

Soproni Egyetem

Erdőmérnöki Kar

**TELEPÍTETT AKÁC, NEMESNYÁR ÉS KOCSÁNYOS
TÖLGY ÁLLOMÁNYOK HATÁSA A TALAJVÍZRE AZ
ÉSZAK-ALFÖLDÖN**

Doktori értekezés tézisei

Szabó András

Sopron

-2019-

Roth Gyula Erdészeti és Vadgazdálkodási Tudományok Doktori
Iskola

Program: Erdei ökoszisztémák ökológiája és diverzitása (E1)

Témavezetők: Dr. Gribovszki Zoltán, Dr. Tóth Tibor

Bevezetés

Az erdők vízháztatásban betöltött szerepét gyakorlatilag a természettudomány kialakulásának kezdeteitől vizsgálták ennek ellenére a mai napig szakmai viták jellemzik a témakört. Ez a látszólagos ellentmondás egyszerre mutatja meg víz-erdő rendszerek társadalmi fontosságát és komplexitását.

A kérdéskör annak számos közvetett hatása miatt igen hamar fontossá vált a társadalom számos rétege számára. Mivel a jövőben a víz, mint erőforrás szerepe várhatóan felértékelődik, a témakört még nagyobb érdeklődés kíséri majd. Erre jó példa az Alföld, ahol a csökkenő talajvízszintek mellett, az erdőállományok vízgazdálkodásában betöltött szerepe már évtizedek óta nem tekinthető az erdészeti ágazat "belügyének", azzal kapcsolatban újra és újra fellángolnak a szakmai viták, melyekben jellemzően más ágazatok (erdészet, mezőgazdaság, természetvédelem) szempontjai is felmerülnek. Mivel a jövőben valószínűsíthetően a talajvízszint további csökkenésére számíthatunk, a különböző ágazatok közti érdekkülönbségek egyre élesebbé válnak majd. Ez a diskurzus közvetlen módon kapcsolódik a területhasználattal kapcsolatos kérdésekhez is.

Ugyanakkor a több évtizednyi kutatómunka után a mai napig nincs szakmai konszenzus az erdők szerepéről a talajvíz csökkenéssel kapcsolatosan. Ez főként azzal magyarázható, hogy a (talaj)víz és az erdők kapcsolata rendkívül bonyolult rendszer, melyben számos, térben és időben is változékony, esetenként közvetlenül igen nehezen kutatható, mérhető tényező (pl.: egy erdőállomány gyökérmélysége, a talajfelszín alatti horizontális talajvíz áramlás) is szerepet játszik.

A fentieket figyelembevéve, jelen kutatómunka célkitűzése az alaphipotézis vizsgálatára korlátozódik, ugyanakkor azt a különböző befolyásoló tényezők – különös tekintettel a talajtani tényezőkre – figyelembevételével teszi.

Az alaphipotézis szerint a telepített erdőállományok nagyobb mértékű vízfelvétele megváltoztatja az adott terület vízforgalmát, emiatt az erdők alatt talajvízszint depresszió alakul ki. Ez egyúttal hatással van a talajvízben oldott sók mozgására is, melyek a növények szelektív ionfelvétele miatt annak helyén, azaz a

gyökérszónában feldúsulnak. A feldúsulás folyamata a a növényzet vízfelvételeivel arányos, azaz a nagyobb vízfelvétellel és mélyebb gyökérszónával jellemezhető fásszárú vegetáció alatt mélyebben, relatíve nagyobb mértékű sófelhalmozódást mérhetünk mint a lágyszárú növényzettel borított kontrollpontok esetében.

1. Anyag és Módszer

1.1. A mintaterületek kiválasztásának szempontjai

A mintaterületek kiválasztása az NN 79835 számú OTKA pályázat célkitűzéseinek megfelelően, egy kategóriamátrix segítségével történt. Az ebben szereplő paraméterek és kategóriák a következők:

- a vizsgált fafajok (*Quercus robur L.*, *Robinia Pseudoacacia L.*, *Populus x. euramericana*)
- az ültetvény kora (10-20, 30-40, 50-60 év)
- a talajszelvény textúratípusa (agyag, vályog, homok)
- a megütött talajvíz mélysége (1-2, 2-4, 4-8 m)
- a talajvíz sótartalma (1-2, 2-5, 5-10 g/l)

Mivel a vizsgált erdőállományokkal szemben kritérium volt az is, hogy az is, hogy a fásszárú vegetáció a mérőponttól minden irányban 50-50 méteres távolságban fafaj (elegyarány) és kor szempontjából egységesek legyenek, az erdőállományok mérete minimálisan 0,1 ha volt.

A fentiek megfelelően a mintaterületek kiválasztása előzetesen a rendelkezésre álló geológiai, talajtani és erdészeti adatbázisok (Kuti és mtsai., 1981; Tóth és mtsai., 2001; <http://erdoterkep.mgszh.gov.hu>) alapján, majd végül terepi bejárás után történt meg.

1.2. A mintaterületek kialakítása, a mért paraméterek

A mintaterületek a mintavétel és adatgyűjtés módszere alapján a két csoportra oszthatóak:

- 78 ponton (53 erdőállomány, 25 kontroll) egyszeri, mintavétel történt.

