

Puskás Irén¹ – Dr. Farsang Andrea²

A városi talajok természetes és antropogén szintjeinek elkülönítése fizikai, kémiai és biológiai indikátorok segítségével

Abstract

Samples were taken at 25 sites from the horizons of soil profiles yielding a total of 124 samples. Some of the profiles were so-called “mixed” profiles containing both considerable amount of infill material and buried soil horizons. Borderline between natural and anthropogenic soil layers in these profiles is diffuse. In order to determine a relatively clear borderline the geostatistical evaluation (discriminant analysis) based on the studied diagnostic properties (artefacts, humus content, quality of organic matter, pH (H₂O, KCl), carbonate content etc.) was carried out. Furthermore, topsoil was collected at 10 sites to survey some basic biological properties (i.e. abundance, taxon diversity, dominance, similarity) of mesofauna elements (Oribatid mites, Collembolans) and their community structure in the three zones (city, suburban, peripheral).

1. Bevezetés

Az urbanizáció folyamán az ember átalakító tevékenysége (pl. süllyedések feltöltése, a kiemelkedések megcsonkítása stb.) mesterséges felszíneket eredményez, melyek részaránya a városok fokozott beépítettségével egyre inkább növekszik. Az eredeti morfológiát megváltoztató beavatkozások, a helyi topográfiai viszonyoktól függően eltérő arányban és mértékben, gyakorlatilag minden nagyobb városban folyamatosan zajlanak (RÓZSA P. 2004). Következésképpen a városok eredeti talajai felett akár több méter vastag, ún. kultúrszint halmozódhat fel, melyre magas karbonáttartalom és megemelkedett pH, technogenetikai hatások egyértelmű nyomai, módosult fizikai féleség (stb.) jellemző (ALEXANDROVSKAYA, E. – ALEXANDROVSKIY, A. 2000). Mindez különösen igaz Szeged városára, ahol az 1879. évi tiszai árvíz-katasztrófát követő nagyfokú feltöltés (ANDÓ M. 1979) és a városi funkciók bővülésével erősödő, egyéb antropogén tevékenységek együttesen formálták, illetve jelenleg is formálják az itteni talajok morfológiáját (FARSANG A. – PUSKÁS I. 2007).

Az emberi hatásra módosult talajparaméterek rányomják bélyegüket a talaj élővilágára, mely eredményeképpen a talajfauna mennyiségi és minőségi változását észlelhetjük a városi környezetben. A legtöbb tanulmány a városi talajokban élő organizmusok csökkent számáról, csökkent biomasszáról és szegényes fajdiverzitásról tájékoztat. Az urbanizáció hatására ökológiai igényüktől függően bizonyos fajok előtérbe kerülhetnek, míg mások háttérbe szorulhatnak. Stresszes körülmények között a talaj eltartóképessége csökken és a zavart viszonyok pedig hajlamosak az opportunistá fajok favorizálására (HARRIS J. 1991). Ezen hatások tanulmányozására kiválóan alkalmazhatók a talaj mezofaunájának legnagyobb fajszerű komponensei a páncélosatkák (Oribatida) és az ugróvillások (Collembola), hiszen életmódjuknak, viszonylag stabil életközösségüknek és a talajban elfoglalt ökológiai

¹ Puskás Irén *Szegedi Tudományegyetem, Természeti Földrajzi és Geoinformatikai Tanszék, Szeged*
E-mail: puskasiren@freemail.hu

² Dr. Farsang Andrea *Szegedi Tudományegyetem, Természeti Földrajzi és Geoinformatikai Tanszék, Szeged*
E-mail: andi@earth.geo.u-szeged.hu

