

EGY CSERES FAÁLLOMÁNY FÖLD FELETTI ÉS FÖLD ALATTI SZERVES-ANYAGÁNAK MEGHATÁROZÁSA

Führer Ernő¹, Csiha Imre², Szabados Ildikó¹, Pödör Zoltán³ és Jagodics Anikó¹

¹NAIK Erdészeti Tudományos Intézet, Erdőművelési és Ökológiai Osztály, Sopron

²NAIK Erdészeti Tudományos Intézet, Ültetvényyszerű Fatermesztési Osztály

³Nyugat-magyarországi Egyetem, Simonyi Károly Műszaki, Faanyagtudományi és Művészeti Kar

Kivonat

Az erdők szénforgalomban betöltött szerepének általános megítélése a klímaváltozás érvényesülése és mérséklése tekintetében pozitív. Ahhoz, hogy ezt magyarországi adatokkal is alátámaszthassuk, viszonyítási alapként ismernünk kell a hazai erdőkben tárolt szén mennyiségét. Feltételezve, hogy a klímaváltozás hatására melegebb és szárazabb körülmények fognak uralkodni, nagyobb jelentősége lesz az olyan őshonos fafajoknak, melyek az új helyzetben is életképesek maradhatnak. Ezek közé tartozik a cser, mely fafaj egy állományának föld feletti és föld alatti biomasz-tömegét határoztuk meg szétegyenértékben kifejezve. A mérések alapján az összes szerves anyag 70%-a a föld felett, 30%-a pedig a föld alatt, a talajban található. Az egyes kompartmentek aránya csökkenő sorrendben a következő: törzs 55%, gyökérzet 24%, ágak 13%, tuskó 6% és végül a levélzet 2%. A levélzet nélküli föld feletti és a föld alatti dendromassza aránya 2,3. A korábbi, más fafajokkal végzett vizsgálatok eredményeit is figyelembe véve meghatároztuk a klímfüggő arányszám és az erdészeti szárazsági index (FAI) közötti kapcsolatot, így az élőfakészlet és a klímfüggő arányszám ismeretében becsülhető a föld alatti dendromassza szénkészlete.

Kulcsszavak: cser, szénkészlet, klímaindex, arányszám

ABOVEGROUND AND BELOWGROUND DENDROMASS IN A STAND OF TURKEY OAK

Abstract

In general view, the role of forests in carbon cycle is considered to be positive in reference to the impacts and mitigation of climate change. To verify this by results in Hungary, we have to assess the amount of carbon stored in forests in Hungary as a basis for comparison. Expecting warmer and drier climate as an effect of the climate change, we have to prefer the native tree species that are able to survive and maintain vitality under the new conditions. Therefore in a stand of Turkey oak we investigated the compartments of aboveground and belowground dendromass in terms of carbon equivalent. According to the results, 70% of the total dendromass was above and 30% of it was below the ground. Percentage of the compartments in descending order are as follows: stems: 55%, roots 24%, branches 13%, trunks 6% and foliage 2%. The ratio of aboveground (without foliage) and belowground carbon stock is 2.3. Taking our previous results of other forest stands into account, we could determine the correlation of Forestry Aridity Index (FAI) and this ratio. Hence the carbon amount in belowground dendromass can be estimated based on the stand volume and this climate-dependent ratio.

Keywords: Turkey oak, carbon stock, climate index, ratio

Levelező szerző/Correspondence:

Führer Ernő, 9400 Sopron, Paprét 17.; e-mail: fuhrere@erti.hu



BEVEZETÉS

A faállományok szervesanyag-készletének meghatározásával foglalkozó kutatások több mint száz éve kezdődtek, és elsősorban a föld feletti dendromassza, azaz az élőfakészlet tömegének megállapítására törekedtek. Magyarországon az 1950-es években indultak ilyen irányú kutatások (Járó és Horváthné 1959; Gyarmatiné 1978; Járó 1979, 1990; Ujváriné és mtsai 2001). A biomassza mennyisége mellett, annak kompartmentek szerinti eloszlása is fontos információt szolgáltat az egyes fajok klímatoleranciájának mélyebb megismeréséhez. A föld feletti szerves anyag nagy pontosságú becsléséhez a kiindulási adatok az erdészeti adatbankban rendelkezésre állnak, azonban a föld alatti dendromassza mennyiségére vonatkozóan a különböző ökológiai körülmények és fajok, illetve állománytípusok esetében nagyon kevés információval rendelkezünk. Az 1970-es évektől indultak az ökoszisztémák produktívájával és az ökológiai tényezők szerepével kapcsolatos nagyobb projektek, melyek a fontosabb fajok finomgyökérzetét is vizsgálták (Göttsche 1972; Hoffmann 1974; Persson 1979, 1980; Glatzel 1983; Karpov 1983; Blommborg és Hall 1986; Yin és mtsai 1989; Sanantonio 1990; Rastin 1991; Büttner és Leuschner 1994).

Hazánkban először az alföldfásítás, illetve szikfásítás keretében kezdődtek fák és cserjék gyökérzetére vonatkozó kutatások (Magyar 1929, 1961; Faragó 1960, 1972), melyek vázas rendszerű gyökérfeltárások voltak. Ezek a vizsgálatok elsősorban a termőhely-hasznosítás és a talajszerkezet hatásának kérdéskörében nyújtanak információt. Járó (1991, 1995) az 1990-es években több állományalkotó faj esetében végzett monolitikus gyökérvizsgálatokat, melyek már a gyökérmennyiségre és -minőségre vonatkozóan is adtak eredményeket.

