

LÉKEK TALAJÁNAK VIZSGÁLATA A SOPRONI DALOS-HEGY KOCSÁNYTALAN TÖLGYES ÁLLOMÁNYÁBAN

SASS VIVIEN^{1*}, BIDLÓ ANDRÁS¹

¹ Soproni Egyetem – Környezet- és Földtudományi Intézet

*e-mail: sass.vivien@uni-sopron.hu

Absztrakt

Munkánk során a Soproni-hegységben található Dalos-hegy 80/C részletében kialakított, különböző méretű lékjeiben vizsgáltunk alapvető talaj tulajdonságokat. Célunk elsősorban a talaj felső 30 centiméterében bekövetkező változások nyomon követése. A három lékben összesen 118 mintavételi pontot jelöltünk ki, a mintákat mintavételi pontonként 4 mélységből gyűjtöttük be. Mintavétel a 2014-2016 időszak alatt évi egy alkalommal történt.

A vizsgálatok során mértük az egyes minták kémhatását és humusztartalmát, valamint a 3-as lék esetén, 8 kiválasztott mintavételi pont összes mélységének nitrogén- és szerves szén-tartalmát.

Ezen időszak alatt a talajszintek kémhatásában, amely gyengén savanyú – erősen savanyú volt, jelentős változás nem következett be. A felső 0-5 cm humusztartalmának átlagában a három év során kisebb mértékű, de statisztikailag kimutatható csökkenést mutatkozott, míg a nitrogén és széntartalom csak bizonyos mintapontok esetén mutatott jelentős csökkenést az összes mélységben. A nitrogéntartalom csökkenése a lékek talajában meggyorsult mineralizációra utalhat.

Bevezetés

Napjainkra a környezet és társadalmi igények változásai miatt egyre nagyobb az igény a természetközeli erdőgazdálkodásra, melynek célja természetközeli, vegyes korú, összetett szerkezetű erdők fenntartása az erdőkben zajló természetes folyamatok szimulálásával (Hagyó 2007). A természetesség fokának növekedése együtt jár az erdő stabilitásának, működőképességének és egészségének növekedésével (Bartha 2013). Az erdeink természetességének megőrzése, növelése táji léptékben is fontos, mivel az indokolhatatlan vágásterületek tömeges megjelenése a tájban nem elsősorban esztétikai kérdés. Amellett, hogy a vágásos üzemmód hatására létrejött nagy vágásterületek darabokra szabdalják a természetes táj képét, súlyos ökológiai-, gazdasági-, társadalmi- és természetvédelmi problémák szövevényes hálózatának a forrásai is (Varga 2013).



Mindezek felismerése és a gazdasági szempontok mellett, az ökológiai szempontok előtérbe kerülése ahhoz vezetett, hogy az erdőgazdálkodásban ismét komoly figyelem irányul a természetközeli felújítási módokra. Ezek elsődleges célja a természetes ökoszisztéma kímélése a folyamatos erdőborítás (FEB) fenntartásával, valamint a talaj és termőképességének megőrzése. Hazánkban a FEB-et biztosító üzemmódok (szálas, átalakító üzemmód) az elmúlt 15 évben kezdtek erősen elterjedni. Az erdőről, az erdő védelméről és az erdőgazdálkodásról szóló 2009. évi XXXVII. törvénynek is egyik célja a folyamatos erdőborítás biztosítása a természetközeli erdeinkben.

Míg nemzetközi értelmezés szerint a szálas klasszikusan csak az erősen árnytűrő fajok (pl. bükk, luc-, jegyenyefenyő) esetén alkalmazandó (Csépanyi 2014), a Magyarországon nagy területarányban jelenlevő, fényigényes cseres és tölgyek állományok felújításához lékekre van szükség (Csépanyi 2008). A lékes felújítás az egyik lehetséges mód a tölgyállományaink FEB elveinek megfelelő műveléséhez, valamint azon erdőművelési módok közé tartozik, mellyel a szakirodalom szerint csökkenthető a termőhelyeket érő degradációs folyamatok mértéke. A termőképességének megtartása pedig alapvető fontosságú az erdők hosszú távú fenntartásában.

