

SZENT ISTVÁN EGYETEM

Az oltott görögdinnye sótúrése

Bóhm Viktória

Gödöllő

2017

A doktori iskola

megnevezése: Kertészettudományi Doktori iskola

tudományága: Növénytermesztés és Kertészeti Tudományok

vezetője: Dr. Zámboiné Németh Éva
egyetemi tanár, DSc, habil dr., MTA doktora
SZENT ISTVÁN EGYETEM, Kertészettudományi Kar,
Gyógy- és Aromanövények Tanszék

Témavezetők: Dr. Kappel Noémi
egyetemi adjunktus, PhD
SZENT ISTVÁN EGYETEM, Kertészettudományi Kar,
Zöldség- és Gombatermesztési Tanszék

Dr. Gáspár László
egyetemi adjunktus, PhD
SZENT ISTVÁN EGYETEM, Kertészettudományi Kar,
Növényélettan és Növényi Biokémia Tanszék

.....
Az iskolavezető jóváhagyása

.....
Témavezető jóváhagyása

.....
Témavezető jóváhagyása

1. A munka előzményei

A sóstressz, a növények növekedését jelentősen csökkentő abiotikus stresszhatás. Különösen a csapadékhiányos, öntözött, és erős párolgásnak kitett mezőgazdasági területek hajlamosak a talajban történő sófelhalmozódásra. Továbbá sok, - rossz vízgazdálkodású - mezőgazdasági területen a termesztők kénytelenek, rossz minőségű, magas sótartalmú öntözővizet használni. A magas sókoncentráció, különböző fizikai és kémiai stresszhatásokon keresztül, a növényekben összetett változásokat eredményez, fiziológiai, morfológiai és metabolikus szinten egyaránt (Cheeseuman 1988, Borochoy-Neori and Borochoy, 1991). A magas sókoncentráció csökkenti a talaj vízpotenciálját, ami egyrészt szárazságstresszt jelent a növényeknek; másrészt, olyan toxikus ionok felhalmozódásához vezet, mint a Cl^- , Na^+ és SO_4^{2-} ; ami egyes tápanyagok (mint pl. K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+}) felvételében, szállításában zavart okoz (MARSCHNER, 1995; HASEGAWA et al., 2000). A sóstressz hatására csökken a hajtás, gyökér és levélfelület is. A levélfelület csökkenésének elsődleges oka, hogy az ozmózis viszonyok változásából adódóan a növények kevesebb vizet tudnak felvenni, aminek következtében a sejtek kisebbek maradnak (KAYA et al., 2002).

Az oltott növények többféle biokémiai és fiziológiai mechanizmussal védekeznek a sóstressz káros hatásaival szemben. Ilyen védekező mechanizmusok: sókizárás a hajtás szöveteiben, sóvisszatartás a gyökérben, jobb kálium egyensúly fenntartása, a káros ionok vakuólumokba történő kiválasztása, ozmotikus oldatok felhalmozása a citoszolban, antioxidáns védekező rendszer aktiválása, hormonok által indukált növekedés szabályozás (COLLA et al. 2010). Oltott sárgadinnye növények levelében az alanyhatás képes csökkenteni a Cl^- és Na^+ tartalmat (ROMERO et al. 1997). A sótűrő növények sóval szembeni ellenállósága a hajtásrészükben található alacsonyabb Na^+ ion koncentráció mellett, a szövetek nagyobb Na^+ toleranciájában is megnyilvánulhat (MUNNS and TESTER, 2008). Oltott zöldségnövényekkel végzett kísérletek során a hajtásrészben történő sókizárással ellentétben, az oltott növények alanyának gyökérzete több Na^+ and Cl^- iont halmozott fel az oltatlan nemeséhez képest tojásgyümölcs (WEI et al., 2007), görögdinnye (GORETA et al., 2008), és uborka (ZHU et al., 2008) esetében.

A sóérzékeny Cucurbitaceae család esetében, a sóstressz okozta károk enyhítésére a hajtásrészben, és ezáltal a termésnövekedés megakadályozására, az oltás megoldást nyújthat (YETISIR and UYGUR, 2009). Napjainkban, a Solanaceae és Cucurbitaceae családba tartozó zöldségnövények sótűrő alanyokra történő oltásával, hatékony és környezetkímélő módon, megakadályozható, ezen magas terméshozamú kultúrák sóstressz okozta termésnövekedés csökkenése (COLLA et al., 2010).

