

Ewa Dmowska

Zakład Agrocenologii

Instytut Ekologii PAN

Dziekanów Leśny k. Warszawy

05-092 Łomianki

Interakcje pomiędzy nicieniami glebowymi a grzybami i bakteriami powodującymi choroby roślin

Interactions of soil nematodes and fungi and bacteria responsible for plant diseases

Zagadnienie wzajemnego oddziaływania na siebie nicieni glebowych i patogenów roślin jest stosunkowo mało zbadane, jakkolwiek bardzo ciekawe. Przyczyną jest fakt, że poznanie powiązań między nicieniami i patogenami wymaga trudnych badań interdyscyplinarnych. Dotychczas najwięcej badań prowadzono nad nicieniami przenoszącymi wirusy ze względu na duże znaczenie praktyczne tego zagadnienia. Natomiast badania nad interakcjami między nicieniami a grzybami czy bakteriami patogenicznymi są nieliczne i fragmentaryczne. Ponieważ zagadnienie przenoszenia wirusów przez nicienie jako najlepiej poznane doczekało się wielu szerokich opracowań, pominię je w tym artykule, natomiast spróbuję przedstawić pewne zagadnienia związane z oddziaływaniem na siebie nicieni glebowych i grzybów oraz bakterii powodujących choroby roślin.

Najciekawszym zagadnieniem w powiązaniach między nicieniami glebowymi a grzybami i bakteriami patogenicznymi jest powstawanie kompleksów etiologicznych: nicien—czynnik chorobotwórczy. Po raz pierwszy istnienie takiego kompleksu zostało zauważone przez Atkinsona w 1892 r. Zaobserwował on, że rośliny bawełny (*Gossypium* sp.) porażone jednocześnie grzybem z rodzaju *Fusarium* i nicieniami *Meloidogyne* sp. wykazują ostrzejsze objawy chorobowe niż rośliny porażone jedynie grzybem. Od tamtej pory prowadzono szereg obserwacji nad łącznym porażaniem roślin przez nicienie i grzyby. Niektóre z tych obserwacji wskazują na znaczną rolę nicieni w porażaniu roślin przez grzyby. I tak według Newhalla (1958) porażenie bananów (*Musa cavendishii* Lamb.) przez *Radopholus similis* powoduje zwiększenie liczby roślin porażonych przez *Fusarium oxysporum* Schlecht f.sp. *cubense* o 100%. Jenkins i Coursen (1957) badając fuzaryjne więdnienie pomidorów (*Lycopersicon esculentum* Mill.) stwierdzili, że *Meloidogyne incognita* i *M. hapla* mogą zwiększać o 40% liczbę chorych roślin pomidora. Według Starra i Aista (1977) obecność *M. hapla* w glebie przyczynia się do porażenia większej liczby korzeni selera (*Apium graveolens* L.) przez *Pythium polymorphon* Sideris. Podobnie więcej korzeni pomidorów zaatakowanych przez *M. incognita* było porażonych grzybem *Rhizoctonia solani* Prill. et Del. niż korzeni wolnych od nicieni (Golden i Van Gundy 1974).

Nicienie mogą obniżać próg tolerancji rośliny na patogen grzybowy.

Przykładem jest porażanie fasoli (*Phaseolus vulgaris* L.) przez *Fusarium solani* (Mart.) App. et Wr. f.sp. *faseoli* przy bardzo małych zagęszczeniach zarodników grzyba w obecności *Pratylenchus penetrans* lub *Meloidogyne javanica* i *M. arenaria*. Rośliny bez nicieni nie były porażane przy tak małych zagęszczeniach zarodników grzyba (Hutton, Wilkinson i Mai 1973).

Obecność nicieni nie tylko przyczynia się do zwiększenia liczby roślin zaatakowanych przez grzyb, ale także do zwiększenia ostrości symptomów chorobowych. Według McKeena i Mountain (1965) uszkodzenia korzeni bakłazana (*Solanum melongena* L.) powodowane przez *Verticillium albo-atrum* Reinke et Berth. są znacznie większe w obecności *Pratylenchus penetrans* niż wtedy, gdy roślina jest porażona jedynie grzybem. Podobnie łączne porażenie buraków cukrowych (*Beta vulgaris* Alef.) *Heterodera schachtii* i grzybem *Pythium ultimum* Trow. daje efekt synergistyczny (Whitney 1974).

