

Extrém szárazság és a növényzeti borítottság hatása szabadon élő fonálféreg együttesek denzitására

Szakálas Judit¹, Kröel-Dulay György², Kerekes Ivett¹, Seres Anikó¹, Ónodi Gábor² és Nagy Péter¹

¹Szent István Egyetem Mezőgazdasági és Környezettudományi Kar, Állattani és Állatökológiai Tanszék, 2100 Gödöllő, Páter Károly u. 1.

²MTA Ökológiai Kutatóközpont, Ökológiai és Botanikai Intézet, 2163 Vácrátót, Alkotmány u. 2-4.

e-mail: szakalajudit@gmail.com

Összefoglaló: A szabadon élő fonálféreg nagy számban és magas diverzitásban fordulnak elő a talajban. Stresszérzékenység és szaporodási dinamika szempontjából is jelentős változatosság jellemző rájuk, így a környezeti változások kitűnő indikátorai lehetnek. Egy klímaváltozás-kísérlet (ExDRain) első évében az extrém szárazság és a növényzeti borítottság hatását vizsgáltuk a szabadon élő fonálféreg denzitására egy alföldi homokpusztagyep talajában. Kérdéseink a következők voltak: van-e hatása a fonálféreg együttesek denzitására (1) az extrém aszályt szimuláló kezelésnek, (2) a növényzet jelenlétének, illetve hiányának? Az aszályt szimuláló kezelés fonálféreg denzitást csökkentő hatása a kezelést követő első (május) és ötödik (szeptember) hónapban volt statisztikailag szignifikáns. Mind a négy mintavételi időpontban (március, május, július, szeptember) szignifikánsan pozitív hatása volt a növényzettel való borítottságnak. Fentiek szerint a fonálféreg reagálnak az extrém aszályt szimuláló kezelésre, így jó indikátorai lehetnek a folyamatok változásainak. Mindenképpen figyelemmel kell kísérni továbbiakban is az olyan háttérváltozók befolyásoló hatását, mint a talaj nedvességtartalma és hőmérséklete. Mivel önmagában a denzitás értékek változása nem közöl elég információt, a továbbiakban egyéb mutatók, például a táplálkozási csoportok vizsgálata is szükséges.

Kulcsszavak: klímamanipuláció, Nematoda, szárazság stressz, denzitás, talajborítás

Bevezetés

A klímaváltozás ex situ kísérletes vizsgálata az ökológia egyik leggyorsabban fejlődő ága (Czúcz *et al.* 2007, Wu *et al.* 2010), azonban ilyen típusú terepi vizsgálatok eddig főként Észak-Amerikában és Nyugat-Európában zajlottak. Fontos megemlíteni azonban, hogy Magyarországon, a Duna-Tisza Közén már volt két hasonló klímamanipulációs kísérlet is (a DEGREE, illetve VULCAN projektek keretében), mely során a hőmérséklet és a talajnedvesség hatását vizsgálták szabadon élő fonálféreg közösségekre (Bakonyi & Nagy 2000, Bakonyi *et al.* 2007, Kovács-Láng *et al.* 2008). Ezekben a vizsgálatokban egy vagy két klímafaktor hatását vizsgálták egymástól elkülönítve. Az ExDRain (Extreme Drought and

Chronic Rain Manipulation Experiment) projekt keretein belül az extrém szárazság és a csapadék mérsékelt, de tartós megváltozásának önálló és interaktív hatásait fogjuk vizsgálni. A kísérlet első évében az egyszeri extrém aszály hatását vizsgáljuk.

A fonálférgék nagy számban és diverzitásban élnek a talajban, túlnyomórészt annak felső 15 cm-ben (Andrássy & Farkas 1988). Az ebből adódó széles funkcionális spektrumnak és gyors reakcióképességüknek köszönhetően kiváló indikátorai a környezeti változásoknak (Bongers & Bongers 1998, Wilson & Kakouli-Duarte 2009). A mérhető válaszreakciók tekintetében is több lehetőség áll a rendelkezésünkre (Yeates *et al.* 1993, Bongers & Bongers 1998). Mi ebben a tanulmányban a denzitást vizsgáltuk. Bár önmagában ez egy kevésbé érzékeny mutató, ismerete a későbbi taxonómiai vizsgálatokhoz elengedhetetlen (Bongers 1990).

