



Pannon Egyetem
Georgikon Kar
Intézményi Tudományos Diákköri
Konferencia



2014

**A PORTUGÁL BABÉRMEGGY (*PRUNUS*
LUSITANICA L.) GYÖKÉRFEJLŐDÉSÉNEK VIZSGÁLATA
MINIRHIZOTRON KÉSZÜLÉKKEL**

Készítette: Ferencz Boglárka, Kertészmérnök Bsc. szak IV. évfolyam

Témavezető: Horváthné Dr. Baracsi Éva, egyetemi docens

Hegedűsné Dr. Baranyai Nóra, egyetemi docens

Kertészeti Tanszék

Tartalomjegyzék

1.Bevezetés.....	3
1.1 Célkitűzés	3
2. Irodalmi áttekintés	4
2.1 A klímaváltozás várható tendenciái.....	4
2.2 A klímaváltozás várható hatásai a növényekre.....	5
2.3 A növények gyökérrendszerének jellemzői.....	6
2.4 A talaj és a gyökérzet kapcsolata.....	9
2.5. A növény és a talaj kapcsolata.....	10
2.6 A gyökernövekedés műszeres vizsgálata	10
3. Anyag és módszer	13
3.1 A vizsgálatok helye	13
3.2 A vizsgálati időszak időjárási jellemzői	14
3.3 A vizsgálat növényanyaga	16
3.4 A vizsgálatok ideje	18
3.5 A vizsgálatok módszere.....	19
5. Vizsgálati eredmények	21
5.1. Cserszegtomaji vizsgálati eredmények.....	21
5.2. Keszthelyi vizsgálati eredmények	26
6. Következtetések.....	31
7. Összefoglalás.....	33
8. Irodalomjegyzék	36
9. Ábrajegyzék.....	40
10. Mellékletek.....	41

1.Bevezetés

A lomblevelű örökzöld díszcserjék zöldfelületeink legdekoratívabb növényei közé tartoznak. Díszítőértéküket főként egész évben zöld, fényes felületű lombozatuk adja. Napjainkban a klímaváltozásnak köszönhetően eddig nem ismert új fajok és fajták kerülnek felhasználásra, amelyek remélhetőleg jobb megismerésük után a hazai díszfaiskolák kínálatában is megjelennek árunövények formájában. A melegebb telű területekről származó lomblevelű örökzöldek szárazságtűrő képessége általában jobb, mint az eddig ültetett fajoké, így reményeink szerint a jelenlegi és a várható időjárási körülményekhez is jobban alkalmazkodnak.

A növények szárazságtűrő képességét legnagyobb mértékben gyökérzetük befolyásolja, így kiemelkedő jelentősége van a gyökérzet talajban való elhelyezkedésére vonatkozó vizsgálatoknak. A növények gyökérrendszerének tanulmányozása során kapott eredmények segítségével, sokkal célzottabban tudjuk alkalmazni a vízellátáson túl a tápanyag utánpótlási módszereket is.

A hajtásrendszert célzó vizsgálatok jóval korábban elkezdődtek, mint a gyökérrendszerrel kapcsolatosak. Ennek oka, hogy a gyökérrendszerhez való hozzáférést nagymértékben korlátozza a talaj.

A gyökérfejlődés vizsgálatára kifejlesztett ún. minirhizotron gyökérszkennel használata megközelítőleg két évtizedes múltat tekint vissza. A módszer egyik nagy előnye, hogy a talaj és gyökértevékenység minimális megzavarásával is kielégítő és széleskörű vizsgálati eredményekre tehetünk szert.

1.1 Célkitűzés

Kutató munkám célja az volt, hogy minirhizotron gyökérszkennel segítségével adatokat gyűjtsenek a *Prunus lusitanica* L. (Portugál babérmeggy) gyökérzetének fejlődésére vonatkozóan. Céлом volt továbbá alátámasztani azt a két hipotézist, mely szerint a kísérleti növény gyökérzetének kiterjedése a két termőhely esetén eltérő eredményeket mutat, valamint azt, hogy az égtáji kitettség függvényében is különbségek vannak a gyökérrendszer fejlődésében.

2. Irodalmi áttekintés

2.1 A klímaváltozás várható tendenciái

Éghajlatunk változása az egyik legnagyobb globális probléma a 21. században. Nemcsak a társadalmat, hanem a mezőgazdasági ágazatokat is fenyegetik az időjárással kapcsolatos negatív impulzusok. A következő évtizedekre vonatkozóan számos tanulmány jelent meg magyar és külföldi kutatóktól egyaránt, melyben a várható fordulatokat, időjárás-modelleket szemléltetik.

SCHMIDT (2004) két alapvető tendenciát emel ki, mégpedig a száraz-mediterrán jellegű klímaváltozást, azaz a felmelegedést, ill. a lehűlés esélyét, valamint ezek dísznövénytermesztésre gyakorolt hatását.

BARTHOLY ÉS MTSAI. (2005) 4 különböző módszertant alapul véve ismertetik a jövő időjárásának várható átlagait. A hazánkra vonatkozó rapszodikus időjárási változások vizsgálatához, GÁLOS ÉS MTSAI (2009) a REMO, Regionális Klímamodellt használták, amelynek segítségével az elkövetkező 50 évre vonatkozólag bebizonyították a nyarak melegebbé válását.

Általánosan elmondható, hogy hazánkra jelenleg bizonyos szintű szélsőségeség jellemző, ami az évszakokat illeti. A nyár extrém módon meleg napokat ígér, a telekre sokkal inkább az enyhülés jellemző, mint a zord hideg. Ami a csapadékot illeti, kevésbé kiegyenlített, mint a megelőző évtizedekben, és az egy napra jutó csapadék mennyisége kiugróan nagy értékeket mutat.

BARTHOLY ÉS MTSAI. (2004) nemcsak klímamodelleket vizsgál, hanem múltbéli időjárási átlagokat is figyelembe véve ismerteti a lehetséges jövőbeli trendeket. Kutatásaik eredményei szerint a hazai felmelegedés mértéke, a földi átlaggal megegyező lesz, az éves csapadékösszeg azonban nagyságrendekkel alacsonyabb.

A következő 100 év napfényben gazdagabb, szárazabb nyarat, valamint extrém csapadékindexekkel tarkított őszi-téli időjárást ígér (BARTHOLY ÉS MTSAI, 2007).

A század végére, a nyári átlaghőmérsékletek 3,7-5,1 °C-kal, a maximumhőmérséklet akár 4-5,4 °C-kal lehet magasabb (SZABÓ – BEDE-FAZEKAS, 2012).

A kérdéskör bővebb elemzése érdekében, figyelembe kell vennünk azt a tényt, hogy a Kárpát-medence 3 különböző éghajlati zóna vonzáskörében helyezkedik el, nevezetesen a nedves

óceáni, száraz kontinentális és a mediterrán, ami azt jelenti, hogy a 3 övezet bármelyike befolyásolhatja hazánk jövőbeli időjárását. .

Az időjárás változás illusztrálására, SZABÓ – BEDE-FAZEKAS (2012) a földrajzi analógia módszerét javasolják, mely módszer, a vizsgált terület, és az ahhoz hasonló éghajlatok területének összehasonlításán alapul.

A felmelegedés lehetősége a szabadföldön termesztett fásszárú dísznövénykultúrákat nagyban befolyásolhatja, mint arra SCHMIDT (2004) is rámutatott, így nem hagyhatjuk figyelmen kívül, hogy a kialakuló klímát milyen mértékben tűrő növények kerülnek előtérbe a termesztés során.

CSETE (2005), a szeszélyes időjárás okozta kártételekre hívja fel a figyelmet, elsősorban az aszálykárookra, melyek magukkal hozzák az öntözés hiányának problémáját is, valamint nagy hangsúlyt fektet az időjárás-változás káros következményeire való felkészülésre, a fagy- és aszálytűrő fajok előtérbe kerülésére. Ezen kártételek és a növényi betegségek közötti összefüggésre GAÁL ÉS MTSAI. (2009) is figyelmeztetnek. Az összefüggés alátámasztására jó példa, a jégkár okozta seb a növények szövetein, mely kaput nyit számos kórokozó számára.

Köztudott, hogy hazánk a növénytermelési zónák határán fekszik (GAÁL ÉS MTSAI, 2009), ebből adódóan, az agroökológiai feltételeket már kismértékű időjárási változások is befolyásolják. Ezen feltevés vizsgálatának nehézségeire BARTHOLY ÉS MTSAI. (2005) hívják fel a figyelmet, ugyanis a szóban forgó terület mérete, nagyságrendekkel túlszárnyalja a legkorszerűbb eszközök felbontását is.

Végleges következtetéseket természetesen nem vonhatunk le, hiszen hazánk földrajzi helyzetéből (3 klímazóna vonzásköre) adódóan nehéz megállapítani a várható hatásokat. A felmelegedés, és nyaraink szárazabbá válásának általános tendenciája azonban azt eredményezi, hogy, a mezőgazdaságot, és főként a kertészetet sújtó stressz hatásokra való felkészülést már most el kell kezdeni.

2.2 A klímaváltozás várható hatásai a növényekre

Hazánkban nagyrészt cserjetermetű lomblevelű örökzöldek találhatóak meg a piacon. Ennek oka főként az időjárási körülményekből fakad. A jégkorszak beköszöntét megelőzően e növénycsoport jóval nagyobb számban fordult elő. A lomblevelű örökzöldek, a hazánknál melegebb és enyhébb telű időjáráshoz alkalmazkodtak. Lombozatuk is ezekhez a körülményekhez igazodott: hosszú fagymentes időszakokhoz és enyhe telekhez. A tűskével rendelkező fajok, pl. *Elaeagnus pungens* szárazságtűrő képessége közepes, a tövissel nem

rendelkező fajok viszont pára- és vízigényesek. A lomblevelű örökzöldek számára nem csak a téli fagyok, de a téli napsütéssel járó hőingadozás is végzetes lehet. Ezt a jelenséget azzal magyarázhatjuk, hogy a növények a napfény hatására elkezdenek asszimilálni, viszont a fagyos talaj akadályozza a vízfelvételt, melynek következtében a lombzat leég, nem pedig elfagy. A fagyvédelem ezek tükrében igen nagy fontossággal bír, melynek egyik jó megoldása a talaj szalmával, élő növényzettel való takarása lehet. Ökológiai igényeik negatívumaival szemben viszont ezek a növények különleges megjelenésűek, vastag, bőrszerű, csillogó lombozattal rendelkeznek (SCHMIDT, 2003).

SCHMIDT (2004) a lehetséges felmelegedés és a díszfaiskolák jövőbeli átalakulását vázolja fel. E szerint a növényválaszték a klímaváltozásnak megfelelően fog alakulni –szárazságtűrő növények váltják fel a vízigényes fajokat-, a díszfaiskolák telephelye pedig a vízfolyások menti területeken összpontosul, a kellő mértékű öntözés lehetőségének érdekében. Tanulmányában nem csak az öntözés problémakörét, hanem a várható növényvédelmi problémákat is tárgyalja. A két problémakörre egységesen a növénynemesítés terén feltételezi az eredményeket, tehát a jövőben a szélsőséges körülményeket tűrő növények nemesítése előtérbe kerül.

Szárazságtűrő fajok nagyobb mértékű alkalmazását tanácsolja SZABÓ (2012) is, aki szerint a dendrológusok és tájépítészek ugyancsak új kihívások elé vannak állítva, ami az időjárásra való felkészülést illeti.

SCHMIDT – SÜTÖRINÉ (2012), a Budai Arborétumban végzett kísérletek során arról számolt be, hogy a telepített mediterrán-szubtrópusi növények, jó eredményeket hoztak, az áttelelést illetően. Meghonosodásukat azzal magyarázza, hogy számukra a klíma megfelelő, szubtrópusi komponenseket is magába foglal. Ebből adódóan, számos mediterrán díszcserje telepítésére és későbbi felhasználására is sor kerülhet, a várható globális felmelegedés tükrében.

Az eltérő vízviszonyokkal ellátott talajokban a gyökerek különböző mértékben hatolnak le a mélyebb rétegekig, hogy adott esetben a legkisebb vízvártyákat is elérjék. Ebből kifolyólag tehát, a gyökerek beható vizsgálata és az eredmények értékelése igen hangsúlyos szerepet kap a klimatikus változások vonatkozásában (ANDRÁSFALVY ÉS MTSAI 1969).