Ze ścisłą interakcją między patogenem grzybowym a nicieniem mamy do czynienia w przypadku porażenia wiechliny łąkowej (*Poa pratensis* L.) przez *Tylenchorhynchus dubius* i grzyb *Fusarium roseum* LK. f.sp. *cerealis*. Wyniki badań Vargasa i Laughlina (1972) wskazują bowiem, że typowe objawy fuzaryjnego wędnięcia wiechliny występują tylko wtedy, gdy roślina jest porażona przez nicienia i grzyb, a nie jak do tej pory sądzono jedynie przez grzyb.

Nicienie mogą także przyczyniać się do wydłużenia okresu wrażliwości młodych siewek na patogen grzybowy. I tak młode siewki bawełny są dłużej wrażliwe na porażenie *Rhizoctonia solani* Kühn, gdy w glebie jednocześnie występują nicienie: *Meloidogyne arenaria*, *M. hapla*, *M. incognita*, *Rotylenchus reniformis* albo *Hoplolaimus tylenchiformis*.

Istnieje też szereg danych, że obecność nicieni wpływa i na zaostrenie symptomów chorobowych na roślinach zainfekowanych również bakteriami. I tak dużo ostrzejsze symptomy chorobowe można obserwować na tytoniu (*Nicotiana tabacum* L.) porażonym jednocześnie przez *Pseudomonas solanacearum* Smith i *Meloidogyne incognita* niż na roślinach porażonych jedynie bakterią. Również *Corynebacterium insidiosum* (McCulloch) Jensen powoduje większe uszkodzenia na lucernie (*Medicago sativa* L.) w obecności *Ditylenchus dipsaci* niż wtedy, gdy tylko bakteria poraża roślinę (Hawn 1963, 1965). Munnecke, Chandler i Starr (1963) zaobserwowali, że uszkodzenia róży (*Rosa arvensis* Huds.) spowodowane *Agrobacterium rhizogenes* (Riker) Conn. są znacznie większe w obecności *Pratylenchus vulnus* niż wtedy, gdy roślina jest zaatakowana tylko przez bakterię. Z podobnym zjawiskiem spotykamy się również w przypadku porażenia brzoskwini przez *Agrobacterium tumefaciens* (Smith et Townsed) Conn i nicienia *Meloidogyne javanica*. Narośla na korzeniach roślin będące reakcją rośliny na bakterię są dużo większe w przypadku jednoczesnego porażenia rośliny bakterią i nicieniem w porównaniu z naroślami na roślinach zaatakowanych jedynie przez *A. tumefaciens* (Nigh 1966). Według McMoury, Echandiego

i Powella (1975) obecność *Meloidogyne incognita* w roślinach powoduje, że objawy chorobowe powodowane przez *Corynebacterium michiganense* (E.F. Sm) H.Z. Jens na pomidorach są silniejsze niż na roślinach bez nicieni. Wyniki badań Mojtahediego, Lownsbery'ego i Moody'ego (1975) wskazują, że rak powodowany przez *Pseudomonas siringe* Van Hall lepiej rozwija się na gałęziach drzew owocowych, których korzenie są porażone *Criconemoides xenoplax* niż na gałęziach drzew, których korzenie są wolne od nicieni.