Vizsgálatunk célja annak megállapítása, hogy egy egyszeri szélsőséges esemény, jelen esetben az extrém aszály, milyen hatással van a talajban szabadon élő fonálférgék egyedsűrűségére és hogy ezt a hatást befolyásolja-e a vegetáció. Az első hipotézisünk az volt, hogy az aszály hatására lecsökken a fonálférgék denzitása, a második pedig, hogy a talajfelszín növényvel való borítottsága pozitívan befolyásolja az egyedsűrűséget.

Módszerek

A kísérleti terület

Vizsgálatainkat a Kiskunsági Nemzeti Park területén található Fülöpházán végeztük a KISKUN LTER (Long-Term Ecological Reserch) hálózathoz tartozó területen. Az ExDRain projekt keretein belül a Magyar Tudományos Akadémia és az EU 7. kutatási keretprogramja támogatásával infrastruktúra épült a hosszú távú klímaváltozás kísérletes modellezésére. A projekt célja az egyszeri extrém aszály, majd később ezzel interakcióban az évente ismétlődő csapadékváltozás hatásának vizsgálata a kiskunsági homokpusztagyeperekre. A kísérlethez hat blokk épült, amelyek hat ismétlésnek feleltethetők meg. A blokkok 8 darab 3 x 3 m-es parcellára vannak felosztva, a kezeléseknek megfelelően. Az első évben (2014) az extrém aszálykezelést alkalmaztuk, amelynek során a parcellák felén, vagyis 24 parcellán, egy-egy tetőszerkezettel kizártuk a csapadékot. A parcellák külső fél méterre puffer zónaként funkcionál, így parcellánként a ténylegesen vizsgálható terület 2 x 2 m. Az extrém aszálykezelésen kívül, korábbi kutatások eredményei alapján (Bakonyi *et al.* 2007) változóként vettük figyelembe még a felszín növényvel való borítottságát, illetve annak hiányát is. Így parcellánként és alkalmanként 4 növé-

nyes foltból, és ugyanennyi kopár foltból vettünk talajmintát, minden esetben a 0-10 cm-es mélységből speciálisan erre a célra kialakított, 1,5 cm átmérőjű talajfúró használatával (s'Jacob & van Bezooijen 1984). A 4 szűrással vett talajmintát összeöntve kaptuk meg a 100 g-os átlagmintánkat növényvel fedett, illetve kopár foltból, minden parcellából. Először március 6-án vettünk mintát, amely egy kezelés előtti állapotnak felel meg, majd ezután a kezelés megkezdését követően május 21-én, július 14-én és szeptember 11-én. Az extrém aszálykezelés április 24-én kezdődött, a csapadékot kizáró, de a napfényt átteresztő tetők felszerelésével és szeptember 11-ig tartott. Mintavételként összesen 96 darab, a hat blokk nyolc parcellájáról származó, borítottság szerint kétféle talajmintát szállítottunk be a laborba nematológiai vizsgálat céljára.

A kísérlet során folyamatosan mérjük a talaj nedvességtartalmát (CampbellCS616) a felső 30 cm mélységben, illetve a talaj hőmérsékletét (Jumo RTD szenzor: Pt100) is 10 cm-es mélységben szenzorok segítségével. A mintavételt megelőző 2 hét átlagadatait az 1. táblázatban közöljük.