2.3 A növények gyökérrendszerének jellemzői

2.3.1 A gyökérrendszer szerepe és elhelyezkedése

A gyökér, a magasabbrendű növények földbeni szerve, a hajtásrendszerrel ellentétes póluson (SOMOGYI ÉS MTSAL., 1976), mely a csíra gyököcskéjéből alakul ki és indul fejlődésnek legelőször a növényi szervek közül. Segítségével a növény szabályozni képes életfunkcióit. Alapvető feladata a növények talajban való rögzítése, a víz és ásványi sók felvétele, valamint azok hajtásrendszerhez való továbbítása. Módosulásaiból adódóan, előfordul, hogy raktározó szervként valamint kiválasztó szervként is funkcionál. A gyökér ezen kívül szabályozó szerepet lát el a felvett anyagok átalakításában is (RATNER, 1969). Talajban való elhelyezkedése, a zárwatermő növények bipoláris felépítése végett alakult ki. Fejlődése közben elágazásokat hoz létre, melyek együttesen a növény gyökérrendszerét alkotják. A gyökérzet talajban való kiterjedése, annak tulajdonságaitól és az éghajlati viszonyoktól is függ. A szárazabb klímájú területeken a gyökerek mélyebbre hatolnak, mint a csapadékosabb területeken (SOMOGYI ÉS MTSAL., 1976).

2.3.2 A gyökér fejlődése és szöveti felépítése

A gyökér fejlődése kezdetben sokkal gyorsabb ütemű, mint a hajtásé, virághozáskor azonban ez az arány megfordul (HARASZTY ÉS MTSAL, 1988). A többi növényi szervtől számos tulajdonsága különbözteti meg. Nem fejlődnek rajta levelek, így nóduszok és internódiumok sem tagolják. Általában nem tartalmaz klorofillt, így nem is fotoszintetizál.

Felépítésére a sugaras szimmetria a jellemző, szállítószövetrendszerét fa- és hancsnyalábok alkotják.

A gyökér hosszanti tagolása esetén zónákról beszélhetünk. A tenyészőcsúcsot –mely a gyökér disztális végén helyezkedik el-, a gyökérsüveg borítja. Megakadályozza, hogy a gyökérnövekedés és a talaj részecskéihez való súrlódás során a gyökércsúcs, és a csúcsmerisztémák sérüljenek, olyan formán, hogy a gyökérsüveg külső sejtei leszakadnak és az elhaló sejtek elnyálkásodnak, mely súrlódáscsökkentő hatással bír, ezzel is segítve a gyökér behatolását a talajszemcsék közé. A leszakadt sejtek folyamatosan pótlódnak és így védelmi szerepet látnak el a csúcsmerisztéma számára. A gyökérsüveg középső részében sztatolit keményítő található, mely segíti a gyökér pozitív geotrópos növekedését, a gravitáció érzékelése nyomán.

Az osztódó zóna

A gyökérsüveg mögött közvetlenül az osztódó zóna helyezkedik el, mely osztódó szövetekből áll, amelyek az osztódás során létrehozzák az elsődleges merisztémákat. Ezt közvetlenül a megnyúlási zóna követi, melyben intenzív sejtdifferenciálódás zajlik. A megnyúlási zónát

kívülről bőrszövet veszi körül, belülről szállítószövet fa- és háncsrészekkel, a két szövetréteg között pedig alapszövet helyezkedik el.

A gyökérszőrök

A sejtdifferenciálódás során érett szövetek jönnek létre, melyek a felszívási zónát alakítják ki. Ebben a zónában jelennek meg a gyökérszőrök, melyek a rhizodermisz kesztyűujjszerű kitüremkedései, nagy központi vakuólum, vékony plazmabélés és sejtmag alkotja őket. A gyökérszőrök megjelenése nagymértékben növeli a gyökér felületét, gyökérszőrös zónának is nevezzük (ANDRÁSFALVY ÉS MTSAI, 1969). A gyökérszőrök elhelyezkedésének sűrűsége a növényfaj sajátosága, de általában egyenesen arányos a különböző talajrétegek vízellátottságával. Sejtfalaik igen vékonyak, cellulóz építi fel őket. A gyökérszőrök képződése és elhalása folyamatos, a felsőbb rétegekben elhalnak, az alsóban pedig folyamatosan újak képződnek, a gyökérszőrök szerveződése akropetális (ANDRÁSFALVY ÉS MTSAI, 1969). A gyökérszőrök élettartama mindössze néhány nap. Lendületes növekedésük elengedhetetlenül fontos a talajban levő víz, és ásványi sók felvételéhez (RATNER, 1969). A gyökérszőröknek csupán a csúcsi része képes a vízfelvételre, mert itt található nagy mennyiségű plazma (HARASZTY ÉS MTSAI, 1988).

Fontos megemlíteni, hogy a nedvesebb talajrétegekben nagyobb számú gyökérszőrt tudunk elkülöníteni.

A kötöttebb, nehezebben felvehető tápanyagok mobilis formába való áttranszformálásában az ún. gyökérváladékok, leginkább a különböző mikroorganizmusok vesznek részt (RATNER, 1969). Ezen mikroorganizmusokon kívül, léteznek bizonyos szerves savak és cukrok is, melyek a gyökérben hasonló funkcióval bírnak. A gyökérváladékok mennyiségi és minőségi összetételére nagymértékben hatással van a gyökerek levegőzöttsége és főleg oxigénnel való telítettségük.

A felszívási zóna

A felszívási zónát szintén rhizodermisz borítja, befelé haladva következik az elsődleges kéreg, mely több parenchima sejtsorból álló szövet, legkülső sejtsora az exodermisz, ami védőréteget képez. Legbelső sejtsora az endodermisz, mely a központi hengert veszi körül, és a víz továbbítását végzi a szállítási zónához. Az endodermistől befelé haladva találjuk a központi hengert a periciklussal, a fa- és háncsnyalábokkal, valamint a bélszövetet. A felszívási zóna legfelső részén indul meg az oldalgökök képződése, melyek, gyökérszőrökhöz hasonlóan

akropetalisan szerveződnek, képződésük, a központi henger legkülső sejtsorából indul (ANDRÁSFALVY ÉS MTSAI, 1969).

A szállítási zóna

A gyökér talajfelszínhez legközelebb eső zónája a szállítási zóna. Ezen zónában szállítónyalábok találhatók fa- és hánccselemekkel. A kétszikű növényekre az oligarch gyökér a jellemző, azaz a xilem elemek száma 2-8. Itt már nem történik felszívás, csak szállítás a hajtásrendszer felé. Az oldalgyökök képződése is ebben a zónában indul meg, közvetlenül a periciklus osztódásával. Az oldalgyökök, a fanyalábok hosszanti vonalán képződnek, annyi sorban, ahány sugárból a gyökér áll (HARASZTY ÉS MTSAI, 1988). A kifejlett oldalgyököket elsődleges oldalgyököknek nevezzük, ezeknek is lehetnek gyökérágai, melyek a másodlagos oldalgyökök. Hajszálgököknek, a legvékonyabb oldalgyököket hívjuk.

2.3.3 A gyökér másodlagos vastagodása

A kétszikű növények esetében, a gyökér képes a másodlagos vastagodásra, mely egy többfázisú folyamat. Az első fázisban a hullámos kambiumpalást jön létre oly módon, hogy a periciklus sejtjei valamint a központi henger alapszövetének sejtjei is osztódni kezdenek. Ezt követően befelé fa-, kifelé hánccselemek termelése indul, ennek következtében kialakul az összefüggő másodlagos fatest és hánccsest. Annak ütemében, ahogy a gyökér vastagodik, az elsődleges bőrszövet leszakadozik, és létrejön a másodlagos bőrszövet, a periderma. A periderma kifelé paraszövetet, befelé pedig para alapszövetet képez (BÍRÓ ÉS MTSAI, 1971)

2.4 A talaj és a gyökérzet kapcsolata

A növény gyökérzetének kialakulásában, és a növényi szervezet működésében egyik legnagyobb szerepe a megfelelő talajnak van. HARGITAI ÉS NAGY (1971) megállapítása szerint, a talaj és a gyökér kölcsönösen hatással vannak egymásra, hiszen a talaj biztosítja a növény megfelelő támasztását és a különböző abiotikus tényezőket, a növény gyökere pedig javítja a talaj szerkezetét.

Természetesen nem mindegy, hogy a talajunk milyen tulajdonságokkal rendelkezik, hiszen a talajfizikai tényezők, meghatározói a tápanyagfelvételnek. A talajszemcsék nagysága, és szintenkénti megoszlása, a talajlevegőzöttség és a vízelvezető-képesség befolyásolója, ezáltal azt is meghatározza, hogy a gyökér milyen mértékben képes átszöni a talajrétegeket és felvenni a vizet. Az ilyen tulajdonságokkal rendelkező talajok vízgazdálkodása

kiegyenlítettebb, mint a homoktalajoké, több vizet képesek befogadni és visszatartani, ami ideális a gyökerek vízfelvételének tekintetében.

A növény gyökérzete központi szerepet játszik a szárazságtűrésben. Ez, egy ún. abiotikus stressz, melyet a gyökér stressz jelek küldésével reagálja le a hajtásrendszer felé, pl. oly módon, hogy abszcizinsavat kezd el termelni. Az abszcizinsav termelésének következtében, a gyökér megnyúlik, ami nagyban elősegíti a stressz kezelését a növény részéről. Annak ellenére, hogy a szárazságtűrésben kiemelt szerepe van a gyökérnek, az ezzel kapcsolatos vizsgálatok száma csekélynek minősül, a hajtásrendszerrel vizsgálataihoz képest, amit HOFFMANN (2011) a vizsgálatok bonyolultságával magyarázza.

A megfelelő módszer hiánya végett, a gyökérrendszerrel kapcsolatos vizsgálatok jelentősen elmaradtak a föld felett lévő növényi részekéhez képest. Olyan vizsgálati eszközre volt szükség, mely kismértékű talajbolygatás mellett is gyorsan hozzáférhető, megfelelő eredményeket ad.

2.5. A növény és a talaj kapcsolata

A száraz termőhelyen élő növények képesek mélyre, akár 1-2 méterre hatoló gyökérzetet fejleszteni, annak érdekében, hogy életfolyamataikhoz megfelelő mennyiségű vizet tudjanak felvenni, a vízforgalmi ellenállást csökkentsék. Ezen kívül előfordulhat az is, hogy a mélyre hatoló gyökerek, a felvett vizet, a felsőbb, szárazabb talajrétegekbe szállítják, javítva annak nedvességi állapotát. Megfigyelhető azonban, hogy a gyökerek fő tömegét, a vízzel jól ellátott talajrétegekben találjuk, tehát a gyökérzet térbeli megoszlása igazodik a talaj nedvességi állapotához, amit gyökérplaszticitásnak nevezünk (HOFFMANN, 2011).

Ezen növények lombozata szintén alkalmazkodik a szélsőséges körülményekhez, leveleik aprók, bőrneműek, ezért keménylombú cserjéknek nevezzük őket, ide tartoznak pl. egyes babérfajok (ANDRÁSFALVY ÉS MTSAI. 1969).

2.6 A gyökérnövekedés műszeres vizsgálata

A gyökér régiójának vizsgálata az ún. minirhizotron technika segítségével, nagyjából az elmúlt húsz év során került előtérbe. Ezen módszer betekintést enged a gyökérzónába, azok roncsolása nélkül teszi lehetővé a gyökerek közvetlen megfigyelését (JOHNSON ET AL., 2001). A minirhizotron eljárás a gyökerek növekedését hivatott vizsgálni, egészen a legapróbb hajszálgyökerekig, így mérésről-mérésre nyomon követhetjük a fiatal gyökerek megjelenését, és az idősebbek pusztulását. A kutatók, a gyökerek növekedésének dinamikáját,

menyiségüket –talajszintenkénti eloszlásukat- és átmérőjüket vizsgálták. Mivel a gyökérmonitorozás lényege, a vizsgálatok természetes környezetben való végrehajtása, a vizsgálatokat általában öntözetlen körülmények között hajtják végre.

CHENG ET AL., (1991) tanulmányában, a minirhizotron rendszer számos előnyéről számol be, melyek közül a legfontosabb, hogy in situ módon végezhető, a gyökerek és természetes környezetük igen csekély mértékű megzavarásával. Hátrányként, a technika magas költségeit emelte ki.

A rendszer egyik legfontosabb eleme a földben elhelyezett megfigyelő cső, mely készülhet üvegből, akrilból, plexiből vagy polikarbonátból is (CHENG ET AL., 1991). SMIT ET AL. (2000) megfigyelései szerint a műanyagból készült csövek megfelelőbbek, mint az üvegből készültek, annak ellenére, hogy utóbbi magasabb költségű. Az üveg csövek ugyanis, a különböző időjárási jelenségek következtében, mint fagyás-olvadás, akár meg is repedhetnek, tehát kevésbé időtállóak, mint a műanyag csövek. Annak ellenére, hogy a csövek anyaga döntő szerepet játszik a vizsgálatok során, e paraméter mégis az adott talaj és környezete függvényében alakul. A csövek lehetnek kör vagy négyzet keresztmetszetűek, átmérőjük 12-80 mm-ig változik.