Az „Erdő-Klíma” kutatási program (NKFP 3/B/0012/2002) keretében 2003 és 2006 között három fontos őshonos faállománytípus (bükkös, gyertyános-kocsányos tölgyes, cseres) egy-egy optimális körülmények között tenyésztő állományának szervesanyag-mennyiségét határoztuk meg (Führer és Jagodics 2009; Führer és mtsai 2011a). Az adatokat a klíma és szervesanyag-képzés közötti összefüggések feltárása végett a klíma erdészeti szempontból fontos paramétereivel vetettük össze. Ezen összefüggések ismeretében lehetőség nyílik a klímaváltozás erdőgazdálkodásra gyakorolt közvetett hatásainak becslésére. A korábbi vizsgálatok eredményei az alkalmazott klímaparaméterek és az erdészeti szárazsági index (FAI) alapján két erdészeti klímaosztály (bükkös és gyertyános-tölgyes) termőképességének meghatározásához nyújtottak információkat, azonban a kocsánytalan tölgyes ill. cseres és erdőössztyepp klímaosztályokban jellemző szervesanyag- illetve szénkészletre vonatkozóan még nem rendelkezünk pontos adatokkal.

Jelen kutatás során egy tipikus kocsánytalan tölgyes ill. cseres klímában található cseres faállomány szervesanyag-mennyiségét, ennek kompartmentek szerinti eloszlását határoztuk meg. Ezen túlmenően a korábbi eredmények figyelembe vételével elemeztük, hogy a FAI-tól függően hogyan változik a föld feletti és föld alatti dendromassza szénkészletének aránya.

ANYAG ÉS MÓDSZER

A kísérleti objektum kiválasztásának egyik szempontja az volt, hogy a cser, mint faj az adott klímára jellemző erdőtársulás meghatározó alkotója legyen. Ezért a vizsgált faállomány erdészeti klímaosztálya kocsánytalan tölgyes ill. cseres. Ugyancsak fontos kiválasztási szempont volt, hogy a faállomány éves növekedése, vagyis szervesanyag-képzése még intenzív legyen, azaz kora az átlagnövedék kulminációs idejét ne haladja meg. Ekkor ugyanis a termőhely termőképességét szinte kizárólag a faállomány hasznosítja.

A vizsgált állomány jellemzése

A kiválasztás során megvizsgáltuk a cserések előfordulását fatermőképesség szerint, majd olyan területek adatbanki leválogatását végeztük el, ahol tipikusan cseres klíma uralkodik és a szervesanyag-képzésnek a klímán, mint termőhelyi tényezőkön kívül nincsenek egyéb korlátozó tényezői. Így választottuk ki a teljes dendromassa (föld feletti és föld alatti) felvételezéséhez a Gödöllői-dombság erdészeti tájban, Valkó közelében található Vácszentlászló 34A erdőrészletet.

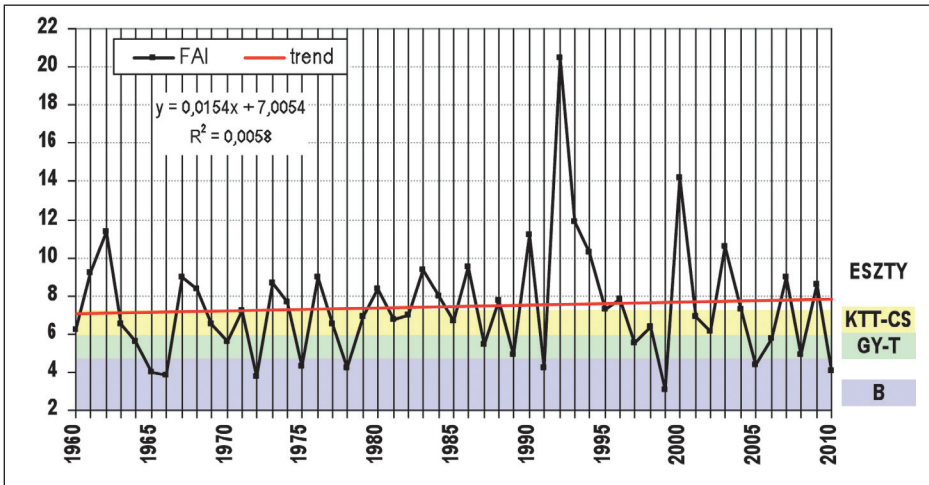
Az erdőrészlet 150–250 m tengerszint feletti magasságban, északi kitétségű domboldalon fekszik, lejtése 2,5–5°. Többlévtízhatástól független hidrológiájú, mély termőrétegű (140 cm), főleg vályog talajfizikai féleségű barnaföld jellemző a termőhelyre. A faállomány mag eredetű, kora 55 év, megfelelően zárt, főfafaja 96%-os elegyarányal a cser, ezen kívül 4%-nyi kocsányos tölgy fordul még elő a részlet északi sarkában, szórt elegyként. A cser II. fatermési osztályú, átlagmagassága 24 m, az átlagos mellmagassági átmérője 24 cm, záródása 90 %, a körlapösszeg 24,3 m²/ha, folyónövedéke 6,5 m³/ha/év, a fakészlete pedig 308 m³/ha. A faállomány alatt néhol sűrű cserjeszint alakult ki, melynek fajai a vadrózsa, cseregalagonya, mezei juhar, fagyal, egybibés galagonya, szeder, kökény, vadkörte. Cser és mezei juhar újulat található a részletben.

