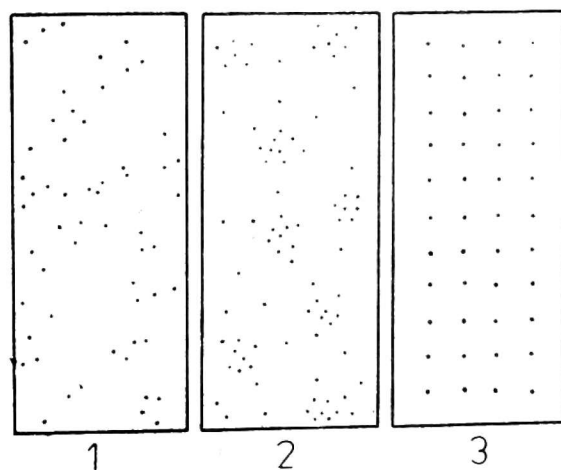


## POZIOME ROZMIESZCZENIE NICIENI W GLEBIE I UWAGI O METODACH BADANIA

*Stefan Kornobis*

Instytut Ochrony Roślin, Poznań

Omawiając rozmieszczenie osobników w populacjach zwierząt Schwerdtfeger [20], a za nim Trojan [30] wyróżniają 4 modele: rozmieszczenie równomierne, nierównomierne, kumulacyjne i wyspowe. Inni autorzy wyróżniają tylko 3 modele (rys. 1): losowe, skupiskowe tj. nieregularne, nielosowe i równomierne tj. bardziej wyrównane niż losowe [15, 23, 25].



Rys. 1. Podstawowe modele rozmieszczenia osobników w populacji; 1 — losowe, 2 — skupiskowe, 3 — równomierne (według Southwooda)  
Fig. 1. Different types of distribution; 1 — random, 2 — contagious, 3 — regular (after Southwood)

Jeśli na badanej powierzchni pobierzemy w odpowiednich miejscach niezbędną liczbę prób, to obraz rozmieszczenia przestrzennego populacji można przedstawić graficznie przez zestawienie histogramu frekwencji prób z określoną liczbą osobników. W celu uzyskania prawidłowego obrazu niezbędne jest pobranie prób ze 100-150 punktów. Otrzymany rozkład frekwencji prób jest empirycznym rozkładem rozmieszczenia osobników w danej populacji. Można wykazać zgodność tego rozkładu, z którymś z teoretycznych rozkładów statystycznych.

Smurov [23] uważa, że rozmieszczenie równomierne może być opisane za pomocą rozkładu dwumianowego, losowe za pomocą rozkładu

Poissona (rozkład normalny jest granicznym przypadkiem rozkładu Poissona), a skupiskowe za pomocą rozkładów: ujemnego dwumianowego [5], Neymana [14], Thomasa [29] lub Smurova i Romanovskiego [24]. Ten sam autor dochodzi również do wniosku, że wielkość pojedynczej próby może mieć wpływ na otrzymany typ rozkładu, a rzeczywisty obraz rozmieszczenia prawidłowo przedstawiają serie prób mniejszych lub większych od rozmiaru skupień badanych organizmów. Przy rozkładach Neymana i Thomasa właściwy obraz można otrzymać tylko w przypadku, kiedy rozmiar pojedynczej próbki znacznie przewyższa rozmiar skupienia. Przy ujemnym rozkładzie dwumianowym oraz Smurova i Romanovskiego rozmiar próby powinien być mniejszy od rozmiaru skupienia.

Stelter i Raeuber [28] wykazali, że realnie istniejące rozmieszczenie cyst *Globodera rostochiensis* na polu może być opisane przez dwa różne rozkłady teoretyczne: ujemny dwumianowy i Poissona, a za każdym razem można wykazać testem zgodności chi-kwadrat, że odchylenia rozkładu empirycznego od teoretycznego są nieistotne. O tym, który z rozkładów teoretycznych okaże się właściwy decyduje szerokość klas częstotliwości. Na polu z liczebną populacją *G. rostochiensis*, przy szerokości klas: 0, 1-20, 21-40 itd. cyst w próbie, uzyskano zgodność rozkładu empirycznego z rozkładem ujemnym dwumianowym. Przy zastosowaniu klas co 50 cyst uzyskano zgodność z rozkładem Poissona. Podobne zjawisko stwierdzono w przypadku pola mniej liczebnie zasiedlonego przez *G. rostochiensis*, jednak szerokość klas częstotliwości była mniejsza. Przykład ten dowodzi, że jedno i to samo realnie istniejące rozmieszczenie organizmów, przy tej samej metodzie pobierania prób, może być opisane przez 2 różne typy rozkładów teoretycznych, a zależy to od sposobu opracowywania wyników.