Ścisła interakcja między patogenem bakteryjnym a nicieniem polega na tym, że bakteria nie poraża roślin, o ile roślina nie jest wcześniej zaatakowana przez nicienia. Na przykład *Anguina tritici* jest konieczna, aby pszenica (*Triticum vulgare* Vill.) mogła być porażona przez bakterię *Corynebacterium tritici* (Smith) Dowson, a także w wielu wypadkach konieczna jest w roślinie obecność *Ditylenchus dipsaci*, aby bakteria *C. insidiosum* poraziła lucernę. Ścisła interakcja zachodzi także między patogenem bakteryjnym i nicieniem w przypadku porażenia truskawek przez *Corynebacterium fascians* (Tilford) Dowson i *Aphelenchoides fragariae* lub *A. ritzemabosi*. Wystąpienie bowiem typowych objawów chorobowych, tzw. kalarafiorowości liści, ma miejsce jedynie wtedy, gdy roślina jest jednocześnie zaatakowana przez nicienie i bakterie (Crosse i Pitcher 1952).

Znane są również przypadki, że obecność nicienia wpływa na zwiększenie liczby roślin porażonych przez bakterie. Tak jest bardzo często w przypadku porażenia roślin bakterią *Pseudomonas solanacearum*, która atakuje znacznie więcej roślin, gdy występuje razem z nicieniami (Pitcher 1963). Potwierdzają to wyniki badań Libmanna, Leacha i Adamsa (1964), którzy stwierdzili, że obecność nicieni *Meloidogyne hapla* czy *Helicotylenchus nanus* w pomidorach sprzyja rozwojowi choroby powodowanej przez *Pseudomonas solanacearum*. Badacze ci obserwowali szczególnie silne objawy chorobowe wówczas, gdy porażenie rośliny nicieniami poprzedzało infekcję bakteryjną (3—4 tygodnie).

Co do roli nicieni pasożytów roślin w powstawaniu kompleksu etiologicznego z czynnikami chorobotwórczymi zdania są podzielone. Jedni badacze uważają, że nicienie jedynie torują drogę patogenom, ewentualnie przenoszą na powierzchni ciała bakterie lub zarodniki grzybów. Inni badacze natomiast uważają, że dużo ważniejsze niż zranienia są zmiany biochemiczne zachodzące w roślinie na skutek pasożytowania w niej nicieni, które to zmiany sprzyjają rozwojowi grzybów czy bakterii. Starr i Aist (1977) zaobserwowali, że wyciąg z narośli korzeni selera zaatakowanych przez *Meloidogyne hapla* powoduje lepszy rozwój in vitro grzyba *Pythium polymorphon* w porównaniu z wyciągiem z korzeni nie porażonych grzybem. Według Myuge'a (1959) wydzielane przez *Ditylenchus destructor* enzymy rozkładające skrobię stwarzają lepsze warunki rozwoju grzyba *Phytophthora infestans* (Mont.) De Bary, co w konsekwencji wpływa na silniejsze porażenie ziemniaków przez ten grzyb. Zmiany biochemiczne zachodzące pod wpływem nicieni w niektórych odmianach roślin odpornych na patogeny mogą doprowadzić do tego, że rośliny te stają się nieodporne. I tak Jenkins i Coursen (1957) porażali *Fusarium* odporną

na ten grzyb odmianą pomidorów, ale tylko wówczas, gdy równocześnie rośliny te były porażone nicieniami z rodzaju *Meloidogyne*. Nie wszystkie gatunki tego rodzaju nicienia w tym samym stopniu przełamują odporność pomidorów. *M. hapla* przełamwała odporność tylko u 60% roślin, podczas gdy *M. incognita* u 100% roślin. Również Goode i McGuire (1967) stwierdzili, że porażenie roślin nicieniami umożliwia *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* (Sacc.) Snyder et Hansen atakowanie odmian pomidorów odpornych na te rasy grzyba. Wyniki badań Szerszenia (1980) wskazują, że *Pratylenchus penetrans* przełamuje częściowo odporność grochu odmiany Alaska Express na *Fusarium oxysporum* f.sp. *pisi*. Dotychczas nie wiemy, jaki jest mechanizm przełamywania odporności roślin na grzyby. Badania Sidhu i Webstera (1977) dowodzą, że czynnik przełamujący odporność rośliny (produkowany przez nicienie lub przez roślinę pod wpływem nicieni) jest przenoszony naczyniami.