A fonálférgek kinyerése

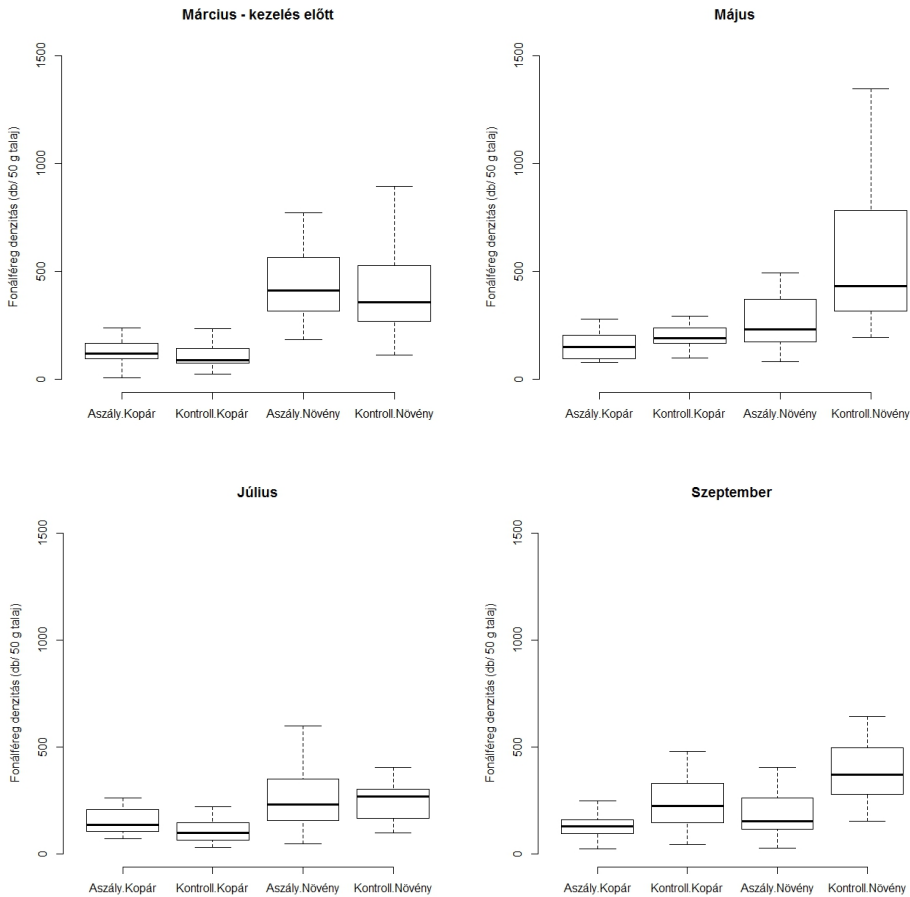
A fonálférgeket módosított Baermann tölcéses futtatással nyertük ki a talajból. A módosítás lényege az volt, hogy a kiindulási talajmennyiséget a maximum 20 g-ról 2 x 25 g-ra változtattuk, így növelve a felületet és ezáltal a fonálférgek számát. A futtatást megelőzően a talajmintákat sorsolásos módszerrel randomizáltuk, kiküszöbölve ezáltal az emeletes elrendezésű futtatóállvány szintjeinek esetleges befolyásoló hatását. Maga a folyamat 48 órán át tartott, az eredeti módszerleírásban megadott 16-72 órás intervallumnak megfelelően (Baermann 1917). Ezt a pontosítást ugyanerről a területről származó talajmintákon végzett előkísérletek alapján vezettük be, mivel 48 óra alatt szignifikánsan több fonálférget tudunk kinyerni egy talajmintából, mint 16 órás futtatási idővel. A mintákat 50 ml-es Falcon típusú centrifugacsövekbe gyűjtöttük össze, majd a fonálférgek megszámlálása és a fölösleges víz dekantálása után 4%-os formalin oldattal tartósítottuk a későbbi vizsgálatokhoz. A számláláskor 3*5ml almintából a minta térfogatára számolt átlag fonálféregszámot vonatkoztattuk 50 g talajra.

Statisztikai értékelés

Az alkalmazhatósági feltételek vizsgálata után, az eredményeket R program segítségével elemeztük (R Core Team 2013). Az eredmények értékelésére több utas ANOVA analízist használtunk, ahol a függő változó a fonálférgek denzitása volt. Magyarázó változóként az aszálykezelés (igen, nem) és a növényborítottság (kopár, borított) szerepeltek.

Eredmények

A kezelés megkezdése előtt sem a talajneveltségben (március $p = 0,431$), sem a talajhőmérsékletben (március $p = 0,393$) nem volt statisztikailag szignifikáns különbség a kezeléseknek megfelelő parcellákon. A kezelés megkezdését követően, a tetővel fedett, vagyis aszályos parcellákon a kontrollhoz képest szignifikánsan megemelkedett a talajhőmérséklet (május $p < 0,001$; július $p < 0,001$; szeptember $p < 0,001$). Ezzel párhuzamosan a talaj nedvességtartalma lecsökkent a kontrollhoz viszonyítva a kezelés hatására (május $p < 0,001$; július $p < 0,001$; szeptember $p < 0,001$).