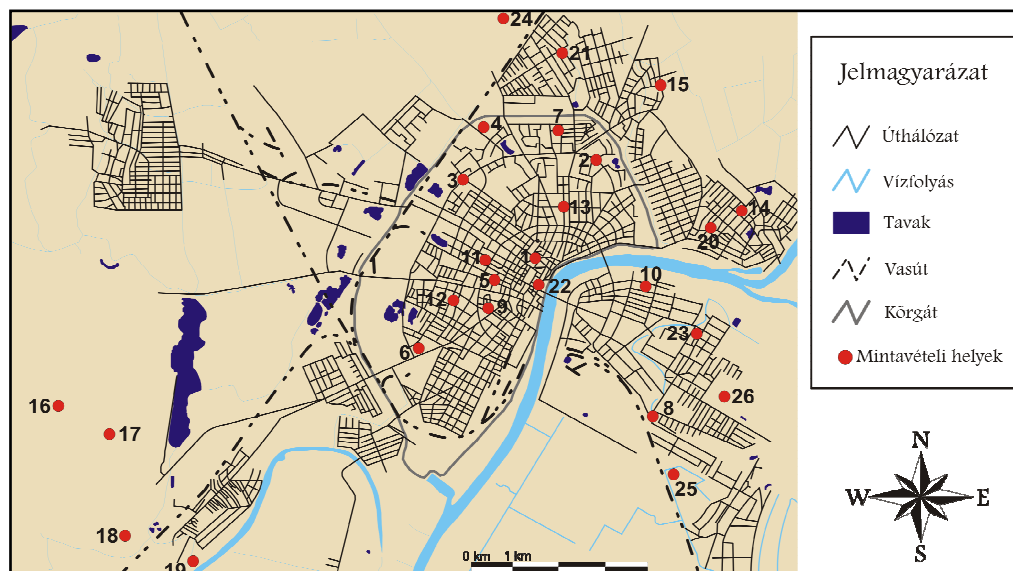
szerepüknek köszönhetően jól alkalmazhatóak a talajminőség felmérésére (VAN STRAALLEN, N. 1998).

A fentiek alapján a célkitűzéseink a következőkben foglalhatók össze: (1) A szegedi városi talajok fizikai és kémiai diagnosztikai tulajdonságaiknak antropogenitást indikáló képességének felmérése; (2) az egyes talajrétegek természetes és antropogén csoportokra különítése geostatistikai módszerekkel; (3) a belvárosi, a szuburbán és a külterületi talajok mezofauna közösségeinek (páncélosatkák, ugróvillások) vizsgálata a természetes és az antropogén talajokra jellemző minőségi és mennyiségi sajátosságok feltárása érdekében.

2. Mintaterület, felhasznált anyagok és módszerek

A fizikai, kémiai vizsgálatokhoz szükséges talajok mintavétele 25 talajszelvény szintjeiből (124 minta) 2005 és 2006 folyamán történt Szegeden, illetve annak külterületén (kontroll minták). Az antropogén hatásnak kitett városi szelvények kijelölésénél lényeges szempont volt az antropogén tevékenységek mértékének és jellegének figyelembevétele. A feltöltéstérképek alapján különböző mértékben feltöltött területeken (1. a csak feltöltésből álló szelvények, 2. antropogén és természetes talajösszetételből álló ún. „vegyes” szelvények, 3. a külterületi, természetes szelvények) került sor a szelvényfeltárára (1. ábra).

A %-ban megadott műterméktartalmat a mintaelőkészítést megelőzően választottuk el a talajfrakciótól. A mintákon – a kiszárítás, a 2 mm-es szitán történő áteresztést és az összetörést követően – az alábbi vizsgálatokat végeztük el: A pH (H₂O, KCl) meghatározása Radelkis típusú digitális pH mérővel történt. A talajminták karbonát tartalmát Scheibler-féle kalciméterrel, míg az összesó tartalmát a vízzel telített talajpép elektromos vezetőképesség mérésével határoztuk meg (MSZ-08-0206/2:1978). Humuszminőséget a humuszstabilitási koefficienssel (K érték) adtuk meg (MSZ 21470/52:1983). Az össznitrogén-tartalom mérése Gerhardt Vapodest 20 nitrogéndesztilláló készülékkel történt (MSZ-080458-80). A fizikai talajféleséget az Arany-féle kötöttségi számmal fejeztük ki (MSZ-08-0205:1978).



