

GYÉRÍTÉSEK HATÁSA AZ ERDEI AVAR ÉS HUMUSZ MENNYISÉGÉRE

Jagodics Anikó, Nagy-Khell Melinda, Führer Ernő

Nemzeti Agrárkutatói és Innovációs Központ, Erdészeti Tudományos
Intézet

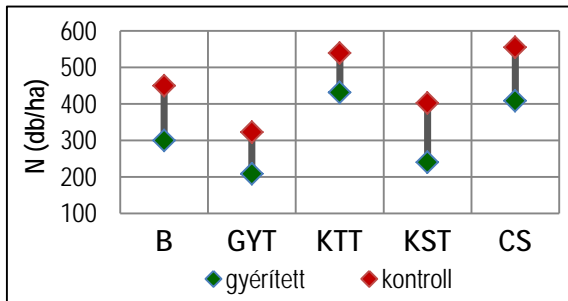
BEVEZETÉS

Az erdei avartakaró, a humuszsztint és az ásványi talaj a legnagyobb természetes széntárolók közé tartozik (Járó, 1958; Járó, 1963). Mind a klímaváltozás (Führer et al., 2014), mind pedig az erdőművelési beavatkozások (Menšík et al., 2015) külön-külön is, de együttesen még inkább befolyásolják e tárolók szervesanyag-tömegét, azaz a benne tárolt szén és a fák számára nélkülözhetetlen egyéb tápanyagok nagyságát (Meiwes et al., 1984; Tate, 1992). Mivel mindez együtt járhat a termőhely termőképességének a megváltozásával (Berg, 1998; Rehfuess, 1999), ezért e paraméterek és változásainak ismerete fontos lehet az erdőgazdálkodás jövője szempontjából is (Kolozsár, 1978; Patzel & Ponge, 2001; Fabiánék et al., 2009). Ezért vizsgáltuk az egyik legerősebb erdőművelési beavatkozásnak, azaz a növedékfokozó gyérítésnek az avar- és humuszsztintre gyakorolt hatását az ország különböző tájain előforduló célállományokban.

ANYAG ÉS MÓDSZER

Vizsgálati helyek

Olyan bükkös, gyertyános-tölgyes, kocsánytalan tölgyes, cseres és kocsányos tölgyes hosszú időtartamú kísérleti parcellákat válogattunk le a NAIK ERTI adatbázisából (Kollár et al., 2018), amelyek a kísérletben meghatározott szempontoknak (gyérítés erélye) megfelelnek, és a kialakított felvételi metodika alapján bennük az avar- és a humusz mintavételezése elvégezhető. Ennek megfelelően 34 parcellapárt (gyérített és kontroll), összesen tehát 68 parcellát jelöltünk ki, amiből 12 parcellapár kocsánytalan tölgyesben, 8 cseresben, 5-5 bükkösben és gyertyános-tölgyesben, 4 parcellapár pedig kocsányos tölgyesben található. A kontroll és a gyérített parcellák közötti állományszerkezeti eltéréseket az állománytípus-csoportok átlagos hektáronkénti törzsszámában megmutató különbségekkel szemléltetjük (1. ábra). A gyérítések eredményeként a legnagyobb arányú, egészállományra vonatkozó átlagos törzsszámredukció a kocsányos tölgyesekben (40%) volt, ezt követték csökkenő sorrendben a gyertyános-tölgyesek (35%), a bükkösök (30%), a cseresek (26%), végül pedig a kocsánytalan tölgyesek (20%).



1. ábra: A vizsgált faállománytípusok átlagos hektáronkénti törzsszáma a kontroll és a gyérített parcellákban

Figure 1. Number of trees per hectare in the control (unthinned/minimally disturbed) and thinned plots of the investigated stand types

Avar- és humuszsint mintavételezése

A kiválasztott faállományok parcelláiban egy rögzített mintapont és attól sematikusán még négy pont kerül kijelölésre, mely helyeken 50 cm x 50 cm-es keret segítségével a keret teljes területéről begyűjtjük az avart és a humuszt. Így a feldolgozáskor a következő rétegeket különítettük el:

L – a talaj felszínéről gyűjtött bomlatlan avar: a növényi részek még teljesen egyben vannak, jól felismerhetők.

