

Spoločenstvá nematód ako odraz ekologického stavu pôdneho prostredia

A. Čerevková, M. Renčo: Nematode communities as a reflection of ecological conditions of soil.

Nematodes are the most abundant Metazoa with diverse feeding habits and life-history strategies. Composition of nematode communities in soil depends on the vegetation present, as well as on type and conditions of soil, its management and local climate. That is why the analysis of nematode communities structure is being used more frequently in ecological studies. This paper presents characteristics of nematodes trophic groups and some ecological parameters using nematodes as bioindicators of soil quality.

Spoločenstvá pôdnych nematód sú neoddeliteľnou súčasťou pôdnej fauny a svojou štruktúrou sú charakteristické pre jednotlivé ekosystémy. Tak sú navzájom odlišné napríklad spoločenstvá nematód agroekosystémov a prirodzených ekosystémov. Samotnou početnosťou sú nematódy významnou zložkou biomasy pôdy všetkých ekosystémov, kde na m² plochy pôdy sa môže vyskytovať až niekoľko miliónov jedincov. Niektoré skupiny nematód sa rozkladom organických zvyškov v pôde podieľajú na tvorbe humusu, teda priamo na prirodzenom zvyšovaní úrodnosti pôdy. Iné skupiny napádajú a infikujú korene alebo nadzemné orgány rastlín a samotné, alebo v komplexe s inými patogénmi, môžu spôsobovať čiastočné zníženie, alebo až úplné zničenie úrod pestovaných poľnohospodárskych plodín. Ak sa zmení pôdne prostredie v ktorom nematódy žijú, či už je to zmena chemizmu pôdy, vlhkosti pôdy, rastlinného pokryvu, alebo zmena agrotechnickými zásahmi do pôdy, atď., nematódy veľmi citlivo reagujú na každú takúto zmenu. Mení sa dominancia jednotlivých taxónov, alebo skupín v spoločenstve nematód, jedna skupina sa rozmnoží, iná je zmenou prostredia potlačená. A práve na tejto citlivosti nematód k prostrediu sa zakladá ich využitie ako bioindikátorov ekologického stavu pôdneho prostredia ekosystému, jeho kvality, stability, prípadne jeho zmien.

Bongers a Howard (1999) definovali nasledovné vlastnosti nematód, ktoré ich predurčujú byť vhodnými bioindikátormi stavu a kvality pôdneho prostredia:

1. Nematódy patria medzi najjednoduchšie metazoa (mnohobunkovce). Nachádzajú sa v ktoromkoľvek pôdnom prostredí s obsahom organického uhlíka, vo všetkých typoch pôd, v každom klimatickom podnebí a na stanovištiach tak pôvodných, ako aj narušených, či extrémne poškodených. Skladba ich spoločenstva indikuje kvalitu pôdneho horizontu ktorý obývajú.

2. V pôde žijú nematódy vo vlhkom prostredí, ich priepustná kutikula umožňuje priamy kontakt s ich mikroprostredím.

3. Nematódy sú málo pohyblivé živočíchy a veľa druhov prežije dehydratáciu, mrazy, alebo kyslíkový deficit.

4. Nematódy sú dôležitou súčasťou potravnjej siete v pôde. Sú konzumentami veľkého množstva pôdnych mikroorganizmov, pôdneho detritu a zároveň sú potravou pre iné organizmy.

5. Nematódy sú priehľadné a preto diagnostika ich vnútorných štruktúr sa zaobíde bez pitvania a aj bez biochemických procedúr.

6. Medzi morfológiou nematód a spôsobom výživy je veľmi úzky vzťah. Napríklad parazitický spôsob života sa dá ľahko určiť podľa stavby ústnej dutiny a ezofágu.