Przykładem wskazującym, że obecność nicieni warunkuje porażenie rośliny przez patogen, jest atakowanie tytoniu przez grzyb z rodzaju *Botrytis* lub *Aspergillus* jedynie wtedy, gdy uprzednio roślinę zaatakowały nicienie z rodzaju *Meloidogyne*. Następnym przykładem wskazującym na daleko idące powiązania między patogenami grzybowymi a nicieniami mogą być wyniki badań przedstawione przez Mendéza i Powella (1967). Mianowicie nicienie *Meloidogyne incognita* umożliwia grzybowi z rodzaju *Fusarium* zaatakowanie tytoniu, a te dwa patogeny „przygotowują” roślinę do porażenia przez grzyb z rodzaju *Alternaria* — patogen liściowy.

W przenoszeniu chorób roślin pewna rola jest przypisywana nicieniom saprobiotycznym (Beljaeva 1950, Solov'eva 1965, Jensen 1967, Chantano i Jensen 1969). Ponadto nicienie wolno żyjące mogą stanowić ochronę dla zarodników grzybów patogenicznych przed działaniem szkodliwych czynników. Świadczą o tym wyniki badań Jensena i Siemera (1971), którzy stwierdzili, że zarodniki *Fusarium oxysporum* Schlecht f.sp. *lycopersici* Snyder et Hans i *Verticillium dahliae* Kleb., znajdujące się w przewodzie pokarmowym *Pristionchus lheritieri*, tolerują znaczne wyższe dawki fungicydu benlate niż zarodniki, znajdujące się poza przewodem pokarmowym nicieni.

Rola nicieni w przełamaniu odporności roślin na choroby bakteryjne jest jeszcze mniej poznana niż rola nicieni w przełamaniu odporności roślin na choroby grzybowe. Przykładem przełamania odporności roślin na patogen grzybowy przez nicienia może być porażenie lucerny odpornej na *Corynebacterium insidiosum* jedynie wtedy, gdy roślina została zaatakowana wcześniej przez *Ditylenchus dipsaci* (Hawn i Hanna 1967). Innym przykładem jest przełamanie odporności na *Corynebacterium michiganense* u odmian pomidorów odpornych na tę bakterię przez *Meloidogyne incognita* (McMoura, Echandi i Powell 1975).

Obecność w glebie czy roślinie grzybów i bakterii powodujących choroby roślin nie jest obojętna dla nicieni. Na ogół obecność grzybów patogenicznych sprzyja rozwojowi nicieni, natomiast obecność bakterii jest niekorzystna dla

nicieni. Domurat, Kozłowska i Sandner (1968) stwierdzili, że liczebność *Pratylenchus* sp. jest większa w glebie, gdy jednocześnie jest w niej *Verticillium*, w porównaniu z glebą bez tego grzyba. Mountain i McKeen (1962) zaobserwowali, że obecność *V. dahliae* w korzeniach babki (*Plantago major* L.) i pomidora wpływa korzystnie na rozwój populacji *Pratylenchus penetrans* i *Tylenchorhynchus capitatus*. Według tych badaczy zmiany fizjologiczne, jakie zachodzą w roślinach porażonych grzybami, sprzyjają rozmnażaniu się nicieni. Podobne obserwacje świadczące o korzystnym wpływie obecności *Verticillium dahliae* na rozwój populacji pasożytów roślin prowadzili Faulkner i Skotland (1965). Stwierdzili oni, że *Pratylenchus minyus* lepiej rozwija się w korzeniach wiązu amerykańskiego (*Ulmus americana* L.) i buraka cukrowego, gdy rośliny te są jednocześnie porażone *V. dahliae*. Podobnie w ziemniakach porażonych *Verticillium albo-atrum* lepiej rozwija się *Pratylenchus penetrans* niż w ziemniakach nie porażonych grzybem (Dwinell i Sinclair 1967). Również populacja *Heterodera glycyne* znajduje lepsze warunki rozwoju w soi (*Glycyne max*) (L.) Merr. w obecności *Fusarium* niż w roślinach bez grzyba (Ross 1965). Zdarza się również, że obecność grzyba w tkance roślinnej nie sprzyja rozwojowi nicienia. James (1966) stwierdził na przykład, że wydzieliny niektórych grzybów mogą hamować wylęganie się larw *Heterodera rostochiensis*.

