

Spoločenstvá nematód ako odraz ekologického stavu pôdneho prostredia

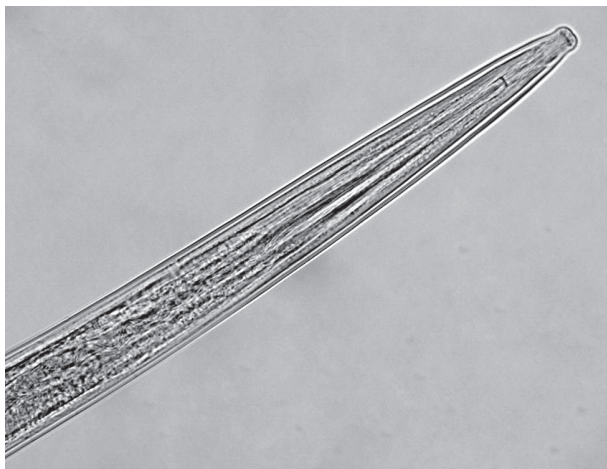
A. Čerevková, M. Renčo: Nematode Communities as an Indicator of Ecological Conditions of Soil. Život. Prostr., Vol. 42, No 3, p. 145 – 148, 2008.

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, management and local climate. That is why the analysis of nematode community 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.

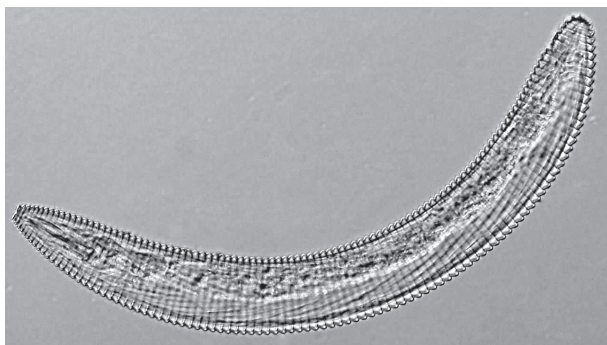
Spoločenstvá pôdnych nematód sú neoddeliteľnou súčasťou pôdnej fauny a svojou štruktúrou sú charakteristické pre jednotlivé ekosystémy. Odlišné sú napríklad spoločenstvá nematód agroekosystémov a prirodzených ekosystémov. Samotným počtom sú nematódy významnou zložkou biomasy pôdy všetkých ekosystémov, na m² 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 sa zmení chemizmus alebo vlhkosť pôdy, rastlinná pokrývka, alebo nastane zmena agrotechnickými zásahmi do pôdy, nematódy veľmi citlivo reagujú na každú z nich. 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 nasledujúce vlastnosti nematód, ktoré ich predurčujú byť vhodnými bioindikátormi stavu a kvality pôdneho prostredia:

- Nematódy patria medzi najjednoduchšie metazoá. Nachádzajú sa v ktoromkoľvek pôdnom prostredí s obsahom organického uhlíka, vo všetkých typoch pôd, v každom klimatickom podnebí a na pôvodných, ako aj narušených, či extrémne poškodených stanovištiach. Skladba ich spoločenstva indikuje kvalitu pôdneho horizontu, ktorý obývajú.
- V pôde žijú nematódy vo vlhkom prostredí, ich priepustná kutikula umožňuje priamy kontakt s ich mikroprostredím.
- Nematódy sú málo pohyblivé živočíchmi a veľa druhov prežíva dehydratáciu, mrazy, alebo kyslíkový deficit.
- Nematódy sú dôležitou súčasťou potravného siete v pôde. Sú konzumentmi veľkého množstva pôdnych mikroorganizmov, pôdneho detritu, a zároveň sú potravou pre iné organizmy.
- Nematódy sú priehľadné, a preto sa diagnostika ich vnútorných štruktúr zaobíde bez pitvania a aj bez biochemických procedúr.
- Medzi morfológiou nematód a spôsobom výživy je veľmi úzky vzťah. Napríklad parazitický spôsob života sa dá ľahko určiť podľa stavby ústnej dutiny a ezofágu.
- 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 hod-