- 29 ponton (17 erdőállomány és 12 kontroll) állomány szintű vizsgálatokat végeztünk talajvízszint monitoring kutak kialakítása mellett.

Mindegyik mintaterület kettő vagy több mintavételi pontból áll: egy darab nem fás vegetációval (szántó, rét) borított kontroll pont és a hozzá tartozó erdőállomány(ok) mérési pontja(i). A talajok mintázása a furatok kialakításával egyidőben, a késő nyári–kora őszi időszakban (augusztus–október) történt. Fontos körülmény, hogy a talajvíz ekkor van a legmélyebben az év folyamán. A furatok az erdőállományok és a kontrollvegetáció határától legalább 50-50 m-re helyeztük el, a szegélyhatás elkerülése érdekében.

A furatok mélysége minden esetben a talajvízszint +1 m, illetve maximálisan 11 m.

A talaj felső rétegében (0–1 m) 20 cm-enként, az 1 m-nél mélyebb talajrétegekben pedig 50 cm-enként történt talajmintavétel. 66 esetben, ahol ez lehetséges volt, kézi vákuumszivattyúval vízminta került begyűjtésre. A mintákból helyszínen meghatározásra került a pH, és az elektromos vezetőképesség (EC). Majd laboratóriumban a talajmintákból részletes talajszemcse összetétel, hy_1 (Sik-féle higroszkóposág) pH, EC, mésztartalom ($CaCO_3$); a talajvízmintákból pedig az EC, a pH, a nátrium és kloridion aktivitás (pNa, pCl) meghatározása történt meg.

A monitoringra kijelölt mintaterületeken (5 cm átmérőjű, szűrővel ellátott PVC csövekkel bélelt) talajvízszint-monitoring kutak kialakítása, majd a nyomásmérő szenzorok (Dataqua Elektronikai Kft., DA-LUB 222) és a hozzájuk kapcsolat adatgyűjtők (EWS Bt., Hyga majd Dataqua Elektronikai Kft., DA-S-URC 227) telepítése történt meg, melyek 15 percenként regisztrálták a talajvízszint változásait.

Az erdőállományok felmérése két módszer alapján történt: Sűrű erdőállományok esetében a mintapontok körül kijelölt 0,01 ha-os mintaterületeket (5,64 m sugarú körben), ritka erdőállományok esetében Prodan-próba alkalmazásával. (A fűrőlyukhoz legközelebb lévő 5 fa felmérése és távolságuk rögzítése a lyuktól.) A fák magassága és a mellmagassági (130 cm) és törzsátmérője alapján fatömeg becslés készült.

2. Eredmények

2.1. Az előzetes vizsgálatok eredményei

A kutatómunka során első lépésben a 2012-ig, 31 erdőrészletben és a hozzájuk kapcsolódó 14 kontrollponton elvégzett adatgyűjtés eredményeinek értékelése történt meg (Tóth és mtsai., 2014).

Az eredmények alapján a vizsgált mintapontok esetében a sófelhalmozódás gyakrabban mutatkozik a talajvízben, mint magában a talajban. Erre magyarázat lehet, hogy a talajban a sóakkumuláció folyamatát befolyásolja annak számos fizikai és kémiai tulajdonsága, míg a talajvízben a gyökérzet hatása közvetlenül mutatkozik meg, és az kevésbé függ az egyéb befolyásoló tényezőktől.

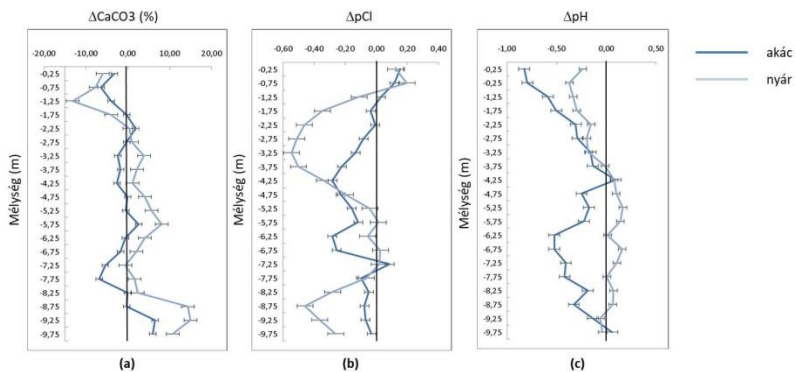
Az összes vizsgált pont esetében szignifikáns összefüggést találtunk a biomassa és a sófelhalmozódás közt ($R^2=0,480$; $p<0,01$; $n = 31$), miközben az egyes fajok igen jelentős eltéréseket mutatnak: Míg a nyár és a tölgy esetében is szignifikáns a kapcsolat, addig az akácnál nincs összefüggés a két tényező közt.

Szintén szignifikáns kapcsolat van az erdőállományok kora és a sófelhalmozódás mértéke közt ($R^2=0,466$; $p<0,05$; $n=31$), azaz a biomasszához hasonlóan ez is egy olyan tényező, mely hatással van a sóakkumuláció mértékére.