Z uwag tych widać, jak trudne jest wiarygodne przedstawienie rozmieszczenia organizmów na badanej powierzchni, jeśli występują one skupiskowo oraz jakie są trudności ilościowych badań populacji takich organizmów. Niezbędne jest w takim przypadku precyzyjne określenie, metodami statystycznymi, minimalnej ilości prób, która pozwoli uzyskać wiarygodne wyniki. Może zająć również konieczność ustalenia optymalnej wielkości pojedynczej próby.

Nicienie glebowe są typowym przykładem zwierząt, które wykazują wyraźnie nieregularne rozmieszczenie poziome. Dotychczasowe dane statystyczne są jednak nieliczne i ograniczają się tylko do kilku gatunków pasożytujących na roślinach wyższych. Rozmieszczenie innych nicieni na polu nie było dotychczas badane metodami ilościowymi, opartymi na statystyce. Taki stan rzeczy wynika z potrzeb rolnictwa, które decydują o podejmowaniu pracochłonnych badań nad rozmieszczeniem

na polu gatunków mających znaczenie gospodarcze. Wyniki tych badań są niezbędne do opracowania prawidłowych metod wykrywania i ilościowego szacowania zagęszczenia tych nicieni.

Dotychczas nie wypracowano metod, które umożliwiałyby precyzyjne określenie zagęszczenia populacji nicieni glebowych na polu lub innej powierzchni. Szczególnie trudne jest to wtedy, gdy na badanej powierzchni znajdują się rośliny [4]. Do tej pory udawało się oszacować zagęszczenie nicieni z dokładnością do kilkudziesięciu procent, a jedynie w przypadku licznych cyst *Globodera rostochiensis* z dokładnością do kilkunastu procent. Dalsza precyzja szacowania wymaga tak ogromnego nakładu pracy, że mija się to z celem [8, 16, 17, 21].

Najwięcej prac nad poziomym rozmieszczeniem w glebie przeprowadzono w odniesieniu do *Globodera rostochiensis*, ze względu na objęcie tego pasożyta ziemniaków przepisami o kwarantannie. Rozmieszczenie cyst *G. rostochiensis* na polu najlepiej można opisać za pomocą rozkładu ujemnego dwumianowego [11, 21, 26, 28]. Przed sadzeniem ziemniaków występują one w sposób mniej skupiskowy niż krótko przed wykopkami. Jest to następstwem „kolonijnego” wykształcania się nowych cyst wokół cyst starych. Za każdym jednak razem rozkład empiryczny może być opisany za pomocą rozkładu ujemnego dwumianowego [21].

Fuchs i Drews [8] stwierdzili, że rozmieszczenie osobników *Pratylenchus spp.* na polu można opisać za pomocą rozkładu normalnego. Rozmieszczenie nicieni z rodzajów: *Tylenchorhynchus*, *Paratylenchus*, *Rotylenchus*, *Helicotylenchus* i *Heterodera* jest inne i można je opisać za pomocą rozkładu ujemnego dwumianowego lub Poissona. Być może jednak, że stwierdzone losowe rozmieszczenie niektórych rodzajów jest wynikiem nie wyróżniania gatunków, a w rzeczywistości poszczególne gatunki rozmieszczone są skupiskowo.

Według Smitha i Wallace’a [22] rozmieszczenie *Helicotylenchus dihystra* na powierzchni zarośniętej przez trawę *Pennisetum clandestinum* jest skupiskowe, a rozkład empiryczny istotnie różni się od rozkładu Poissona, przy czym zagęszczenie populacji w różnych miejscach polega okresowym, niesynchronizowanym w czasie wahaniem liczebności, które mają jednak jakiś ogólny trend w cyklu rocznym.