2. Célkitűzés

Doktori munkámban arra kerestem a választ, hogy a jelenleg görögdinnye oltására leggyakrabban használt alanyfajok közül (interspecifikus és *Lagenaria*) melyik alkalmasabb a görögdinnye sótűrésének növelésére. A szakirodalomban olvasható kísérletekben az oltott növényeket általában sajátgyökerű, vagy önmagára oltott kontroll növényekhez hasonlítják, ritkán használják mindkettőt viszonyítási alapnak, ezért, sajátgyökerű és önmagára oltott kontroll növényeket is alkalmazva célul tűztem ki, hogy vizsgáljam azt is, a sótűrés csak az alanyhatás következménye, vagy az oltás önmagában is okozhatja-e a sótűrőképesség javulását.

3. Anyag és módszer

3.1 Kísérletek helyszínei

Oltott görögdinnye sótűrésének vizsgálatára összesen 4 kísérletet állítottam be.

- 2012-ben egy szabadföldi, konténeres előkísérletet végeztünk, a Budapesti Corvinus Egyetem Tangazdaság és Kísérleti Üzem, Zöldségtermesztési Ágazatában, Soroksáron (továbbiakban: „soroksári kísérlet“).
- 2012 őszén és 2014 tavaszán 2 kísérletet állítottunk be, a Növényélettan és Növényi Biokémia Tanszék Conviron típusú növénykamrájában (továbbiakban: „kamrás kísérletek“),
- 2013 tavaszán, a Budapesti Corvinus Egyetem Budai Arborétumában található, Zöldség- és Gombatermesztési Tanszék 50 m²-es üvegházában (továbbiakban: „üvegházi kísérlet“).

3.2 A kísérletekben felhasznált nemes és alany fajták

A kísérletekben, nemesként a *Citrullus lanatus* 'Esmeralda' nevű görögdinnye fajtát, az alanyok közül a *Lagenaria siceraria* 'DG-01' F1 and *Cucurbita maxima* x *Cucurbita moschata* 'Shintosa F-90' hibridet használtuk.

3.3 Műtrágyák és szubsztrátok

A növények tápanyag utánpótlására a Yara Ferticare és Liva Calcinit teljesen vízoldható makró- és mikroelemeket is tartalmazó műtrágyáit használtuk (N:P:K 15:30:15 összetételűt az összes kísérletben, valamint N:P:K 14:11:25 összetételűt a soroksári kísérletben). A soroksári kísérletben Kekkila DSM3W típusú tőzeget, míg a kamrás és üvegházi kísérletekben perlitet használtunk közegként.

3.4 Vetés és oltás

A soroksári kísérletben tőzeggel töltött palántanevelő cserepekbe (6,75x6,75x7cm) míg a kamrás kísérletekben pontosan 600 ml perlittel töltött cserepekbe (9x9x10 cm) vetettük az alanyokat és a sajátgyökerű növényeket. A kamrás kísérletek esetében a növényeket a kísérlet végéig ezekben a cserepekben neveltük. Az oltáshoz használt nemest és az üvegházi kísérlet teljes növényanyagát tőzeggel töltött szaporítótálcába vetettük. Az eltérő növekedési erélyük miatt az interspecifikus alanyt, és az oltatlan növényeket 1 héttel később vetettük, mint a *Lagenaria* és a görögdinnye alanyt. Az oltást kézzel, fél-szikleves oltásmód alkalmazásával végeztük. Az oltás után, a növényeket 1 hétig oltókamrába helyeztük, majd a kamrás kísérletek esetében szabályozott körülmények ($100-250/0 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 16 h/8 h, 25 °C/20 °C, 70%/70 % relatív páratartalom), a soroksári és az üvegházi kísérletekben pedig üvegházi körülmények között neveltük tovább. A csírázási időszakban, és az oltásforradás ideje alatt (oltás utáni első hét) Yara Liva Ferticare (NPK 15:30:15 + microelements) 0,2 m/m%-os töménységű tápoldatával öntöztük a növényeket, majd 0,4 m/m%-osra növeltük a töménységet. Egy héttel később Yara Liva Calcinit-al is kiegészítettük a tápoldatot 0,2 m/m%-os töménységben. A soroksári és üvegházi kísérlet esetében, a palántákat 3 héttel az oltás után ültettük át a 12 ill. 3 literes konténerekben.