Az irodalmi adatok szerint már az 0,1 ha-nál kisebb lékekben is kimutatható, hogy megemelkedik a felvehető nitrogén mennyisége. Az erdei ökoszisztémában alapvető fontosságú, hogy a nitrogén és a foszfor felvehető formában a növények rendelkezésére álljanak. Bomlásukban a fő befolyásoló tényező a talaj nedvességtartalma és hőmérséklete (Muscolo et al. 2007). A lékekben egyértelműen magasabb mindkét környezeti változó értéke (Scharenbroch és Bockheim 2007, Hagyó 2009, Zhang és Zhao 2007), ezenfelül a talajhőmérséklet a lékmérettel pozitív korrelációt mutat (Ritter 2005). A lombkorona megnyitásával tehát megnő a besugárzás és a csapadék mennyisége, ami felgyorsítja bomlás sebességét. Ez túl nagy lékméret esetén pedig a talaj termőképességének csökkenéséhez vezethet. Ha túl nagy a lék, a tápanyagok kimosódhatnak, ami Scharenbroch és Bockheim (2007) szerint az egyik fő oka a kationok csökkenésének a talajban.

A lékes felújítás során alkalmazott ideális lékméret fafajonként és termőhelyenként is változó. A szakirodalomban a lékek mérete 4 m² és 2 ha között mozog (Zhu et al. 2015). A talajtulajdonságokat tekintve azonban a kis- és közepes lékméretűek azok, melyekkel leginkább megőrizhető a termőhely termőképessége. Hazánkban a tölgy természetes újulatára alapozott lékek mérete az újulat megerősödését követően maximum 300-500 m² (Csépanyi 2008).

Annak ellenére, hogy hazai viszonylatban is több talajtani és vízgazdálkodási kutatás irányult a lékes felújítások vizsgálatára, mint például Gálhidy és mtsai (2006) bükkös-, Csiha és mtsai (2011) kocsányos tölgyes-, Bidló és mtsai (2012, 2014) pedig kocsánytalan tölgyes állományokban zajlott kutatásai, még mindig igen kevés az adatunk arról, hogy magyarországi viszonyok között mely gazdálkodási módok azok, melyekkel (a gazdasági szempontok kielégítése mellett) leginkább megóvható a termőhely termőképessége.



Kutatásunk során a Soproni Egyetem Dalos-hegyen kialakított kísérleti területén követjük nyomon három, különböző méretű lékben a feltalaj termőhelyi szempontból meghatározó változóit.

Mintaterület

A 80/C erdőrészlet a Dalos-hegy keleti oldalán fekszik. A felszín lejtése 10°, tfm átlagosan 280 m. Az erdőrészlet potenciális vegetációtípusa gyertyános-kocsánytalan tölgyes. Az erdőállomány meghatározó faja kocsánytalan tölgy, mely fekete fenyővel elegyes.