Parazitický druh rodu *Longidorus*. Foto: archív autorov



Parazitický druh rodu *Criconema*. Foto: archív autorov



Bakteriofágný druh rodu *Wilsonema*. Foto: archív autorov

notenia pôdneho prostredia. Ďalšími ukazovateľmi sú 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

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

Mykofágy – živia sa hýfami húb. Závisia od pH pôdy. Indikujú zvýšenú aciditu prostredia a prevahu hnilobných procesov v pôde. Nárast abundancie mykofágov a ich podielu v 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 ekto-paraziticky a endoparaziticky v zdravých pletivách koreňov a nadzemných orgánov rastlín. Rastliny poškodzujú jednak mechanicky, jednak 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 – dravce, 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).

Charakteristika ekologických indexov

Pre ekologické hodnotenie kvality pôdneho prostredia ekosystému s využitím pôdných nematód zaviedol Bongers (1990) pre voľne žijúce nematódy index „zrelosti“ *Maturity Index (MI)* a pre parazitické nematódy rastlín *Plant Parasitic Index (PPI)*. Autor podľa dĺžky vývinového cyklu, schopnosti rozmnožovania a citlivosti na zmeny v pôdnom prostredí jednotlivé čeľade nematód rozdelil do piatich skupín

a každej skupine priradil príslušnú hodnotu, ktorú označil cp 1 – 5.

Hodnoty cp vyjadrujú:

- cp-1: krátky vývinový cyklus, vysoká reprodukčná schopnosť a tolerancia k narušenému prostrediu; túto hodnotu cp majú predovšetkým bakteriofágy,
- cp-2: dlhší vývinový cyklus, nižšia rozmnožovacia schopnosť, ako majú nematódy v cp-1, tolerancia voči nepriaznivým podmienkam; patria sem niektoré bakteriofágy a mykofágy,
- cp-3: dlhší vývinový cyklus a vyššia citlivosť na zmeny v pôdnom prostredí; sú to trofické skupiny mykofágov, fytofágov a predátorov,
- cp-4: dlhý vývinový cyklus, nízka rozmnožovacia schopnosť a vysoká citlivosť na poškodenie prostredia; až na niekoľko výnimiek sem patria omnifágy,
- cp-5: najdlhší vývinový cyklus, najnižšia rozmnožovacia schopnosť a najvyššia citlivosť na zmeny a poškodenia 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 pri 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 nasledujúcim poklesom pôdnej úrodnosti a celkovej nevyváženosti prostredia. Hodnota PPI/MI sa môže použiť ako citlivý parameter na monitorovanie zmien vo funkčnom poškodení poľnohospodárskej pôdy a prirodzeného pôdneho prostredia (Bongers a kol., 1997).

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

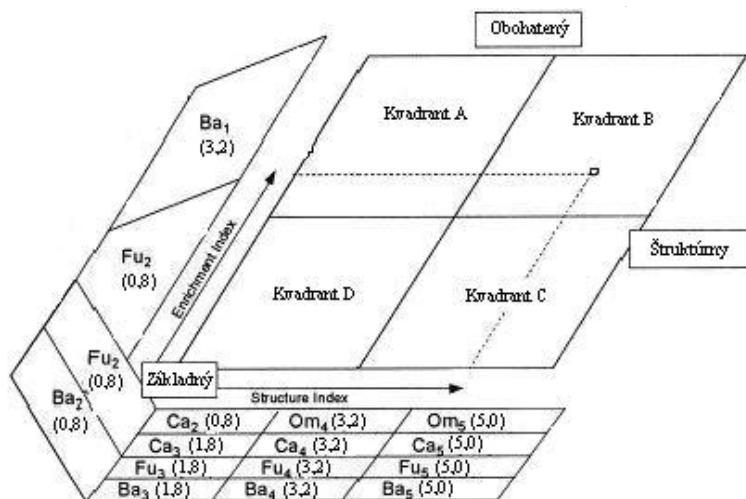


Výskumná plocha vo Vysokých Tatrách v území zasiahnutom kalamitou.
Foto: archív autorov