7. Nematódy rýchlo reagujú na narušenie alebo zlepšenie svojho prostredia, teda pôdy.

Wasilewska (1971) a Yeates a kol. (1993) na základe trofického vzťahu jednotlivých taxónov alebo skupín k zdroju potravy, rozdelili nematódy do trofických skupín. Zastúpenie jednotlivých trofických skupín v spoločenstve nematód je jedným z ukazovateľov hodnotenia pôdneho prostredia. Ďalšími ukazovateľmi sú jednotlivé ekologické indexy – Maturity Index MI, Plant Parasitic Index PPI, pomer hodnôt PPI/MI, pomer hodnôt B/F, Enrichment Index EI, Structure Index SI a Channel Index CI.

Charakteristika trofických skupín nematód

Baktériofágy – živia sa produktmi rozkladu organických zvyškov rastlinného a živočíšneho pôvodu. Indikujú zvýšenú mikrobiálnu aktivitu v pôde, hlavne pri zvýšenom obsahu dusíka. Abundancia baktériofágov závisí od množstva ľahko rozložiteľného organického materiálu rastlinného alebo živočíšneho pôvodu (napr. kompost, rašelina, maštalný hnoj). Pri zvýšení mikrobiálnej aktivity pôdy a rovnako aj pri zvýšení množstva dusíka a pH v pôde sa početnosť baktériofágov zvyšuje.

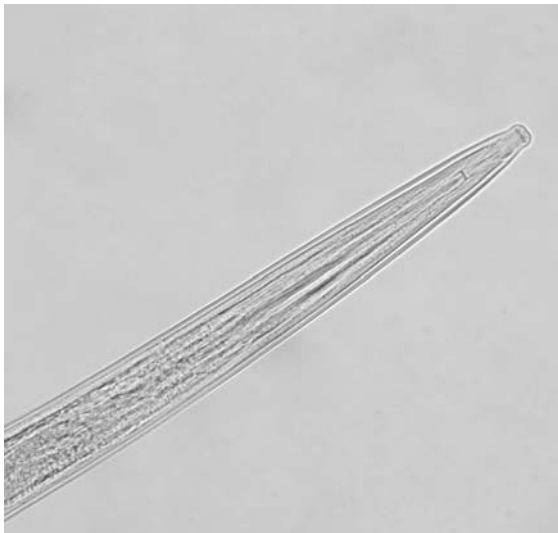
Mykofágy – živia sa hýfami húb. Závislé sú na pH pôdy. Indikujú zvýšenú aciditu prostredia a prevahu hnilobných procesov v pôde. Nárast abundancie mykofágov a ich podielu na celkovom spoločenstve nematód úzko súvisí s nárastom pôdnej kyslosti, ktorá sa môže zvýšiť napríklad po hnojení, alebo vplyvom kyslých dažďov.

Fytofágy – obligátne parazitické nematódy rastlín a **fyto-mykofágy** – fakultatívne parazitické nematódy rastlín s nešpecifickým patogénnym efektom. Žijú ektoparaziticky a endoparaziticky v zdravých pletivách koreňov a nadzemných orgánoch rastlín. Rastliny

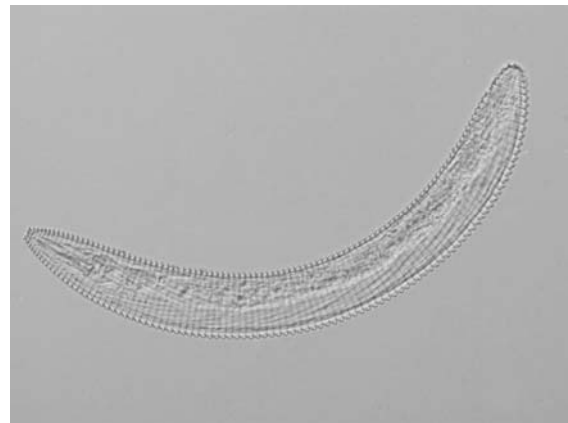
poškodzujú jednak mechanicky, alebo vylučovaním látok ktoré vyvolávajú patogénne procesy v rastlinných bunkách a orgánoch rastlín. Zvýšenie abundancie parazitických nematód rastlín úzko súvisí s procesom degradácie pôdneho prostredia a výrazná dominancia niektorých druhov nematód môže nastať v biotopoch s dlhodobým pestovaním monokultúr.