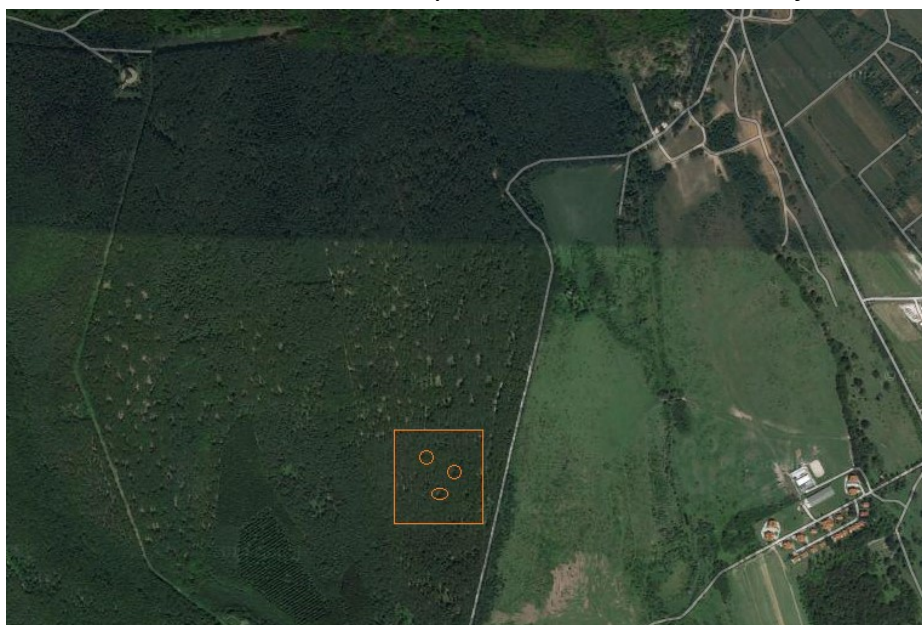
A termőhelyi viszonyok jellemzésére hat talajszelvényt nyitottak, írtak le és mintáztak meg Bidló és mtsai (2014), ami alapján a terület alapkőzete gneisz, ugyanakkor a szelvények anyagának kialakításában szerepet játszott az erózió, amely magasabb térszintekből hozta le a törmeléket.

A talaj kémhatása erősen savanyú – savanyú volt, ami elsősorban az alapkőzetre és a klimatikus viszonyokra vezethető vissza. A szelvények talajának fizikai félesége homok, homokos vályog és vályog. A szelvényekben erős kilúgzás és gyenge agyagvándorlás figyelhető meg. A felső szinteknek viszonylag magas a humusztartalma a legfelső szint alatt gyorsan csökken. Ennek ellenére tápanyag-ellátottsági gondokkal nem kell számolni a területen.

A terepi és a laboratóriumi vizsgálatok alapján agyagbemosódásos barna erdőtalaj található a területen, amely kedvező körülményeket teremt az erdőállományok számára. Ezen talajok megfelelő víz- és tápanyagkészlettel rendelkeznek (Bidló et al. 2014).

Módszerek

A soproni Dalos-hegy oldalában található 80/C erdőrészletben lévő kutatási területen 2012-13 telén kialakított három, különböző méretű (L1= 30 m, L2=20 m, L3=10 m átmérőjű) lékben került sor a mintavételre. A lékek elhelyezkedését az 1. ábra mutatja.



1. ábra: A vizsgált lékek elhelyezkedése a Dalos-hegyen (Forrás: Google)



Mindhárom lék esetében azonos módszertant alkalmaztunk: a lékben kijelölt É-D és K-NY irányú, a zárt állományba (kontroll) is benyúló transzekt mentén történt a mintavétel (2.ábra). A talaj- és avarmintákat a transztek mentén, 2 m-enként gyűjtöttük: az 1-es lék esetén 46, a 2-es léknél 37, a 3-as lékben pedig 35 mintavételi pontból. A talajminták 0-5, 5-10, 10-20 és 20-30 cm-es mélységből származnak. A minták begyűjtésére évente egyszer, kora nyári időszakban (június) került sor.



2. ábra: Az 1-es lék zárt állományba nyúló északi transzektje, 2017

Laboratóriumi vizsgálatok során a talaj vizes és kálium-kloridos kémhatását (pH-H₂O, pH-KCl) elektrometriás módszerrel határoztuk meg (MSZ-08 0206/2:1978 –as szabvány 2.1. fejezet), a szervesanyag-tartalmának (H%) meghatározása kálium-bikromátos oxidációval (Bellér 1997), a tápelem-tartalom (C, N) meghatározása pedig Elementar vario Max készülékkel történt.

Eredmények

A következőkben megpróbáljuk bemutatni vázlatosan az eddigi eredményeinket.