Az erdőrészletben egy 20 m × 17 m területű parcellát tűztünk ki, melyben törzsenkénti állomány-felvételezést végeztünk. A 340 m² nagyságú területen 18 törzs volt, ezek átlagos mellmagassági átmérője 25,2 cm, átlagmagassága 23,0 m, körlapösszege 0,9215 m² és átlagos fatérfogata 0,600 m³. Egy hektárra vonatkoztatva a törzsszám 529 db, a körlapösszeg 27,1 m², a fakészlet pedig 317,6 m³, mely értékek kissé nagyobbak az egész erdőrészletre jellemző adatoknál.

A kísérleti terület az erdészeti szárazsági index (FAI) 50 éves (1961–2010) adatsora alapján a kocsánytalan tölgyes ill. cseres erdészeti klímakategóriába sorolható (Führer 2010; Führer és mtsai 2011b). Kocsánytalan tölgyes ill. cseres klíma ott alakul ki, ahol a FAI értéke 6,00 és 7,25 közé esik, a kísérleti objektumra számított átlagos értéke pedig 6,52. Az éves csapadékösszeg 50 éves átlaga 569 mm, míg az évi középhőmérséklet sokéves átlaga 9,7 °C. A tenyészidőszakban átlagosan 371 mm csapadékösszeg a jellemző, ebből 112 mm a legmelegebb, ún. kritikus hónapokban (július–augusztus) hullik. Ezen időszakokban az átlaghőmérsékletek pedig 15,6 °C és 20,0 °C. Az 50 éves perióduson belül az 1991–2010 időszakban a nyári hőmérsékletek emelkedő trendje figyelhető meg az 1961–1990 időszakhoz képest. Július–augusztus hónapokban a két időszak átlaghőmérséklete közti különbség eléri az 1 °C-ot. Amíg az éves csapadék csökkenő trendű, addig a nyári időszakban kismértékű növekedés figyelhető meg. Megállapítható továbbá az is, hogy az 1961-től 1990-ig terjedő bázisidőszakhoz képest az 1991–2010-es periódus szélsőségesebb időjárású, hiszen a kiugróan száraz évek (rendkívül magas FAI-érték: 1992, 2000) előfordulása gyakoribb, mint az azt megelőző időszakban (1. ábra).

A dendromassa felvétele

A fő szervesanyag-képzés (V–VIII. hó) befejeződésekor, augusztus második felében végeztük el a föld alatti és föld feletti dendromassa helyszíni felvételét. A fatermési és állományszerkezeti viszonyok ismeretében a parcellán belül négy olyan törzset választottunk ki, amelyek az állományt reprezentálják. A négy törzset magában foglaló 8 m × 10 m-es területen található cserjéket és újulatot tömegmérés, valamint laboratóriumi vizsgálatok céljából összegyűjtöttük. A kísérleti parcellában a felvételkor feltűnően sok friss (zöld színű) cser levél borította a talajt, amelyek feltehetően az előző napi vihar következtében hullottak le. A cserjék eltávolítása után a terület négy sarkán és közepén 1–1 m²-ről mintát gyűjtöttünk ezekből a levelekből, majd a földön heverő száraz ágakat is összegyűjtöttük. Ezt követte a négy mintafa koronavetület mérése, és a törzsek egymáshoz viszonyított helyzetének felmérése.



1. ábra: A FAI érték alakulása a kísérleti területen az elmúlt 50 évben (B: bükkös klíma, GY-T: gyertyános-tölgyes klíma, KTT-CS: kocsánytalan tölgyes ill. cseres klíma, ESZTY: erdőssztyepp klíma)

Figure 1: FAI values and trend line of the past 50 years for the Turkey oak stand under investigation (B: section of beech climate category, GY-T: section of hornbeam-oak climate category, KTT-CS: section of sessile oak/Turkey oak climate category, ESZTY: section of forest steppe climate category)

A kijelölt négy mintatörzset kidöntöttük, és Führer és Jagodics (2009) által ismertetett metodika szerint elemeztük. A dendromassa szerves-anyagát két csoportba soroltuk:

- föld feletti szerves-anyag: lombzat, törzsfá és ágak,
- föld alatti szerves-anyag: tuskó és gyökérfa (gyökérfa), gyökérzet.

A kidöntött mintafák lombzatát leválasztottuk, élőnedves állapotban mértük a tömeget, majd átlagmintát vettünk a laboratóriumi vizsgálatokhoz. A törzs (fa és kéreg) és a nagyobb ágak tömegének meghatározása a gyakorlatban alkalmazott átmérőcsoportoknak (6, 8, 10, 12, ... cm) megfelelően a csúcstól mért darabolással történt (2. ábra). Az egyes darabokat a helyszínen lemértük, laboratóriumi vizsgálatok céljára a megadott átmérőcsoportoknál korongokat vágtunk. A vékonyabb ágakat átmérő szerint szétválogattuk, lemértük, és azokból is átlagmintákat vettünk.