A telepített csövek hossza 50 cm-től 2 m-ig terjedhet, de általános használatban az 1 méter, és a feletti csőhossz szerepel COLEMAN ET AL. (2004) mérései során például 1,8 m-es csöveket használt. Másik fontos kritérium, az, hogy a csöveket milyen szögben helyezik a talajba. COLEMAN ET AL. (2004) a vízszinteshez képest 20-25°-t javasol, más kutatók vízszinteshez képest 45°-t alkalmaznak.

A csövek telepítése, a vizsgálat egyik legkritikusabb pontja (CHENG ET AL. 1991, JOHNSON ET AL., 2001). Mindkét kutató, a csövek talajhoz való legpontosabb érintkezésére hívja fel a figyelmet, illetve arra, hogy a cső talaj feletti része védett legyen, a fény bejutásának megakadályozása érdekében. Ezen utóbbi probléma megoldására, a csövek végét műanyag kupakkal védik

JOHNSON ET AL. (2001) részletesen kifejtette, hogy a csövek installációja után bizonyos várakozási időnek kell eltelnie, mivel a procedura megbolygatja a talaj állandóságát, ezért méréseit 6-12 hónap elteltével kezdte el, ennyi idő alatt már visszaáll a talaj és gyökerek természetes állapota. A mintavételek között eltelt időszakra is nagy hangsúlyt fektet, szerinte a 8 hétnél ritkább mérések hibás eredményeket produkálhatnak, a 2 hetes intervallum már elfogadható értékeket ad.

A gyökér-felvételezés során használt video kamerákat a Bartz cég forgalmazza (CHENG ET AL., 1991), az elmúlt pár évben megjelent gyökérszkennerek pedig még könnyebb és pontosabb vizsgálatokat tesznek lehetővé.

3. Anyag és módszer

3.1 A vizsgálatok helye

A minirhizotron készülékkel történő, egy tenyészidőszakot magába foglaló vizsgálat Keszthelyen és Cserszegtomajon a Pannon Egyetem Georgikon karának kísérleti területein zajlott. A díszcserje állományokat a két kísérleti területen 2007-ben telepítették el.



1. ábra: A díszcserje ültetvény soros telepítése Keszthelyen (saját fotó)

Keszthelyen a növényeket 2,5x1,5 m-es térállásra ültették el (1. ábra), április utolsó hetében. Cserszegtomajon az állományszerű, kisebb-nagyobb foltokban való telepítést (2. ábra) alkalmazták, június első felében.



2. ábra: Az állományszerűen telepített díszcserjék Cserszegtomajon (saját fotó)

A keszthelyi talaj közepesen kötött barna erdőtalaj. Kémhatás szempontjából a talajra a gyengén savas-közömbös pH jellemző, mely a *Prunus lusitanica* számára kedvező. Sekély

humuszos réteggel rendelkezik, mésztartalma igen alacsony. P és K ellátottsága gyenge, Mg, Cu, Mn és Zn ellátottsága megfelelő. A talaj N ellátottsága gyenge.

Cserszegtomajon, a keszthelyi talajjal ellentétben változó vastagságú, köves termőréteget találunk. A humusgréteg vastagság sekély, humusztartalma alacsony, a talajszintek kémhatása gyengén lúgos. A fizikai talajféleség homokos vályog, mely kötöttség tekintetében közepesnek mondható. A talaj mésztartalma közepes, P és K szintje igen jó, Mg ellátottsága jó, Mn-ban Cu-ben és Zn-ben való ellátottsága túlzott mértékű. N ellátottsága közepes szintű. A talajvízszint mértéke mindkét termőhely esetében 200 cm alatti.

3.2 A vizsgálati időszak időjárási jellemzői

A vizsgálat időjárási viszonyairól a Metos meteorológiai állomás mérései alapján kaptunk információt.

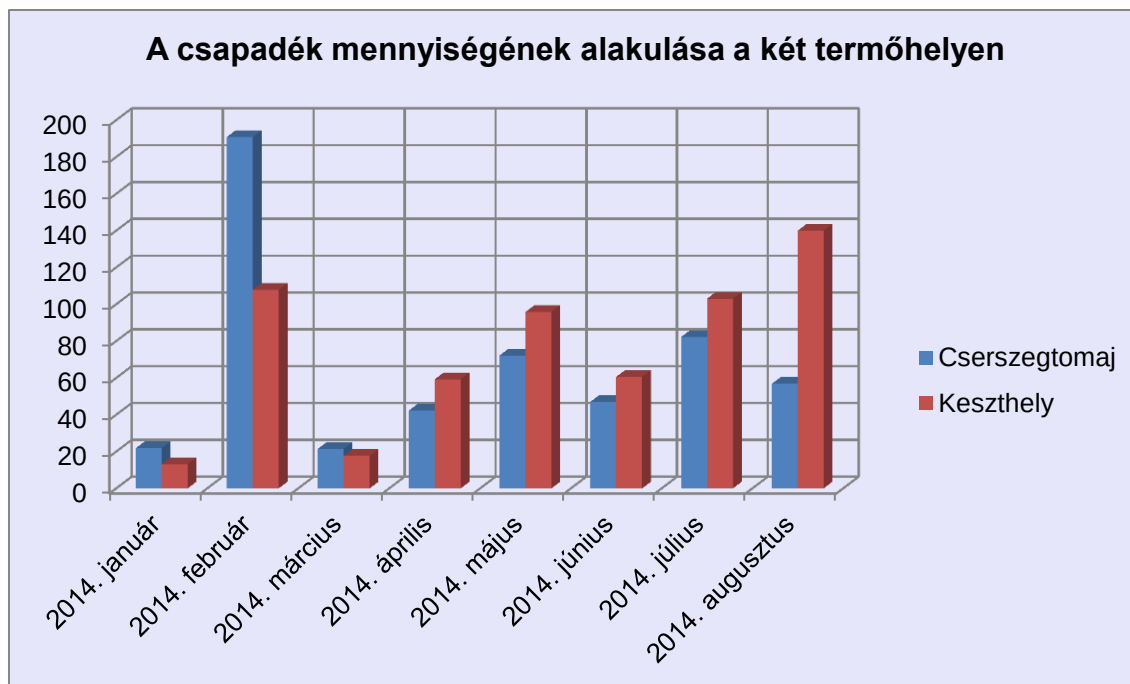
3.2.1. A csapadékmennyiségének alakulása a vizsgálatok ideje alatt

Cserszegtomajon, a 8 hónapos intervallumú kísérlet alatt összesen 534,4 mm csapadék hullott, ebből az 1. hajtásnövekedési periódusban – márciustól májusig –135,8 mm.

A február kiugróan magas értékeket (190,8 mm) mutat, ebből a legnagyobb (48,6 mm) mennyiséget február utolsó hetében regisztrálták. A 2. hajtásnövekedési periódus – júliustól augusztusig – alatt 139 mm csapadék esett.

A keszthelyi termőhelyen 2014. januártól szeptemberig összesen 597,2 mm csapadék hullott, ebből a tavaszi növekedési periódusban 172,6 mm.

A 8 hónapos időszakban kiemelkedően magas csapadékösszegeket nem regisztráltak, viszont a második növekedési periódusban, júliusban és augusztusban összesen 243 mm csapadék hullott (3. ábra). A két termőhely ugyan közel van egymáshoz (6 km), de mégis jelentős eltérés van a csapadék mennyiségében és eloszlásában.



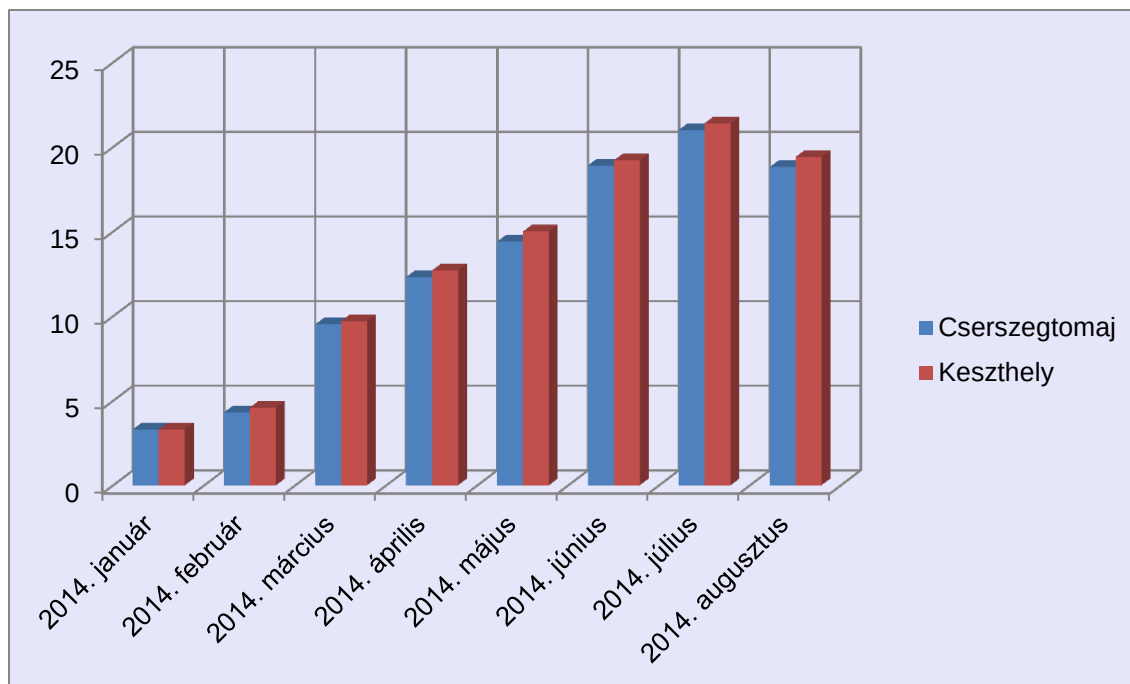
3. ábra: Csapadékmennyiségek Cserszegtomajon és Keszthelyen

3.2.2 A hőmérséklet alakulása a vizsgálatok ideje alatt

Keszthelyen, a nyolchónapos periódusban a legnagyobb napi középhőmérsékletet június 11.-én ($25,7^{\circ}\text{C}$) regisztrálták. A legtöbb fagypont alatti középhőmérsékletű napot (7 nap) januárban mérték, a legalacsonyabb napi hőmérséklet e hónapban $-10,3^{\circ}\text{C}$ volt. A legmagasabb napi középhőmérsékletet ($24,9^{\circ}\text{C}$) július 3. hetére esett, mely a második növekedési periódus időszakára esett. A legmagasabb napi hőmérséklet ($34,9^{\circ}\text{C}$) júniusban volt.

A hőmérsékleti viszonyok hasonlóan alakultak Cserszegtomajon is, a legtöbb fagypont alatti középhőmérsékletű napot (8 nap) itt is januárban regisztrálták. A legalacsonyabb napi hőmérsékletű nap $-10,9^{\circ}\text{C}$ -os volt. Cserszegtomajon a napi legmagasabb középhőmérsékleti értéket ($25,7^{\circ}\text{C}$) júniusban mérték. A legmagasabb hőmérséklettel rendelkező nap ($34,4^{\circ}\text{C}$) szintén júniusra esett.

A havi középhőmérsékletek átlagának tekintetében nem mutatkozik kiugróan nagy különbség a két termőhelyet illetően (4. ábra).



4. ábra: Havi középhőmérsékletek átlaga a két termőhelyen

3.3 A vizsgálat növényanyaga

A *Prunus lusitanica* L. /Portugál babérmeggy/ egy dús hajtásrendszerű örökzöld cserje vagy szétterülő lombozattal rendelkező fa, mely akár a 6-10 méteres magasságot is elérheti (BRICKELL, 2001). A fajt először LINNÉ írta le 1753-ban.

Rendszertanát tekintve, a növény a *Rosaceae* családba, ezen belül a *Prunus* nemzetségbe tartozik. Mediterrán faj, melynek 3 alfaját ismerjük: *Prunus lusitanica* ssp. *azorica*, *Prunus lusitanica* ssp. *hixa* és *Prunus lusitanica* subsp. *lusitanica*, mely utóbbi alfaj a legelterjedtebb (MARINELLI, 2006). Az alapfaj egynemű zöld lombú, fajtája a 'Variegata' pedig tarka levelű.

A növény az Ibériai-félszigeten őshonos (KISS ÉS ILLYÉS, 2006). Egyes források szerint natív élőhelyének számít Portugália, Madeira és a Kanári-szigetek is.