3.5 Kísérletek

3.5.1 Soroksári kísérlet

A kísérletet 2012-ben szabadföldön, a Budapesti Corvinus Egyetem Tangazdaság és Kísérleti Üzem, Zöldségtermesztési Ágazatában, Soroksáron állítottuk be. A növényeket május 23-án, tápanyagot nem tartalmazó, Kekkila OPM540W típusú tőzeggel töltött 12 literes konténerekbe ültettük.

A kezelések megkezdéséig a növények öntözése, vízben oldható makro- és mikroelemeket is tartalmazó Yara Liva műtrágyával történt 0,2 m/m% töménységben, amit szintén 0,2 m/m%-os Yara Liva Calcinit-el egészítettünk ki-es A sókezeléseket, az ültetés után egy hónappal, június 27-én kezdtük meg. A 3 tápoldatozó tartályból 2-ben 100, illetve 150 mmol töménységben konyhasót oldottunk fel. A növényeket 15 napon keresztül azonos mennyiségű tápoldattal (2l/növény/nap) öntöztük. A kontroll növények továbbra is csak, vízben oldható, műtrágyát tartalmazó tápoldatot kaptak.

3.5.2 Kamrás kísérletek

A növénykamrás kísérleteket 2012 őszén és 2014 tavaszán, a Növényélettan és Növényi Biokémia Tanszék Conviron típusú növénykamrájában állítottuk be. A sókezelések megkezdése előtt 2 nappal, a növények cserepeire, gombatermesztéshez használt vastag nylonzacskót húztunk, és a zacskókat a növények tövével spárgával bekötöttük. A kétnaponta végzett kezeléseket során, megmértük a cserepek súlyát, majd a súlykülönbségből kiszámoltuk a növények párologtatását. A kezeléseket 2012.11. 28-án, illetve 2014.05.07-én kezdtük. A kísérlet során 3 kezelést alkalmaztunk: Kontrol (0), 2,85 (I-ES) és 4,28 (II-ES) mM/l szubsztrát NaCl/kezelés. Minden cserép öntözéséhez a tápoldatot egyenként kevertük, tápoldatból (0,4 m/m%-os Ferticare+0,2 m/m% Calcinit), sóoldatból (0, 1ml, 1,5 ml 100g/l töménységű NaCl oldat) valamint desztillált vízből oly módon, hogy minden cserépbe azonos mennyiségű tápoldat, és a kezelés függvényében, azonos mennyiségű sóoldat kerüljön. A szükséges tápoldat mennyiség kiszámításához mindig az adott oltáskombináció, kontroll növényeinek átlag párologtatását vettük alapul. Tehát 2,85 és 4,28 mmol/l közeg sóadagot kaptak a növények kezelésként. A kezeléseket kétnaponta végeztük, a kísérletet pedig, a 23. napon számoltuk fel. A kísérletet teljes véletlen blokk elrendezésben, kezelésként 4 ismétlésben végeztük.

3.5.3 Üvegházi kísérlet

Az üvegházi kísérletet 2013 tavaszán, a Budapesti Corvinus Egyetem Budai Arborétumában található, a Zöldség- és Gombatermesztési Tanszék 50 m² területű üvegházában végeztük. A palántákat március 26-án ültettük ki, perlittel töltött konténerekbe. A szubsztrát mennyiségét a konténerekben, az előző kísérlethez hasonlóan, azonos térfogatra állítottuk be (3 l). A kezeléseket a kiültetés utáni 3. héten (április 15-én) kezdtük meg és a kamrás kísérletekben már ismertett módszer szerint végeztük, egy kivétellel. Annak érdekében, hogy ugyanolyan mértékben emelkedjen a sókoncentráció a 3l-es konténerekben, mint a cserepekben, arányosan, nagyobb mennyiségű sóoldatot juttattunk ki a kezeléseket során (5, ill. 7,5 ml). A tápoldat összetétele, a szükséges tápoldat mennyiségének kiszámítása, illetve öntözés gyakorisága (kétnaponta), továbbá a kísérlet hossza (23 nap) nem változott.