A gyökérzet- és talajfeltáráshoz Járó (1995) által leírt módszer alapján a törzsek között a termőréteg mélységéig futóárkot ástunk, és az így kialakult szelvényfalakból 1 dm³-es talaj monolitokat (1500 db) szedtünk (3. ábra). A monolitokból a gyökereket átmérőcsoportok szerint kiválogattuk, légszáraz állapotban lemértük, és talajmélységenként átlagmintákat vettünk. Végül a mintafák tuskóinak kiemelését és talajtól való megtisztítását követően azok tömegének meghatározását a légszáraz állapot elérése után végeztük el.

Minden egyes kompartment (levél, hajtás, ágak, törzs, gyökér) átlagmintái laboratóriumba kerültek a szárazanyag-tartalom meghatározása végett. Az egyes kompartmentekből vett mintáknak mértük a tömegét élőnedves, légszáraz és abszolút száraz állapotban, valamint laboratóriumi vizsgálatok során meghatároztuk azok elemi szén és nitrogéntartalmát is. Az így kapott eredményeket a vizsgált állomány egy hektárjára vonatkoztatva értékeljük.



2. ábra. A kidöntött törzsek darabolása átmérőcsoportok szerint
Figure 2: Stem of felled tree cut at specified diameters

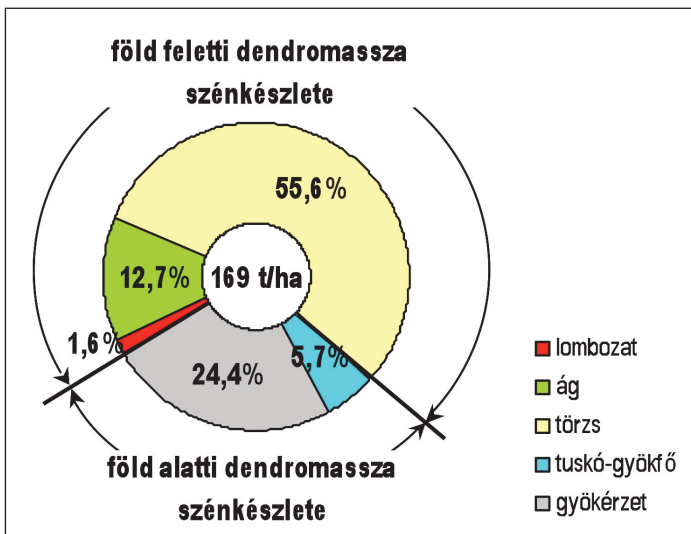


3. ábra. Gyökér- és talajfeltárás talajmonolitokkal
Figure 3: Sampling of soil and roots applying the method of soil monoliths

EREDMÉNYEK

A cseres ökoszisztéma föld feletti szervesanyag-mennyisége szénkészletben kifejezve hektáronként összesen 118 tonna (4. ábra). A cserjék szerves-anyagát is figyelembe véve a lombzatban található szén tömege ebből hektáronként 3 t, az ágszerkezetben pedig már 21 t széntömeg tárolódik. A dendromasszát tekintve a faállomány törzsei a legnagyobb széntárolók, ebben a kompartmentben egy hektárra vetítve 94 t szén halmozódott fel. Összességében tehát a föld feletti szénkészlet 2%-a a lombzatban, 18%-a az ágszerkezetben és 80%-a a törzsekben található.

Az ökoszisztéma föld alatti szénkészlete a föld felettinél kisebb, 51 t/ha. Ennek 20%-át a tuskó és gyöktő tömege teszi ki, 80%-át pedig a termőréteget sűrűn behalózó, különböző átmérőcsoportba sorolható gyökérszövet adja. Méréseink alapján a gyökérszövet abszolút száraz tömege a vizsgált cseresben 41 t/ha. Aránya a teljes dendromasszához (föld feletti és föld alatti együtt) viszonyítva valamivel több, mint 24%. A fiziológiai szempontból fontos, 2 mm-nél kisebb átmérőjű gyökerek aránya 20%, az 50 mm-nél vastagabb tartógyökerek aránya pedig 37%. A gyökértömeg 95%-a a talaj felső 100 cm-es rétegében található.

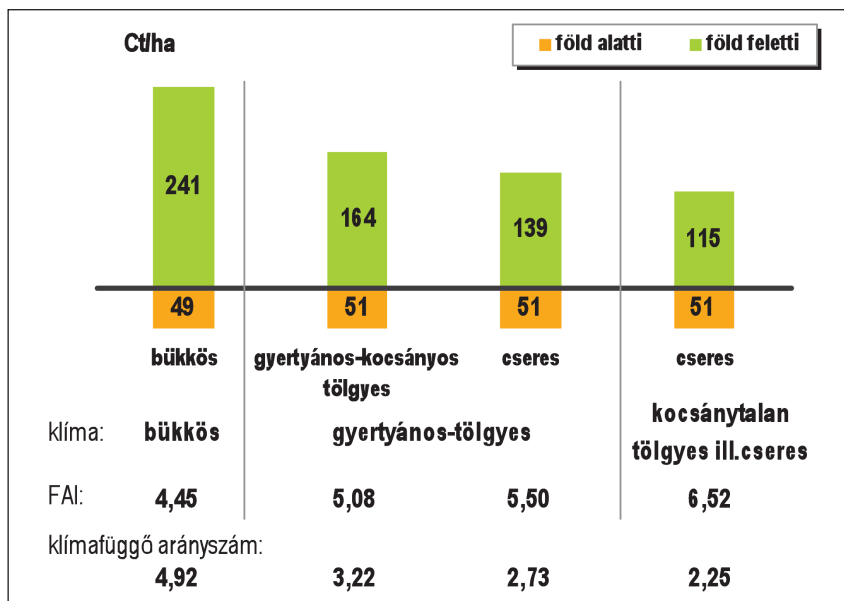


4. ábra: A cseres faállomány szénkészletének megoszlása a kompartmentek szerint
Figure 4: Carbon stock of the Turkey oak stand according to the compartments of dendromass