Az eredmények alapján megállapítható, hogy a sóakkumuláció összefüggést mutat a fásszárú vegetáció biomasszájával, korával és a gyökérzet – talajvíz kapcsolat típusával. Az összefüggések erőssége ugyanakkor fafajok szerint differenciált.

2.2. Az erdőállományok és a sófelhalmozódás kapcsolatának vizsgálata

A sófelhalmozódás és az erdő-talajvíz kapcsolat további összefüggéseit elemezték Szabó és mtsai. (2018) a CaCO_3 és a Cl- akkumuláció vizsgálatán keresztül. Az eredményeket áttekinthető formában az 1. ábra mutatja.



1. ábra: Átlagos CaCO_3 (a) és Cl- (b) felhalmozódás, továbbá savanyító hatás (c) görbék a vizsgált akác és nyár állományok alatt (erdő mínusz kontroll pont). A pozitív értékek CaCO_3 felhalmozódást (a), míg a negatív értékek Cl- felhalmozódást (b) és savanyító hatást (c) jeleznek a kontrollpontokhoz képest. (akác n = 11, nyár n = 11) (Szabó és mtsai., 2018)

Látható, hogy a felszín közelében kilúgzás, a mélyebben pedig felhalmozódás jellemző az erdőállományok alatt a kontrollhoz viszonyítva, ugyanakkor jelentős különbségek figyelhetők meg mind a nyár és az akác, mind kloridion és a kalcium-karbonát tekintetében.

A CaCO_3 esetében az akác állományok alatt csak gyenge, bizonyos talajrétegekben jelentkező felhalmozódást sikerült kimutatni, ennek maximális értéke 3,48 %. Ugyanakkor a nyár alatt 2,25 és 7,25 méteres mélységek közt folyamatos, határozott akkumulációs réteg alakult ki, az erdő és a kontroll közti 8,4 %-os maximális különbséggel. Az ok a két fafaj eltérő vízfelvételi stratégiájában keresendő.

Míg az akác elsősorban a talajnedvességet, illetve a kapilláris vízemeléssel a talajvízből a gyökérzetéhez eljutó nedvességet használja fel növekedéséhez, a nyár, amely gyökérzetével elsősorban közvetlenül a talajvízből veszi fel a számára szükséges vízmennyiséget. Emiatt az előbbi gyökérzónájában a nedvesedés és kiszáradás váltakozása jellemző, míg az utóbbi esetében folyamatos és egyirányú talajvízmozgás a jellemző, akár nagyobb távolságokból is a gyökérzet irányába, ami értelemszerűen nagyobb mértékű sóakkumulációt eredményez.

A fent leírt mechanizmus természetesen a Cl^- esetében is érvényesül, ugyanakkor különbségeket is felfedezhetünk a CaCO_3 -hoz képest. A Cl^- mobilisabb a talajban, emiatt már az akác által generált kisebb mértékű talajvíz mozgás is ionakkumulációt eredményez (5,25-7,25 m mélységben, 0,28 pCl egységnyi maximális eltéréssel a kontrollterülethez viszonyítva), míg a nyár alatti a felhalmozódás ez esetben is nagyobb (1 m-től folyamatos felhalmozódási zóna, 0,54 pCl-nyi maximális különbséggel).

Mivel a mintaterületek talajtextúra alapján két jól elkülönülő csoportra oszthatóak, ezért lehetőség volt az a talajtextúra hatásainak vizsgálatára is.

Az így kapott eredmények azt mutatják, hogy a homoktalajok esetében az akác alatt is kimutatható CaCO_3 felhalmozódást. Ennek oka, hogy az ilyen talajokban a talajvíz mozgása, gyorsabb tehát a felhalmozódási rétegek kialakulása is könnyebben megy végbe. Az előbbiből következik, hogy a finomabb szemcseösszetételű altalajok esetében viszont nagyobb mértékű vízmozgás szükséges a felhalmozódási rétegek kialakulásához. Ezt a feltételt az akác vízfelvételi mechanizmusa már nem teljesíti, míg a nyár nagy vízigénye és közvetlen kapcsolata a talajvízzel az ilyen talajokon is elegendő a sófelhalmozódási zónák kialakításához.

Ezek az eredmények egyrészt alátámasztják a korábbi megállapításokat, másrészt jól mutatják, hogy az eltérő tulajdonságú ionok vizsgálata részletesebb képet ad a talajvízzel kapcsolatos folyamatokról.

2.3. A talajvízszint napi ingadozásának kapcsolata a vizsgált fajokkal és a talajtulajdonságokkal

Külön vizsgálat tárgyát képezte a napi talajvízszint ingadozásának megfigyelése a monitoring pontok esetében (Csáfordi és mtsai, 2017). Az adatok alapján kijelenthető, hogy a talajvíz napi ingása éves (csak a vegetációs időszakban jelentkezik) és napi (nappal süllyedő, éjjel pedig emelkedő talajvízszint) léptékben is követi a fotoszintézist. Ez alátámasztja a szakirodalomban már régóta leírtakat, miszerint a jelenség a növényzet talajvíz felvételének indikátoraként is használható. (White, 1932).