Levelei hosszúkas tojásdadok, fényes sötétzöld színűek, krém fehérrel szegélyezettek (BRICKELL, 2011). Vastag, bőrneműek, szélük enyhén fogazott (ILLYÉS ÉS KISS, 2006). A levelek általában 6-10 cm hosszúak, és 3-6 cm szélesek (5. ábra) (MCMINN-MAINO, 1981). A levél szára vörös színezetű (MARINELLI, 2006).



5. ábra: A *Prunus lusitanica* lombozata és vöröslő hajtásai (saját fotó)

Hajtásai is vöröslőek, melyen a levelek fésűszerűen, kétoldalt helyezkednek el (ILLYÉS ÉS KISS, 2006). A levelek cianidot tartalmaznak, melyet a levél megtört állapotában a környezetbe bocsát (DIRR, 1990).

A növény kérge sötét színű, sima felületű. A rügyek piros színűek, kopaszok (POLUNIN, 1981).

Virágai krémszínűek, intenzív illatúak (MARINELLI, 2006). Hosszú, kb. 20-25 cm-es fürtöket alkotnak (6. ábra), melyek a leveleken is túlérnek (POLUNIN, 1981). A fürtöt alkotó virágok apróak (10-15 mm átmérő), ötszirmúak.



6. ábra: A *Prunus lusitanica* virágfürtjei (saját fotó)

A növény általában júniusban virágzik, a virágok virágkötészetben is alkalmazhatóak, vázartartósságuk jó (MCMINN-MAINO, 1981).

Húsos, tojásdad termésekkel rendelkezik (BRICKELL, 2011). Színük korallpiros, éretten feketés lila, 8-13 mm átmérőjű (POLUNIN, 1981). A termés augusztusban érik (MCMINN-MAINO, 1981), és elfogyasztása kellemetlen tüneteket okozhat, mivel toxikus.

Környezeti igényeit tekintve, a növény fénykedvelő, de félárnyékban is jól fejlődik (ILLYÉS-KISS, 2006). Könnyen nő bármilyen nedves, de jó vízgazdálkodású, mérsékelt termékeny talajban. A savastól a lúgos kémhatásig, a homokostól az agyagos szerkezetűig, mindenhol jól érzi magát. HESSAYON (1993) a meszes talajt kedvelő díszcserjék csoportjába helyezte el a fajt.

Míg BRICKELL (2001) részben fagyűrőként jellemzi, SCHMIDT ÉS MTSAI. az USDA 8-as zónába -12-(-7) °C sorolja. A növény vízigénye közepes (ILLYÉS-KISS, 2006).

Nagyon oda kell figyelni a növény telepítésénél, enyhébb telű területekre érdemes ültetni, az elfagyás megakadályozása végett (MARINELLI, 2006). A kutikula teljes kialakulásáig fontos, hogy a növény ne legyen kitéve a szél, szárító hatásának, ezért ilyenkor érdemes védetebb helyen tartani a növényt (INGRAM, 2008). Ennek kialakulása után azonban, a növény, alkalmassá válik más cserjék szélétől való megóvására, pl. szélfogóként funkcionál (BIRD, 2014).

Egyéb megnevezései a „cherry bay” és a „Portuguese laurel cherry”.

Szaporítása ivarosán és ivartalanul is történhet, ivartalanul főként hidegágyi dugványozással, augusztus-szeptemberben (HESSAYON, 1993).

Tavasszal erőteljes visszametszést igényel, növekedésének korlátozása érdekében (BRICKELL, 2001), valamint a száraz részeket is ilyenkor kell eltávolítani.

A növény magjait a madarak szórják szét, ebből következően igen könnyen terjed. A kutatók attól tartanak, hogy nagymértékű alkalmazkodóképessége miatt, agresszívan fog terjedni az erdők aljnövényzetében (MARINELLI, 2006).

3.4 A vizsgálatok ideje

A gyökérfejlődés műszeres vizsgálatát 2014-ben január 3., március 14., április 9., május 8., június 4., július 24., augusztus 22 napokon végeztük el.

3.5 A vizsgálatok módszere

3.5.1. A gyökérnövekedés vizsgálata minirhizotron gyökérszkennerrel

Az akrilcsöveket a növények gyökérzónájába egy talajfúró segítségével telepítettük le 2013. május közepén (7. ábra).



7. ábra: Műanyag csövek telepítése a gyökérzónába

A kísérleti növények gyökérzónájába, 45°-os szögben 2-2csövet juttattunk le (8. ábra).

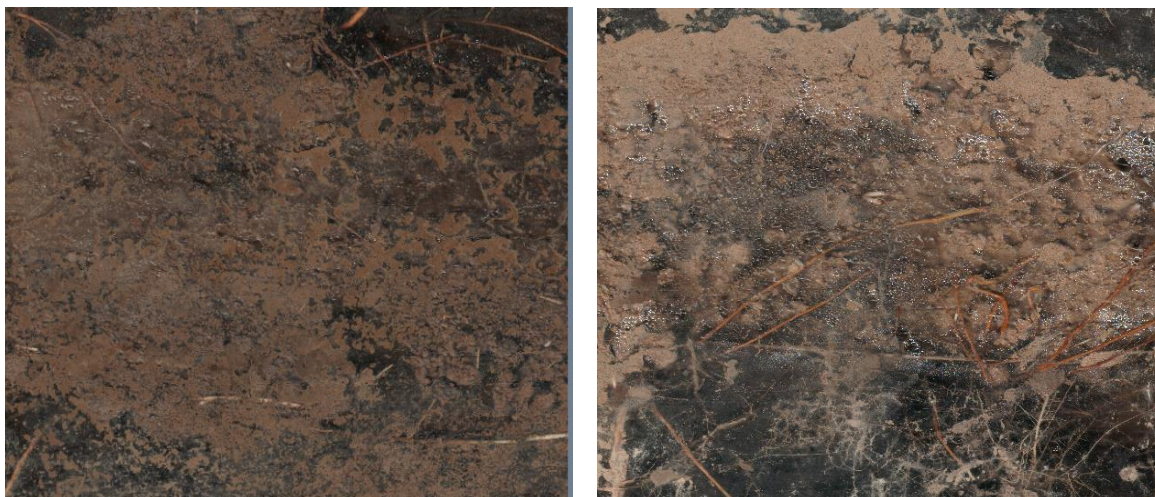


8. ábra: Az akrilcsövek a kísérleti növény gyökérzónájában (saját fotó)

A csövek 120 cm hosszúak voltak, így a méréseket 5 rétegben (0-20cm, 20-40cm, 40-60cm, 60-80cm, 80-100cm) tudtuk elvégezni, kivéve a keszthelyi termőhely nyugati oldalon elhelyezett cső esetén, amely a többitől eltérően, nem 5, hanem csak 4 kép készítését tette lehetővé.

A fentiek miatt a kapott eredmények feldolgozása a statisztikai vizsgálatok elvégezhetősége miatt csak a felső 4 szintben történt meg. Cserszegtomajon a domborzati viszonyok miatt a növények északi és déli oldalára, míg Keszthelyen a sorok iránya miatt a nyugati és a keleti oldalra telepítettük a csöveket.

Az ACI-600 szkennert 21,59 x 19,56 cm-es képet készített. A képek felbontása igen nagy, akár 188 millió pixeles is lehet (9. ábra).



9. ábra: Scannelt képek Keszthely (bal oldali kép) és Cserszegtomaj (jobb oldali kép) termőhelyen a 20-40 cm mélységben (2014. 01. 06.)

A mérés megkezdése előtt a szkennert egy fehér színű kalibráló csőbe, majd a kalibrálást követően az átlátszó akrilcsőbe helyeztük, egészen a legalsó talajrétegig levezetve. A minirhizotron szkennert 360 °C-os fordulatot tett minden talajrétegben, így megkaptuk az elemzésre szánt teljes felvételt. Miután a szkennert csatlakoztatott számítógép tárolta az adatokat, elemzőprogram segítségével analizáltuk a képeket.

3.5.2. A képelemző program

Az elkészült képek elemzése, a CID Bio-Science által létrehozott Root Snap elnevezésű program segítségével történt. A program számos előnnyel rendelkezik, melyek közül a legfontosabb, hogy gyors kiértékelést tesz lehetővé. A képek analízisa során, a program meghatározza gyökök hosszát – az egy rétegben található gyökök teljes hosszát is -, térfogatát, átmérőjét és felszínét is. Vizsgálatunk során mi az összes gyökér hosszára és felszínére vonatkozó adatokat dolgoztuk fel.

3.5.3. Az eredmények kiértékelésének módszere

A kapott adatokat a Microsoft- Word és Excel programok segítségével rögzítettük, ill. dolgoztuk fel. A statisztikai vizsgálatoknál a Microsoft Excel programot használtuk.

Az egyszerűbb statisztikai módszerek közül a számtani átlag-számítást használtam, valamint a szóródás vizsgálatával arra kerestem a választ, hogy az átlagok jól jellemzik-e a vizsgált sokaságot.

Annak a hipotézisnek az igazolására, hogy, az egyes rétegek között van-e szignifikáns különbség az átlagos gyökérhosszt, illetve a gyökérfelszín tekintve, az egytényezős varianciaanalízist alkalmaztam, 5 %-os szignifikancia szint mellett.

Második hipotézisem igazolására, hogy az égtáji kitettség esetében az átlagos gyökérhossz és gyökérfelszín tekintetében van-e különbség, ugyanezt a módszert alkalmaztam.

A szignifikáns különbség megállapításához a 4 felső réteg adatait használtuk fel. A próbastatisztikai értékek: F empirikus és az F kritikus értékek összevetését követően, amennyiben az F kritikus kisebb, mint az F empirikus a H₀ hipotézis elvetésre került az ellenhipotézissel szemben. Ezt követően a Fisher-féle eljárás során szignifikáns differencia

kiszámolására került sor a következő képlettel: $SzD_{\alpha} = t_{\frac{\alpha}{2}} \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot MSE}{R}}$, melyhez szükséges

adatok a szabadságfok (df), minták száma (r = 2 cső), 5 %-os szignifikancia szint feléhez tartozó, t-táblázatbeli adat ($t_{\alpha/2} = 2,57$) és a korrigált szórásnégyzet (MS).

Szignifikáns differencia abban az esetben van, ha a rétegek átlagának, abszolút értéken vett különbsége nagyobb, mint a szignifikáns differencia értéke, azaz $|x_i - x_j| > SZD$ (Szűcs, 2002).

5. Vizsgálati eredmények

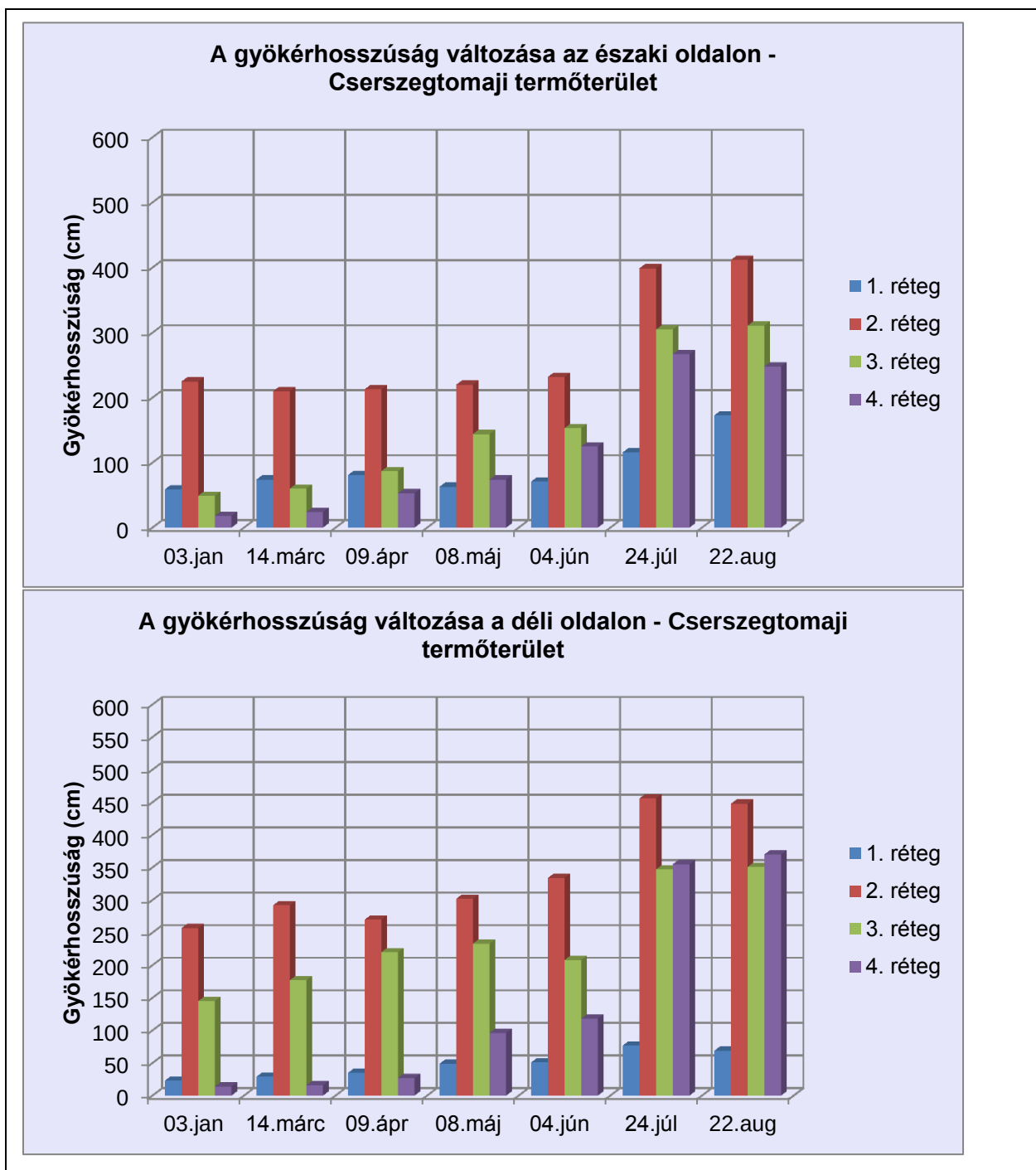
5.1. Cserszegtomaji vizsgálati eredmények

5.1.1. A gyökerek hosszának alakulása

A mérési adatok (1. melléklet) elemzése alapján megállapítottuk, hogy a gyökerek többsége a 2. szintben (20-40 cm) van jelen (10. ábra). Ez a réteg adja júniusig a teljes talajszelvényben lévő gyökerek csaknem felét, majd július és augusztus hónapokban a gyökerek egyharmadát.