1. táblázat: A kísérletek összefoglaló táblázata

Kísérlet ideje	továbbiakban	helyszín	közeg	magvetés	oltás	ültetés	sókezelés kezdete	felszámolás	sókezelés időtartama	sókezelések száma
2012 tavasz-nyár	soroksári kísérlet	Soroksár	tőzeg	2012.04.20 (<i>Lagenaria</i> +dinnye alany és nemes) 2012.04.27. (interspecifikus+sajátgyökerű)	2012.05.04	2012.05.23	2012.06.27	2012.07.11	15 nap	11
2012 ősz	kamrás kísérlet (2012)	fitotron	perlit	2012.10.15. (<i>Lagenaria</i> +dinnye alany és nemes) 2012.10.22. (interspecifikus+sajátgyökerű)	2012.10.29	–	2012.11.28	2012.12.19	22 nap	11
2013 tavasz	üvegházi kísérlet	üvegház	perlit	2013.02.15. (<i>Lagenaria</i> +dinnye alany és nemes) 2013.02.22. (interspecifikus+sajátgyökerű)	2013.03.01	2013.03.26	2013.04.15	2013.05.07	23 nap	11
2014 tavasz	kamrás kísérlet (2014)	fitotron	perlit	2014.04.03. (<i>Lagenaria</i> +dinnye alany és nemes) 2014. 04.10. (interspecifikus+sajátgyökerű)	2014.04.18	–	2014.05.07	2014.05.29	23 nap	11

3.6 Mérések és vizsgálatok

A kísérletek során a kezelések ideje alatt, és a felszámolást követően is végeztünk méréseket, illetve vizsgálatokat. A kezelések ideje alatt LCi SD hordozható fotoszintézis és légzés analizátorral mértük a növények fotoszintetikus aktivitását. A soroksári kísérletben a sókezelés 13. napján, a többi kezelésben a 8. és 18. napon. A második fotoszintézis méréssel egyidőben vettünk levélmintákat a vízpotenciál méréshez, illetve epidermisz mintákat a sztómaszám meghatározáshoz. A levélmintákat lefagyasztottuk, majd később a felolvasztást követően, a WP4 vízpotenciál mérő készülék (Decagon Devices, USA) útmutatója szerint megmértük a levelek vízpotenciálját. A levélfonákon Olympus CX41 mikroszkóp segítségével 0,038 mm² területen, növényenként megszámláltuk a sztómák mennyiségét, majd 1mm² nagyságra kiszámoltuk az átlag sztóma sűrűséget. Az üvegházi és kamrás kísérletek során, a sókezelések alatt mértük a növények párologtatását.

A kísérlet felszámolása után, mértük az egyes növényi részek friss tömegét (hajtás, szár, levél, gyökér). A leveleket beszkeneltük, majd Photoshop szoftver segítségével kiszámoltuk a levélfelület nagyságát. A száraz tömeg meghatározáshoz az egyes növényi részeket 60 °C-on szárítószekrényben súlyállandóságig szárítottuk. A 2013-as üvegházi kísérletben 3, a 2014-es kamrás kísérlet esetében 2 szintről szedtünk leveleket (2013: fejlődésben lévő levél, első teljesen kifejlett levél, előregedett levél, 2014: fejlődésben lévő levél, előregedett levél). Az össz-antioxidáns kapacitás meghatározása, Benzie és Strain (1966) módosított módszerével történt, melyet eredetileg a plazma antioxidáns kapacitásának meghatározására dolgoztak ki (FRAP=Ferric Reducing Ability of Plasma). Folin-Ciocalteu reagenssel $\lambda = 760$ nm-en (Singleton és Rossi, 1965) spektrofotometriásan mértük a levelekben az antioxidáns kapacitással szorosan összefüggő, galluszsavra vonatkoztatott összes polifenol tartalmát (mg/L) is. A levelek, és a gyökerek ásványi elem összetételét, 4 növény homogenizált szárított mintájából, ICP-OES (IRIS Thermo Jarrel ASH, Corp., Franklin, MA, USA) készülékkel határoztuk meg. A levelek és gyökerek Cl⁻ tartalom meghatározását Mohr szerinti argentometriás titrálással végeztük.

3.7 Statisztikai kiértékelések

A kísérletek során kapott eredmények statisztikai kiértékelését IBM SPSS programcsomag segítségével végeztem. Az adatok összehasonlítására többtényezős egy- illetve többváltozós varianciánalízist, illetve a középérték összehasonlító tesztek közül Tukey-féle post-hoc analízist, szükség esetén a szóráshomogenitást nem feltételező Games-Howell próbát alkalmaztam. Az egyes mért paraméterek közötti összefüggéseket korreláció analízissel vizsgáltam. Az összehasonlításokat, 95%-os szignifikancia szinten végeztem.