Omnifágy – všežravce, sú voľne žijúce nematódy s afinitou ku koreňovému systému rastlín. Živia sa najmä zvyškami organických látok v pôde.

Predátory – dravci, žijú voľne v pôde a ich potravou sú iné organizmy pôdneho edafónu vrátane nematód. Spolu s omnifágmi sú to trofické skupiny charakteristické dlhým vývinovým cyklom a citlivosťou na akékoľvek mechanické zásahy do pôdy. Preto zvýšenie výskytu týchto dvoch trofických skupín poukazuje na vyššiu stabilitu ekosystému (Wasilewska, 1997).



Longidorus



Criconema



Wilsonema

Charakteristika ekologických indexov

Pre ekologické hodnotenie kvality pôdneho prostredia ekosystému s využitím pôdnych nematód zaviedol Bongers (1990) pre voľne žijúce nematódy **Maturity Index (MI)** a pre parazitické nematódy rastlín **Plant Parasitic Index (PPI)**. Autor podľa dĺžky vývinového cyklu, schopnosti rozmnožovania a citlivosti k zmenám v pôdnom prostredí jednotlivé čeľade nematód rozdelil do piatich skupín a každej skupine priradil príslušnú hodnotu cp od 1 do 5. Hodnoty cp vyjadrujú:

cp-1: Krátky vývinový cyklus, vysokú reprodukčnú schopnosť a toleranciu k narušenému prostrediu. Túto hodnotu cp majú predovšetkým baktériofágy.

cp-2: Dlhší vývinový cyklus, nižšiu rozmnožovaciu schopnosť ako majú nematódy v cp-1, toleranciu voči nepriaznivým podmienkam. Patria sem niektoré baktériofágy a mykofágy.

cp-3: Dlhší vývinový cyklus a vyššiu citlivosť na zmeny v pôdnom prostredí. Sú to trofické skupiny mykofágov, fytofágov a predátorov.

cp-4: Dlhý vývinový cyklus, nízku rozmnožovaciu schopnosť a vysokú citlivosť k poškodeniu prostredia. Až na niekoľko výnimiek sem patria omnifágy.

cp-5: Najdlhší vývinový cyklus, najnižšiu rozmnožovaciu schopnosť a najvyššiu citlivosť k zmenám a poškodeniu v pôde. Sú to hlavne predátory a omnifágy.

Maturity Index (MI) pre voľne žijúce nematódy:

$$MI = \sum_{i=1}^s v_i \times f_i$$

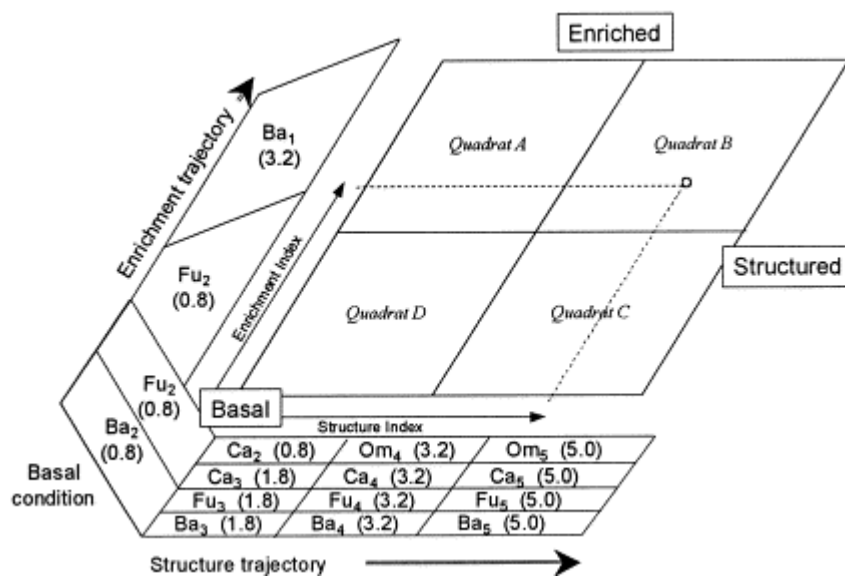
kde: v_i = cp hodnota taxónov, f_i = frekvencia výskytu taxónov vo vzorke.