Talajok kémhatása

A minták vizes kémhatása az évek során pH=3,8-5,8 között mozgott a talaj felső 30 cm-ének különböző mélységeiben. Ez erősen savanyú, savanyú és gyengén savanyú kémhatásnak felel meg. A kálium-kloridos pH – amelynek értéke rendszerint a talajoldatok vizes kémhatásánál néhány tizeddel alacsonyabb –, pH=2,5-5,3 értékeket vett fel (1. táblázat). Az egyes mélységek átlagát tekintve a kémhatás 3 év alatt gyakorlatilag nem változott egyik lékméret esetében sem. A mérések alapján a legfelső, 0-5 cm esetén az átlagos kémhatás 2-6 egységgel magasabb volt a mélyebbről származó mintákhoz képest. Ennek oka, minden valószínűség szerint, az avartakaró hatásában kereshető.



1. táblázat: A Dalos-hegyi kísérleti területen kialakított lékekből (LB) és a zárt állományból (LK) gyűjtött talajminták átlagos vizes- és kálium-kloridos kémhatása

Év	Mélység (cm)		Lék 1		Lék 2		Lék 3	
			pH-H ₂ O _{átl} (-)	pH-KCl _{átl} (-)	pH-H ₂ O _{átl} (-)	pH-KCl _{átl} (-)	pH-H ₂ O _{átl} (-)	pH-KCl _{átl} (-)
2014	0-5	LB	5,1	4,2	5,0	4,1	5,0	4,2
		LK	5,0	4,2	5,1	4,2	4,9	4,0
	5-10	LB	4,6	3,6	4,6	3,6	4,5	3,6
		LK	4,5	3,5	4,6	3,7	4,5	3,6
	10-20	LB	4,5	3,6	4,5	3,6	4,5	3,6
		LK	4,5	3,5	4,5	3,5	4,4	3,5
	20-30	LB	4,5	3,6	4,5	3,6	4,5	3,5
		LK	4,4	3,5	4,5	3,5	4,5	3,5
2015	0-5	LB	5,0	4,1	4,9	3,9	5,0	4,0
		LK	4,8	4,0	4,9	4,0	4,7	3,8
	5-10	LB	4,5	3,6	4,5	3,5	4,5	3,5
		LK	4,3	3,5	4,5	3,5	4,4	3,5
	10-20	LB	4,4	3,5	4,5	3,5	4,4	3,4
		LK	4,4	3,5	4,5	3,6	4,4	3,5
	20-30	LB	4,4	3,5	4,5	3,5	4,4	3,4
		LK	4,3	3,5	4,5	3,5	4,4	3,4
2016	0-5	LB	4,9	3,9	4,8	3,6	4,9	3,7
		LK	4,9	3,8	5,2	3,9	4,9	3,8
	5-10	LB	4,7	3,5	4,6	3,3	4,6	3,3
		LK	4,5	3,4	4,9	3,5	4,6	3,3
	10-20	LB	4,6	3,4	4,6	3,2	4,5	3,2
		LK	4,5	3,3	4,7	3,3	4,5	3,2
	20-30	LB	4,6	3,3	4,6	3,2	4,5	3,2
		LK	4,5	3,3	4,7	3,3	4,5	3,2

A lékbelső és a zárt állomány mintapontjai talajának kémhatását vizsgálva, ugyan jelentek meg szignifikáns különbségek – melyeket piros színnel jelöltünk –, de ezeket a következő évben rendszerint már nem lehetett kimutatni (2. táblázat). Vagyis az általunk mért adatok alapján a lékek talajának kémhatása nem változott a léknyitás óta a környező állomány talajának kémhatásához képest.



2. táblázat: A lékek és zárt állományok talajának kémhatásának összehasonlító vizsgálata. Alkalmazott próba: Mann-Whitney U-teszt. Szignifikancia szint: $p=0,05$.