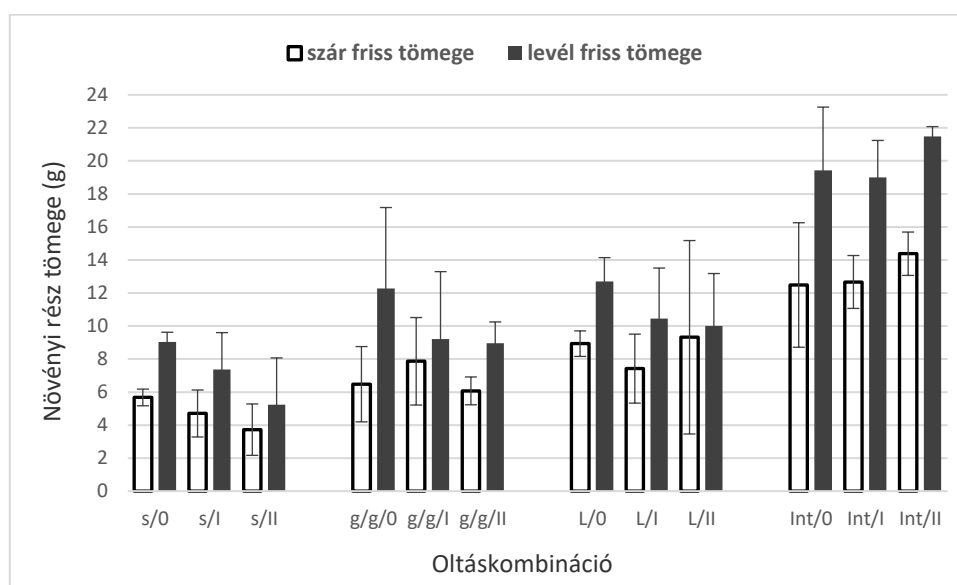
4. Eredmények

4.1 Friss és száraztömeg

A sókezelt növények gyökér és hajtástömege minden oltáskombinációban csökkent a kontrollhoz képest, de nem egyforma mértékben. A legnagyobb csökkenés a sajátgyökerű növényeknél volt megfigyelhető. A sókezelések hatására, az egyes hajtásrészek közül, a levéltömeg csökkenés volt a legdrasztikusabb. Az egyes oltáskombinációkat összehasonlítva az interspecifikus alanyra oltott növények bizonyultak a leginkább sótűrőnek, mivel a kisebb dózisu sókezelés (a soroksári kísérlet kivételével) alig csökkentette a levéltömeget a kontrollhoz képest. Sőt a kamrás kísérletekben megfigyeltem, hogy az interspecifikus tök alanyra oltott növények levéltömege a sókezelés dózisének növelésével még nőtt is (1. ábra). Hasonlóan a levéltömeghez, a 2012-es kísérletben az oltott növények száraz gyökértömege, mindkét alany esetében, valamint 2014-es kísérletben a *Lagenariára* oltott növények esetében minden kezelésben statisztikailag is kimutathatóan nagyobb volt mint az önmagára oltott és oltatlan növényeké. Statisztikailag is kimutatható csökkenés a sókezelés hatására - a kamrás kísérletek eredményei alapján - csak a 2014-es kísérletben volt megfigyelhető, ahol sajátgyökerű növények esetében, a II-ES sókezelés szignifikánsan csökkentette a gyökérszet száraztömegét. Eredményeink, hasonlóak Colla és társai (2006) által végzett sóstressz kísérleteiben tapasztaltakkal, ahol a *Lagenaria*-ra és interspecifikus alanyra oltott görögdinnye növények gyökérszete, többszöröse volt az oltatlan növények gyökérszetének, viszont a sókezelésnek nem volt szignifikáns hatása a gyökérszetre. Sőt, a kamrás kísérletek során a tök alanyokra oltott növények gyökérszete még kis mértékben növekedett is a kontrollhoz képest a II-ES sókezelés hatására. Ezzel szemben az önmagára oltott és oltatlan növényeké, statisztikailag nem kimutatható mértékben, de csökkent. Ugyanakkor az I-ES sókezelés, az önmagára oltott növények gyökérszete még nem befolyásolta, az oltatlan növényekét viszont csökkentette.

