 193—201.
- Kinloch R. A., Allen M. W. 1972 — Interaction of *Meloidogyne hapla* and *M. javanica* infecting tomato — *J. Nematol.* 4: 7—16.
- Klinger J. 1961 — Anziehungsversuch mit *Ditylenchus dipsaci* unter Berücksichtigung der Wirkung des Kohlendoxyds, des Redoxpotentials und anderer Faktoren — *Nematologica*, 6: 69—84.
- Linford M. B., Oliveira J. M. 1938 — Potential agents of biological control of plant-parasitic nematodes — *Phytopathology*, 28: 14—14.
- Mankau R. 1961 — An attempt to control root-knot nematode with *Dactylaria thaumasia* and *Arthrobotrys arthrobotryoides* — *Plant Dis. Repr.* 45: 164—166.
- Mankau R., Parasad N. 1977 — Infectivity of *Bacillus penetrans* in plant-parasitic nematodes — *J. Nematol.* 9: 40—45.
- Mianowska-Dmowska E. 1980 — The effect of some ecological factors on relationships between *Panagrolaimus rigidus* (Schneider 1866), Thorne 1937 (*Nematoda*, *Panagrolaimidae*) and higher plants — *Pol. ecol. Stud.* 6: 437—462.
- Muller H. G. 1958 — The constructing ring mechanism of two predacious *Hyphomycetes* — *Trans. Bri. mycol. Soc.* 41: 341—364.
- Murphy P. W., Doncaster C. C. 1957 — A culture method for soil meiofauna and its application to the study of nematode predators — *Nematologica*, 2: 202—214.
- O'Brien D. G., Prentice E. G. 1930 — An eelworm disease of potatoes caused by *Heterodera schachtii* — *Scott. J. Agric.* 13: 415—432.
- Olthof T. H., Estey R. H. 1963 — A nematoxin produced by the nematophagous fungus *Arthrobotrys ellipsospora* — *Nature (Lond.)*, 197: 514—515.
- Oteifa B. A., Elgindi D. M. 1961 — Physiological studies on host parasite relationship of the root-knot nematode, *Meloidogyne javanica* — *Plant Dis. Repr.* 45: 928—929.
- Parasad N., Mankau R. 1970 — Control of nematode populations with sporozan endoparasite — *Phytopathology*, 60: 1536—1536.
- Pramer D., Stoll N. R. 1959 — Nemin a morphogenic substance causing trap formation by predaceous fungi — *Science*, 129: 966—967.
- Rodriguez J. G., Wade C. F., Well C. N. 1962 — Nematodes as a natural food for *Macrocheles mascaedonesticae* (*Acarina*, *Alaerodelidae*) a predator of the house fly eggs — *Ann. ent. Soc. Am.* 55: 507—511.
- Sayre R. M., Powers E. M. 1966 — A predacious soil turbellaria that feeds on free-living and plant parasitic nematodes — *Nematologica*, 12: 619—629.
- Schaerffenberg B., Tendl H. 1951 — Untersuchungen über das Verhalten der Enchytreiden gegenüber dem Zuckerrüben nematoden, *Heterodera schachtii* (Schm.) — *Z. angew. Ent.* 32: 476—488.
- Sikora R. T., Taylor D. P., Malek R. B., Edwards D. J. 1972 — Interaction of *Meloidogyne naasi*, *Pratylenchus penetrans* and *Tylenchorhynchus agri* on creeping bentgrass — *J. Nematol.* 4: 162—165.
- Tarjan A. C. 1961 — Attempts at controlling citrus burrowing nematodes using nematode trapping fungi — *Soil Crop Sci. Soc. Fla.* 21: 17—36.
- Thorne G. 1940 — *Dubosquia penetrans*, n.sp. (*Sporozoa*, *Microsporidia*, *Nosematidae*), a parasite of the nematode *Pratylenchus pratensis* (De Man) Filipjev — *Proc. Helminthol. Soc. Wash.* 7: 51—53.

- Turner D. R., Chapmann R. A. 1972 — Infection of seedlings of alfalfa and red clover by concomitant populations of *Meloidogyne incognita* and *Pratylenchus penetrans* — J. Nematol. 4: 280—286.
- Vilgherchio D. R. 1961 — Attraction of parasitic nematodes by plant root excretions — Phytopathology, 51: 136—142.
- Weber A. P., Zwillenberg L. O., Van der Laan 1952 — A predacious amoeboid organism destroying larvae of the potato root eelworm and other nematodes — Nature, Lond., 169: 384—385.
- Wieser W. 1955 — The attractiveness of plant to larvae of root-knot nematodes. II. The effect of tomato seedlings and excised roots on *Meloidogyne hapla* Chitwood — Proc. Helminthol. Soc. Wash. 23: 59—64.
- Williams J. R. 1960 — Studies on the nematode soil fauna of sugarcane fields in Mauritius. 5. Notes upon a parasite of root-knot nematodes — Nematologica, 5: 37—42.
- Wilski A. 1967 — Niczenie szkodniki roślin uprawnych — PWRiL, Warszawa, ss. 336.

Summary

Soil nematodes are influenced by such biotic factors as: higher plants, fungi, bacteria and various invertebrates living in soil. Of all these factors the higher plants have the greatest influence on nematodes. For parasitic nematodes they are the life habitat, whereas they affect the free-living nematodes indirectly by the so-called rhizosphere effect. Root secretions and excretions vary in their influence on nematodes. Root secretions of host plants may have a favourable effect on some cyst nematodes as they stimulate the emergence of larvae from cysts. Root secretions of some plants may be even toxic for some species of nematodes, whereas root excretions usually attract both parasitic and free-living nematodes.

Among the biotic factors having an influence on nematodes the predatory fungi are a very interesting group. Their spawn becomes a trap of various kinds. These traps originate when there is a contact between the spawn and nematode or the water in which there have been some nematodes. Results of some investigations on the use of predatory fungi in controlling the numbers of some species of parasitic nematodes allow to hope that very soon the fungi will be used in biological control of nematodes.

The numbers of nematodes can be controlled to some extent by bacteria and such invertebrates as *Protozoa*, *Tardigrades*, *Rotatoria*, insects, enchytraeids, turbelarians and mites. Among them the most significant are *Collembola* and *Protozoa*. Nematodes can be attacked also by nematodes as among them there is a group of predators. Interspecific competition may be of some significance in controlling the numbers of nematodes.