A vizsgált cseres ökoszisztéma föld alatti és föld feletti dendromasszájában összességében tehát 169 t az egy hektárra számított szénkészlet. Ennek 30%-a a föld alatti dendromasszában, 70%-a pedig a föld feletti dendromasszában található. Az egyes kompartmentek aránya csökkenő sorrendben így a következő: törzs 55%, gyökérszövet 24%, ág 13%, tuskó 6% és végül a levélzet 2%. A föld feletti és a föld alatti dendromassza aránya 2,3.

A mért adatokat összehasonlítottuk más klímában tenyésztő klímajelző fafajok hasonló mérési eredményeivel is (Führer és Jagodics 2009; Marjanović és mtsai 2011). A vizsgált állományok fejlődési stádiuma hasonló, növekedésük erélye a folyó- és az átlagnövedék kulminációs ideje közé esik. Koruk és állományszerkezetük is e stádiumnak megfelelő. E helyeken azonban a klimatikus viszonyok kedvezőbbek (alacsonyabb értékű szárazsági index), mint Valkó-Gödöllő környékén (5. ábra). Mindez pozitívan hat a szervesanyag-produkcióra, hiszen a föld feletti dendromassza a jobb körülmények mellett abszolút értékben és arányában is nagyobb. A klímát jellemző FAI érték csökkenésével a vizsgált faállományok szénkészlete egyértelműen növekszik. Amíg a nedvesebb és hűvösebb klímájú bükkös élőfakészletének széntömege több mint duplája (241 t/ha) a

valkói cseresének (115 t/ha), addig a föld alatti dendromassza tömege hasonló nagyságú. A különböző erdei ökoszisztémák fái tehát a rendelkezésükre álló termőréteget azonos mértékben, jól behálózzák, a klimatikus adottságoktól függően azonban az élőfakészletükben tárolt szénkészlet jelentősen különbözik egymástól. Ez az eredmény arra enged következtetni, hogy a klímában bekövetkező negatív tendenciák várhatóan a földfeletti dendromassza nagyságát, összességben pedig a faállományok élőfakészletét fogják csökkenteni. Mindez pedig drasztikusan befolyásolhatja negatív értelemben az erdőgazdálkodás jövedelmezőségét is.

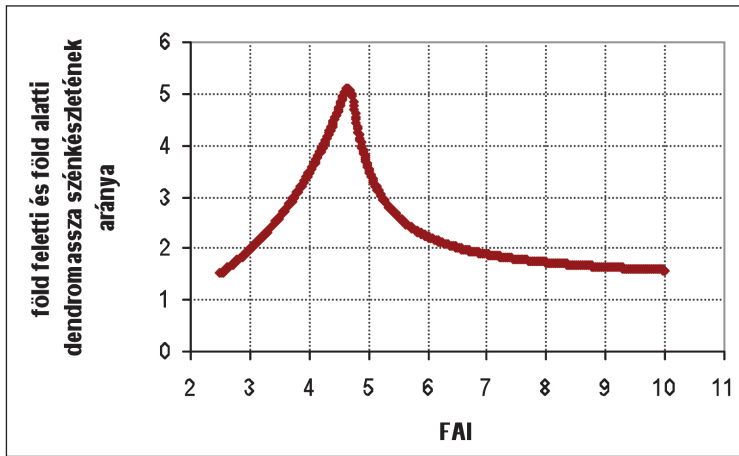


5. ábra: A föld feletti (levél nélkül) és föld alatti dendromassza szénkészlete a vizsgált állományokban
 Figure 5: Carbon stocks of aboveground (without foliage) and belowground dendromass in the investigated forest stands

AZ EREDMÉNYEK GYAKORLATI HASZNOSÍTÁSA

Az eddigi megfigyelések alapján megállapíthatjuk tehát, hogy a kedvezőbb klímadottságok pozitívan hatnak a fák szervesanyag-produkciójára. Amennyiben az élőfakészlet szénttartalmát a gyökér, a gyökfő és a tuskó együttes szénttartalmához viszonyítjuk, egyértelműen látszik, hogy a föld alatti dendromassza egységnyi tömegű szénkészletére egy a klímától függő élőfakészlet szénkészlet tartozik. Vagyis rosszabb, azaz melegebb és szárazabb klímakörülmények között ez az arány csökken. Tehát, amíg a bükkös klímában tenyésző bükkösben e klímafüggő arányszám értéke 4,92, addig a kocsánytalan tölgyes ill. cseres klímában lévő cseresben 2,25, a gyertyános-tölgyes klímában található cseresben viszont már 2,73, az ugyanitt található gyertyános-kocsányos tölgyesé pedig 3,22 (3. ábra). Természetesen a nagyon hűvös és igen csapadékos körülmények ugyancsak a klímafüggő arányszám csökkenését eredményezik. Ha tehát ismerjük a föld feletti dendromassza, azaz az élőfakészlet erdőtervi nagyságát, az alapján pedig a benne tárolt szén mennyiségét, akkor a klímafüggő arányszámmal osztva számítható a föld alatti dendromasszában tárolt szénkészlet nagysága is. Amennyiben kedvezőtlenebb talajadottságok, mint pl. vékonyabb termőréteg, vagy cementált vízzáró réteg miatt a föld feletti élőfakészlet kisebb, akkor a föld alatti dendromassza is ennek megfelelően kevesebb. Bár e megközelítés bizonyára nem érvényes minden esetre, mégis pontosabb becslési adatot szolgáltat annál a szemantikus számítási módnál, hogy a föld alatti dendromassza eléri a teljes dendromassza 20-25%-át.