1. ábra. Extrém aszálykezelés és a talajfelszín borításának hatása a fonálléreg denzitásra a kezelés megkezdése előtt (március), a kezelés megkezdése után egy hónappal (május), három hónappal (július) és hat hónappal (szeptember). Az egyes csoportok mediánjai, alsó és felső kvartilisei, valamint a minimum és a maximum értékek.

Mind a négy mintavételi időpontról elmondható, hogy a fonálférgek denzitására szignifikáns pozitív hatást gyakorolt a felszín növényvel való borítottsága (március $F = 71,138$ $p < 0,001$; május $F = 39,309$; $p < 0,001$; július $F = 27,883$; $p < 0,01$; szeptember $F = 8,359$, $p < 0,01$). A márciusban vett talajminták a kezelés előtti állapotot jellemzik (1. ábra). Ekkor a növényi borításnak volt statisztikailag igazolható hatása. Az extrém aszálykezelésnek szignifikáns negatív hatása volt a fonálféreg denzitásra egy hónappal (május: $F = 23,017$; $p < 0,01$) és öt hónappal (szeptember: $F = 32,745$; $p < 0,01$) a kezelés megkezdése után (1. ábra). Ez a hatás nem figyelhető meg a köztes időpontban, júliusban (1. ábra) vett talajminták esetében ($F = 1,669$; $p > 0,05$).

Értékelés

A kísérlet első évének eddigi eredményei alapján elmondhatjuk, hogy a fonálférgek alkalmasak a klímamanipulációs kezelések, azon belül is a drasztikus csapadékcsökkentés hatásainak jelzésére terepi viszonyok között, hiszen viszonylag gyorsan, már heteken belül képesek reagálni az alkalmazott kezelésre (Bakonyi & Nagy 2000). Ezt a viszonylag gyors válaszreakciót mi is tapasztaltuk, hiszen alig egy hónappal az extrém aszálykezelés megkezdése után már szignifikáns eltérést tapasztaltunk a fonálféreg denzitás tekintetében, a kezelt és kontroll parcellák között. Júliusban nem volt statisztikailag igazolható hatása a kezelésnek. Ebben a hónapban a magas talajhőmérséklethez alacsony nedvességtartalom társult (1. táblázat) az aszályos és a kontroll parcellákon is. Pen-Muratov *et al.* (2004) szerint sivatagi körülmények között nincs szignifikáns korreláció a fonálféreg denzitása és a talajnedvesség között, hanem elsődlegesen a növényi jelenlét befolyásolja azt. Verschool *et al.* (2001) szintén csak nagyon alacsony korrelációt talált a fonálféreg denzitás és a vizsgált környezeti faktorok, mint talajhőmérséklet, talajnedvesség tartalom, csapadék mennyiség, gyökértömeg között. Viszont Steinberger *et al.* (2001) azt találták, hogy sivatagi körülmények között a fonálféreg denzitás a talaj

1. táblázat. A mintavétel előtti 2 hét talajhőmérséklet és talajnedvesség adataiból számolt átlagértékek és szórások kezelésenként.

	Talajhőmérséklet(C°) 10 cm		Talajnedvesség (vol/vol%) 1-30 cm	
	Kontroll	Aszály	Kontroll	Aszály
Március	6,656±0,208	6,670±0,147	5,919±0,551	5,888±0,644
Május	18,281±0,400	19,242±0,272	6,311±0,534	4,352±0,682
Július	26,398±0,612	28,386±0,397	4,969±0,492	2,427±0,488
Szeptember	22,271±0,382	24,196±0,340	5,696±0,560	2,111±0,282

nedvesség-tartalmával van szoros korrelációban. Bakonyi & Nagy (2000) vizsgálatai alapján a talaj nedvességtartalmának is, de legfőképp a hőmérsékletének volt hatása a fonálféreg denzitására. Kísérletesen szimulált körülmények között a szárazságkezelés szignifikánsan csökkentette a fonálféreg denzitását New Jersey homokos talajú fenyőerdőjében (Landesman *et.al.* 2010). Az eredmények ilyen nagymértékű különbözőségét az okozhatja, hogy a szárazság és a hőség hosszú távú hatását olyan változók is befolyásolják, mint a lokális klíma, az évszakok vagy a fonálféreg táplálkozási és életforma csoportjaiban történő eltolódások, illetve taxonómiai változások (Ilieva-Makulec & De Boeck 2013).