Plant Parasitic Index (PPI) zahŕňa len parazitické nematódy, výpočet je rovnaký ako u MI .

Pomer hodnôt **PPI/MI** zaviedli Bongers a Korthals (1995). Tento pomer je nižší v prirodzenom nepoškodenom prostredí s pestrým zastúpením rastlín a optimálnou zásobou živín. V takom prostredí nepresahuje hodnotu 0,9. Pomer PPI/MI stúpa v intenzívne obrábanej poľnohospodárskej pôde a hodnota nad 1,6 indikuje nevyrovnanú bilanciu živín s následkom poklesu pôdnej úrodnosti a celkovej nevyváženosti prostredia. Hodnota PPI/MI sa môže použiť ako citlivý parameter na monitoring zmien vo funkčnom poškodení poľnohospodárskej pôdy a prirodzeného pôdneho prostredia (Bongers a kol., 1997).

B/F (Wasilewska, 1997) je pomer baktériofágov a mykofágov. Tento pomer poskytuje informácie o zmenách v rozkladnom procese organických látok v pôde, na ktorom sa zúčastňujú predovšetkým baktériofágy a mykofágy. Prevalha baktériofágov indikuje pozitívny rozklad organickej hmoty, naopak, prevalha mykofágov indikuje hnilobné procesy v pôde.

Využitie spoločenstiev nematód pre charakteristiku potravnjej siete v pôde pomocou **Enrichment Indexu (EI)** a **Structure Indexu (SI)** navrhli Ferris a kol. (2001). Autori na základe trofickej príslušnosti a životného cyklu jednotlivým čeľadím nematód priradili koeficienty pre výpočet indexov EI a SI (Obr. 1). Index EI zahŕňa čeľade Rhabditidae, Panagrolaimidae, Diplogasteridae (Ba_1), Aphelenchidae, Aphelenchoididae, Anguinidae (Fu_2) a Cephalobidae (Ba_2). Index SI zahŕňa predátory skupiny aphelenchidných nematód (Ca_2) a ďalšie čeľade Tripylidae (Ca_3), Diphtherophoridae (Fu_3), Pristomatolaimidae (Ba_3), Dorylaimidae (Om_4), Mononchidae (Ca_4), Leptonchidae (Fu_4), Thornenematidae a Qudsianematidae (Om_5) a Discolaimidae (Ca_5).



Obr. 1 Skupiny nematód s koeficientami pre výpočet EI s SI (Ferris a kol., 2001)

Pomocou vypočítaných hodnôt EI a SI nanesených na trajektórie (Enrichment a Structure trajectory), prostredie v ktorom sa spoločenstvá nematód vyskytujú spadajú do štyroch kvadrantov, ktoré možno charakterizovať takto:

Kvadrant A – prostredie vysoko poškodené, bohaté na zásoby N, rozklad organickej hmoty pomocou baktériofágov, pomer C:N nízky, potravná sieť poškodená.

Kvadrant B – mierne poškodené prostredie, bohaté na N, rozklad organickej hmoty pomocou baktériofágov a mykofágov, pomer C:N je nízky, potravná sieť je charakterizovaná ako zrelá.

Kvadrant C – prostredie nepoškodené, vyvážená zásoba živín, na rozklade organickej hmoty sa podieľajú najmä mykofágy, pomer C:N je vysoký, potravná sieť je charakterizovaná ako štruktúrna.

Kvadrant D – prostredie stresované, chudobné na živiny s prevahou mykofágov, ktoré sa zúčastňujú na rozklade organickej hmoty, pomer C:N je vysoký, charakteristika potravnej siete poukazujú na degradáciu pôdneho prostredia.