F – bomlásban lévő avar: a növényi részek már dezintegrálódtak, de még eredeti szerkezetük felismerhető, a fajok azonban nem. Szerkezet nélküli finomanyagok már kisebb-nagyobb mennyiségben előfordulnak. A különböző növényi részek sokszor összeragadtak, gombafonalakkal átszőttek.

H – a humusz: intenzíven bomló, túlnyomórészt finom szerkezet nélküli anyagokat tartalmazó, sötétbarna-fekete színű szervesanyag.

Az avar- és humuszminták felszedése előtt a kereten belül található lágyszárú aljnövényzetet eltávolítottuk, mert az egységnyi területre számított avar-tömeg mennyiségét jelentősen befolyásolja. Összesen tehát parcellánként 3 szintben (L, F és H horizont) történt mintagyűjtés, lehetőség szerint lombhullást megelőzően és utána.

EDMÉNYEK

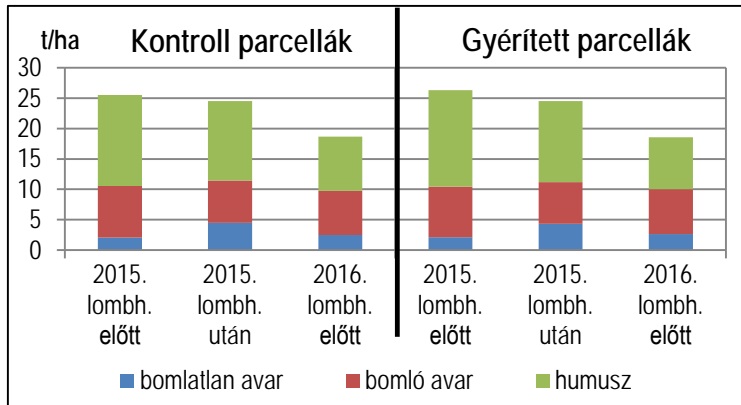
Mennyiségi adatok

A kiválasztott kontroll és gyérintett kísérleti parcellák 5-5 pontjában előre lefektetett metodika szerint egységnyi területről három időszakban (2015-ben lombhullás előtt és után, valamint 2016-ban lombhullás előtt) begyűjtöttük a bomlatlan és a bomló avar-takaró, továbbá az alatta lévő

humuszsint mennyiségeit, és 1 hektárra vonatkoztatva értékeltük a szétválogatott kompartmentek (levél, ág, termés, egyéb) abszolút szárazanyagra átszámított mennyiségeit.

A gyérítések hatása

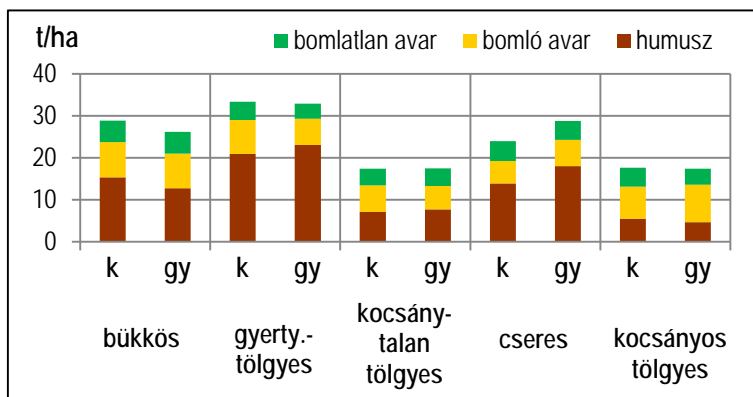
Az összes parcella átlagában látható (2. ábra), hogy a gyérített parcellák avar- és humuszmennyiségei mindhárom gyűjtési időpontban hasonlóak, mint a kontroll parcellákban. A variancia-analízissel és t-próbával elvégzett statisztikai összehasonlító elemzés sem mutatott szignifikáns különbséget. Az is jól látszik, hogy legnagyobb tömegű a humuszsint, átlagos értéke több mint 10 t/ha, a bomló avar tömege meghaladja az 5 t/ha-t, az ép avar pedig 5 t/ha-nál kisebb mennyiségű.