Przedstawiony przegląd literatury dowodzi, jak mało wiemy o poziomym rozmieszczeniu nicieni w glebie. Istnieje wiele obserwacji i badań, często prowadzonych wielkim nakładem pracy, np. praca Barkera i Nusbauma [1], ale brak ich statystycznego opracowania. Kilka cytowanych wcześniej prac nie zmienia tego obrazu. Dotychczasowe dane wykazują, że nicienie rozmieszczone są w glebie mniej lub bardziej skupiskowo. Zależy to od gatunku, a być może także od zagęszczenia po-

pulacji. Przyczyny nieregularnego poziomego rozmieszczenia populacji nicieni w glebie są wyjaśnione tylko częściowo. Wydaje się, że stosunkowo niewielką rolę odgrywa aktywne przemieszczanie się osobników.

Określone gatunki nicieni glebowych mają różne wymagania pokarmowe. Ilość dostępnego pokarmu, ale rozmieszczonego nierównomiernie, może być czynnikiem warunkującym tempo rozmnażania się populacji. Niektóre gatunki występują najliczniej tam, gdzie znajduje się dużo rozkładającej się substancji organicznej [13]. Nicienie pasożyty roślin rozmnażają się na właściwych dla określonych gatunków i ras roślinach żywicielskich [3, 33], a mniejsze lub większe zagęszczenie tych roślin wpływa na rozwój i rozmieszczenie populacji na określonej powierzchni. Jest to wynik nie tylko oddziaływania obecnie rosnącej roślinności, ale także roślin, które rosły poprzednio. Powiązanie nicieni „roślinnych” z korzeniami jest bardzo silne i przypuszczalnie jest to podstawowa przyczyna ich nieregularnego rozmieszczenia.

Czynnikiem wpływającym na rozmieszczenie nematofauny na polach uprawnych może być niejednakowa zasobność gleby w makro- i mikroelementy. Fuchs [7] dochodzi do wniosku, że nawożenie azotowe ma dodatni wpływ na tempo rozwoju populacji nicieni w rodzaju *Pratylenchus*. Inne rodzaje reagują na nawożenie azotowe słabiej. Stelter i Meinl [27] uważają, że rozwój populacji *Globodera rostochiensis* jest stymulowany przez rozwój systemu korzeniowego rośliny żywicielskiej, a ten z kolei przez zasobność gleby w składniki pokarmowe.

Fuchs [6] uważa, że jednym z czynników wpływających na tempo wzrostu zagęszczenia populacji nicieni glebowych jest wilgotność gleby. Nieco szczegółów dotyczących tego zagadnienia podano przy omawianiu przyczyn zróżnicowanego rozmieszczenia pionowego nicieni w glebie [12]. Znany fakt jest, że w terenie rzadko spotyka się jednakowe warunki wilgotności na większej powierzchni. Tym samym różna wilgotność jest czynnikiem modyfikującym poziome rozmieszczenie nicieni.

Istnieje wiele obserwacji świadczących o tendencji liczniejszego występowania pewnych gatunków nicieni w glebach o określonym składzie mechanicznym. Uziarnienie wpływa na wilgotność i przewietrzanie gleby, a to z kolei na nicienie [2, 32]. Mamy jednak bardzo mało danych świadczących o wpływie zmienności w mechanicznym składzie gleby na rozmieszczenie populacji nicieni. Jako przykład tego typu badań można wymienić pracę Grandison i Wallace'a [9], którzy wykazali, że rozmieszczenie *Pratylenchus thornei* na polu z uprawą *Trifolium fragiferum* było skorelowane z procentową zawartością gliny w glebie. Inne czynniki miały niewielki wpływ. Znacznie więcej danych świadczy o różnym tempie rozwoju populacji nicieni w glebach o odmiennym



składzie mechanicznym [18, 27, 31]. Nie jest jednak jeszcze wyjaśnione, czy jest to wywołane stopniem rozwoju korzeni na różnych glebach, czy też innymi czynnikami.