1. ábra. A mintavételi helyszínek

A talajokban ősszel és tavasszal fordulnak elő legnagyobb egyedszámban a mezofauna képviselői. Éppen ezért 2006. októberében került sor a talajfauna vizsgálathoz szükséges talajmintavételre 10 helyszínen [9 szelvény mellett és egy önálló területen (26. minta)] az

előre kijelölt három zónában (belváros, szuburbán, külterület). A talajfauna vizsgálatokhoz szükséges feltalajt (0-5 cm) kvadrátokból (30x30 cm) gyűjtöttük be. Az apró mikroízeltlábúak talajból izopropanolba való kinyerése egy módosított Balogh-féle futtatóval zajlott, melyet a minták telített NaCl-oldattal történő kisózása, illetve vákuumszűrővel való leszűrése követett. Az állatok binokuláris sztereomikroszkóppal való szétválogatását, meghatározását követően a két mezofauna közösség szerkezetének néhány alapvizsgálatát (abundancia, dominancia analízis, diverzitás, Sørensen-hasonlósági index) végeztük el.

A mérési eredmények feldolgozása, értékelése az EXCEL 2003, illetve az SPSS 11. for Windows segítségével történt. A talajszintek antropogén és természetes eredetének elkülönítésére az alakfelismerő módszerek csoportjába sorolható diszkriminancia analízist alkalmaztuk.

3. Eredmények és megvitatásuk

3.1. Diagnosztikai tulajdonságok értékelése és statisztikai analízise

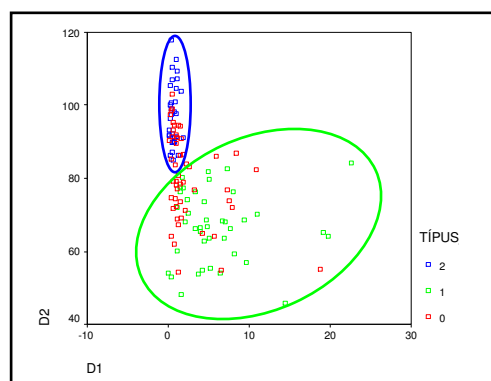
1. táblázat. A diagnosztikai tulajdonságok statisztikai értékelése

Típus	Diagnosztikai tulajdonságok		Átlag	Szórás
1,00	MŰTERMÉK	-	15,2	15,7
	HUMUSZ	%	1,5	0,9
	CACO ₃	%	9,4	5,4
	PH(H ₂ O)	-	8,2	0,2
	PH(KCl)	-	7,8	0,2
	NITROGÉN	%	0,05	0,0
	K ÉRTÉK	-	1,9	2,8
	KÖTÖTTség	-	38,0	6,3
	ÖSSZÓ	%	0,04	0,0
	2,00	MŰTERMÉK	-	0,2
HUMUSZ		%	1,0	0,6
CACO ₃		%	17,8	14,2
PH(H ₂ O)		-	8,5	0,6
PH(KCl)		-	7,8	0,5
NITROGÉN		%	0,04	0,0
K ÉRTÉK		-	5,9	7,0
KÖTÖTTség		-	52,5	11,8
ÖSSZÓ		%	0,07	0,1

Első lépésben az egyes fizikai és kémiai diagnosztikai tulajdonságok elemzését végeztük el kettős cél érdekében. Egyrészt az urbanizáció szelvényekre gyakorolt hatását minél több indikátorral kívántuk jellemezni, másrészt e paraméterek értékei alapul szolgáltak a statisztikai elemzéshez. A bolygatott, igen jelentős emberi befolyás hatására átalakult városi szelvények általában jelentős (maximum = 63,0%) műterméktartalommal rendelkeztek, míg az antropogén tényezők által kevésbé befolyásolt természetes szelvények csekély műtermékmennyiséggel bírtak, vagy egyáltalán nem tartalmaznak ilyen anyagot. Azonban a feltöltött rétegek magas műterméktartalma sem szükségszerű. A városi, feltöltött rétegek fizikai talajféleségére uralkodóan homok, homokos vályog, vályog a jellemző, míg a külterületi természetes talajszintek agyagos vályog, agyag textúrájúak ($K_{Amax} = 75,4$). Megfigyelhető továbbá, hogy a mesterséges rétegekre éles textúraváltások a jellemzőek, szemben a természetes szintek fokozatos átmenetével. A nagyfokú lefedettségéből, a magas műtermék tartalomból, a fizikai kémiai degradációból, illetve a szegényes mikrobiális