2. ábra: A kontroll és a gyérített parcellák átlagos avar- és humuszmennyiségei (t/ha)

Figure 2. Amount ($t\ ha^{-1}$) of leaf litter and humus in three sampling periods (before and after leaf-shedding in 2015 and before leaf-shedding in 2016); left: average of control plots, right: average of thinned plots

Ha az egyes faállománytípusok átlagait külön elemezzük (3. ábra), akkor megfigyelhető, hogy azok avar- és humusztömegei jelentősen eltérnek egymástól, de a kontroll és a gyérintett parcellák közötti különbség itt sem jelentős. A legnagyobb tömegű avar- és humuszszínttel a gyertyános-tölgyesek (több mint 30 t/ha), a legkisebbel (kisebb mint 20 t/ha) pedig a kocsánytalan és a kocsányos tölgyesek rendelkeznek. Az összes szervesanyag-tömegben belül elsősorban a legintenzívebb bomlási stádiumban lévő humuszsúly eredményezi a kontroll és a gyérintett parcellák között tapasztalható pozitív vagy negatív eltéréseket. A különböző bomlási stádiumban lévő ép és bomló avar, valamint a humusz tömege nagyban függ a fafaj talajra hulló szervesanyagának évenkénti mennyiségétől, és főleg annak kémiai összetételétől, de természetesen a lebomlási folyamatokat befolyásoló időjárási körülményektől is.



3. ábra: Az egyes állománytípusok kontroll és gyérintett parcelláinak átlagos avar- és humuszmennyiségei (t/ha) a 2015. évi lombhullás után

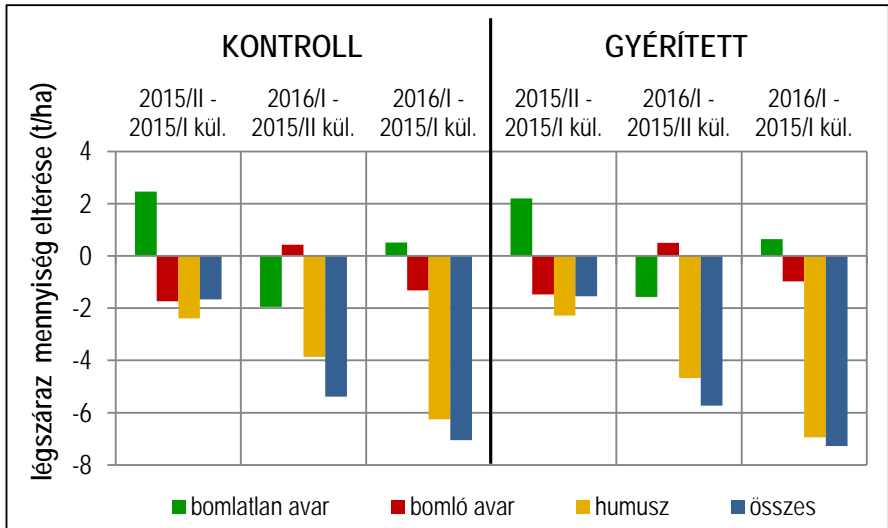
Figure 3. Amount ($t\ ha^{-1}$) of leaf litter and humus in the control and thinned plots of the investigated stand types after leaf-shedding in 2015

Összefoglalóan megállapítható, hogy a tartamos erdőgazdálkodás keretében végzett szakszerű erdőművelési beavatkozás (gyérités) a faállományok avar- és humuszmennyiségére nincsen hatással, szignifikáns különbség a kontroll (kezeletlen) és a gyéritett (kezelt) parcellák avar- és humusztömege között nem mutatható ki.

Időbeli változás

A kísérleti parcellákon az avar- és humusztömeg meghatározását három időpontban végeztük el. 2015-ben az őszi lombhullást megelőzően (2015/I.), majd azt követően lombhullás után (2015/II.), végül pedig a következő év lombhullást megelőző őszelőjén (2016/I.). A második mintavétel az évi inputról, azaz a 2015. évi őszi lombhullás mértékéről, és a közben eltelt idő alatti mennyiségi változásokról, a következő év őszi eleji mintavétele (2016/I.) pedig az egy év alatt végbement változás mértékéről nyújt információkat.