\*

Rozmieszczenie nematofauny w glebie jest bardzo zróżnicowane w zależności od miejsca i czasu. W strefie klimatu umiarkowanego większość nicieni występuje najliczniej w warstwie gleby do około 20-30 cm głębokości. Dlatego też przy pracach związanych z praktyką ochrony roślin (np.: wykrywanie nicieni objętych przepisami o kwarantannie) wystarczy uwzględnienie tylko tej warstwy. Jedynie w przypadku gatunków z rodzajów: *Paratrichodorus*, *Trichodorus*, *Longidorus* i *Xiphinema*, a także niektórych innych, niezbędne jest pobieranie prób z większych głębokości. Szczególnie ważne jest to przy podejrzeniach o przenoszenie wirusów przez nicienie.

Nieco inaczej przedstawia się sprawa w badaniach naukowych *sensu stricto*. W takim wypadku niezbędne jest uwzględnienie całej populacji badanego gatunku. Należy najpierw za pomocą serii prób zorientować się do jakiej głębokości występuje dany gatunek i na tej podstawie ustalić niezbędną głębokość do jakiej trzeba pobrać próby. Cenne byłoby tu publikowanie danych dotyczących relacji — profil glebowy a rozmieszczenie nicieni.

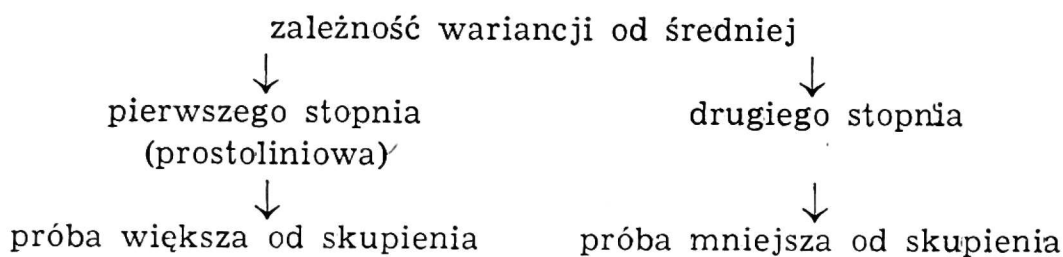
Bardziej skomplikowane są badania poziomego rozmieszczenia nicieni. Celem jest uzyskanie obrazu zasiedlenia danej powierzchni przez osobniki i danie podstaw do wiarygodnego, ilościowego szacowania populacji. Najważniejsze jest ustalenie wielkości pojedynczej próbki i niezbędnej ogólnej liczby prób. Otrzymanie prawidłowych rezultatów zależy bowiem od rzeczywistego rozmieszczenia nicieni oraz liczby i wielkości prób pojedynczych. Szczególne znaczenie ma to przy badaniu rozmieszczenia gatunków występujących skupiskowo.

Bezwzględnych rozmiarów skupień nicieni nie można w prosty sposób określić empirycznie. Można natomiast określić wielkość skupień, w stosunku do wielkości pojedynczej próby, wykorzystując niektóre zależności matematyczne. Metodykę ustalenia wielkości próby w stosunku do średniego rozmiaru skupień badanych organizmów można przedstawić w następujących punktach [19, 23]:

1) pobrać kilka serii prób za pomocą przyrządów umożliwiających uzyskiwanie prób różnych rozmiarów,

2) dla każdej serii wyliczyć jej wariancję i średnią arytmetyczną,

3) jeśli wariancje serii przewyższają średnie, określić wielkość prób w stosunku do rozmiaru skupień w myśl następującego schematu:



4) w przypadku prób większych od średniego rozmiaru skupień odpowiednimi rozkładami teoretycznymi są rozkłady Neymana lub Thomasa; w przypadku prób mniejszych od średniego rozmiaru skupień rozkłady — ujemny dwumianowy lub Smurova i Romanovskiego.

5) określić optymalną wielkość próby, a dalsze badania prowadzić pobierając próby optymalnych rozmiarów; w zależności od rodzaju rozkładu teoretycznego używać odpowiednich indeksów, charakteryzujących rozmieszczenie organizmów na badanej powierzchni.

Zgodność rozkładu empirycznego z teoretycznym można sprawdzić za pomocą odpowiedniego testu statystycznego, jak test zgodności „chi-kwadrat”, lub Kołmogorowa-Smirnowa. Należy dążyć do możliwie małej szerokości klas częstości, pamiętając jednakże o zachowaniu niezbędnej, minimalnej liczebności ( $n=8$ ) prób w klasie [10]. Warunek ten określa niezbędną, ogólną liczbę prób, jaką należy pobrać.