Az első és az utolsó mérések között eltelt időszakban a teljes gyökérhossz a déli oldalon a 4. rétegben (356 cm), az északi oldalon pedig a 3. rétegben (262 cm) mutatatta a legnagyobb gyarapodást. A legkisebb gyarapodást (46cm, ill. 114cm) mindkét oldalon az 1. szint adta.

A júniusi és júliusi mérési eredmények szembeutnő változásokat mutattak. A júniusi és júliusi mérések között a teljes talajszelvényben mért gyökérhosszúság a déli oldalon 524 cm-rel, az északi oldalon 506 cm-rel gyarapodott, míg ezek az értékek az előző hónapokban átlagosan 68 cm (dél) és 57,5 cm (észak) voltak. A július és augusztus közötti időszak gyökérhossz növekedése viszont csekély mértékű volt, a teljes gyökérhosszúság a déli oldalon mindössze 3 cm-rel, míg az északi oldalon 57 cm-rel nőtt meg (10. ábra).



10. ábra: Gyökérhosszúság változás az égtáji kitettség vonatkozásában, Csersegtomajon

Az egytényezős varianciaanalízis vizsgálat során megállapítottam, hogy mind a 8 vizsgálati időpont esetében mutatkozott szignifikáns különbség a rétegek között, az átlagos gyökérhossz tekintetében. A januári és márciusi eredmények azt mutatták, hogy a 2. réteg minden további réteggel szemben szignifikáns különbséget mutat.

A 2014. áprilisi mérések során a 3. rétegben elhelyezkedő gyökerek is növekedésnek indultak, ebből következően a 2. és 3. réteg között nem mutatkozik szignifikáns különbség (2. melléklet).

A május 8-i és június 4-i mérések alkalmával intenzívebb gyökérnövekedés mutatkozott a 3. rétegben, a 2. réteg ezzel szemben kisebb mértékben gyarapodott, mely hatására az 1. és 3. réteg között szignifikáns különbség lett.

Júliusban és augusztusban a 4. réteg gyökértömege intenzív növekedésnek indult (9. ábra), ebben a hónapban az 1. és 4. réteg is szignifikáns különbséget mutat. Az augusztusi mérések eredményei azt mutatják, hogy a 2. és 3. réteg, illetve a 2. és 4. réteg között nincs különbség szignifikánsan, amelyre a 3. és 4. rétegben bekövetkezett intenzív gyökérhossz növekedés ad magyarázatot.

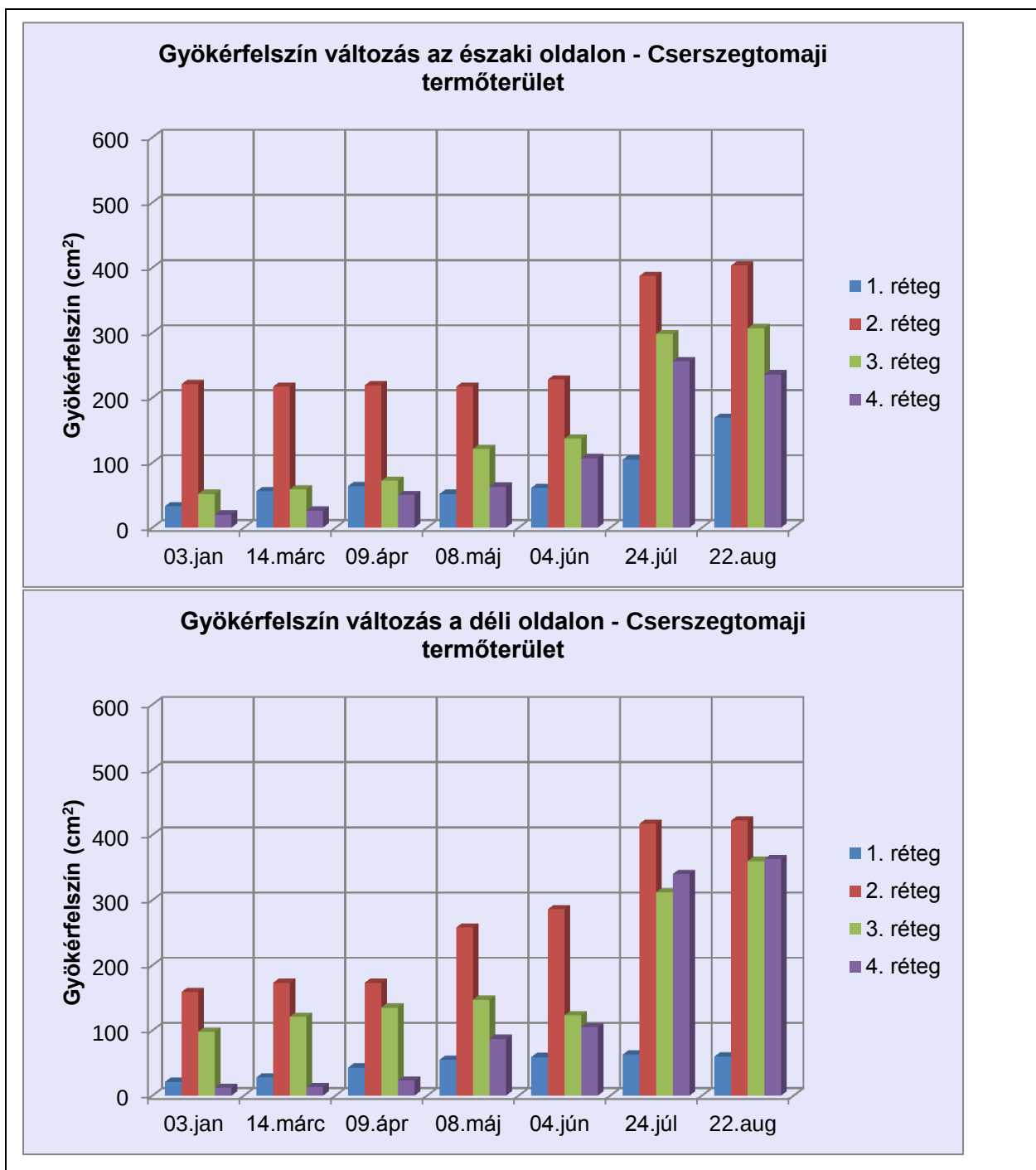
Az égtáji kitettség esetében az átlagos gyökérhossz tekintetében nem tudtunk szignifikáns különbséget kimutatni, de a számadatokat vizsgálva kitűnik, hogy a déli – napfénynek jobban kitett – oldalon a gyökérhosszúság változása intenzívebb, mint az északi – árnyékosabb – oldalon.

5.1.2. A gyökérfelszín változásának vizsgálati eredménye

E paramétert vizsgálva megállapítottuk, hogy a 2. rétegben volt a legnagyobb a gyökérfelszín nagysága, a teljes talajszelvényben lévő gyökér felszínhez viszonyított aránya a gyökérhosszhoz hasonlóan alakult.

Az első és az utolsó mérések között eltelt időszakban a teljes gyökér felszín a déli oldalon a 4. rétegben (351 cm^2), az északi oldalon a 3. rétegben (255 cm^2) nőtt a legtöbbet. A legkisebb gyarapodást mindkét égtájon (39^2 cm , ill. 136 cm^2) az 1. szint adta.

A január és május között eltelt hónapok esetében az átlagos, teljes talajszelvényben mért gyökérfelszín növekedés $70,75 \text{ cm}^2$ (dél) és $51,75 \text{ cm}^2$ (észak) volt. A június és július között eltelt időszak során a teljes talajszelvényben mért gyökérfelszín gyarapodás a déli égtájon 559 cm^2 , az északon 513 cm^2 volt. Júliustól augusztusig a gyökérfelszín gyarapodása kisebb mértékű volt, a déli oldalon 73 cm^2 , az északi oldalon pedig 69 cm^2 volt. (11. ábra).



11. ábra: Gyökérfelszín változás az égtáji kitettség vonatkozásában, Cserszegtomajon

A gyökek hosszúságának és felszínük nagyságának összefüggésében egyenes arányosságot tapasztaltunk. Ezt bizonyította az is, hogy a szignifikancia vizsgálat kiértékelése megközelítőleg azonos eredményt adott. A gyökek felszíne is a 2. szintben volt a legnagyobb. A felszín gyarapodására vonatkozóan a májusi mérések alkalmával regisztráltuk a 3. rétegben a legnagyobb változást, ellentétben a gyökerhosszúság esetén áprilisban megfigyeltekkkel. Ebből adódik, hogy a májusi és a júniusi méréseknél az 1. és 3. réteg

különbsége szignifikáns eredményt hozott. A júliusi és augusztusi mérések szignifikancia vizsgálatának eredményei azonosak a gyökérhosszúságra vonatkozó eredményekkel.

Az égtáji kitettség esetében az átlagos gyökérfelszín vonatkozásában sem mutatkozott szignifikáns különbség. Az adatokat vizsgálva azonban számszerűsíthető a déli oldalon tapasztalt intenzívebb gyökérfelszín gyarapodás.