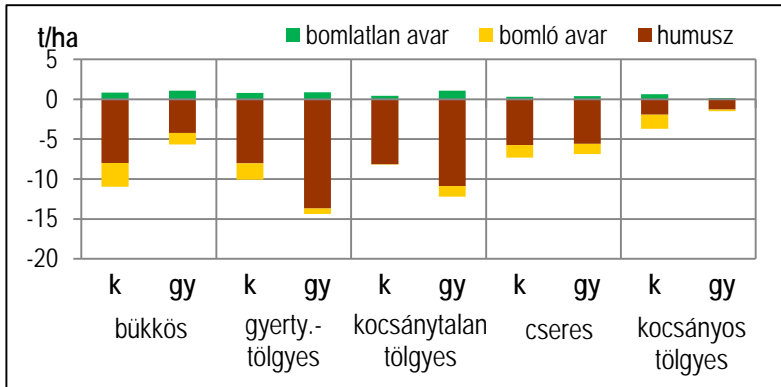
A mérési adatokból látszik, hogy a kontroll és a gyéritett parcellák vonatkozásában hasonló tendencia érvényesül (4. ábra). Már a 2015-ös két mintavétel során is egyértelmű szervesanyag-csökkenés volt megfigyelhető. Annak ellenére, hogy hektáronként több mint 2 t a friss lombhullásból származó ép avarbevetel, az összes szervesanyag-változás mégis csökkenést mutat, mert mind a bomló avar, mind pedig a humusz fokozatos lebomlásuk miatt veszített tömegéből (2015/II. < 2015/I.). Ennél azonban sokkal nagyobb a változás egy év elteltével. A 2015-ös és a 2016-os két lombhullást megelőző időszak alatt a kontroll parcellákon 7,1 tonnával (28 %) a gyéritett parcellákon pedig 7,3 (29 %) tonnával csökkent az avar és a humusz összes tömege. A csökkenés mértéke a humuszsztintben a legnagyobb (43 és 46 %), ami jelzi, hogy a humusz lebomlási folyamatai a legintenzívebbek.



4. ábra: 2015-ben az őszi lombhullást követően (2015/II.) és a 2016-ban az őszi lombhullást megelőzően (2016/I.) vett minták avar- és humusztömegeinek változása a 2015-ben gyűjtött mintákhoz (2015/I. és 2015/II.) viszonyítva

Figure 4. Differences in amount ($t\ ha^{-1}$) of leaf litter and humus between the sampling periods in 2015 (2015/I, 2015/II) and 2016 (2016/I)

Ha állománytípusonként vizsgáljuk az éves lebomlás mértékét (5. ábra), akkor látszik, hogy a legnagyobb mértékű lebomlás a gyertyános-tölgyesekben és a kocsánytalan tölgyesekben (több mint $10\ t/ha$), legkisebb pedig a kocsányos tölgyesekben (kisebb, mint $5\ t/ha$) volt. Az állománytípusok közötti eltérések két-háromszorosak is lehetnek.



5. ábra: A 2015. és 2016. évi lombhullást megelőzően begyűjtött avar- és humuszminták mennyiségi különbségei (t/ha) a faállománytípusok átlagában, kontroll (k) és gyérintett (gy) parcellák szerinti bontásban

Figure 5. Average mass changes ($t\ ha^{-1}$) of leaf litter and humus in one year (before leaf-shedding in 2015 and 2016) for the control (k) and thinned (gy) plots of the investigated stand types

Azon túlmenően, hogy a fajok levélkémiai összetétele nagyban befolyásolja a különböző stádiumban lévő szervesanyagok lebomlását, meghatározó jelentősége van a mindenkori időjárási körülményeknek. Általában a lebomlás melegebb és nedvesebb viszonyok együttes fellépésekor intenzívebb, mint a hűvösebb és szárazabb viszonyok mellett. Az időjárási viszonyokat az alábbiak szerint értékeltük:

- Ha megvizsgáljuk a 2015. év őszét, akkor azt látjuk, hogy a szeptember és a november jelentősen melegebb, míg az október hűvösebb, mint a sokévi átlag. Országos átlagban a teljes őszi időszak a hűvös október ellenére is 0,8 °C-kal haladta meg az ilyenkor megszokott átlagértéket. Az ország túlnyomó részén 11–12 °C között alakult az őszi átlaghőmérséklet. Ugyanakkor az őszi csapadék a szokásosnál nagyobb (139 %) volt országos átlagban. 2015 őszén a csapadék