Obecność grzybów w roślinach wpływa także na to, że do tych roślin wnika więcej nicieni niż do roślin nie porażonych grzybem. Na przykład więcej *Pratylenchus penetrans* wnika do korzeni lucerny zainfekowanej *Fusarium oxysporum* lub *Trichoderma viride* Pers ex. Fr. niż do roślin bez grzyba (Edmunds i Mai 1966).

Obecność grzyba w roślinie może wpływać na strukturę płciową populacji; mianowicie w roślinie porażonej grzybem obserwuje się więcej samców niż samic, a konsekwencją tego jest gorszy rozwój populacji. Ze zjawiskiem tym mamy do czynienia na przykład w przypadku porażenia pomidora *Heterodera rostochiensis* w obecności *Rhizoctonia solani* (Ketudat 1969).

Jak już wspomniano wyżej, obecność bakterii w roślinach nie sprzyja rozwojowi nicieni. Bardzo często po wniknięciu patogenu bakteryjnego liczebność nicieni maleje. Szczególnie wyraźnie widać to w przypadku nicieni z rodzaju *Meloidogyne*, bakterie bowiem żywią się po prostu komórkami olbrzymimi stanowiącymi środowisko życia nicieni należących do tego rodzaju.

Przedstawione w artykule wybrane dane dotyczące zagadnienia interakcji pomiędzy nicieniami glebowymi a patogenami grzybowymi czy bakteryjnymi wskazują na wielką różnorodność powiązań. Niestety, ciągle mało wiemy o powstawaniu kompleksów etiologicznych, o przełamaniu odporności roślin na patogeny, ponieważ prowadzi się mało badań nad tymi zagadnieniami. Badania takie są jednak bardzo potrzebne, ponieważ ich wyniki mogą dać podstawę do opracowania skuteczniejszych metod ochrony roślin.

Dodatek

Pełne nazwy gatunkowe nicieni wymienionych w tekście są następujące: *Anguina tritici* (Steinbuch 1799), Chitwood 1935, *Aphenchoides fragariae* (Ritzema-Bos 1880), Christie 1932, *Aphelenchoides ritzemabosi* (Schwartz 1911), Steiner et Buhner 1932, *Circonemoides xenoplax* Raski 1952, *Ditylenchus desructor* Thorne 1945, *Ditylenchus dipsaci* (Kühn 1857), Filipjev 1936, *Helicotylenchus nannus* Steiner 1945, *Heterodera rostochiensis* Wollenweber 1923, *Heterodera schachtii* Schmidt 1871, *Hoplolaimus tylenchiformis* Daday 1905, *Meloidogyne arenaria* (Neal 1889), Chitwood 1949, *Meloidogyne hapla* Chitwood 1949, *Meloidogyne incognita* (Kofoid et White 1913), Chitwood 1949, *Meloidogyne javanica* (Treub 1885), Chitwood 1949, *Pratylenchus minyus* Sher et Allen 1953, *Pratylenchus penetrans* (Cobb 1917), Chitwood et Oteifa 1952, *Pratylenchus vulnus* Allen et Jensen 1951, *Pristionchus lheritieri* (Maupas 1919), Paramonow 1952, *Rhadopholus similis* (Cobb 1893), Thorne 1949, *Rotylenchus reniformis* Linford et Oliveira 1940, *Tylenchorhynchus capitatus* Allen 1959, *Tylenchorhynchus dubius* (Bütschli 1873), Filipjev 1936.