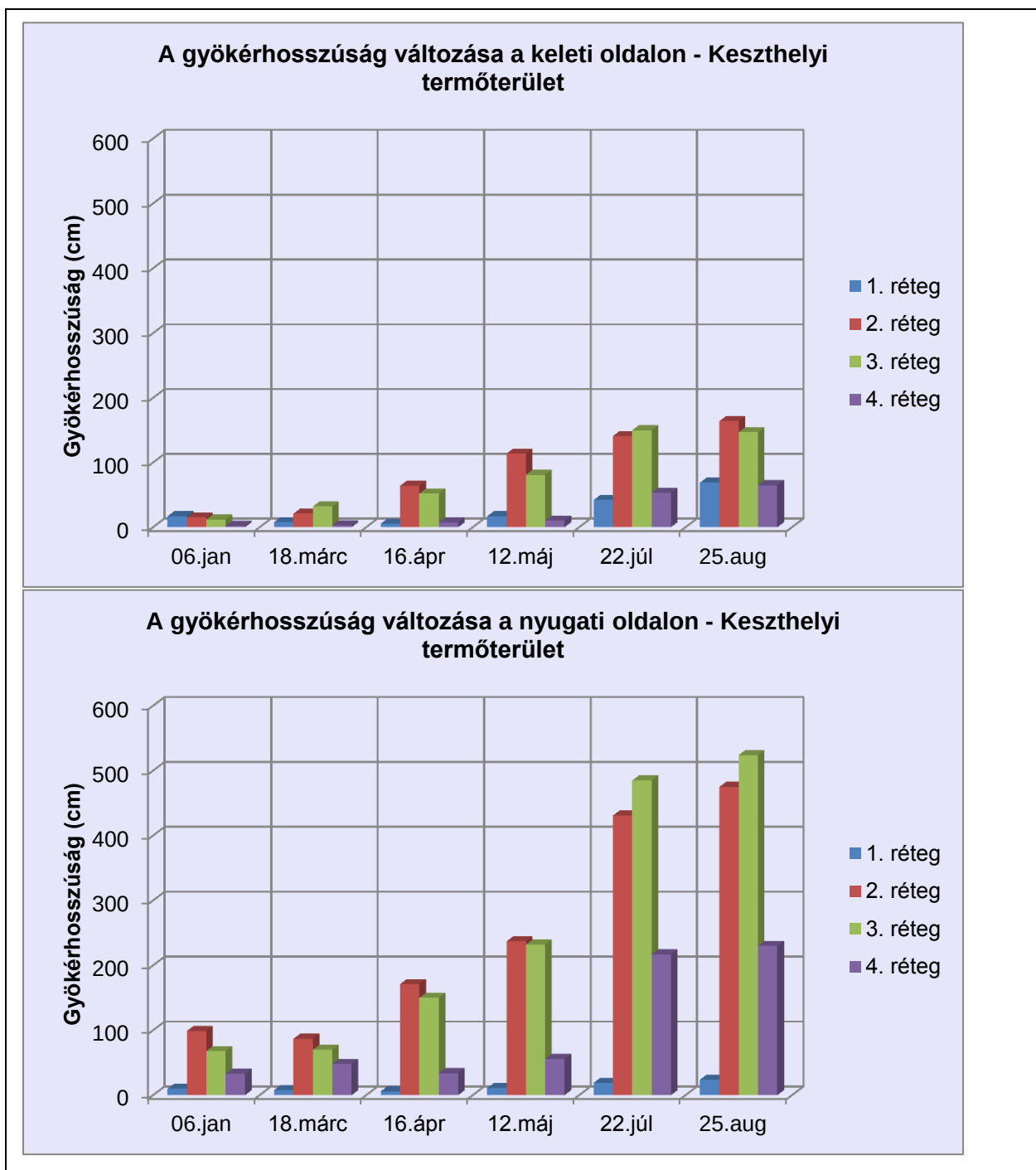
5.2. Keszthelyi vizsgálati eredmények

5.2.1. A gyökerek hosszának alakulása

A gyökerek túlnyomó része a január és május között 2. szinten, júliusban és augusztusban pedig a 3. rétegben van (12. ábra). Ezen rétegek a mérés időpontjában, a teljes talajszelvény gyökérmennyiségének megközelítőleg felét teszik ki.

A január és augusztus gyökérhosszbeli különbsége a nyugati oldalon a 3. rétegben (456 cm), a keleti oldalon pedig a 2. rétegben (149 cm) a legnagyobb. A legkisebb értéket erre vonatkozóan mindkét oldalon (14cm, ill. 52cm) az 1. szinten mértük.

A májusi és júliusi vizsgálati eredmények között eltelt időszakban a teljes talajszelvényben mért gyökérhosszúságot illetően a nyugati oldalon 616 cm-es, az északi oldalon 164 cm-es növekedést regisztráltunk. Az erre vonatkozó, januártól májusig tartó időszak átlagos értéke nyugaton 108,7 cm, keleten 58,7 cm volt. A júliusi és augusztus mérések között a gyökerek hossza a fent említett átlagos adatokkal megközelítően azonos értékeket adtak, a nyugati égtájon 101 cm-rel, a keletin pedig 59 cm-rel nőttek meg (12. ábra).



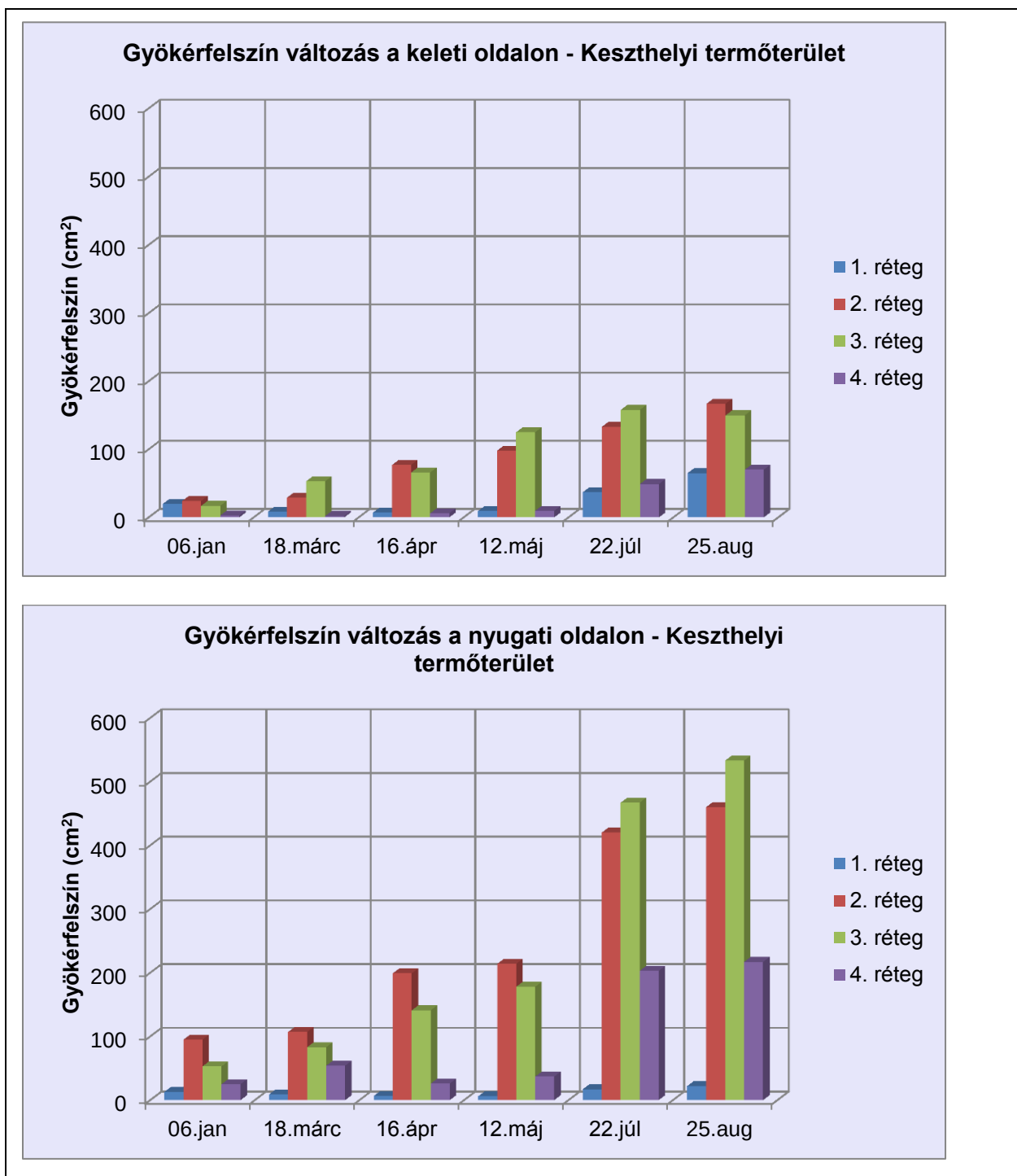
12. ábra: Gyökérhosszúság változás az égtáji kitettség vonatkozásában, Keszthelyen

5.2.2. A gyökérfelszín változásának vizsgálati eredményei

A gyökérfelszín nagysága a nyugati oldalon januártól májusig a 2. rétegben, júliusban és augusztusban a 3. rétegben volt a legnagyobb. A keleti oldalon ápriliséig a 2., májustól augusztusig a 3. rétegben volt a legmagasabb (13. ábra), a teljes talajszelvényben lévő gyökerek felszínéhez viszonyított aránya a gyökérhosszhoz hasonlóan alakult.

A januári és augusztusi mérések közötti időszakban nőtt a legtöbbet a teljes gyökérfelszín. A napsütötte (nyugati) oldalon a 3. rétegben 480 cm^2 -t, a keleti oldalon a 2. rétegben 143 cm^2 -t mértünk. A legkisebb (9 cm^2 , ill. 45 cm^2) gyökérfelszínt a gyökérhosszúsághoz hasonlóan mindkét égtájon az 1. szint adta.

A teljes talajszelvényben május és július között gyarapodott a legtöbbet a gyökérfelszín, a nyugati égtájon 672 cm^2 -t, az északon 135 cm^2 -t. A nyugati oldalt illetően januártól májusig az átlagos, teljes talajszelvényben mért gyökérfelszín növekedés 83 cm^2 volt, míg a keleti oldalon $59,4\text{ cm}^2$. Ezzel szemben július és augusztus között a gyökérfelszín gyarapodása a nyugati égtájon 125 cm^2 , a keleti égtájon 75 cm^2 volt. (13. ábra).



13. ábra: Gyökérfelszín változás az égtáji kitettség vonatkozásában, Keszthelyen

A keszthelyi termőhelyen sem az átlagos gyökérhosszúság, sem az átlagos gyökérfelszín esetében nem állapíthattunk meg szignifikáns különbséget az egyes rétegek között. Az egyszerű statisztikai vizsgálatok – számtani átlag és szóródás vizsgálat – elvégzése után F kritikus és F empirikus értéket összehasonlítva, F kritikus minden mérés esetén nagyobb értéket adott. Ebből következik, hogy a H_0 hipotézis került elfogadásra, így a szignifikancia vizsgálatot nem lehetett elvégezni az említett esetekben.

Az égtáji kitettség vonatkozásában, a varianciaanalízis nem mutatott szignifikáns különbséget sem az átlagos gyökérhossz, sem az átlagos gyökérfelszín vizsgálatakor.

6. Következtetések

A cserszegtomaji termőhely adatait vizsgálva érvényt nyert az a hipotézis, miszerint a növény déli, napfénynek kitett oldalán a gyökérzet nagyobb mértékben növekedett, mint az északi oldalon. A szignifikancia vizsgálat eredményeinek kiértékelésekor megállapítottam, hogy az egyes talajrétegekben elhelyezkedő gyökértömeg szignifikánsan különbözik mind az átlagos gyökérhossz, mind az átlagos gyökérfelszín vonatkozásában. A legintenzívebb gyökértevékenységet a második szintben regisztráltuk, így e szint mérési eredményei minden többitől szignifikánsan különböztek.

A keszthelyi termőhely esetén ugyancsak elmondható, hogy a napsütésben gazdagabb nyugati oldalon a gyökérmennyisége több volt, mint az árnyékosabb, keleti oldalon. A gyökerek talajszintenkénti megoszlása azonban nem mutatott olyan mértékű különbségeket, melyeket a cserszegtomaji mérések alkalmával tapasztaltunk.

Mindkét termőhelyen június-július a gyökérfejlődés legjelentősebb időszaka. A mérések során statisztikai módszerrel is igazoltuk, hogy a fajnak a legtöbb gyökere a 20-40cm-es mélységben, vagyis a 2. szintben volt jelen. Ez a tény véleményünk szerint a vizsgált időszak szokatlanul jó csapadék viszonyainak is köszönhető, hiszen a gyökereknek nem kellett a mélyebb régiókban a vizet keresniük.

Az eredmények értékelése során kimutattuk, hogy mindkét termőhelyen, a napsütötte oldalon a mélyebb rétegekben – Cserszegen 60-80 cm, Keszthelyen 40-60 cm mélyen–gyarapodott nagyobb mértékben a gyökerek mennyisége, míg az árnyékos oldalakon ez egy mérési szinttel feljebb volt jellemző. Az árnyékos oldal talajának felsőbb rétege lassabban szárad ki, így a gyökerek a sekélyebb rétegben is jó vízellátást kapnak. A talaj vízgazdálkodása és hőháztartása nagymértékben befolyásolja a talajban lejátszódó folyamatok intenzitását is, hiszen a sugárzás intenzitása az égtáji kitettségtől is függ STEFANOVITS (1992), így érthető, hogy esetünkben a napsütötte oldalon a gyökerek nagyobb mértékben gyarapodtak.

A gyökér hossza és a felszíni gyarapodásra vonatkozóan is, a legkisebb értéket a leghamarabb kiszáradó a 0-20 cm-es rétegben tapasztaltunk mindkét termőhelyen. Cserszegen a gyökerek gyarapodása a 3. és 4. régióban volt jelentősebb a Keszthelyen regisztrált 2. és 3. szinthez képest, ami a területek talajféleségével is magyarázható.

Vizsgálatunk eredménye igazolja STEFANOVITS (1992) a talajok vízgazdálkodási tulajdonságára vonatkozó megállapítását, miszerint a keszthelyi termőhely barna erdőtalaja a

cserszegi homokos vályog talajhoz képest jobban tartja a vizet. A fenti eredmény egybeesik ANDRÁSFALVY ÉS MTSAI (1969) SOMOGYI ÉS MTSAI., (1976) által megfogalmazottakkal, akik a talaj nedvességtartalmának, fontosságát emelik ki a gyökerek mélyre hatoló képessége kapcsán.