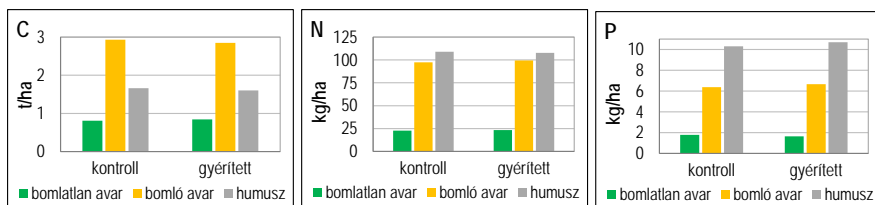
domb- és hegyvidékeinken mindenhol meghaladta a 250 mm-t. *Tehát a 2015. évi enyhe és csapadékos ősz kedvezett a szervesanyag-lebomlásnak (4. ábra).*

- Az ország nagy részén a 2015/16-os tél középhőmérséklete 2–3 °C között alakult. Az ország DNY-i területei bizonyultak a legmelegebbnek (háromhavi átlaghőmérséklet +3 °C feletti), a leghidegebb pedig ÉK-en volt megfigyelhető (+1 és +2 °C között). A 2015/16-os tél országos átlagban 2,4 °C-kal bizonyult melegebbnek az ilyenkor szokásosnál. Ugyanakkor a csapadékról elmondható, hogy a 2015/2016-os tél 146%-kal bizonyult csapadékosabbnak a megszokottnál. *Tehát a rendkívül enyhe és csapadékos tél szintén kedvezett a szervesanyag-lebomlásnak.*
- A 2016. évi tavasz országos átlagban 0,8 °C-kal bizonyult melegebbnek az ilyenkor szokásosnál, a sokévi átlaghoz viszonyított tavaszi csapadékösszeg pedig 15%-kal volt kevesebb. *Vagyis ez a tavasz a szervesanyag-lebomlás tekintetében kevésbé lehetett meghatározó, hiszen csak az egyik időjárási elem, a hőmérséklet volt kedvezőbb.*
- A nyári hónapokban az ország legnagyobb részén 20-21 °C között alakult az átlagos hőmérséklet, amely 0,5 °C-kal meghaladja a sokéves átlagot. Összességében 2016 nyara igen csapadékos volt, különösen a legmelegebb július. A nyári hónapok csapadékösszege (253 mm) országos átlagban 60 mm-rel haladta meg a sokéves átlagot. *Vagyis az amúgy is meleg és csapadékos nyárelő segítette a szervesanyag-lebomlást.*

Tápanyag-összetétel

Az avar- és humuszszint az erdei talaj termékenységének egyik forrása, ezért a fokozatosan lebomló szervesanyagból felszabaduló létfontosságú tápanyagok (C, N, K, Ca, Mg, P, Fe, Mn) mennyiségei indikátorként használhatók az emberi beavatkozások hatásának megítélésére. Az eredményeink alapján megállapítható, hogy a szén, a nitrogén, a foszfor, a kalcium, a magnézium és a kálium mennyisége a vizsgált parcellákban **alacsonynak számít, és a mull humuszformára jellemző értéknek felel meg.** A kontroll és a gyéritett parcellákat összevetve az átlagos tápanyagkészlet megegyezik (6., 7., 8. ábra), de az egyes állománytípusok között a szervesanyag-mennyiségek különbözősége miatt (3. ábra) **jelentős eltérések tapasztalhatók.**

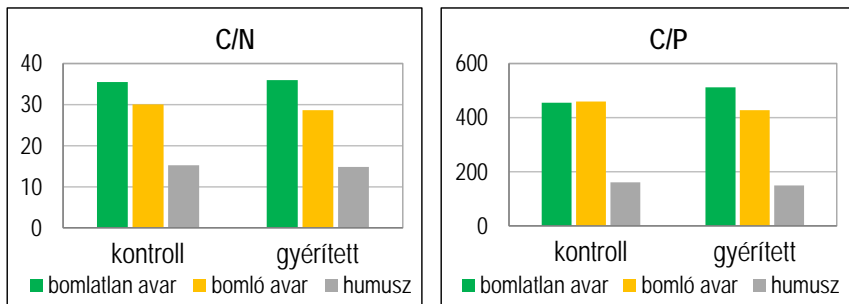
- A **szén** mennyisége átlagosan 5,35 t/ha, melynek nagyobb részét a bomló avarban (54 %) és a humuszban (30 %) felhalmozódott széntömeg teszi ki (6. ábra).
- A **nitrogén** mennyisége átlagosan 250 kg/ha, melynek nagyobb része szintén a bomló avarban (47%) és a humuszban (43%) halmozódott fel (6. ábra).
- A **foszfor** egy hektárra számított mennyisége átlagosan 18,7 kg, melynek nagyobb része szintén a humuszban (56 %) és bomló avarban (35 %) található (6. ábra).