tevékenységből adódó gyenge humuszképződés alacsony *humuszkoncentráció* értékeket eredményez e város talajaiban. Azonban a legtöbb, zavart városi szelvény heterogenitását bizonyítja, hogy az alacsony humusztartalmú rétegek közé 1-1 magasabb értékkel (maximum = 3,7%) rendelkező réteg ékelődik be, mely rapszodikus ingadozó tendenciát eredményez, szemben a természetes talajsintek adott genetikai típusra jellemző szabályos tendenciájával. Az alacsony humuszmennyiség mellett a gyenge *humuszminőség*ből adódó fulvósav dominancia szintén jellemző a városi bolygatott rétegekre, szemben az inkább magasabb K értékkel rendelkező, ennek következtében főként jó minőségű huminokat, huminsavakat tartalmazó külterületi természetes talajszintekkel. Az *össznitrogén*-tartalom értékek alapján elmondható, hogy a nitrogénnel igen gyengén illetve gyengén ellátott talajok nitrogéntartalom értékei a humuszkoncentrációval megegyező tendenciát mutatnak, mivel a nitrogén nagy része a humuszhhoz kötődik. A közepesen illetve erősen meszes kategóriába sorolható *karbonáttartalom* értékek szelvény menti eloszlásában figyelhető meg jelentősebb változás: a mesterséges rétegek szabálytalan lefutásával szemben a természetes szintek az adott genetikai típusnak megfeleltethető tendenciával bírnak. A gyengén lúgos, illetve lúgos tartományba sorolható, karbonáttól erősen függő *pH* főként szelvénymenti lefutásában mutat különbségeket, hiszen a természetes rétegek és a mesterséges szintek pH-ja közel azonos. Az *összsótartalom* alapján a szegedi városi talajokra nem mondható el, hogy antropogén hatásra (pl. utak sózása) megnövekedett volna a talajban a sótartalom.

Előzőekben tárgyaltakat alátámasztja a fenti talajparaméterek geostatistikai (diszkriminancia analízis) vizsgálata, mely során a bizonyítottan antropogén és természetes eredetű talajsintjeink tulajdonságait felhasználva soroltuk be a bizonytalan eredetű talajsintjeinket, illetve húztuk meg a szelvények antropogén és természetes talajösszletének határát. Az egykori feltöltés térképek, a helyszíni terepi megfigyelések, valamint az egyes



2. ábra. Diszkriminancia függvény

diagnosztikai tulajdonságok eredményei alapján elkülönítettük a biztosan feltöltésből (41 db) illetve a biztosan természetes talajszintekből (32 db) álló csoportokat. A feltöltött szinteket 1-es csoportképző változóval, míg az eredeti talajszinteket 2-es csoportképző változóval jelöltük, a bizonytalan eredetű szintek az „ungrouped” jelzõt kapták. A prediktor változók lineáris kombinációja, az ún. diszkriminancia-függvény ($-0,33 \times \text{műtermék} - 0,59 \times \text{humusz} + 1,08 \times \text{CaCO}_3 + 1,49 \times \text{kötöttség}$) alapján a bizonytalan eredetű talajszintek a megfelelő csoportba kerültek besorolásra. A 1. táblázat megerősíti a két elkülönült csoport diagnosztikai tulajdonságai között fennálló, már korábban is tárgyalt különbségeket. A feltöltött szintekre számottevő (15,6) műtermék átlagérték, homokos vályog, vályog fizikai féleség, az 1-1 kiemelkedő humusztartalommal rendelkező szinteknek köszönhetően magasabb (1,5) humusz illetve nitrogén átlagérték és gyenge humuszminőség (1,9) a jellemző. A 2. csoport magasabb karbonát értékét a természetes alapkőzet (lössz) igen magas karbonát tartalmával lehet indokolni. A vizes illetve KCl-os pH és az összsó átlaga közel azonos mindkét csoportban. A diszkriminancia függvény azonos előjelű együtthatói alapján megszerkesztett diszkriminancia diagramon (x tengelye = $+0,33 \times \text{műtermék} + 0,59 \times \text{humuszkoncentráció}$ illetve y tengelye = $+1,08 \times \text{CaCO}_3 + 1,19 \times \text{kötöttség}$) két különálló pontfelhőt különíthetünk el: a 2-es csoport elemei egy zártabb csoportot alkotnak, mely e csoport tulajdonságainak nagyfokú hasonlóságára, homogénebb voltára enged következtetni. Ellenben az 1-es csoport elemeinek szórtsága e rétegek tulajdonságainak nagyobb fokú különbségére, heterogénebb jellegére utal. A két csoport határán húzható „képzelt” egyenes mentén pedig a besorolt szintek