Vizsgálataink eredménye alapján elmondhatjuk azt is, hogy a szárazabb termőhelyen, vagyis Cserszegtomajon fejlesztettek a növények nagyobb mennyiségű gyökeret a mélyebb régióban, amely HOFFMANN (2011) megállapítását igazolja, mely szerint száraz termőhelyen élő növények sokkal inkább képesek mélyre hatoló gyökérzetet fejleszteni, annak érdekében, hogy életfolyamataikhoz megfelelő mennyiségű vizet tudjanak felvenni.

7. Összefoglalás

A XXI. században igen nagy problémát jelent az éghajlatváltozás és a globális felmelegedés. Az utóbbi évtizedekben tapasztalt időjárási szélsőségek jelentős hatást gyakorolnak a dísznövények, köztük a lomblevelű örökzöld díszcserjék termesztési és alkalmazási körülményeire is.

A növények szárazságtűrő képességét legnagyobb mértékben gyökérzetük befolyásolja, így kiemelkedő jelentősége van a gyökérzet talajban való elhelyezkedésére vonatkozó vizsgálatoknak. A növények gyökérrendszerének tanulmányozása során kapott eredmények segítségével, sokkal célzottabban tudjuk alkalmazni a megfelelő vízellátáson túl a tápanyag utánpótlási módszereket is.

Az elmúlt időszakban kifejlesztett műszer segítségével képessé váltunk arra, hogy a növények gyökérzetét tanulmányozzuk anélkül, hogy a talajban különösebb bolygatást végeznénk.

Kutató munkám célja az volt, hogy minirhizotron gyökérszkennel segítségével adatokat gyűjtsék a *Prunus lusitanica* L. (Portugál babérmeggy) gyökérzetének fejlődésére vonatkozóan. Céлом volt továbbá alátámasztani azt a két hipotézist, mely szerint a kísérleti növény gyökérzetének kiterjedése a két termőhely esetén eltérő eredményeket mutat, valamint azt, hogy az égtáji kitettség függvényében is különbségek vannak a gyökérrendszer fejlődésében.

Vizsgálataimat két termőhelyen, Cserszegtomajon, valamint Keszthelyen kiültetett díszcserje egyedeken végeztem. A gyökérnövekedés műszeres vizsgálata 2014. január- augusztus között folyt. A képek kiértékelése, a CID Bio-Science által forgalmazott Root Snap nevű program segítségével történt. A kapott adatokat a Microsoft- Word és Excel programok segítségével rögzítettük, ill. dolgoztuk fel. A statisztikai vizsgálatoknál a Microsoft Excel programot használtuk.

A cserszegtomaji termőhely adatait vizsgálva érvényt nyert az a hipotézis, miszerint a növény déli, napfénynek kitett oldalán a gyökérzet nagyobb mértékben növekedett, mint az északi oldalon. A szignifikancia vizsgálat eredményeinek kiértékelésekor megállapítottam, hogy az egyes talajrétegekben elhelyezkedő gyökértömeg szignifikánsan különbözik mind az átlagos gyökérhossz, mind az átlagos gyökérfelszín vonatkozásában. A legintenzívebb gyökértevékenységet a második szintben regisztráltuk, így e szint mérési eredményei minden többitől szignifikánsan különböztek.

A készthelyi termőhely esetén ugyancsak elmondható, hogy a napsütésben gazdagabb nyugati oldalon a gyökérmennyisége több volt, mint az árnyékosabb, keleti oldalon. A gyökerek talajszintenkénti megoszlása azonban nem mutatott olyan mértékű különbségeket, melyeket a cserszegtomaji mérések alkalmával tapasztaltunk.

Vizsgálataink tovább folytatását tervezzük, mellyel hozzá kívánunk járulni a fásszárú dísznövények gyökérzete fejlődésének jobb megismeréséhez, s bízunk abban, hogy eredményeink az elméleti és gyakorlati szakemberek számára is hasznos információkat szolgáltatnak.

Köszönetnyilvánítás

Köszönetemet szeretném kifejezni konzulensemnek, Horváthné Dr. Baracsi Évának segítőkészségéért és hasznos tanácsaiért. Megköszönöm Hegedűsné dr. Baranyai Nórának, társkonzulemsemnek, a statisztikai vizsgálatok kielemezésében nyújtott segítségét, Kutasy Barbarának, a szabadföldi vizsgálatokban való részvételét.

Nem utolsó sorban hálával tartozom a tanszék dolgozóinak, akik részt vettek a kísérlet elvégzésének bármely szakaszában és családomnak, páromnak, támogatásukért.

8. Irodalomjegyzék

1. ANDRÁSFALVY A.(1969):*A növények világa I.* Gondolat Kiadó. Budapest. 111-122. pp
1. *Biológiai Lexikon (1975).* Akadémia Kiadó. Budapest. 107-113. pp.
2. BIRD, C. (2014): *The Fundamentals of Horticulture: Theory and Practice.* Cambridge University Press. Cambridge. 74. p.
3. BÍRÓ GÁBOR és MTSAI (1971): *Természettudományi Kislexikon.* Akadémia Kiadó. Budapest. 441-442. pp.
4. BRICKELL, CH. (2001): *Dísznövény Enciklopédia.* Urbis Növénykiadó. Budapest. 94-95. pp. 575. p.
5. CHENG, W. X., COLEMAN, D. C., BOKSZ, J. E. (1991): *Measuring root turnover using the minirhizotron technique.* Agric. Ecosystems Environment, 34. 261-267. pp.
6. CSETE L. (2005): *Az éghajlatváltozás és a magyar mezőgazdaság* In: TAKÁCS - SÁNTA A. (szerk.). *Éghajlatváltozás a világban és Magyarországon.* Alinea Kiadó-Védegylet. Budapest. 105-159. pp.
7. COLEMAN, D. C., CROSSLEY, D. C., HENDRIX, P. F. (2004): *Fundamentals of Soil Ecology.* Academic Press. 30-33, 299-300. pp.
8. DIRR, M. A. (1990): *Manual of woody landscape plants.* Stipes Publishing Company. USA. 257-258. pp. 550-551. pp.
9. DIRR, R. (1996): *Díszfák és díszcserjék.* HOGYF Editio. Budapest. 16,68,93 pp.
10. ENGLONER A. (2007) : *A növények szövetei.* In: Botanika I. Nemzeti Tankönyvkiadó. Budapest.

11. GAÁL M. – LADÁNYI M. – SZENTELEKI K. – HEGEDÜS A. (2009): *A kertészeti ágazatok klimatikus kockázatainak vizsgálati-módszertani áttekintése*. In: LÁNG I. (szerk.) Klíma-21 Füzetek. Klímaváltozás – Hatások – Válaszok. 58. sz. MTA KSZI Klímavédelmi Kutatások Koordinációs Iroda. Budapest. 72-82. pp.

12. GÁLOS B. – LORENZ P. – JACOB D. (2009): *Szélsőségesebbé válnak száraz nyaraink a 21. században?* In: LÁNG I. (szerk.) Klíma-21 Füzetek. Klímaváltozás – Hatások – Válaszok. 57. sz. MTA KSZI Klímavédelmi Kutatások Koordinációs Iroda. Budapest. 56-64. pp.

13. HARASZTY Á. (1988): *Növénysszervezetten és növényéletten*, Tankönyvkiadó. Budapest. 198, 247, 257, 586-587. pp.

14. HARGITAI L. – NAGY B. (1971): *Dísznövények talajai és közegei*. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest. 10-17. pp.

15. HESSAYON, D.G. (1993): *Díszfák és díszcserjék*. Park Könyvkiadó. Budapest. 46. pp.

16. HOFFMANN B. (2011): *Növénygenetika*. Debreceni Egyetem, Nyugat-Magyarországi Egyetem, Pannon Egyetem. 48-52. pp.

17. INGRAM, D. S. (2008): *Science and the Garden: The Scientific Basis of Horticultural Practice*. Wiley-Blackwell.

18. JOHNSON, M. G., TINGEY, D.T., PHILLIPS, D. L., STORM, M. J. (2001): *Advancing fine root research with minirhizotrons*. Environmental and Experimental Botany 45. 263-289. pp.

19. KISS M. - ILLYÉS CS. (2006): *Nagy fenyő és örökzöld lexikon*. Pannon- Literatúra Kft. Budapest. 134-135. pp.

20. MARINELLI, J. (2006): *Növények*. Euromedia. Prága 118-119. pp. 466.p.

21. MCINDOE, A. (2005): *The Horticulture Gardener's Guides – Shrub*. Boston. 60. p.
22. MCMINN, H., MAINO, E. (1981): *An illustrated manual of pacific coast trees*. Berkeley Publisher. California. 231. p.
23. POLUNIN, O. (1981): *Európa fái és bokrai*. Gondolat Kiadó. Budapest. 98.p.
24. RATNER, E. I. (1963): *A növények táplálkozása és gyökérrendszerük életműködése*. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest. 57-58, 73-74, 123. pp.
25. SCHMIDT G. - TÓTH I. (2006): *Kertészeti dendrológia*. Mezőgazda Kiadó. Budapest. 378-379. pp.
26. SCHMIDT G. (2004): *Klímaváltozás és a magyarországi dísznövénytermelés*. In: „AGRO-21” Füzetek 2004. 34. szám. Agro-21 Kutatási Programiroda. Budapest. 108-125. pp.
27. SCHMIDT G. – SÜTÖRINÉ DIÓSZEGI M. (2012): *Klímaváltozás és mediterrán-szubtrópusi növények téltűrése a BCE budai arborétumában*. In: HROTKÓ K. (szerk.). Kertgazdaság 2012. 44. évf. 1. szám. VM Vidékfejlesztési, Képzési és Szaktanácsadási Intézet. Budapest. 64-69. pp.
28. SCHMIDT G. (2003): *Növények a kertépítészetben*. Mezőgazda Kiadó. Budapest. 54-57..369.393.417.424.450. pp.
29. SMIT, A. L. ET AL. (2000): *Root Methods: A Handbook*. Springer. 165-173, 238-241. pp.
30. SPENCER, R. (2002): *Horticultural Flora of South Eastern Australia, Volume 3*. University of New South Wales Press. Sydney. 121. p.
31. STEFANOVITS P. (1992): *Talajtan*. Mezőgazda Kiadó. Budapest. 16,145,168.pp.

32. SZABÓ K. – BEDE-FAZEKAS Á. (2012): *A forgalomban lévő fásszárú dísznövénytaxonok szárazságtűrésének értékelése a klímaváltozás tükrében*. In: HROTKÓ K. (szerk.). Kertgazdaság 2012. 44. évf. 4. szám. VM Vidékfejlesztési, Képzési és Szaktanácsadási Intézet. Budapest. 62-73. pp.
33. SZŰCS I. (2002): *Alkalmazott statisztika*. Agroinform Kiadó. Budapest. 251-260. pp.
34. TUBA Z. – SZERDAHELYI T. – ENGLONER A. – NAGY J. (2007): *Botanika I.* Nemzeti Tankönyvkiadó. Budapest.
35. TAKÁCS-SÁNTA A. (2005): *Éghajlatváltozás a világban és Magyarországon*. Alinea Kiadó-Védegylet. Budapest. 105-159. pp.