Využitie spoločenstiev nematód na charakteristiku bohatosti a štruktúry potravných sietí v pôde pomocou *Enrichment Indexu (EI)* a *Structure Indexu (SI)* navrhli Ferris a kol. (2001). Autori na základe trofickej príslušnosti a životného cyklu priradili jednotlivým čeladiam nematód koeficienty pre výpočet indexov EI a SI (obr. 1). Index EI zahŕňa čelade *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 čelade *Tripylidae* (Ca_3), *Diphtherophoridae* (Fu_3), *Prismatolaimidae* (Ba_3), *Dorylaimidae* (Om_1), *Mononchidae* (Ca_1), *Leptonchidae* (Fu_4), *Thornenematidae* a *Qudsianematidae* (Om_2) a *Discolaimidae* (Ca_4).

Pomocou vypočítaných hodnôt EI a SI nanosených na trajektórie, prostredie, v ktorom sa spoločenstvá nematód vyskytujú, spadá do štyroch kvadrantov, ktoré možno charakterizovať takto:

- *kvadrant A* – prostredie vysoko poškodené, bohaté na zásoby N, rozklad organickej hmoty pomocou bakteriofágov, pomer C : N nízky, potravná sieť poškodená,
- *kvadrant B* – mierne poškodené prostredie, bohaté na N, rozklad organickej hmoty pomocou bakteriofágov a mykofágov, pomer C : N nízky, potravná sieť charakterizovaná ako zrelá,
- *kvadrant C* – prostredie nepoškodené, vyvážená zásoba živín, na rozklade organickej hmoty sa podieľajú najmä mykofágy, pomer C : N vysoký, potravná sieť charakterizovaná ako štruktúrna,



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

- kvadrant D – prostredie stresované, chudobné na živiny s prevahou mykofágov, ktoré sa zúčastňujú na rozklade organickej hmoty, pomer C : N vysoký, charakteristika potravnjej siete poukazuje na degradáciu pôdneho prostredia.

Enrichment index (EI):

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

Structure index (SI):

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

Tieto indexy sa počítajú nezávisle, na základe abundancie skupín nematód reprezentujúcich základnú (b), obohatenú (e) a štruktúrnú (s) časť potravnjej 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 pomer B/F, charakterizuje spôsob – cestu rozkladu organickej hmoty v pôde, na čom sa zúčastňujú bakteriofágy a mykofágy. Pri výpočte CI sa však 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 bakteriofágov 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. *Oecologia*, Vol. 83, 1990, No. 1, p. 14 – 19.
- Bongers, T., Howard, F.: Nematode Community Structure as Bioindicator in Environmental Monitoring. *Trends in Ecology and Evolution*, Vol. 14, 1999, No. 6, p. 224 – 228.
- Bongers, T., Korthals, G.: The Behaviour of MI and PPI Under Enriched Condition. *Nematologica*, Vol. 41, 1995, No. 3, 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. *Applied Soil Ecology*, Vol. 6, 1997, No. 2, 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. *Applied Soil Ecology*, Vol. 18, 2001, No. 1, p. 13 – 29.
- Wasilewska, L.: Trophic Classification of Soil and Plant Nematodes. *Wiadomosci ekologiczne*, Vol. 17, 1971, No. 2, p. 379 – 388.
- Wasilewska, L.: Soil Invertebrates as Bioindicators, with Special Reference to Soil-Inhabiting Nematodes. *Russian Journal of Nematology*, Vol. 5, 1977, No. 2, p. 113 – 126.
- Yeates, G. W., Bongers, T., De Goede, R. G. M., Freckman, D. W., Goergjeva, S. S.: Feeding Habits in Soil Nematode Families and Genera – an Outline for Soil Ecologists. *Journal of Nematology*, Vol. 25, 1993, No. 3, p. 315 – 331.

Ing. Andrea Čerevková, PhD., cerev@saske.sk

Ing. Marek Renčo, PhD., renco@saske.sk

Parazitologický ústav SAV, Hlinkova 3, 040 01 Košice