További előnye, hogy a klímaváltozással összefüggően a módosuló föld feletti dendromassza arányában a föld alatti dendromassza szénkészletére nézve is közelítő adatokhoz juthatunk. A klímfüggő arányszám maximális értéke az eddigi megfigyelések alapján a bükkös és a gyertyános-tölgyes erdészeti klímaosztály határára jellemző klímakörülményeknél alakul ki (FAI: 4,65-4,85). Ekkor elegendő az evapotranszpirációhoz szükséges csapadék, és a vegetációs periódus átlaghőmérséklete is kedvező. A klímfüggő arányszám maximális tartományát jelző FAI értéknél alacsonyabb vagy magasabb tartományban a föld feletti és föld alatti dendromassza aránya is alacsonyabb. A konkrét mérési eredmények és egyéb elméleti megfontolások alapján a 6. ábrán láthatjuk azt az elméleti összetett görbét, aminek pontjai a FAI függvényében megfelelően közelítik a föld feletti és a föld alatti dendromassza viszonyát kifejező klímfüggő arányszámokat. A maximális aránytól balra és jobbra is egy-egy exponenciális jellegű csökkenést feltételezünk, ahol az előbbi egy gyorsabb, utóbbi egy lassabb ütemű csökkenést jellemez. 2,5 alatti és 10 feletti átlagos FAI értékkel a magyarországi viszonyok között gyakorlatilag nincs értelme foglalkozni.



6. ábra: A föld feletti és föld alatti dendromassza szénkészletének aránya a FAI függvényében
Figure 6: Ratio of carbon stock in aboveground and belowground dendromass as a function of FAI

Ennek megfelelően Magyarország esetében az élőfakészlet szénkészletéből a 1. táblázatban közölt adatok segítségével becsülhetjük fajajtól függetlenül a föld alatti dendromassza aktuális szénkészletét, és amennyiben az élőfakészlet változni fog, akkor annak várható értékét is.

1. táblázat: A föld feletti és a föld alatti dendromassza szénkészletének arányszáma (Y) a FAI függvényében
Table 1: FAI values and the correlated ratios of carbon stock in aboveground and belowground dendromass (Y)

FAI	Y	FAI	Y	FAI	Y	FAI	Y	FAI	Y
2,50	1,511	4,05	3,580	5,40	2,727	6,95	1,898	8,50	1,680
2,55	1,554	4,10	3,687	5,45	2,665	7,00	1,887	8,55	1,676
2,60	1,597	4,15	3,800	5,50	2,609	7,05	1,876	8,60	1,672
2,65	1,642	4,20	3,916	5,55	2,557	7,10	1,866	8,65	1,668
2,70	1,688	4,25	4,038	5,60	2,509	7,15	1,856	8,70	1,664
2,75	1,735	4,30	4,164	5,65	2,464	7,20	1,847	8,75	1,660
2,80	1,783	4,35	4,296	5,70	2,423	7,25	1,838	8,80	1,656

Az 1. táblázat folytatása

FAI	Y	FAI	Y	FAI	Y	FAI	Y	FAI	Y
2,85	1,832	4,40	4,434	5,75	2,385	7,30	1,829	8,85	1,652
2,90	1,883	4,45	4,578	5,80	2,349	7,35	1,820	8,90	1,648
2,95	1,935	4,50	4,728	5,85	2,315	7,40	1,812	8,95	1,645
3,00	1,989	4,55	4,886	5,90	2,284	7,45	1,804	9,00	1,641
3,05	2,044	4,60	5,048	5,95	2,254	7,50	1,796	9,05	1,638
3,10	2,100	4,65	5,100	6,00	2,226	7,55	1,789	9,10	1,634
3,15	2,158	4,70	5,026	6,05	2,200	7,60	1,782	9,15	1,631
3,20	2,218	4,75	4,777	6,10	2,175	7,65	1,775	9,20	1,627
3,25	2,279	4,80	4,430	6,15	2,152	7,70	1,768	9,25	1,624
3,30	2,343	4,85	4,146	6,20	2,130	7,75	1,761	9,30	1,621
3,35	2,408	4,90	3,909	6,25	2,109	7,80	1,755	9,35	1,618
3,40	2,475	4,95	3,709	6,30	2,089	7,85	1,748	9,40	1,615
3,45	2,544	5,00	3,537	6,35	2,070	7,90	1,742	9,45	1,612
3,50	2,616	5,05	3,389	6,40	2,052	7,95	1,736	9,50	1,609
3,55	2,689	5,10	3,259	6,45	2,034	8,00	1,731	9,55	1,606
3,60	2,765	5,15	3,144	6,50	2,018	8,05	1,725	9,60	1,603
3,65	2,844	5,16	3,123	6,55	2,002	8,10	1,720	9,65	1,601
3,70	2,925	5,17	3,102	6,60	1,987	8,15	1,714	9,70	1,598
3,75	3,009	5,18	3,081	6,65	1,973	8,20	1,709	9,75	1,595
3,80	3,096	5,19	3,061	6,70	1,959	8,25	1,704	9,80	1,593
3,85	3,186	5,20	3,042	6,75	1,946	8,30	1,699	9,85	1,590
3,90	3,279	5,25	2,951	6,80	1,933	8,35	1,694	9,90	1,588
3,95	3,376	5,30	2,869	6,85	1,921	8,40	1,690	9,95	1,585
4,00	3,476	5,35	2,794	6,90	1,909	8,45	1,685	10,00	1,583