Mindazonáltal a denzitas nem érzékeny mutató. Sok tényező befolyásolhatja, köztük olyanok is, amelyeket még nem ismerünk teljesen (Bongers 1990). Ez is lehet az oka annak, hogy júliusban statisztikailag nem volt szignifikánsan kimutatható hatása az extrém aszálykezelésnek. Elképzelhető, hogy a júliusban kialakult szélsőséges körülmények miatt túlsúlyba kerültek a kedvezőtlen körülményekkel szemben toleránsabb fonálféreg fajok, azok el is szaporodhattak, ezáltal csökkentve a kontroll és az aszályos parcellák közötti denzitásbeli különbséget. A téma finomabb szintű megközelítésére adhatnak lehetőséget a közösségszerkezeti vizsgálatok, így a továbbiakban fő célunk e kapcsolatok feltárása. A módszer nagy előnye, hogy az állatok genus szintű besorolása után lehetőség van olyan származtatott indexek számítására is, amelyek segítségével további információkhoz juthatunk a kezelések következményeit és okait illetően.

A továbbiakban is meg kell különböztetni a kísérletesen beállított kezeléseken belül a növényvel borított és nem borított foltból vett talajmintákat, mivel a növényzet jelenléte még az ilyen extrém szárazságkezelés hatását is képes módosítani. Eredményeink szerint ugyanis a növényvel nem borított, és aszályal kezelt talajmintákban is szignifikánsan kisebb volt a fonálféreg denzitása, mint a növényvel borított, aszálykezelésnek kitett parcellákból gyűjtött talajmintákban. A növény, illetve annak rizoszféra egy sajátos niche, mely befolyásolja környezete paramétereit. Ez által egy olyan lokális faktor, amely közvetlen közelében hatással van a talaj élővilágára, így a fonálféregre is. Különösen igaz ez arid körülmények között (Pen-Mouratov *et al.* 2004).

Köszönetnyilvánítás – A munkát támogatta: az Emberi Erőforrások Minisztériuma által a SZIE MKK számára biztosított Kutató Kari Kiválósági Támogatás – 8526-5/2014/TUDPOL és az Országos Tudományos Kutatási Alapprogram (K112576).