helyezkednek el (2. ábra). A besorolás eredményessége 100%-os, az 51 bizonytalan eredetű talajsintből 28 az 1-es, 23 a 2-es kategóriába esett. A besorolás talajtani jelentősége abban áll, hogy a „vegyes” szelvényeknél meghúzható egy viszonylag pontos határ az antropogén és a természetes talajösszetétel között, illetve, hogy az ismeretlen eredetű szelvények az egyes szintjeik tulajdonságai alapján besorolhatók egyik vagy másik csoportba.

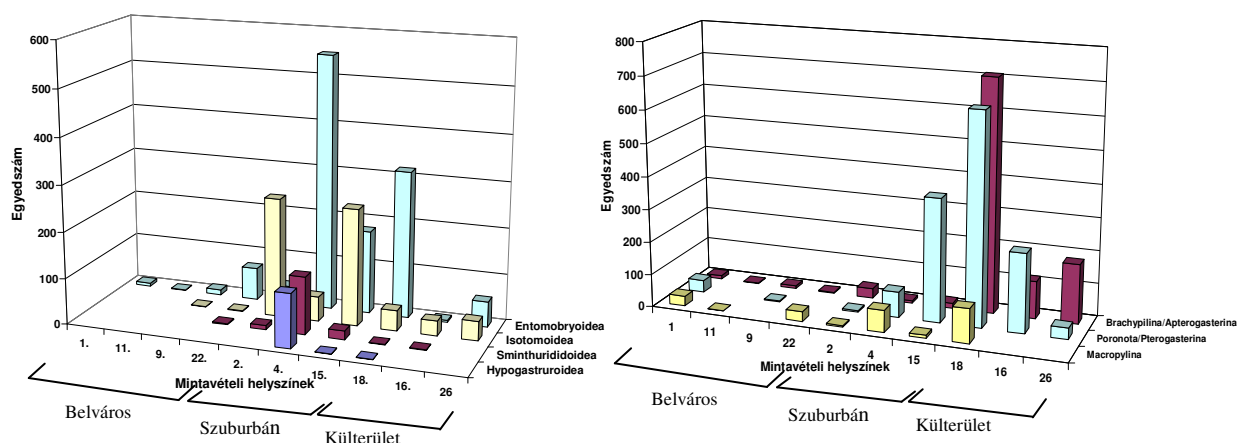
3.2. A mezofauna közösségek vizsgálata természetes és antropogén talajokban

A természetes és antropogén talajok közötti további különbségek feltárása érdekében elvégzett talajfauna vizsgálatok alapján megállapítható, hogy a páncélosatkák és az ugróvillások minden egyes mintavételi helyen felbukkantak, bár az egyes taxonok egyedszáma igen különböző volt. A talált 2744 kifejlett páncélosatka 54 különböző taxonhoz tartozott. A gyűjtött 54 taxonból 40-et fajra, 14-et pedig génuszra határoztuk meg. E vizsgálat keretében a hazai páncélosatka faunának körülbelül a 10%-át sikerült megtalálni Szegeden és annak külterületén.

A *belvárosi övezet*ben csak 8 Oribatida génusz fordult elő, amelyeknek igen alacsony volt az abundanciája (52 egyed/m²). Ezek a génuszok csak 15%-át tették ki az összes génusz számának. E zónában a Rhysotritia volt az abszolút domináns, a Scheloribates pedig a karakterisztikus génusz (3. ábra).

A következő, ún. *szuburbán övezet* kétszer annyi Oribatida génuszt tartalmazott (szám szerint 20-at), és egy nagyságrenddel nagyobb volt a fajok abundanciája (657 egyed/m²), mint az előző esetben. E területnek az Oribatida közösségi szerkezete átmenetet mutat a belváros és a külső zóna között. Erre utal az, hogy mind a belvárosra, mind a külterületekre jellemző génuszok nagy egyedszámmal képviseltetik magukat. Itt már megtalálhatók a Macropylina csoport tagjai viszonylag nagy egyedszámban, továbbá a Poronota Zygoribatula génusz és a Gymnonota Oppiidae család tagjai. Az egyedi génuszok – azaz csak ebben a zónában előforduló génuszok – száma közel annyi, mint a külső zónában.