Az egyes növényzettípusok és fajok közt ugyanakkor jelentős eltérések tapasztalhatóak. A vizsgált időszakban (2012-2015) napi vízingadozást elsősorban az erdei monitoring pontokon, a pontok 73%-án lehetett kimutatni, a kontrollterületek alatt ez arány csak 22%. Az erdőállományok közül jellemzően a nyár és tölgy állományok mutattak vízszintingadozást, az akác állományok esetében ez ritkábban mutatkozott.

Ennek oka kettős: A vizsgált akác állományokat azok termőhelyi igénye miatt, jellemzően magasabb térszínre telepítették, azaz a talajvíz a felszínhez viszonyítva ezeken a pontokon átlagosan mélyebben volt (6,53 m +/-1,98 m), mint a nyár (5,53 m +/- 2,22 m), vagy a tölgy esetében (5,1 m +/- 3m). Továbbá a szakirodalmi adatok alapján kijelenthető, hogy az akác sekélyebb gyökérszettel rendelkezik, mint a másik két vizsgált faj, ezért az a mintapontokon feltételezhetően nem éri el a talajvizet. Ezek a megállapítások egybevágnak az előző fejezetben bemutatott eredményekkel, illetve a szakirodalom vonatkozó megállapításaival is.

1. táblázat: Az egyes vegetációs típusok és fafajok alatti átlagos napi vízingadozás mértéke a mintaterületek alatt (a leüríthető gravitációs pórusterrel (Sy) beszorzott értékek)

Növényborítás	Átlagos napi vízingadozás (mm/nap)
Lágyszárú kontroll	0,8 +/- 1,8 mm
Akác	0,6 +/- 0,6 mm
Tölgy	1,7 +/- 4,0 mm
Nyár	2,2 +/- 2,5 mm

A vizsgált pontokon és időszakban a tölgy és a nyár esetében (magasabb szórásértékek mellett) egyértelműen magasabb értékek láthatóak, míg az akác és a lágyszárú növényzet esetében ezek az értékek alacsonyabbak (1. táblázat).

Látható, hogy az akác és a kontroll területek alatt a legkisebb a napi vízszintingadozás értéke, azaz a növényzet vízfelvétele ezen esetekben befolyásolja legkevésbé a talajvíz szintjét. Az akác esetében a szórás is alacsony, szemben a korábban bemutatott átlagértékekkel, azaz a talajvízből történő közvetlen vízfelvétel az akác esetében minimális mértékű. A kontrollnál a szórás már jóval nagyobb, erre magyarázat, hogy ez a kategória számos növényzettípust és fajt magában foglal (füves vegetáció, gabonafélék, kukorica, napraforgó, lucerna, stb.). Az értékek a tölgy és a nyár sorrendjében növekednek, mindkét esetben nagyobb szórással, ami ismételten helyi tényezők szerepére utal. Az eredmények alapján tehát kijelenthető, hogy az erdőállományok nagyobb mértékű párologtatása a lágyszárú vegetációhoz viszonyítva nem jelent automatikusan nagyobb mértékű közvetlen talajvíz vízfelvételt, ennek mértéke is az adott erdőállomány fafajától függ.

Érdekes jelenség volt megfigyelhető a járszági mintapontok vizsgálatakor: Jászfelsőszentgyörgyön a 2012-es év meleg, de csapadékos júliusi hónapjaiban nem csak az erdőállomány, de

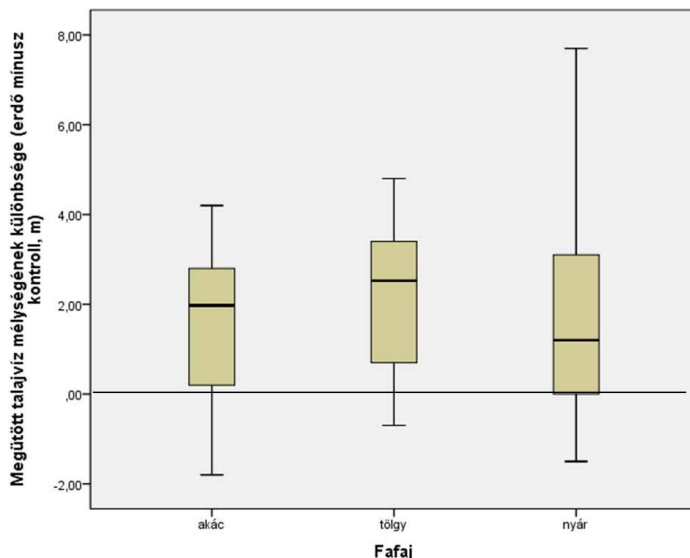
kontroll alatt is napi vízingség volt tapasztalható, ugyanakkor azonosnak tekinthető meteorológiai körülmények közt Jászfákóhalmán sem az akác, sem a kontroll terület alatt nem volt látható napi vízingsadozás. Ennek oka az eltérő talaj eltérő textúrájában, illetve az eltérő talajvíz mélységben keresendő: A jászfelsőszentgyörgyi a finomabb (homokos vályog, vályog, agyagos vályog) talajtextúrájú mintaterületen a kapilláris vízemelés felső határa az 1-1,5 métert is elérheti, így a területen található lágyszárú növényzet is képes azt ahasznosítani, míg a jászfákóhalmi mintaterületen a homok és durva homok textúrájú talajok esetében a kapilláris vízemelés maximum 0,1-0,2 m, miközben a mért adatok szerint a talajvízkészlet 3-3,5 m-es mélységben található. Ez a megfigyelés egybevág a korábbi megállapítással és ismét a lokális körülmények fontosságára hívja fel a figyelmet.