Mintaelemszám: L1=46, L2=37, L3=35

			Lék 1		Lék 2		Lék 3	
		Mélység (cm)	U-érték	p-érték	U-érték	p-érték	U-érték	p-érték
pH-H ₂ O (-)	2014	0-5	186,0	0,2172	119,0	0,1371	101,5	0,0978
		5-10	148,0	0,0348	118,0	0,1291	126,5	0,4078
		10-20	129,0	0,0108	167,0	0,9878	136,0	0,6078
		20-30	176,5	0,1462	147,5	0,5398	150,5	0,9736
	2015	0-5	149,0	0,0369	145,0	0,4903	62,0	0,0030
		5-10	89,0	0,0005	148,5	0,5602	77,5	0,0143
		10-20	194,5	0,2993	134,0	0,3044	129,5	0,4663
		20-30	218,5	0,6282	126,5	0,2088	107,5	0,1451
	2016	0-5	239,5	1,0000	64,5	0,0016	151,0	0,9868
		5-10	166,5	0,0923	97,5	0,0319	137,5	0,6429
		10-20	196,5	0,3213	110,5	0,0806	145,0	0,8296
		20-30	192,0	0,2733	99,0	0,0357	146,0	0,8555
pH-KCl (-)	2014	0-5	219,0	0,6364	148,5	0,5602	99,5	0,0851
		5-10	150,5	0,0401	132,5	0,2833	134,5	0,5735
		10-20	133,5	0,0145	133,0	0,2902	150,0	0,9604
		20-30	183,5	0,1965	126,5	0,2088	134,0	0,5623
	2015	0-5	171,0	0,1141	135,0	0,3191	59,0	0,0022
		5-10	142,5	0,0253	166,0	0,9633	101,0	0,0945
		10-20	215,0	0,5720	127,0	0,2144	81,5	0,0205
		20-30	205,5	0,4330	163,0	0,8903	146,0	0,8555
	2016	0-5	203,5	0,4064	68,5	0,0024	150,0	0,9604
		5-10	176,0	0,1431	83,0	0,0096	111,0	0,2621
		10-20	200,0	0,3623	120,5	0,1496	123,5	0,4902
		20-30	225,0	0,7381	99,5	0,0371	140,0	0,7033

A talaj szervesanyag tartalma

A vizsgált időszak alatt begyűjtött talajminták szervesanyag-tartalma igen tág tartományban mozgott (3. táblázat), főképp a két magasabban fekvő szint esetén. A szervesanyag-tartalom a talaj felső 30 centiméterének 4 mélységében 0,3-16,7% volt.

Együtt vizsgálva a lék belső és a zárt állomány mintapontjait - vagyis nem a lékhatás következménye-, 2014-ről 2016-ra szignifikáns ($p=0,05$) csökkenés következett be a legfelső, 0-5 cm szervesanyag-tartalmában a legnagyobb, L1-es ($T=313,0$, $z=2,485523$, $p=0,012937$) és legkisebb L3-as területen ($T=176,0$, $z=2,276701$, $p=0,022805$) is.



A lékek és kontrolljaik talajmintái szervesanyag-tartalmának összehasonlítása során nem találtunk statisztikailag jelentős, következetesen megjelenő különbségeket, azaz mind három lék és az azokat körülvevő zárt állomány talajának humusztartalma közel azonos volt.

3. táblázat: A Dalos-hegyi mintaterület talajának humusztartalma (H%)