Irodalomjegyzék

- Andrássy, I. & Farkas, K. (1988): *Kertészeti növények fonálféreg kártevői*. – Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 418 pp.
- Baermann, G. (1917): Eine einfache Methode zur Auffindung von (nematoden) Ankylostomum Larven in Erdproben. – *Geneesk. Tijdschr. Ned-Indië*. **57**: 131–137.
- Bakonyi, G. & Nagy, P. (2000): Temperature-and moisture induced changes in the structure of the nematode fauna of a semiarid grassland - patterns and mechanisms. – *Glob. Change Biol.* **6**: 697–707.
- Bakonyi, G., Nagy, P., Kovács-Láng, E., Kovács, E., Barabás, S., Répási, V. & Seres, A. (2007): Soil nematode community structure as affected by temperature and moisture in a temperate semiarid shrubland. – *Appl. Soil Ecol.* **37**: 31–40.
- Bongers, T. (1990): The maturity index: an ecological measure of environmental disturbance based on nematode species composition. – *Oecologia* **83**:14–19.
- Bongers, T. & Bongers, M. (1998): Functional diversity of nematodes. – *Appl. Soil Ecol.* **10**: 239–251.
- Czúcz, B., Kröel-Dulay, Gy., Rédei, T., Botta-Dukát, Z. & Molnár, Z. (2007): Éghajlatváltozás és biológiai sokféleség elemzések az adaptációs stratégia tudományos megalapozásához. – *Kutatási jelentés*, KVVMM, pp. 1–9.
- Kovács-Láng, E., Kröel-Dulay, Gy., Garadnai, J., Lhotsky, B., Barabás, S. & Beier, C. (2008): Experimental study of the effects of climate change, the VULCAN Project – Experimental design, changes in phenology and plant cover. – In: Kovács-Láng, E., Molnár, E., Kröel-Dulay Gy. & Barabás, S. (szerk.): *The KISKUN LTER: Long-term ecological research in the Kiskunság*. Hungary, pp. 47–48.
- Landesman, W. J., Treonis, A. M. & Dighton, J. (2010): Effects of a one-year rainfall manipulation on soil nematode abundances and community composition. – *Pedobi. Int. J. Soil Biol.* doi:10.1016/j.pedobi.2010.10.002
- Ilieva-Makulec, K., & De Boeck, H. J. (2013): Changes in soil nematode community structure following warming and drought manipulations in grassland mesocosm experiment. – *Pol. J. Ecol.* **61**: 17–163.
- Pen-Mouratov, S., He, X., & Steinberger, Y. (2004): Spatial distribution and trophic diversity of nematode populations under *Acacia raddiana* along a temperature gradient in the Negev Desert ecosystem. – *J. Arid Environ.* **56**: 339–355.
- R core team (2013): R STATISZTIKAI PROGRAM: <http://www.r-project.org/>
- Steinberger, Y., Liang, W., Savkina, E., Meshi, T. & Barnes, G. (2001): Nematode community composition and diversity associated with a tropoclimatic transect in a rain shadow desert. – *Eur. J. Soil Biol.* **37**: 315–320.
- s'Jacob J. & Van Bezooijen J. (1984): *A manual for practical work in nematology*. – Department of Nematology, Wageningen Agricultural University, 77 pp.
- Verschuur, B. C., de Goede, R. G. M., de Vries, F. W. & Brussaard, L. (2001): Changes in the composition of the plant-feeding nematode community in grasslands after cessation of fertilizer application. – *Appl. Soil Ecol.* **17**: 1–17.
- Wilson, M. J. & Kakouli-Duarte, Th. (2009): *Nematodes as Environmental Indicators*. – CABI, Wallingford, pp. 1–341.
- Wu, S., Zheng, D., Yin, Y., Lin, E. & Xu, Y. (2010): Northward-shift of temperature zones in China's eco-geographical study under future climate scenario. – *J. Geogr. Sci.* **20**(5): 643–651.

Effects of extreme drought manipulation on free-living nematode densities

Judit Szakálas¹, György Kröel-Dulay², Ivett Kerekes¹, Anikó Seres¹,
Ónodi Gábor² and Péter Nagy¹

¹*Department of Zoology and Animal Ecology, Szent István University,
H-2100 Gödöllő, Páter K. u. 1, Hungary*

²*Institute of Ecology and Botany, Centre for Ecological Research, Hungarian Academy
of Sciences,
H-2163 Vácrátót, Alkotmány u. 2-4, Hungary
e-mail: szakalaszjudit@gmail.com*

Free living nematodes are a very numerous and diverse component of soil biota with a broad range of sensibility and generation time. Therefore, this group is widely used for environmental indication. During the first year of an experiment called ExDRain (Extreme Drought and Chronic Rain Manipulation Experiment), performed in the Hungarian Great Plain, we studied the effects of an extreme drought treatment (achieved by the complete enclosure of precipitation from the plots) on nematode density. The effects of presence or absence of vegetation on the nematode density were also examined. Our questions: (1) Are there any effects of the precipitation enclosure on the nematode densities? (2) Are there any effects of the vegetation on the nematode densities? At all of the four sampling times there were positive effects of the vegetation cover (March $p < 0,001$; May $p < 0,001$; July ; $p < 0,01$; September $p < 0,01$). The effect of the extreme drought was significant only twice: one and five months after the start of the precipitation enclosure treatment (May; $p < 0,01$; September ; $p < 0,01$). In conclusion, even density, this less sensitive nematological parameter may be suitable for monitoring the effects of robust changes in climate, but just supplemented with other indexes, like the distribution of the feeding groups.

Keywords: climate manipulation, vegetation cover, precipitation enclosure