Piśmiennictwo

- Beljaeva K. V. 1950 — K voprosu o raspredelanii nematod v počve, kornevoi i nadzemnoj častjach rastenij — Trudy zool. Inst. Akad. Nauk SSSR, 9: 613—624.
- Chantanao A., Jensen H. J. 1969 — Saprozoic nematodes as carriers and disseminators of plant pathogenic bacteria — J. Nematol. 1: 216—218.
- Crosse J. E., Pitcher R. S. 1952 — Studies in the relationships of eelworms and bacteria to certain plant diseases. I. The etiology of strawberry cauliflower — Ann. appl. Biol. 39: 475—475.
- Domurat K., Kozłowska J., Sandner H. 1968 — Influence of soil types and *Fusarium* wilt in pea development of nematode populations in soil and plant — Ekol. pol. 16: 855—861.
- Dwinell L. D., Sinclair W. A. 1967 — Effects of N, P, K, and inoculum density of *Verticillium dahliae* on populations of *Pratylenchus penetrans* in roots of American elm and sugarnaple — Phytopathology, 57: 810—810.
- Edmunds J. E., Mai N. F. 1966 — Effect of *Trichoderma viride*, *Fusarium oxysporum* and fungal enzymes upon the penetration of alfalfa roots by *Pratylenchus penetrans* — Phytopathology, 56: 1132—1135.
- Faukner L. R., Skotland C. B. 1965 — Interactions of *Verticillium dahliae* and *Pratylenchus minyus* in *Verticillium* wilt of peppermint — Phytopathology, 55: 583—586.
- Golden J. K., Van Gundy S. D. 1974 — A disease complex of okra and tomato involving the nematode *Meloidogyne incognita* and the soil-inhabiting fungus *Rhizoctonia solani* — Phytopathology, 65: 265—273.
- Goode M. J., McGuire J. M. 1967 — Relationship of root knot nematodes to pathogenic variability in *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* — Phytopathology, 57: 812—812.
- Hawn E. J. 1963 — Transmission of bacteria wilt of alfalfa by *Ditylenchus dipsaci* (Kühn) — Nematologica, 9: 65—68.
- Hawn E. J. 1965 — Influence of stem nematode infestation on development of bacteria wilt in irrigated alfalfa — Nematologica, 11: 39—39.
- Hawn E. J., Hanna M. R. 1967 — Influence of stem nematode infestation on bacterial wilt reaction and forage yield of alfalfa varieties — Can. J. Plant Sci. 47: 203—208.
- Hutton D. G., Wilkinson R. E., Mai W. F. 1973 — Effect of two plantparasitic nematodes on *Fusarium* dry-root rot of beans — Phytopathology, 63: 749—751.
- James G. L. 1966 — Effect of the causal fungus of brown root-knot of tomatoes on the hatch of the potato root eelworm, *Heterodera rostochiensis* Wool. — Nature, (Lond.) 212: 1466—1466.