	Mélység (cm)	Lék 1			Lék 2			Lék 3		
		H _{átl} (%)	H _{min} (%)	H _{max} (%)	H _{átl} (%)	H _{min} (%)	H _{max} (%)	H _{átl} (%)	H _{min} (%)	H _{max} (%)
2014	0-5	9,0	2,9	16,1	7,3	0,7	16,7	8,4	4,6	15,7
	5-10	4,3	2,2	8,4	3,7	0,6	8,9	4,4	2,5	8,5
	10-20	2,8	1,5	5,2	2,4	1,4	4,1	3,1	2,0	7,1
	20-30	2,2	0,3	4,6	1,9	0,9	3,2	2,7	1,7	6,2
2015	0-5	8,4	3,7	14,0	6,7	2,9	13,1	7,4	5,2	11,5
	5-10	4,5	1,9	8,5	3,4	1,7	5,7	4,3	1,8	7,0
	10-20	2,9	1,3	5,2	2,4	1,3	5,4	3,0	2,0	5,5
	20-30	2,1	1,0	4,1	2,0	1,0	3,5	2,2	0,9	4,5
2016	0-5	8,0	3,1	12,0	6,6	3,5	11,0	7,1	2,9	11,6
	5-10	5,7	3,2	10,9	4,8	2,3	8,7	5,1	3,5	9,4
	10-20	3,5	2,0	6,9	2,9	1,7	6,5	3,5	2,4	7,5
	20-30	2,5	1,6	4,3	2,4	1,4	4,4	2,8	1,9	4,1

Szerves szén- és nitrogén-tartalom

A tápelem-vizsgálatok esetünkben csak a legkisebb, L3-as terület 8 kiválasztott mintapontjára korlátozódtak. Ez a lékméret az, ami leginkább megfelel a természetes módon keletkező lékek méretének (nagyjából egy famagasság). A foszfor mellett a megfelelő mennyiségű nitrogén és szerves szén is igen fontos a növényvilág szempontjából.

A széntartalom 0,71-5,31%, a nitrogéntartalom 0,06-0,38% közötti értékeket vett fel a különböző mélységekben a 3 év alatt (4. táblázat). Ez a mezőgazdasági osztályozás szerint gyenge-közepes nitrogén-ellátottságra utal (Stefanovits et al. 2010), de erdőterületen megfelelő ellátottságot jelent. A felső 5 cm viszonylag magas széntartalma az alsóbb mélységekben erősen lecsökken – akárcsak a fentebb említett szervesanyag-tartalom (a két vizsgálat elvileg ugyanazt határozza meg más módszerrel) –, viszont még így is biztosított a megfelelő tápanyag-ellátottság.

Meg kell jegyeznünk, bár ezeket a kiugró értékeket a 4. táblázat nem tartalmazza, a 2014-es évben a nyugati transzekt lékbelsőjében kiemelkedően magas nitrogén (~2%) és némileg magasabb (~5%) széntartalmi értékek is mutatkoztak. Ezek a következő mintavételi időszakokra jelentősen lecsökkentek, és 2016-ra minden mintavételi mélységben a többi mintavételi ponthoz hasonló értékeket mértünk. Valószínűleg csak a mintavételi időszakban



bekövetkezett eseti sajátosság, nagyobb mennyiségű, kevésbé mineralizálódott növényi vagy állati eredetű szerves maradvány okozta, ami a felgyorsult mineralizáció hatására a későbbi években már nem volt kimutatható. Ezt leszámítva jelentős változás a 3 év alatt nem következett be a lécek talajának nitrogén, sem pedig széntartalmában.

4. táblázat: Alapstatisztika a Dalos-hegyi mintaterület lékjeiből (LB) és zárt állományából (LK) származó talajminták szén- (C%) és nitrogén-tartalmáról (N%)