Dotychczas przeprowadzono niewiele badań, opartych o metody statystyczne, nad poziomym rozmieszczeniem nicieni w glebie. Brak jest danych o zależności — wielkość skupień nicieni a wielkość pojedynczych prób. Istniejące dane wykazują jednak, że rozmieszczenie nicieni może być opisane za pomocą rozkładów — ujemnego dwumianowego lub Poissona. Sugeruje to, że wielkość prób używana zwykle w badaniach nematologicznych jest mniejsza od rozmiaru skupień. Wydaje się, że sytuacja ta nie ulegnie zmianie, gdyż ze względu na trudności w laboratoryjnym opracowaniu nie będzie możliwe pobieranie większych prób. W przyszłości wszelkie badania nad poziomym rozmieszczeniem nicieni należy prowadzić w powiązaniu z metodami statystycznymi. Bardzo pomocne przy opracowywaniu wyników byłoby użycie odpowiednich programów komputerowych.

#### LITERATURA

1. Barker K. R., Nusbaum C. J.: Horizontal distribution patterns of four plant parasitic nematodes in selected fields (Abstract). *J. Nematology*, 1: 4-5 (1969)
2. Brzeski M. W., Sandner H.: *Zarys nematologii*. PWN, Warszawa (1974)
3. Decker H.: *Phytonematologie*. VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag, Berlin, (1969)
4. Ferris H., McKenry M. V.: Seasonal fluctuations in the spatial distribution of nematode populations in a California vineyard. *J. Nematology*, 6: 203-209 (1974)

5. Fischer R. A.: The negative binomial distribution. *Ann. Eugenics*. 11: 182-187 (1941)
6. Fuchs E.: Untersuchungen zum Einfluss von Intensivierungsfaktoren auf die Populationsdynamik wandernder Wurzel nematode am Getreide unter besonderer Berücksichtigung von Arten der Gattung *Pratylenchus* Filipjev. I. Einfluss der Beregnung. *Zbl. Bakt., Abt. II*, 130: 654-672 (1975)
7. Fuchs E.: Untersuchungen zum Einfluss von Intensivierungsfaktoren auf die Populationsdynamik wandernder Wurzel nematoden am Getreide unter besonderer Berücksichtigung von Arten der Gattung *Pratylenchus* Filipjev, 1934. II. Einfluss der Stockstoffdüngung. *Zbl. Bakt., Abt. II*, 130: 673-688 (1975)
8. Fuchs E., Drews F. W.: Untersuchungen zur Verteilung von wandernden Warzelnematoden auf Getreideflächen. I. Gattung *Pratylenchus*. *Arch. Phytopathol. u. Pflanzenschutz*, 9: 133-143 (1973)
9. Grandison G. S., Wallace H. R.: The distribution and abundance of *Pratylenchus thornei* in fields of strawberry clover (*Trifolium fragiferum*). *Nematologica*, 20: 283-290 (1974)
10. Greń J.: *Statystyka matematyczna — modele i zadania*. PWN, Warszawa (1976)
11. Hollnagel J.: Untersuchungen über die Verteilung der Zysten des Kartoffelnematoden (*Heterodera rostochiensis* Woll.) in einem Felde sowie zur Methodik der Befallsermittlung für Zwecke der Flurneueordnung. *Wissensch. Zeitschrift der Universität Rostock — Mathematisch-Naturwissenschaftliche Reihe*, 13: 443-448 (1964)
12. Kornobis S.: Pionowe rozmieszczenie nicieni w glebie. *Zesz. probl. Post. Nauk rol.* 249: 7-17 (1981)
13. Meyl A. H.: *Fadenwürmer (Nematoden)*. Kosmos-Verlag, Stuttgart (1961)
14. Neyman J.: On a new class of "contagious" distributions applicable in entomology and bacteriology. *Ann. math. Statist.*, 10: 35-57 (1939)
15. Odum E. P.: *Podstawy ekologii*. PWRiL, Warszawa (1977)
16. Proctor J. R., Marks C. F.: The determination of normalizing transformations for nematode count data from soil samples and of efficient sampling schemes. *Nematologica*, 20: 395-406 (1975)
17. Raeuber A., Stelter H.: Die Sicherheit bei der Bestimmung der Verseuchung eines Feldes mit dem Kartoffelnematoden (*Heterodera rostochiensis* Woll.). *Biol. Zbl.*, 82: 455-464 (1963)
18. Robbins R. T., Barker K. R.: The effects of soil type, particle size, temperature, and moisture on reproduction of *Belonolaimus longicaudatus*. *J. Nematology*, 6: 1-6 (1974)
19. Romanovskij Ju. É., Smurov A. V.: Metodika issledovanija prostranstvennogo raspredelenija organizmov. *Ž. obč. biol.*, 36: 227-236 (1975)
20. Schwerdtfeger F.: *Ökologie der Tiere. Bd. II. Demökologie*. Verlag Paul Parey, Hamburg-Berlin (1968)
21. Seinhorst J. W.: On the distribution of cysts of *Globodera rostochiensis* in small plots and resulting sampling errors (maszynopis)
22. Smith A. D. M., Wallace H. R.: Fluctuations in the distribution and numbers of *Helicotylenchus dihystera* in kikuyu turf (*Pennisetum clandestinum*). *Nematologica*, 22: 145-152 (1976)
23. Smurov A. V.: Statističeskie metody v issledovanii prostranstvennogo razmeščeniija organizmov. [W:] *Metody počvenno-zoologičeskich issledovanij*. Izdatel'stvo „Nauka“, Moskwa, 217-240 (1975)