A továbbfejlesztett White-módszer (Gribovszki és mtsai, 2008) alapján végzett számítások alapján megállapítható, hogy a jászfelsőszentgyörgyi mintaterületen, ugyanebben az időszakban a fás vegetáció vízfelvétele (nyár: 4,7 mm/nap, tölgy: 7,7 mm/nap) meghaladta a kontrollterületen található gyepek vízfelvételét (3,5 mm/nap). Hasonló eredményt mutatott, egy későbbi, a kunhegyesi mintaterületen végzett számítás is (nyár: 3,38 mm/nap, szántó: 1,29 mm/nap, Szabó és mtsai. 2018)

2.4. Az összes mintaterületre kiterjedő vizsgálat eredményeinek áttekintése

Az eredmények alapján kijelenthető, hogy az erdőállományok többsége alatt a megütött talajvízszintek mélyebben helyezkedtek el, mint a kapcsolódó, nem fás vegetációval borított kontroll pontok alatt (84,8%; n = 66). Ez a talajvízszint csökkentő hatás a tölgy alatt a legmagasabb, a nyár és az akác állományok alatt közel azonos. Kiemelendő, hogy a legnagyobb vízigénnyel jellemezhető nyár esetében a legmagasabb az olyan esetek száma (19,2%; n = 26), ahol nincs talajvízszint csökkenés az erdőállományok alatt. Ez ellentmondásban van az adott fafajok szakirodalomban leírt vízigényével, ami az adatok nagy szórása mellett, szintén a lokális tényezők jelentős befolyására utal. Ilyen tényező lehet, hogy az általában alacsonyabb térszínen elhelyezkedő nyár esetében nagyobb

mértékű és gyorsabb a visszatöltődés. A talajvízszint–depresszióval kapcsolatos eredményeket a 2. ábra foglalja össze.

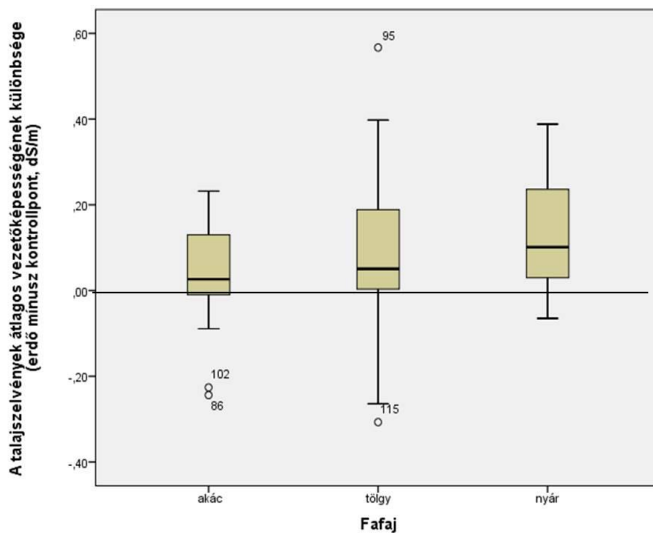


2. ábra: Az erdőállományok és a kontrollterületek alatt megütött talajvízszintek különbsége fafajonként, kiugró értékek nélkül (akác n = 22, tölgy n = 18, nyár n = 26, összesen 66 esetben történt sikeres vízmintavétel). A pozitív értékek az erdő alatti talajvíz depressziót jelzik. (A maximálisan mért érték a fúrás technikai feltételei miatt nem lehetett nagyobb, mint 10,5 m.)

A sófelhalmozódással kapcsolatos, gyakorlati erdőművelést is érintő eredmény, hogy annak mértéke egy esetben sem éri el az erdőállományra veszélyes szintet: A legmagasabb mért elektromos vezetőképesség érték: 1,904 dS/m.

A sófelhalmozódás mélységi lefutásában a korábban (2.2. fejezet) bemutatott mintázat jellemző az összes mintapont átlagában is (0-1 m-es mélységben a kontroll, majd 1 m-nél mélyebben az erdőállományok alatt található sófelhalmozódás) Ez utóbbi mértéke meghaladja a kontrollterületek alatti felhalmozódás nagyságát, tehát a teljes szelvény átlagában az erdőállományok alatt mérhető nagyobb

sófelhalmozódás. Az sóakkumuláció fajonkénti megoszlását a 3. ábra mutatja be.



3. ábra: Az erdőállományok és a kontrollterületek alatti átlagos vezetőképesség különbsége fafajonként, a kiugró értékek nélkül (akác n = 20, tölgy n = 15, nyár n = 26). A pozitív értékek az erdő alatti sófelhalmozódást jelzik.