			N (%)				C (%)			
			N _{átl}	N _{SD}	N _{Min}	N _{Max}	C _{átl}	C _{SD}	C _{Min}	C _{Max}
2014	LB	0-5	0,33	0,0464	0,29	0,38	4,53	0,6847	4,03	5,31
		5-10	0,19	0,0374	0,15	0,22	2,34	0,3262	1,97	2,58
		10-20	0,13	0,0284	0,10	0,15	1,53	0,2885	1,20	1,70
		20-30	0,12	0,0365	0,08	0,15	1,36	0,4464	0,95	1,84
	LK	0-5	0,25	0,0508	0,19	0,31	3,37	0,8289	2,41	4,23
		5-10	0,14	0,0219	0,12	0,17	1,95	0,3427	1,53	2,37
		10-20	0,12	0,0268	0,08	0,14	1,61	0,4824	1,02	2,18
		20-30	0,10	0,0111	0,09	0,11	1,31	0,1967	1,05	1,53
2015	LB	0-5	0,26	0,0552	0,20	0,33	3,51	0,8021	2,61	4,55
		5-10	0,16	0,0212	0,14	0,19	2,01	0,1359	1,87	2,14
		10-20	0,11	0,0131	0,10	0,13	1,42	0,2695	1,13	1,73
		20-30	0,09	0,0148	0,07	0,11	1,12	0,0899	1,04	1,24
	LK	0-5	0,25	0,0536	0,22	0,31	3,51	0,9370	2,86	4,58
		5-10	0,14	0,0254	0,13	0,18	2,08	0,2356	1,82	2,38
		10-20	0,09	0,0129	0,08	0,10	1,23	0,1582	1,07	1,37
		20-30	0,07	0,0174	0,06	0,10	0,95	0,2184	0,71	1,23
2016	LB	0-5	0,25	0,0798	0,14	0,33	3,15	0,9364	1,84	4,05
		5-10	0,19	0,0096	0,18	0,20	2,32	0,2391	2,06	2,62
		10-20	0,13	0,0157	0,11	0,14	1,60	0,3408	1,20	2,01
		20-30	0,11	0,0160	0,09	0,13	1,29	0,2768	1,00	1,55
	LK	0-5	0,30	0,0548	0,24	0,36	4,03	0,8954	3,01	4,94
		5-10	0,17	0,0253	0,15	0,21	2,36	0,3167	1,97	2,74
		10-20	0,13	0,0200	0,11	0,15	1,67	0,2542	1,51	2,05
		20-30	0,11	0,0269	0,08	0,14	1,41	0,3501	0,99	1,83

Összegzés

Kutatásunk során a természetközeli erdőgazdálkodás elvével összhangban lévő léces felújításnak a talaj fizikai és kémiai tulajdonságaira gyakorolt hatását igyekszünk nyomon követni a Soproni-hegységben található Dalos-hegy kocsánytalan tölgyes állományában.



Három éven át, évi egyszeri mintavétel segítségével 4 különböző mélységben mértük a talaj kémhatását, szervesanyag-, szén- és nitrogén-tartalmát. Minden mintavételi időszakban 472 db talajmintát gyűjtöttünk be és dolgoztunk fel.

Az elemzések során vizsgáltuk a lékbelsőben és a zárt állományban található mintavételi pontok adatai közötti lehetséges különbségeket, illetve az elmúlt 3 évben bekövetkező változásokat.

A 2012-2013 telén történő léknyitások óta a lékek talajában nem jelent meg szignifikáns változás a zárt állomány talajához képest az általunk vizsgált talajváltozók esetében. Ezt egyrészt indokolhatja a terepi mintagyűjtés által is tapasztalt nagyfokú heterogenitása a talajnak, azaz a kisebb változásokat elfedte az erős mozaikosság, másrészt magyarázhatja, hogy általunk vizsgált mindhárom lék mérete ($\varnothing = 10, 20$ és 30 m) megfelelő volt ahhoz, hogy a léknyitások óta eltelt 3-3,5 évben ne jelenjenek meg a nagyobb vágásterületek talajára jellemző markáns változások.

Köszönetnyilvánítás

Munkánk a VKSZ 12-1-2013-0034 Agrárklíma 2. projektek keretében, és az Emberi Erőforrások Minisztériuma ÚNKP-16-3-1 kódszámú Új Nemzeti Kiválóság Programjának támogatásával készült.