24. Smurov A. V.; Romanovskij Ju. E.: Novoje trechparametričeskoe statističeskoe raspredelenie i bolee obščee vyraženie indeksa agregirovannosti  $K_A$  imejescevo ekologičeskij smysl. Ž. obšč. biol., 37: 141-150 (1976)
25. Southwood T. R. E.: Ecological methods. Methuen & Co LTD., London, 391 str. (1968).
26. Stelter H.: Der Kartoffelnematode (*Heterodera rostochiensis* Wollenweber). Akademie-Verlag, Berlin, 290 str. (1971).
27. Stelter H., Meinel G.: Der Einfluss von Boden unterschiedlicher Entstehungsart und Bönitat auf die Entwicklung der Nematodenpopulation (*Heterodera rostochiensis* Woll.) und der Wirtsplanze. Biol. Zbl., 89: 359-364 (1970)
28. Stelter H., Rauber A.: Untersuchungen über Methoden der Bodenprobeentnahme zur Feststellung der Verseuchung mit dem Kartoffelnematoden (*Heterodera rostochiensis* Wollenweber). Zeitschr. für Pflkrankh. u. Pflzucht, 69: 577-586 (1962)
29. Thomas M.: A generalization of Poisson's binomial limit for use in ecology. Biometrika, 36: 18-25 (1949)
30. Trojan P.: Ekologia ogólna. PWN, Warszawa (1975)
31. Upadhyay R. S., Oostenbrink M., Khan A. M.: The effect of different soil types on the density of nematode populations. Indian J. Nematol., 2: 42-53 (1972)
32. Wallace H. R.: The biology of plant parasitic nematodes. Edward Arnold Ltd., London (1963)
33. Wilski A.: Nicienie szkodniki roślin uprawnych. PWRiL, Warszawa (1973)

*Стефан Корнобис*

### ГОРИЗОНТАЛЬНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ НЕМАТОД В ПОЧВЕ И НЕКОТОРЫЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ ЗАМЕТКИ

#### Резюме

Автором сделан обзор литературы по горизонтальному распределению нематод в почве, показана необходимость использования понятий применяемых в почвоведении, в исследованиях по выше указанным вопросам. Обсуждены некоторые вопросы, связанные с исследованием вертикального и горизонтального распределения нематод в почве, и сделан вывод о необходимости применения статистических методов при анализе полученных результатов.

*Stefan Kornobis*

### HORIZONTAL DISTRIBUTION OF NEMATODES IN SOIL AND COMMENTS ON INVESTIGATION METHODS

#### Summary

Literature on horizontal distribution of nematodes is reviewed. Some problems connected with methods of investigations of horizontal and vertical distribution of nematodes in soil are discussed. It is concluded that the terms used commonly in pedology should be applied in nematology as well. Statistical methods should be used in the analyses of results.