A város körüli, természeteshez közeli élőhelyeket magába foglaló *külterület* Oribatida denzitásáról megállapítható, hogy jóval nagyobb, mint az előző két övezet, illetve ugyancsak egy nagyságrenddel nagyobb az átmeneti zónához képest (2252 egyed/m²). A legnagyobb taxonszám itt adódott (összesen 23 génusz), ami az összgénuszszám 44%-a. Ez azonban nem drámaian nagy eltérés a szuburbán területhez képest. Jellemző, hogy erről a területről került elő a legtöbb példány, ez adta az összegyedszám 53%-át. Ugyanakkor a városon kívüli három élőhely igen nagyfokú heterogenitást mutat egyedszám és közösségszerkezet szempontjából. Az ebben a zónában levő alacsonyabb génuszszám ellenére az itt lévő Poronota és Brachypilina (Poronota) csoportok száma meghaladja a többi belvárosi mintáét. Élőhelytől függően a külső zónában az Eupelops és a Tectocephus a domináns génusz.



3. ábra. A *Collembola* (bal), *Oribatida* (jobb) taxonómiai csoportok egyedszáma az egyes mintákban

A *Sørensen hasonlósági index*-szel kifejezett hasonlósági vizsgálat azt mutatja, hogy több közös génuszt találunk a szuburbán és a külső területek között, míg a belvárosi és a szuburbán, vagy belvárosi és a külső zóna között kevesebb közös génusz lelhető fel. Következésképpen a külső és a szuburbán övezet páncélosatka közösségének szerkezete közötti hasonlóság nagyobb ($C_S = 0,50$), mint a szuburbán és a belváros ($C_S = 0,34$), illetve a külterület és a belváros közötti ($C_S = 0,26$). Mindez jól tükrözi a belvárosi taxonok egyedi, a két másik zónától elkülönülő sajátos jellegét.

A gyűjtött mintákból összeszámolt ugróvillások száma összesen 2063, melyeket négy szuperfamiládba sorolhatók be: Az állatok legnagyobb része az Entomobryoidea csoporthoz tartozott. Az Isotomoidea szuperfamilád tagjai az összegyedszám harmadát adták, a Sminthuridoidea és a Hypogastruroidea csoport pedig az egyedek 13%-át tették ki. A gyűjtött Collemboláknak a 77%-át a szuburbán, 18%-át a külső zóna, míg 5%-át a belvárosi zóna adta. Az átmeneti zóna különösen érdekes, mert ebben a zónában mind a négyféle ökomorfológiai csoport tagjai megtalálhatók, még hozzá a legnagyobb számban. Megállapíthatjuk, hogy az Entomobryoidea csoport elterjedése sokkal szélesebb körű, mint a többié, képviselői szinte mindegyik talajmintában fellelhetők.

A mezofauna vizsgálat kezdetekor az alaphipotézis az volt, hogy a belvárosból kifele haladva a természeteshez közeli élőhelyek felé nő az előforduló taxonok száma és abundanciája. Ennek megfelelően az egyes területek összegyedszáma közötti különbség nagyságrendbelinek mutatkozott úgy, hogy a legkisebb abundancia a belvárosban figyelhető meg. Éles különbség van azonban a belváros és az azt övező területek taxondiverzításában, de a szuburbán és a természet közeli élőhelyek páncélosatka faunája közötti taxondiverzitás nem sokban tért el. A belváros alacsony abundancia értékei összefüggésben lehetnek a magas lég- és talajszennyezettséggel, az urbanizáció okozta élőhely izolációval és az alacsony talajnedvességgel. A domináns fajok változatossága a szuburbán zónában volt a legnagyobb, ami összefüggésben az egyedszámokkal viszonylag jó élőhelyre utal. Az ugróvillások abundancia értékei jól átfednek a páncélosatka adatokkal. A belvárosi zónában található a legkisebb egyedszámokban és a legkisebb diverzításban ennek a csoportnak a tagjai.