6. ábra: A kontroll és a gyérített parcellák avar- és humuszsztintjének átlagos szén-, nitrogén- és foszforkészlete a 2015. évi lombhullás előtt gyűjtött minták alapján

Figure 6. Average stock of carbon, nitrogen and phosphorus in leaf litter and humus at the control and thinned plots based on the samples collected before leaf-shedding in 2015

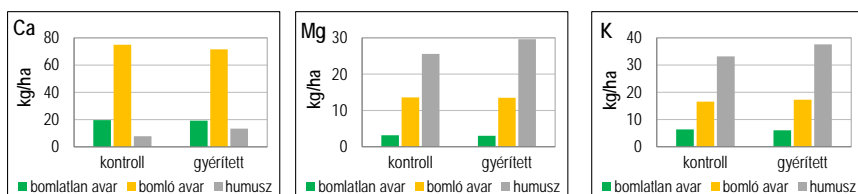
- A **C/N-arány** és a **C/P-arány** egy olyan mutatószám, amely a humuszminőség és a talaj biológiai aktivitásának jellemzésére szolgál. Megmutatja a lebomlási folyamatok mértékét, továbbá a nitrogén és a foszfor mineralizációs fokát. Kedvező arányok mellett, azaz minél kisebbek az értékek, a szervesanyag lebomlása gyors és az így felszabadult tápanyagok a folyamatban résztvevő szervezetek és a fák számára azonnal rendelkezésre állnak. A humuszsztintben mind a C/N (15), mind a C/P (155) arány értéke alacsony (7. ábra), mull humuszformának megfelelő értékű. A kontroll és a gyérített parcellák átlagában a humusz C/N és C/P arányai megegyeznek



7 ábra: A kontroll és a gyérített parcellák avar- és humuszsztintjének átlagos C/N- és C/P-aránya a lombhullás előtt gyűjtött minták alapján

Figure 7. Carbon/nitrogen and carbon/phosphorus ratio in leaf litter and humus at the control and thinned plots based on the samples collected before leaf-shedding in 2015

- A **kalcium** egy hektárra számított mennyisége átlagosan 103 kg, melynek nagyobb része a bomló avarban (71 %) halmozódott fel, majd az ép avarban (19 %) és a humuszban (10%) jóval kisebb a készlet (8. ábra).
- A **magnézium** mennyisége átlagosan 44,2 kg/ha, melynek nagyobb részét a humuszban (62 %) és a bomló avarban (31 %) felhalmozódott magnézium teszi ki (8. ábra).
- A **kálium** egy hektárra számított mennyisége átlagosan 58,5 kg, melynek nagyobb része szintén a humuszban (60 %) és a bomló avarban (29 %) mutatható ki (8. ábra).



8. ábra: A kontroll és a gyérített parcellák avar- és humuszsztintjének átlagos kalcium-, magnézium- és káliumkészlete a 2015- évi lombhullás előtt gyűjtött minták alapján

Figure 8. Average stock of calcium, magnesium and potassium in leaf litter and humus at the control and thinned plots based on the samples collected before leaf-shedding in 2015

ÖSSZEFOGLALÁS

Több bükkös, gyertyános-tölgyes, kocsánytalan tölgyes, cseres és kocsányos tölgyes faállomány kontroll és gyérített kísérleti parcelláiban gyűjtött avar- és humuszminták mennyiségi és kémiai elemzéséből megállapítható, hogy

- a 2015 ősztől 2016 ősziig eltelt egy év alatt az avar- és humuszsint tömegének mintegy 30 %-a lebomlott, azaz ez a mennyiség az avar- és humuszsintből hiányzik.
- A lebomlás mértéke állománytípusonként különbözik, és a kérdéses időszak időjárási körülményei, azaz az átlagnál magasabb hőmérséklet és csapadékmennyiség ehhez hozzájárult.
- A vizsgált állománytípusok avar- és humuszsintjének tápanyagösszetétele és tápanyagkészlete átlagban megfelel a jó minőségű mull humuszformára jellemző értékeknek, a tápanyagok összes mennyiségei csökkenő sorrendben az alábbiak:

N:250 kg/ha > Ca:103 kg/ha > K:59 kg/ha > Mg:44 kg/ha > P:19 kg/ha

- A humuszminőség és a talaj biológiai aktivitásának jellemzésére szolgáló C/N-arány értéke alacsony (15) a mull humuszformára jellemző nagyságú.
- A szén és a kalcium kivételével, melyek legnagyobb mennyiségben a bomló avarban, majd a humuszsintben fordulnak elő, a humuszban tárolódik a legtöbb nitrogén, foszfor, magnézium és kálium, majd pedig ezt követi bomló avar.
- A kevésbé gyérített (kontroll) és az erősebben gyérített parcellák átlagában az egyes tápanyagok átlagos mennyisége megegyezik.
- Az egyes faállománytípusok avar- és humuszsintjének tápanyagkészlete, azok szervesanyag-mennyiségeinek különbözősége miatt, jelentősen eltérhet egymástól.

Az eddigi eredmények alapján a tartamos erdőgazdálkodás és a szakszerű erdőművelési beavatkozások (gyérités) a faállományok avar- és humuszmennyiségét nem befolyásolják, azaz nincsen szignifikáns különbség a kontroll (kezeletlen) és a gyéritett (kezelt) parcellák avar- és humusztömege, továbbá tápanyagkészlete között. A humuszmegőrző és azt kímélő erdőgazdálkodás, mint pl. a nagy területű tarvágások megszüntetése, vagy a kíméletes közelítések bevezetése, messzemenőig hozzájárul egy kiegyensúlyozott tápanyag-körforgalom és az ökológiai potenciál fenntartásához.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A kutatás a VKSZ_12-1-2013-0034 számú „Agrárklíma.2” projekt támogatásával valósult meg.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- Berg, B. (1998): Organic matter quality and C/N ratio as controlling factors of RSOM turn over. *Mitteilungen der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft* 87: 381–417
- Fabiánek, T., Menšík, L., Tomášková, I., Kulhavý, J. (2009): Effects of spruce, beech and mixed commercial stand on humus conditions of forest soils. *Journal of Forest Science* 55(3): 119–126.
- Führer E., Bidló A., Somogyi Z. (2014): Szénkészlet és talajtermékenység. In: Bidló A., Király A., Mátyás Cs. (szerk.): *Agrárklíma: Az előrevetített klímaváltozás hatáselemzése és az alkalmazkodás lehetőségei*. Nyugat-magyarországi Egyetem Kiadó, Sopron. 101–117.
- Járó Z. (1958): Alommennyiségek a magyar erdő egyes típusaiban. *Erdészettudományi Közlemények* 1958(1): 151–162.
- Járó Z. (1963): A lomb bomlása különböző állományok alatt. *Erdészeti Kutatások* 59(1-2): 95–104
- Kollár T., Veperdi G., Rédei K. (2018): A fatermési, erdőnevelési és hálózati tartamkísérletek múltja, jelene és jövője. *Erdészeti Lapok* 153(10): 306–310.
- Koloszár J. (1978): Az erdei humusz minőségi változásának vizsgálata az erdőfejlődés egyes szakaszaiban a szentgyörgyvölgyi szálalóerdő területén. *Erdészeti és Faipari Egyetem Tudományos Közleményei* 1978.: 61–67.
- Meiwes, K. J., König, N., Khanna, P. K., Prenzel, J., Ulrich, B. (1984): Chemische Untersuchungsverfahren für Mineralböden, Auflagehumus und Wurzeln zur Charakterisierung und Bewertung der Versauerung in Waldböden. *Berichte des Forschungszentrums Waldökosysteme/Waldsterben an der Universität Göttingen* 7: 1–67.

- Menšík, L., Kostková, E., Kulhavý, J. (2015): The effect of thinning on humus conditions in spruce and beech stands in the Highlands area of the Czech Republic. *Beskydy* 8(2): 101–110.
- Patzel, N., Ponge, J-F. (2001): The heterogeneity of humus components in a virgin beech forest. *European Journal of Soil Biology* 37(2): 117–124.
- Rehfuess, K. E. (1999): Indikatoren der Fruchtbarkeit von Waldböden – zeitliche Veränderungen und menschlicher Einfluss. *Forstwissenschaftliches Centralblatt* 118: 88–96
- Tate, R. L. (1992): *Soil organic matter: Biological and ecological effects*. Krieger, Malabar. 304 pp.