- Jenkins W. R., Coursen B. W. 1957 — The effect of root-knot nematodes *Meloidogyne incognita acrita* and *M. hapla* on *Fusarium* wilt of tomato — Pl. Dis. Repr., 41: 182—186.
- Jensen H. J. 1967 — Do saprozoic nematodes have a significant role in epidemiology of plant disease — Pl. Dis. Repr., 51: 98—102.
- Jensen H. J., Siemer S. R. 1971 — Protection of *Fusarium* and *Verticillium propagules* from selected biocides following ingestion by *Pristionchus lheritieri* — J. Nematol. 3: 23—28.
- Ketudat H. 1969 — The effects of some soil born fungi on the sex ratio of *Heterodera rostochiensis* on tomato — Nematologica, 15: 229—233.
- Libman G., Leach J. G., Adams R. E. 1964 — Role of certain plantparasitic nematodes in infection of tomatoes by *Pseudomonas solanacearum* — Phytopathology, 54: 151—153.
- McKeen C. D., Mountain W. B. 1960 — Synergism between *Pratylenchus penetrans* (Cobb) and *Verticillium albo-atrum* R. and B. in egg-plant wilt — Can. J. Bot. 38: 789—794.
- McMoura R. M., Echandi E., Powell N. T. 1975 — Interaction of *Corynebacterium michiganesae* and *Meloidogyne incognita* on tomato — Phytopathology, 65: 1332—1335.
- Medéz P. L., Powell N. T. 1967 — Histological aspects of the *Fusarium* wilt root-knot complex in flue-cured tobacco — Phytopathology, 57: 286—292.
- Mojtahedi H., Lownsbery B. F., Moody E. H. 1975 — Ring nematodes increase development of bacterial cankers in plums — Phytopathology, 65: 556—559.
- Mountain W. B., McKeen C. D. 1962 — Effect of *Verticillium* on the population of *Pratylenchus penetrans* — Nematologica, 7: 261—266.
- Munnecke D. E., Chandler P. A., Starr P. 1963 — Hairy root (*Agrobacterium rhizogenes*) of fields roses — Phytopathology, 53: 788—799.
- Myuge S. G. 1959 — The reciprocal action between nematodes and lower fungi in plants — Rev. appl. Mycol. 38: 350—350.
- Newhall A. G. 1958 — The incidence of Panama disease of banana in the presence of root-knot and the burrowing nematode (*Meloidogyne* and *Radopholus*) — Pl. Dis. Repr., 42: 853—856.
- Nigh E. L. jr 1966 — Incidence of crown gall infection in peach as affected by the Javanese root-knot nematode — Phytopathology, 56: 150—150.
- Pitcher R. S. 1963 — Role of plant-parasitic nematodes in bacterial disease — Phytopathology, 53: 35—39.
- Ross J. P. 1965 — Predisposition of soybeans to *Fusarium* wilt by *Heterodera glycyne*s and *Meloidogyne incognita* — Phytopathology, 55: 361—364.
- Sidhu G., Webster J. M. 1977 — Predisposition to the wilt fungus (*Fusarium oxysporum lycopersici*) by the root-knot nematode (*Meloidogyne incognita*) — Nematologica, 23: 436—443.
- Starr J. L., Aist J. R. 1977 — Early development of *Pythium* polymorphon on celery roots infected by *Meloidogyne hapla* — Phytopathology, 67: 497—501.
- Solov'eva G. J. 1965 — O roli fitonematod v inokuljaci patogennoj mikroflory — Trudy gel'mint. Lab. 16: 121—124.
- Szerszeń J. 1980 — The ecological relationship of *Fusarium* sp. and plant parasitic nematodes. I. Influence of *Fusarium oxysporum* f.sp. *pisi* alone and in combination with *Pratylenchus penetrans* on peas — Ekol. pol. 28: 615—631.
- Vargas J. M., Laughlin C. W. 1972 — The role of *Tylenchorhynchus dubius* in the development of *Fusarium* blight of Merion Kentucky Blugrass — Phytopathology, 62: 1311—1314.
- Whitney E. D. 1974 — Synergistic effect of *Pythium ultimum* and the additive effect of *P. aphanidermatum* with *Heterodera schachtii* on sugarbeet — Phytopathology, 64: 380—383.

Summary

Not much is known about the interactions of soil nematodes and fungi and bacteria although it is an interesting problem and significant from the point of view of plant protection. Several species of nematodes enter ethiological complexes with fungi or bacteria. As a result of the formation

of such complexes more severe symptoms of infection may occur when the plant is attacked simultaneously by a nematode and pathogen, as compared to plants infected only by a fungus or a bacterium. It also happens that the presence of nematodes results in an increase in the number of plants infected by the pathogen. Between some bacteria and nematodes there is a very close interaction, which means that the bacterium cannot infect the plant if it has not been infested earlier by the nematode.

As regards the role of parasitic nematodes in the formation of ethiological complexes together with pathogenic factors the opinions are divided. Some scientists believe that the nematodes facilitate a penetration of pathogens, or, possibly, transfer on the body surface the bacteria and spores of fungi. Other scientists claim that the biochemical changes in plant, due to being grazed by nematodes, are more important, because they accelerate the growth of fungi or bacteria. Biochemical changes in a plant as a result of parasitization by nematodes may help to break the resistance to the pathogen.

Free-living nematodes are of some significance in transmitting plant diseases, they may also protect the spores of fungi against noxious factors. The presence of fungi and bacteria in soil or plant is not without significance for nematodes. Usually the presence of fungi improves the development of nematode population, whereas that of bacteria inhibits this development.