Irodalomjegyzék

- Bartha D. 2013. A természetesség növelésének lehetőségei. - In: Bartha D. – Puskás L. (szerk.): *Silva naturalis – A folyamatos erdőborítás elméleti alapjainak és gyakorlati megvalósításának sorozata Vol. 1.*, Nyugat-magyarországi Egyetem Kiadó, Sopron. pp. 35-42.
- Bellér P. (1997). Talajvizsgáló módszerek. Egyetemi jegyzet. Soproni Egyetem, Termőhelyismerettani Tanszék, Sopron. 118. p.
- Bidló A.; Bodolár-Varga B.; Horváth A.; Németh E.; Šimková, I.; Szűcs P. 2014. Talajvizsgálatok Dunántúli erdőállományok lékjeiben. - In: Bartha D. – Puskás L. (szerk.): *Silva naturalis – A folyamatos erdőborítás elméleti alapjainak és gyakorlati megvalósításának sorozata Vol. 6.*, Nyugat-magyarországi Egyetem Kiadó, Sopron. 65-86.
- Bidló A.; Elmer T.; Szűcs P. 2012. Talajfejlődési folyamatok a Pilstetői Örökérdőben. - In: Lett B. – Schibernia E. (szerk.): *Múlt és jövő III. A folyamatos erdőborítás gazdálkodói szemmel.* Nyugatmagyarországi Egyetem, Sopron. 16-23.
- Csépányi P. 2008. A tölgy és a folyamatos erdőborítás. *Erdészeti Lapok*, 143 (10):294-297.
- Csépányi P. 2014. A folyamatos erdőborítás fogalma és értelmezése. *Erdészeti Lapok*, 149(1): 2-5.
- Csiha I.; Keserű Zs.; Rásó J. 2011. Kocsányos tölgy állományok hatása szikes termőhely vízgazdálkodására. Tudományos eredmények a gyakorlatban. Alföldi Erdőkért Egyesület Kutatói Nap, Sopron.



- Gálhidy, L.; Mihók, B.; Hagyó, A.; Rajkai, K. and Standovár, T. 2006. Effects of gap size and associated changes in light and soil moisture on the understorey vegetation of a Hungarian beech forest. *Plant Ecology*, 183: 133–145.
- Hagyó A. 2009. Vízforgalom gyep és erdőterületeken. Doktori értekezés tézisei, Szent István Egyetem, Gödöllő. 11. p.
- Muscolo, A.; Sidari, M. and Mercurio, R. 2007. Influence of gap size on organic matter decomposition, microbial biomass and nutrient cycle in Calabrian pine (*Pinus laricio*, Poiret) stands. *Forest Ecology and Management*, 242: 412–418.
- Ritter, E. 2005. Litter decomposition and nitrogen mineralization in newly formed gaps in a Danish beech (*Fagus sylvatica*) forest. *Soil Biology & Biochemistry* 37:1237-1247.
- Scharenbroch, B. C.; Bockheim, J. G. 2007. Impacts of forest gaps on soil properties and processes in old growth northern hardwood–hemlock forests. *Plant and Soil*, 294: 219–233.
- Stefanovits P.; Filep Gy.; Fülekgy Gy. 2010. Talajtan. Mezőgazda kiadó, Budapest. 470 p.
- Varga B. 2013. A folyamatos erdőborítást megtartó erdőgazdálkodásra valóátterés előzményei és indítékai. - In: Bartha D. – Puskás L. (szerk.): *Silva naturalis – A folyamatos erdőborítás elméleti alapjainak és gyakorlati megvalósításának sorozata* Vol. 1., Nyugat-magyarországi Egyetem Kiadó, Sopron, pp. 64-85.
- Zhang, C.; Zhao, X. 2007. Soil properties in forest gaps and under canopy in broad-leaved *Pinus koraiensis* forests in Changbai Mountainous Region, China. *Frontiers of Forestry in China*, 2 (1):60-65.
- Zhu, J.; Zhang, G.; Wang, G.G.; Yan, Q.; Lu, D.; Li, X.; Zheng, X. 2015. On the size of forest gaps: Can their lower and upper limits be objectively defined? *Agricultural and Forest Meteorology* 213: 64–76.