Az átlagadatok a talajvíz depresszió és a sófelhalmozódás tekintetében is megerősítik a hipotézisben vázoltakat, ugyanakkor statisztikailag a sóakkumuláció jelenléte csak a nyár állományok alatt mutatható ki (2. táblázat).

2. táblázat: A páros t-próba eredményei a kontroll és erdőpontok alatt mért talajvízszint és elektromos vezetőképesség különbségének értékekre. szig.: szignifikancia szint; **: a két csoport átlaga közti eltérés szignifikáns ($p < 0,01$)

	Elektromos vezetőképesség különbség	Talajvízszint különbség
Akác	t = -1,335; szig.= 0,196; n = 23	t = -4,669; szig.= 0,000**; n=22
Tölgy	t = -1,188; szig.= 0,251; n = 18	t = -5,238; szig.= 0,000**; n = 18
Nyár	t = - 4,003; szig.= 0,000**; n=28	t = - 4,118; szig. = 0,000**; n=26

Ezek az eredmények egybevágnak a sófelhalmozódás részletesebb vizsgálata (2.2. fejezet) után levont következtetésekkel és ismét rávilágítanak a a nyár és az akác eltérő vízföldföldelési stratégiájára.

Tézisek

1. Az erdőállományok alatt – a kontrollhoz viszonyítva – talajvízszint csökkenés figyelhető meg, de ennek kialakulásában az erdőállományok nagyobb vízfelvétele mellett a lokális befolyásoló tényezők is jelentős szerepet játszanak.

A vizsgált erdőállományok (n = 66) 84,4%-a alatt találtunk talajvíz depressziót a kapcsolódó kontroll pontokhoz viszonyítva, a megütött talajvíz különbsége minden vizsgált fafaj esetében szignifikáns. Ez az eredmény egybevág a nemzetközi szakirodalom megállapításaival.

2. Az erdőállományok alatt, a nyár esetében szignifikáns sófelhalmozódás mutatható ki. A sófelhalmozódás mértéke egy mérési ponton sem jelent veszélyt a fás szárú vegetációra nézve.

Az erdészeti gyakorlat szempontjából fontos eredmény, hogy a talajban jelentkező sófelhalmozódás a vizsgált erdei mintaterületek 55,6%-ban (n = 31) volt megfigyelhető, és ennek mértéke – ellentétben más vizsgálatok eredményeivel (Nosetto, 2007) – nem éri el azt a szintet, mely veszélyeztetné az erdőállomány hosszútávú fennmaradását. A legmagasabb mért elektromos vezetőképesség érték: 1,904 dS/m.

3. Az erdőállományok vízfelvétele által indukált sófelhalmozódás vizsgálata alkalmas módszer arra, hogy következtetéseket vonjunk le az adott erdőállomány vízfelvételi stratégiájával kapcsolatban.

A vízőldható összes sótartalom, a CaCO₃ és Cl⁻ profilok lefutását megvizsgálva a kontroll vegetáció alatt felszínközeli felhalmozódás, míg lefelé haladva sótartalom csökkenés figyelhető meg. A fás szárú vegetáció alatt ennek ellentéte, alacsony felszínközeli értékek, majd lefelé haladva kezdetben növekvő, majd ismét csökkenő értékek figyelhetőek meg, összhangban a gyökérszóna feltételezett helyével. A CaCO₃ és a Cl⁻ nyár és akác alatti felhalmozódását megvizsgálva megállapítható, hogy a sófelhalmozódás nagyságát meghatározza a vizsgált fafaj vízfelvételének módja és intenzitása, továbbá a vizsgált elem mobilitása (oldhatósága a talajvízben). Ezen eredmények alapján az erdőállományok vízfelvétele által indukált

sófelhalmozódás egyértelműen összefügg a talajvíz mozgásával, ezért a sóakkumulációs csúcsok elhelyezkedését, illetve az öszszo, CaCO_3 és Cl^- profilok lefutását megvizsgálva következtetéseket vonhatunk le az egyes erdőállományok vízfelvételek helyéről, és annak relatív nagyságáról.

4. A vegetációs időszakban az erdőállományok alatti napi talajvíz ingadozás megléte egyértelműen utal az talajvízből történő közvetlen vízfelvételek, ezért alkalmas a talajvíz és a gyökérzet kapcsolatának vizsgálatára.

A napi talajvíz ingadozás egyértelmű összefüggést mutat a fotoszintézis éves és napi dinamikájával is, megjelenése pedig egybevá a sóakkumuláció vizsgálata során levont következtetésekkel. Ez ismételen alátámasztja a nyár és akác eltérő vízfelvételekkel kapcsolatos következtetéseket és egybevá a szakirodalomban is megjelenő megállapításokkal.

Kijelenthető tehát, hogy egyes mintaterületekkel jellemző napi talajvíz ingadozás vizsgálatával következtethetünk az adott erdőállományok vízfelvételek mechanizmusára.

Publikációk

1. Szakcikk

Tóth T, Szabó A. 2011. Larger Gradients of Abiotic Factors Result in More Vegetative Zones in Salt-Affected Habitats. *The European Journal of Plant Science and Biotechnology*. 5(2): 44-47.