Enrichment index (EI):

$$EI = 100 \times (e / e + b)$$

Structure index (SI):

$$SI = 100 \times (s / s + b)$$

Oba indexy sa počítajú nezávisle na základe abundancie skupín nematód reprezentujúcich základnú (*b*), obohatenú (*e*) a štruktúrnú (*s*) časť potravnej siete.

b sa vypočíta ako: $b = \sum k_b \times n_b$

pričom: k_b = koeficient pre jednotlivé taxóny nematód, n_b = abundancia vo vzorke; rovnako sa postupuje aj pri výpočte *e* a *s*.

Channel Index CI (Ferris a kol., 2001) podobne ako B/F charakterizuje spôsob rozkladu organickej hmoty na ktorom sa zúčastňujú baktériofágy a mykofágy. Pri výpočte CI sa ale hodnotia len vybrané čeľade nematód ktoré sa vyskytujú v pôde najčastejšie. Sú to nematódy tolerantné voči extrémnym pôdnym podmienkam a schopné prežiť aj vysušenie pôdy. Z baktériofágov sú to čeľade Rhabditidae, Panagrolaimidae a Diplogasteridae, z mykofágov sú to Aphelenchidae, Aphelenchoididae a Anguinidae.

$$CI = (0,8Fu_2 / (3,2Ba_1 + 0,8Fu_2))$$

Ba_1 = abundancia čeľadí Rhabditidae, Panagrolaimidae a Diplogasteridae.

Fu_2 = abundancia čeľadí Aphelenchidae, Aphelenchoididae a Anguinidae.

Z hľadiska ochrany biodiverzity a životného prostredia má nesporný teoretický a praktický význam komplexné štúdium spoločenstiev nematód v pôde, pričom štúdium diverzity týchto spoločenstiev môže prispieť k exaktnému poznaniu a pochopeniu funkcie a významu nematód v pôdnom prostredí.

Literatúra:

BONGERS, T.: The maturity index: an ecological measure of environmental disturbance based on nematode species composition. In *Oecologia*. Vol. 83, no. 1 (1990), p. 14 - 19.

BONGERS, T., HOWARD, F.: Nematode community structure as bioindicator in environmental monitoring. In *Trends in Ecology and Evolution*. Vol. 14, no. 6 (1999), p. 224-228.

BONGERS, T., KORTHALS, G.: The behaviour of MI and PPI under enriched condition. In *Nematologica*. Vol. 41, no. 3 (1995), p. 286.

BONGERS, T., VAN DER MEULEN, H., KORTHALS, G.: Inverse relationship between the nematode maturity index and plant parasite index under enriched nutrient conditions. In *Applied Soil Ecology*. Vol. 6, no. 2 (1997), p. 195-199.

FERRIS, H., BONGERS, T., De GOEDE, R. G. M.: A framework for soil food web diagnostics: extension of the nematode faunal analysis concept. In *Applied Soil Ecology*. Vol. 18, no. 1 (2001), p. 13-29.

WASILEWSKA, L.: Trophic classification of soil and plant nematodes. In *Wiadomości ekologiczne*. Vol. 17 (1971), p. 379-388.

WASILEWSKA, L.: Soil invertebrates as bioindicators, with special reference to soil - inhabiting nematodes. In *Russian Journal of Nematology*. Vol. 5, no. 2 (1997), p. 113-126.

YEATES, G. W., BONGERS, T., De GOEDE, R. G. M., FRECKMAN, D. W., GOERGIEVA, S. S.: Feeding habits in soil nematode families and genera – an outline for soil ecologists. In *Journal of Nematology*. Vol. 25, no. 3 (1993), p. 315-331.

Ing. Andrea Čerevková, PhD., cerev@saske.sk; Ing. Marek Renčo, PhD., renco@saske.sk
Parazitologický ústav SAV, Košice, Hlinkova 3, 040 01 Košice.