4. Konklúzió

A diagnosztikai tulajdonságok értékelésére, statisztikai elemzésére alapozva az emberi befolyásoltság alapján jól elkülöníthető Szeged és környékének három fő talajtípusa:

- Az ember által *kevésbé* illetve *mérsékelt* befolyásolt szelvények csoportjába az alábbi szelvények sorolódtak: (a) a külterületi, eredeti genetikai típussal rendelkező természetes szelvények (16., 17., 18., 19., 24., 25.) diagnosztikai tulajdonságai alig változtak, ezáltal az eredeti genetikai talajtípust hűen tükrözik. A statisztikai elemzés során talajszintjeik kivétel nélkül a 2-es csoportba sorolódtak. (b) A feltöltéssel egyáltalán nem rendelkező kiskerti talajszelvények (20., 21., 23.) az aktív mezőgazdasági tevékenység hatására bizonyos diagnosztikai tulajdonságaiban már néminemű módosulást fedeztünk fel. Ily módon a felső rétegek általában az 1-es, míg a szintjeik többsége a 2-es csoportba került.
- Az *erősebben módosított* városi talajok közé tartoznak a „vegyes” szelvények, melyek egy részénél (7., 10., 14.) az eredeti szintek felett elhelyezkedő felszíni lefedettség, míg másoknál (2., 3., 12., 15.) a feltöltött rétegek utalnak a bolygatásra. Mivel e szelvényekben a talajosodás előrehaladtával egyre elmosódottabban jelölhető ki a különböző eredetű ösztlet határa, ezért itt igen fontos volt egy viszonylag pontos határvonal megadása. A határ mentén levő szintek/rétegek tulajdonságaik alapján besorolódtak egyik vagy másik csoportba.
- A fennmaradó talajszelvények (1., 4., 5., 6., 8., 9., 11., 13., 22.) pedig az igen intenzív antropogén beavatkozás következtében az *átalakított* talajok közé tartoznak, melyek teljes egészében feltöltött, sajátos karakterisztikával rendelkező rétegekből álló, rendszerint felszíni lefedettséggel rendelkező talajok. Így rétegek az 1-es típusú, antropogén eredetű csoportba sorolódtak.

A mezofauna vizsgálat alapján is jól körvonalazódik Szeged antropogén és természetes talajai közötti fennálló különbség. Eredményeink alapján, elmondható, hogy a belvárosi és a várost közvetlenül övező természetközeli élőhelyek között kialakult átmeneti zónában nagyobb diverzitás mutattunk ki, mint az előző kettőben. Úgy tűnik, hogy ez az átmeneti zóna a belváros körül egy viszonylag stabil és megfelelően heterogén élőhely ahhoz, hogy folyamatosan biztosítsa a fajkészletet a városmag és a külső területek felé. Szeged körkörös városszerkezetének köszönhetően fokozatos átmenet biztosítható a belváros és a várost övező területek között. Mivel hiányzik az egységes iparvárosi zóna, a belváros és a külterületek közötti átmeneti zóna puffer és refúgium szerepet játszhat a talajlakó ízeltlábú állatok számára.

Irodalom

- ALEXANDROVSKAYA, E. I. – ALEXANDROVSKIY, A. L. (2000) History of the cultural layer in Moscow and accumulation of anthropogenic substances – In it. *Catena*, 41, pp. 249-259.
- ANDÓ M. (1979) Szeged város település-szintje és változásai az 1879. évi árvízkatasztrófát követő újjáépítés után. *Hidrológiai Közöny*, 6, pp. 274-276.
- FARSANG A. – PUSKÁS I. (2007) Városi és ipari területek talajai: Talajok nehézfém tartalmának vizsgálata háttérszennyezettség kimutatására Szegeden – In: *Városökológia*. ed. Mezösi G. JATEPress, Szeged, pp. 99-117.
- HARRIS, J. A. (1991) The biology of soils in urban areas – In: *Soils in the Urban Environment*. eds. Bullock, P. – Gregory, P. J., Blackwell, Oxford, pp. 139-152.
- RÓZSA P. (2004) Város és környezet. Kossuth Egyetemi Kiadó, Debrecen, pp. 40-50.
- VAN STRAALLEN, N. M. (1998) Evaluation of bioindicator systems derived from soil arthropod communities. *Applied Soil Ecology*, 9, pp. 429-437.