ÖSSZEFOGLALÁS

Egy kocsánytalan tölgyes ill. cseres erdészeti klímaosztályban tenyésző cseres ökoszisztéma föld feletti és föld alatti szénegyenértékben kifejezett dendromassza-tömegét határoztuk meg. A legfontosabb eredmények az alábbiak:

- A föld feletti szervesanyag-tömeg szénkészlete összesen 118 tonna hektáronként, ennek 80%-a a törzsekben, 18%-a az ágszerkezetben halmozódott fel, és csak 2%-a a lombzatban.
- A föld alatti dendromassza szénkészlete 51 tonna hektáronként, aminek 20%-a a tuskóban és gyökfőben, 80%-a pedig a termőréteget sűrűn behálózó gyökérzetben található.
- A fiziológiai szempontból fontos 2 mm-nél vékonyabb gyökerek aránya 20%, az 50 mm-nél vastagabb tartógyökerek aránya pedig 37%.
- A vizsgált cseres ökoszisztéma föld alatti és föld feletti dendromasszájában összességében tehát 169 t az egy hektárra számított szénkészlet. Ennek 30%-a a föld alatti dendromasszában, 70%-a pedig a föld feletti található.



- A klímát jellemző FAI érték csökkenésével a vizsgált faállományok szénkészlete egyértelműen növekszik. Amíg a nedvesebb és hűvösebb klímájú bükkös föld feletti szénkészlete több mint kétszerese (241 t/ha) a valkói cseresének (115 t/ha), addig a föld alatti dendromassza tömege hasonló nagyságú.
- Amennyiben az élőfakészlet szénttartalmát a gyökér, a gyökfő és a tuskó együttes szénttartalmához viszonyítjuk, akkor látszik, hogy föld alatti dendromassza egységnyi tömegű szénkészletére egy a klímától függő élőfakészleti (föld feletti) szénkészlet tartozik.
- Más klímaosztályban végzett hasonló mérések alapján egy bükkös klímában tenyésző bükkösben e klímától függő arányszám értéke 4,92, addig a most bemutatott kocsánytalan tölgyes ill. cseres klímában lévő cseresben 2,25, a gyertyános-tölgyes klímában tenyésző cseresben viszont már 2,73, az ugyanabban a klímában található gyertyános- kocsányos tölgyesé pedig 3,22 (5. ábra).
- A klímától függő arányszám maximális értéke a bükkös és a gyertyános-tölgyes erdészeti klímaosztály határára jellemző klímakörülményeknél alakul ki. A klímától függő arányszám maximális tartományát jelző FAI értéknél alacsonyabb vagy magasabb FAI értékek mellett a föld feletti és föld alatti dendromassza aránya is alacsonyabb.
- A konkrét mérési eredmények és egyéb elméleti megfontolások alapján, az élőfakészlet szénkészletéből a föld feletti és a föld alatti dendromassza viszonyát kifejező klímától függő arányszám (1. táblázat) segítségével becsülhetjük a föld alatti dendromassza aktuális nagyságát.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Ez a tanulmány az Agrárklíma: az előrevetített klímaváltozás hatáselemzése és az alkalmazkodás lehetőségei az erdészeti és agrárszektorban című TÁMOP-4.2.2.A-11/1/KONV-2012-0013 számú projekt keretében, az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

A korábbi eredmények az Erdő-Klíma program (NKFP3/B/0012/0012) és az OTKA 80305-80335 projektek keretében születtek.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- Blomberg, W.J. and Hall, A.A. 1986: Effects of laminated root rot on relationships between stem growth and root-system-size, morphology, and a spatial distribution in Douglas-fir. *Forestry Sciences*, 32 (1): 202–219.
- Büttner, V. and Leuschner, C. 1994: Spatial and temporal patterns of fine root abundance in a mixed oak-beech forest. *Forest Ecology and Management*, 70 (1–3): 11–21.
- Faragó S. 1960: Homoki cserjék gyökérfeltárása. *Erdészeti Kutatások*, 56 (1–3): 341–360.
- Faragó, S. 1972: Investigations on the growth rate of Austrian pine (*Pinus nigra*) roots and side branches. *Erdészeti Kutatások*, 68 (2): 155–176.
- Führer E. és Jagodics A. 2009: A klímajelző fafajú állományok szénkészlete. „Klíma-21” Füzetek, 57: 43–55.
- Führer E. 2010: A fák növekedése és a klíma. „Klíma-21” Füzetek, 61: 98–107.
- Führer E.; Czupy Gy.; Kocsisné Antal J. és Jagodics A. 2011a: Gyökérvizsgálatok bükkös, gyertyános-kocsányos tölgyes és cseres faállományban. *Agrokémia és Talajtan*, 60 (1): 103–118.
- Führer, E.; Horváth, L.; Jagodics, A.; Machon, A. and Szabados, I. 2011b: Application of a new aridity index in Hungarian forestry practice. *Időjárás*, 115 (3): 205–216.
- Glatzel, G. 1983: Root distribution and soil water depletion in an Oak-Hornbeam stand (*Quercus petraea*, *Q. robur*, *Carpinus betulus*) and Spruce Thicket (*Picea abies*). In: Böhm, W.; Kutschera, L. und Lichtenegger, E. (eds): *Wurzelökologie und ihre Nutzenwendung. Internationales Symposium vom 27–29. September 1982. Bundesanstalt für alpenländische Landwirtschaft, Gumpenstein, A-Irdning*. 65–88.