Szabó A, Kiss K, Gribovszki Z, Tóth T. 2012. Erdők hatása a talaj és altalaj sóforgalmára, valamint a talajvíz szintjére. *Agrokémia és Talajtan*. 61(1): 195-210.

Balog, K, Kalmár, J, Kuti, L, Szabó, A, Fodor, N and Tóth, T. 2013. Homokos talajok összehasonlító ásványtani és szemcsemorfológiai vizsgálata tisztántúli erdős és füves területeken. *Agrokémia és Talajtan*. 62(2): 267-284.

Tóth T, Balog K, Szabó A, Pásztor L, Jobbágy E G, Noretto M D, Gribovszki Z. 2014. Influence of lowland forests on subsurface salt accumulation in shallow groundwater areas. *AoB Plants*. 2014:6: plu054 doi:10.1093. IF: 1.743

Balog K, Kuti L, Szabó A, Tóth T. 2014. Sand grain mineralogy and morphology under forest and grassland/arable fields in Eastern Hungary. *Agrokémia és Talajtan*. 63:49-58.

Gribovszki Z, Kalicz P, Balog K, Szabó A, Tóth T. 2014. Comparison of an oak forest and of a pasture groundwater uptake and salt dynamics on the Hungarian Great Plain. *Acta Silvatica et Lignaria Hungarica*. 10:103-114.

Balog K, Gribovszki Z, Szabó A, Jobbágy E, Noretto M, Kuti L, Pásztor L, Tóth T. 2014. Alföldi erdők hatása a felszín alatti sófelhalmozódásra sekély talajvízű területeken. *Agrokémia és Talajtan*. 63(2):249-268.

Balog K, Kalmár J, Kuti L, Szabó A, Tóth T. 2014. Sand grain mineralogy and morphology — a comparative study of soil particles of forest and grassy/arable parcels in Eastern Hungary. *Agrokémia és Talajtan* 63(1):29-38.

Balog K, Szabó A, Rásó J. 2016. The impact of soil and climate factors on forest growth. *Review on Agriculture and Rural Development*. 5(1-2): 19-25.

Móricz N, Tóth T, Balog K, Szabo A, Rasztoivits E, Gribovszki Z. 2016. Groundwater Evapotranspiration of Forest and Agricultural Land Covers in Regions of Recharge and Discharge. *iForest*. 9:696-701. doi 10.3832/ifor1864-009 IF: 1.269

Csáfordi P, Szabó A, Balog K, Gribovszki Z, Bidló A, Tóth T. 2017. Factors controlling the daily change of water table during the growing season on the Great Hungarian Plain: a statistical approach. *Environmental Earth Sciences* 76(20):675 IF: 1.569

Gribovszki Z, Kalicz P, Balog K, Szabó A, Toth T, Metwaly M, Szalai S. 2107. Groundwater uptake of different surface cover and its consequences in great Hungarian plain. *Ecological Processes* 6: 39. <https://doi.org/10.1186/s13717-017-0106-4>

Szabó A, Gribovszki Z, Jobbágy EG, Balog K, Bidló A, Tóth T. 2018. Subsurface accumulation of CaCO₃ and Cl⁻ from groundwater under black locust and poplar plantations. *Journal of Forestry Research*. 10.1007/s11676-018-0700-z. IF: 0.774

2. *Konferenciaközlemények, absztraktok*

Szabó A, A "fenntarthatóság" a talaj szempontjából - Az Öko-völgy alapítvány és a MTA Talajtani és Agrokémiai Kutatóintézet együttműködésében rejlő lehetőségek. II. Fenntarthatósági konferencia, Öko-völgy alapítvány 2009. október 15., Siófok. pp:60-61.

Szabó A, Tóth T. 2011. Relationship between soil properties and natural grassland vegetation on sodic soils. Meeting COST Action FA0901 "Putting Halophytes to Work - From Genes to Ecosystems" Torun, Poland May 11-12, 2011. *Ecological Questions* 14: 65-67.

Tóth T, Kiss K, Szabó A, Csiha I, Fodor N, Gribovszky Z, Kuti L. 2011. Statistical and hydrological modeling of soil and subsoil salt-accumulation caused by tree plantations established above shallow saline groundwater. In: Ing. A Celkova (Ed.) Proceedings of peer reviewed contributions. 19th International Poster Day Transport of Water, Chemicals and Energy in the Soil-Plant-Atmosphere System. November 10, 2011. Bratislava, Slovakia. pp:777-785. ISBN 978-80-89139-26-2

Tóth T., Szabó A., Balog K., Fodor N., Gribovszki Z. 2012. Faültetvények alatti sófelhalmozódás sekély talajvízű területeken. I. ATK Tudományos Nap, Felfedező kutatások az Agrártudományi Kutatóközpontban 2012. november 14. Martonvásár, Összefoglalók p:18.

Gribovszki Z, Balog K, Fodor N, Szabó A, Tóth T. 2012. Impact of lowland forests on water table in shallow groundwater areas of the Hungarian great plain. International conference Catchment processes in regional hydrology: from experiment to modeling in Carpathian drainage basins. 28-30 October, 2012. Sopron, Hungary. pp 1-7.