INTERNETES FORRÁSOK

Internet1: <http://cid-inc.com/index.php/root-snap/ci-690>

Internet2: http://www.cid-inc.com/media/distributorsforum/brochures/ci600/CI-600_PRINTVIEW.pdf

9. Ábrajegyzék

1. ábra: A díszcserje ültetvény soros telepítése Keszthelyen (saját fotó).....	13
2. ábra: Az állományszerűen telepített díszcserjék Cserszegtomajon (saját fotó).....	13
3. ábra: Csapadékmennyiségek Cserszegtomajon és Keszthelyen.....	15
4. ábra: Havi középhőmérsékletek átlaga a két termőhelyen	16
5. ábra: A <i>Prunus lusitanica</i> lombozata és vöröslő hajtásai (saját fotó)	17
6. ábra: A <i>Prunus lusitanica</i> virágfürtjei (saját fotó).....	17
7. ábra: Műanyag csövek telepítése a gyökérszónába.....	19
8. ábra: Az akrilcsövek a kísérleti növény gyökérszónájában (saját fotó).....	19
9. ábra: Scannelt képek Keszthely (bal oldali kép) és Cserszegtomaj (jobb oldali kép) termőhelyen a 20-40 cm mélységben (2014. 01. 06.).....	20
10. ábra: Gyökérhosszúság változás az égtáji kitettség vonatkozásában, Cserszegtomajon.....	23
11. ábra: Gyökérfelszín változás az égtáji kitettség vonatkozásában, Cserszegtomajon.....	25
12. ábra: Gyökérhosszúság változás az égtáji kitettség vonatkozásában, Keszthelyen.....	27
13. ábra: Gyökérfelszín változás az égtáji kitettség vonatkozásában, Keszthelyen	29

10. Mellékletek

1. melléklet: A mérési adatok összesítő táblázata 2014. január-augusztus

13. cső (Cserszegtomaj déli oldal)				
1. réteg	2. réteg	3. réteg	4. réteg	5. réteg
2014.01.03.	*Σgy.h.: 23 cm *Σgy.t.: 21 cm ²	Σgy.h.: 257 cm Σgy.t.: 159 cm ²	Σgy.h.: 145 cm Σgy.t.: 98 cm ²	Σgy.h.: 14 cm Σgy.t.: 12 cm ²
2014.03.14.	Σgy.h.: 29 cm Σgy.t.: 28 cm ²	Σgy.h.: 292 cm ² Σgy.t.: 173 cm ²	Σgy.h.: 177 cm Σgy.t.: 121 cm ²	Σgy.h.: 16 cm Σgy.t.: 13 cm ²
2014.03.26.	Σgy.h.: 33 cm Σgy.t.: 44 cm ²	Σgy.h.: 262 cm Σgy.t.: 165 cm ²	Σgy.h.: 185 cm Σgy.t.: 129 cm ²	Σgy.h.: 17 cm Σgy.t.: 15 cm ²
2014.04.09.	Σgy.h.: 35 cm Σgy.t.: 43 cm ²	Σgy.h.: 270 cm Σgy.t.: 173 cm ²	Σgy.h.: 220 cm Σgy.t.: 135 cm ²	Σgy.h.: 27 cm Σgy.t.: 23 cm ²
2014.05.08.	Σgy.h.: 49 cm Σgy.t.: 55 cm ²	Σgy.h.: 302 cm Σgy.t.: 258 cm ²	Σgy.h.: 233 cm Σgy.t.: 147 cm ²	Σgy.h.: 96 cm Σgy.t.: 87 cm ²
2014.06.04.	Σgy.h.: 51 cm Σgy.t.: 59 cm ²	Σgy.h.: 334 cm Σgy.t.: 286 cm ²	Σgy.h.: 208 cm Σgy.t.: 123 cm ²	Σgy.h.: 118 cm Σgy.t.: 105 cm ²
2014.07.24.	Σgy.h.: 77 cm Σgy.t.: 63 cm ²	Σgy.h.: 456 cm Σgy.t.: 417 cm ²	Σgy.h.: 347 cm Σgy.t.: 312 cm ²	Σgy.h.: 355 cm Σgy.t.: 340 cm ²
2014.08.22.	Σgy.h.: 69 cm Σgy.t.: 60 cm ²	Σgy.h.: 448 cm Σgy.t.: 422 cm ²	Σgy.h.: 351 cm Σgy.t.: 360 cm ²	Σgy.h.: 370 cm Σgy.t.: 363 cm ²

14. cső (Cserszegtomaj északi oldal)				
1. réteg	2. réteg	3. réteg	4. réteg	5. réteg
2014.01.03.	Σgy.h.: 59 cm Σgy.t.: 33 cm ²	Σgy.h.: 225 cm Σgy.t.: 221 cm ²	Σgy.h.: 49 cm Σgy.t.: 52 cm ²	Σgy.h.: 18 cm Σgy.t.: 20 cm ²
2014.03.14.	Σgy.h.: 74 cm Σgy.t.: 56 cm ²	Σgy.h.: 210 cm Σgy.t.: 217 cm ²	Σgy.h.: 60 cm Σgy.t.: 59 cm ²	Σgy.h.: 24 cm Σgy.t.: 26 cm ²
2014.03.26.	Σgy.h.: 79 cm Σgy.t.: 60 cm ²	Σgy.h.: 205 cm Σgy.t.: 209 cm ²	Σgy.h.: 68 cm Σgy.t.: 65 cm ²	Σgy.h.: 47 cm Σgy.t.: 43 cm ²
2014.04.09.	Σgy.h.: 81 cm Σgy.t.: 64 cm ²	Σgy.h.: 213 cm Σgy.t.: 219 cm ²	Σgy.h.: 87 cm Σgy.t.: 72 cm ²	Σgy.h.: 53 cm Σgy.t.: 50 cm ²
2014.05.08.	Σgy.h.: 63 cm Σgy.t.: 52 cm ²	Σgy.h.: 220 cm Σgy.t.: 217 cm ²	Σgy.h.: 144 cm Σgy.t.: 121 cm ²	Σgy.h.: 74 cm Σgy.t.: 63 cm ²
2014.06.04.	Σgy.h.: 71 cm Σgy.t.: 61 cm ²	Σgy.h.: 232 cm Σgy.t.: 228 cm ²	Σgy.h.: 153 cm Σgy.t.: 137 cm ²	Σgy.h.: 125 cm Σgy.t.: 107 cm ²
2014.07.24.	Σgy.h.: 116 cm Σgy.t.: 105 cm ²	Σgy.h.: 399 cm Σgy.t.: 387 cm ²	Σgy.h.: 305 cm Σgy.t.: 298 cm ²	Σgy.h.: 267 cm Σgy.t.: 256 cm ²
2014.08.22.	Σgy.h.: 173 cm Σgy.t.: 169 cm ²	Σgy.h.: 412 cm Σgy.t.: 403 cm ²	Σgy.h.: 311 cm Σgy.t.: 307 cm ²	Σgy.h.: 248 cm Σgy.t.: 236 cm ²

15. cső (Keszthely nyugati oldal)				
1. réteg	2. réteg	3. réteg	4. réteg	5. réteg
2014.01.06.	Σgy.h.: 10 cm Σgy.t.: 13 cm ²	Σgy.h.: 99 cm Σgy.t.: 95 cm ²	Σgy.h.: 68 cm Σgy.t.: 53 cm ²	Σgy.h.: 33 cm Σgy.t.: 25 cm ²
2014.03.05.	elmosódott kép	Σgy.h.: 85 cm Σgy.t.: 87 cm ²	Σgy.h.: 69 cm Σgy.t.: 78 cm ²	Σgy.h.: 41 cm Σgy.t.: 43 cm ²
2014. 03.18.	elmosódott kép	Σgy.h.: 87 cm Σgy.t.: 107 cm ²	Σgy.h.: 70 cm Σgy.t.: 83 cm ²	Σgy.h.: 48 cm Σgy.t.: 54 cm ²
2014.04.16.	Σgy.h.: 5,9 cm Σgy.t.: 656 mm ²	Σgy.h.: 171 cm Σgy.t.: 199 cm ²	Σgy.h.: 150 cm Σgy.t.: 141 cm ²	Σgy.h.: 34 cm Σgy.t.: 26 cm ²
2014.05.12.	Σgy.h.: 11 cm Σgy.t.: 6,1 cm ²	Σgy.h.: 237 cm Σgy.t.: 214 cm ²	Σgy.h.: 232 cm Σgy.t.: 178 cm ²	Σgy.h.: 56 cm Σgy.t.: 37 cm ²
2014.07.22.	Σgy.h.: 19 cm Σgy.t.: 17 cm ²	Σgy.h.: 431 cm Σgy.t.: 420 cm	Σgy.h.: 485 cm Σgy.t.: 467 cm ²	Σgy.h.: 217 cm Σgy.t.: 203 cm ²
2014.08.25.	Σgy.h.: 24 cm Σgy.t.: 22 cm ²	Σgy.h.: 475 cm Σgy.t.: 460 cm ²	Σgy.h.: 524 cm Σgy.t.: 533 cm ²	Σgy.h.: 230 cm Σgy.t.: 217 cm ²
2014.01.06.	Σgy.h.: 10 cm Σgy.t.: 13 cm ²	Σgy.h.: 99 cm Σgy.t.: 95 cm ²	Σgy.h.: 68 cm Σgy.t.: 53 cm ²	Σgy.h.: 33 cm Σgy.t.: 25 cm ²

16. cső (Keszthely keleti oldal)				
1. réteg	2. réteg	3. réteg	4. réteg	5. réteg
2014.01.07.	Σgy.h.: 17 cm Σgy.t.: 20 cm ²	Σgy.h.: 15 cm Σgy.t.: 24 cm ²	Σgy.h.: 12 cm Σgy.t.: 17 cm ²	Σgy.h.: 2,1 cm Σgy.t.: 280 mm ²
2014.03.05.	Σgy.h.: 17 cm Σgy.t.: 20 cm ²	Σgy.h.: 19 cm Σgy.t.: 27 cm ²	Σgy.h.: 26 cm Σgy.t.: 56 cm ²	Σgy.h.: 2 cm Σgy.t.: 134 mm ²
2014.03.18.	Σgy.h.: 7,9 cm Σgy.t.: 847 mm ²	Σgy.h.: 21 cm Σgy.t.: 29 cm ²	Σgy.h.: 32 cm Σgy.t.: 53 cm ²	Σgy.h.: 3,1 cm Σgy.t.: 196 mm ²
2014.04.16.	Σgy.h.: 5,4 cm Σgy.t.: 709 mm ²	Σgy.h.: 64 cm Σgy.t.: 77 cm ²	Σgy.h.: 52 cm Σgy.t.: 66 cm ²	Σgy.h.: 7,3 cm Σgy.t.: 579 mm ²
2014.05.12.	Σgy.h.: 17 cm Σgy.t.: 9,3 cm ²	Σgy.h.: 114 cm Σgy.t.: 98 cm ²	Σgy.h.: 81 cm Σgy.t.: 125 cm ²	Σgy.h.: 10 cm Σgy.t.: 9,6 cm ²
2014.07.22.	Σgy.h.: 42 cm Σgy.t.: 37 cm ²	Σgy.h.: 141 cm Σgy.t.: 133 cm ²	Σgy.h.: 150 cm Σgy.t.: 158 cm ²	Σgy.h.: 53 cm Σgy.t.: 49 cm ²
2014.08.25.	Σgy.h.: 69 cm Σgy.t.: 65 cm ²	Σgy.h.: 164 cm Σgy.t.: 167 cm ²	Σgy.h.: 147 cm Σgy.t.: 150 cm ²	Σgy.h.: 65 cm Σgy.t.: 70 cm ²
2014.01.07.	Σgy.h.: 17 cm Σgy.t.: 20 cm ²	Σgy.h.: 15 cm Σgy.t.: 24 cm ²	Σgy.h.: 12 cm Σgy.t.: 17 cm ²	Σgy.h.: 2,1 cm Σgy.t.: 280 mm ²

Jelmagyarázat:

* Σgy.h.: teljes gyökérhosszúság

* Σgy.t.: teljes gyökér felszín

2. melléklet: A szignifikancia p értékek

Gyökérhosszúság		
Idő	p érték	Termőhely
2014. január 3.	0,013681	Cserszegtomaj
2014. március 14.	0,040863	Cserszegtomaj
2014. április 9.	0,060243	Cserszegtomaj
2014. május 8.	0,028005	Cserszegtomaj
2014. június 4.	0,023635	Cserszegtomaj
2014. július 24.	0,006162	Cserszegtomaj
2014. augusztus 22.	0,028123	Cserszegtomaj
2014. január 6.	0,427846	Keszthely
2014. március 18.	0,485591	Keszthely
2014. április 16.	0,216492	Keszthely
2014. május 12.	0,176614	Keszthely
2014. július 22.	0,393528	Keszthely
2014. augusztus 25.	0,427846	Keszthely
Gyökérfelszín		
Idő	p érték	Termőhely
2014. január 3.	0,010303	Cserszegtomaj
2014. március 14.	0,012983	Cserszegtomaj
2014. április 9.	0,020081	Cserszegtomaj
2014. május 8.	0,002255	Cserszegtomaj
2014. június 4.	0,00298	Cserszegtomaj
2014. július 24.	0,003558	Cserszegtomaj
2014. augusztus 22.	0,035103	Cserszegtomaj
2014. január 6.	0,468219	Keszthely
2014. március 18.	0,352091	Keszthely
2014. április 16.	0,144453	Keszthely
2014. május 12.	0,057657	Keszthely
2014. július 22.	0,364866	Keszthely
2014. augusztus 25.	0,402	Keszthely

NYILATKOZAT

Aláírással nyilatkozom arról, hogy a dolgozat saját munkám, a felhasznált irodalmat korrekt módon kezeltem, továbbá a munkámra vonatkozó jogszabályokat betartottam.

Dolgozatom elektronikus és nyomtatott változata mindenben megegyezik.

Keszthely, 2014. november 9.

Lezárás dátuma: 2015. január 4. 11:44.