- Göttsche, D. 1972: Verteilung von Feinwurzeln und Mykorrhizen im Bodenprofil eines Buchen- und Fichtenbestandes im Solling. Mitteilungen der Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft, 88: 1–102.
- Gyarmatiné Proszts S. 1978: A trágyázás. In: Keresztesi B. és Solymos R. (eds): A fenyők termesztése és a fenyőgazdálkodás. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Hoffmann, G. 1974: Einfluss von Sommerdürre auf das Wurzelwachstum von Lärche (*Larix leptolepis*). In: Hoffmann, G. (ed): Ökologie und Physiologie des Wurzelwachstums. II. Internationales Symposium, Potsdam 1971. Berlin, Akademie Verlag.
- Járó Z. és Horváth E-né 1959: Tápanyag-körforgalom a magyar erdő egyes típusaiban. Erdészeti Kutatások, 6(1–2): 231–246.
- Járó Z. 1979: A kultúrerdők ökoszisztéma-vizsgálata. Monográfia. MTA Veszprémi Akadémiai Bizottság Kiadványai, 5 (1)
- Járó Z. 1990: A bükkösök szerves- és tápanyagforgalma. Erdészeti Kutatások, 80–81: 83–98.
- Járó Z. 1991: Lomberdők gyökérrendszere és gyökértömege. Erdészeti és Faipari Tudományos Közlemények, 1: 5–22.
- Járó Z. 1995: A legfontosabb magyarországi természetszerű, származék és kultúr erdőtársulások évi szervesanyagképzése. 1385. számú OTKA pályázat.
- Karpov, V.G. (ed) 1983: Regulation factors of spruce forest ecosystems. Nauka, Leningrad. 317 p. (in Russian)
- Magyar P. 1929: Gyökérvizsgálatok csemetekerti és szikes talajban. Erdészeti Kísérletek, 31 (2): 117–165.
- Magyar P. 1961: Gyökérvizsgálatok. In: Magyar P.: Alföldfásítás II. Akadémiai Kiadó, Budapest, 86–104.
- Marjanović, H.; Alberti, G.; Balogh, J.; Czóbel, Sz.; Horváth, L.; Jagodics, A.; Nagy, Z.; Ostrogović, M.Z.; Peressotti, A. and Führer, E. 2011: Measurements and estimations of biosphere-atmosphere exchange of greenhouse gases – Forests. In: Haszpra, L. (ed): Atmospheric Greenhouse Gases: The Hungarian Perspective. Springer Science+Media B.V., Dordrecht – Heidelberg – London – New York. 121–156.
- Persson, H. 1979: Fine-root production, mortality and decomposition in forest ecosystems. Vegetatio, 41(2): 101–109.
- Persson, H. 1980: Spatial distribution of fine-root growth, mortality and decomposition in a young Scots pine stand in Central Sweden. Oikos, 34: 77–87.
- Rastin, N. 1991: Influence of waterlogging on root distribution, fine-root biomass and mycorrhizal number of norway spruce. In: McMichael, B.L. and Persson, H. (eds): Plant roots and their environment. Amsterdam, Elsevier, 319–331.
- Santantonio, D., 1990: Modeling growth and production of tree roots. In: Dixon, R.K.; Meldahl, R.S.; Ruark, G.A. and Warren, W.G. (eds): Process modeling of forest growth responses to environmental stress. Portland, Timber Press, 124–141.
- Ujváriné Jármay É.; Járó Z. és Ujvári F. 2001: A biomassza mennyisége, megoszlása és változatossága a nemzetközi lucfenyő származási kísérletben (IUFRO 1964/68). Erdészeti Kutatások, 90: 49–64.
- Yin, X.; Perry, J.A.; Dixon, R.K. 1989: Fine-root dynamic and biomass distribution in a *Quercus* ecosystem following harvesting. Forest Ecology and Management, 27 (3–4): 159–177.

Érkezett: 2014. június 30.

Közlésre elfogadva: 2014. október 6.



Zöldár a Szigetközben

A 2010-es, Európa-szerte szélsőségesen csapadékos május komoly áradásokat okozott a Szigetközben is. Győrzámoly határában a szigeteken lévő erdőket 2–3 m-es víz borította. A hullámtéren rekedt farakatokat a víz felemelte és széthordta. Az árhullám levonulása után a szétszórt, iszappal borított faanyag összeszedése, feldolgozása komoly feladat volt.

Fotó és szöveg: Greguss László Géza (nyugdíjas erdőfelügyelő, Győr)