Balog K, Szabó A, Gribovszki Z, Kalmár J, Fodor N, Kiss K, Pásztor L, Bátor H, Tóth T, Kuti L, Csiha I. 2013. Egy telepített erdőállomány alatti sófelhalmozódás sekély talajvízű területen. Talajvédelem. Különszám 2013. 447-457.

Tóth T, Balog K, Szabó A, Gribovszki Z, Sándor R. 2013. Factors affecting solute accumulation under forested plots in a sandy region. In: Tóth T, Szabó A. (eds.) 2013. COST Action FA0901 Workshop and Conference Utilization and protection of halophytes and salt-affected landscapes September 4-6, 2013. Kecskemét, Hungary. pp. 44.

Gribovszki Z, Kalicz P, Balog K, Szabó A, Tóth T. 2013. Groundwater uptake of a poplar, an oak forest and a pasture. Hydrocarpath International Conference, Catchment Processes in Regional Hydrology: Experiments, Modeling and Predictions in Carpathian Drainage Basins. October 27-28, 2013, Sopron, Hungary. CD-ROM (ISBN-978-963-334-141-0)

Gribovszki Z, Kalicz P, Balog K, Szabó A, Fodor N, Tóth T. 2013. Groundwater uptake by forest and herbaceous vegetation in the context of, salt accumulation in the Hungarian Great Plain. 2013 EGU General Assembly. Geophysical Research Abstracts. 15:EGU2013-5521.

Tóth T, Balog K, Szabó A, Gribovszki Z, Fodor N. 2013. Factors affecting vertical movements of groundwater and solute accumulation under forested plots. Hydrocarpath International Conference, Catchment Processes in Regional Hydrology: Experiments, Modeling and Predictions in Carpathian Drainage

Basins. October 27-28, 2013. Sopron, Hungary. CD-ROM (ISBN-978-963-334-141-0)

Tóth T, Gribovszki Z, Szabó A, Balog K. 2014. Az erdők hatása a sófelhalmozódásra sekély talajvízű alföldi területeken. Alföldi Erdőkért Egyesület XXII. Kutatói Nap. Lakitelek, 2014. pp: 51-55. ISBN 978-963-12-0848-1

Szabó A, Rásó J, Balogh K, Tóth T. 2015. Talajvízszint változási dinamika a vegetációs időszak elején ültetvényekben és a kapcsolódó kontroll területeken. Alföldi Erdőkért Egyesület XXIII. Kutatói Nap. Kecskemét 2015. pp:81-84.

Balog K, Szabó A, Tóth T. 2016. Predictive model for expected salt accumulation due to afforestation on grasslands and croplands. International Conference on Conservation Agriculture and Sustainable Land Uses. Budapest, Hungary. Book of Abstracts: 10-11.

Balog K, Szabó A, Gribovszki Z, Tóth T. 2016. Soil processes evolved by the establishment of tree plantations on croplands/grasslands – evaluation of afforestation effect on the Great Plain (Hungary) EGU General Assembly, 2016. 21. April 2016. Wien, Austria. p.12953

Szabó A, Gribovszki Z, Csáfordi P, Tóth T. 2017. Subsurface ion accumulation and tree root-groundwater connections under black locust (*Robinia pseudoacacia*) and poplar (*Poplar* sp.) stands on the Great Hungarian Plain. International conference: Catchment processes in regional hydrology: experiments, patterns and predictions. Vienna, Austria, 1. December 2017.

Szabó A, Rásó J, Csáfordi, Balog K, Toth T. Talajvízszint változási dinamika faültetvényekben és a kapcsolódó kontroll területeken több éves adatsorok alapján. Alföldi Erdőkért Egyesület Kutatói Nap Lakitelek, 2017. november 2. pp: 202-207.

3. *Könyvek, könyvfejezetek*

Tóth T, Szabó A. 2013. COST Action FA0901 Workshop and Conference Utilization and protection of halophytes and salt-affected landscapes September 4-6, 2013. Kecskemét, Hungary. (konferenciakötet)

4. *Egyéb publikációk, előadások*

Blaskó L, Szabó A, A Nemzetközi Talajtani Unió Szikesedés Konferenciája (Budapest, 2009. szeptember 20-22.) Agrokémia és Talajtan 2009; 58:399-402.

Szabó A. Short introduction of salt-affected soils in Hungary. EU COST WG2 "Putting Halophytes to Work - From Genes to Ecosystems" Training School 2011. July 3-10.

5. *Ismeretterjesztő közlemények*

Szabó A. 2011. A szikesedés rövid ismertetése, felismerése, a szikes talajok javításának lehetőségei. *Őstermelő – Gazdálkodók lapja*. XV.(3):65-67.

Szabó A. 2013. A talajdegradációs folyamatok és a védekezési lehetőségek. *Őstermelő – Gazdálkodók lapja*. XV.(4):22-24.

Szabó A. 2013. A talajdegradációról röviden: Felismerés és védekezési lehetőségek. *Agrofórum*. 24(8):68-72.

Szabó A. 2013. A talaj vízgazdálkodásának elméleti alapjai és a vízmegőrzés lehetőségei a gyakorlatban. *Agrofórum*. 24(10):22-25.