2. Táblázat: A grafikonokon alkalmazott jelölések jelentése

Oltáskombinációk jelölése	Jelentése	
s	sajátgyökerű 'Esmeralda' görögdinnye	
g/g	önmagára oltott görögdinnye	
L	<i>Lagenaria</i> alanyra oltott görögdinnye	
Int	Interspecifikus alanyra oltott görögdinnye	
Sókezelések jelölése	üvegházi és kamrás kísérletek	soroksári kísérlet
0	kontroll	kontroll
I	2,85 mmol NaCl/l közeg/kezelés	100 mmol NaCl/l tápoldat
II	4,28 mmol NaCl/l közeg/kezelés	150 mmol NaCl/l tápoldat



1. ábra: Hajtásrészek friss tömege a 2012-es kamrás kísérletben

4.2 Levélfelület

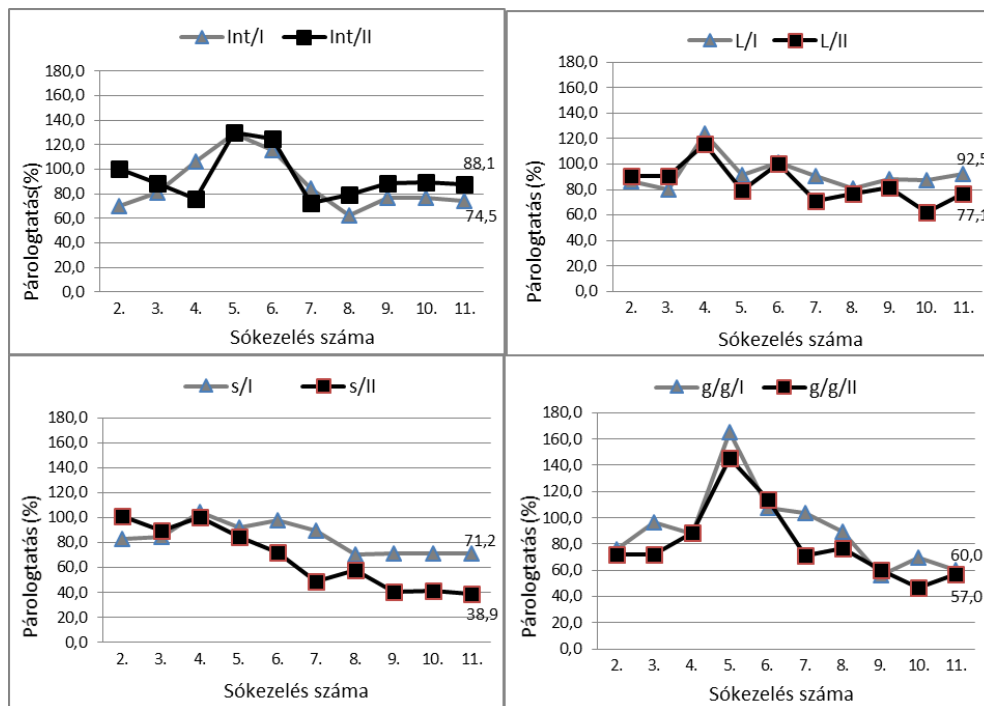
A levélfelület nagysága, a levéltömeggel párhuzamosan változott az oltáskombinációk ($p < 0,001$) és a sókezelések ($p < 0,05$) hatására, de nem minden oltáskombinációban. A hajtástömeg eredményekhez hasonlóan, az interspecifikus alanyra oltott növények levélfelülete csökkent legkevésbé a sókezelések hatására, sőt a kamrás kísérletekben még növekedést is megfigyeltünk. Ugyanakkor a kamrás kísérletekben a II-ES sókezelés szignifikánsan csökkentette az önmagára oltott (2012) és az oltatlan növények (2014) levélfelületét. Ezzel ellentétben Colla és társai (2006) ugyanolyan mértékű levélfelület csökkenést figyeltek meg sókezelés hatására interspecifikus és *Lagenaria* alanyra oltott és oltatlan görögdinnye növények esetében.

4.3 Sztómaszám

A sókezelések nem okoztak szignifikáns különbséget a növények sztómaszámában, kivéve a soroksári kísérletben az oltatlan növények esetében, ahol az II-es sókezelésben szignifikánsan nőtt a sztómasűrűség a kontroll kezelésben mért értékekhez képest. A kamrás és üvegházi kísérletekben a sókezelésnek nem, de az oltáskombinációnak volt statisztikai hatása a sztómaszámmra. Az interspecifikus alanyra oltott növények sztómaszáma a többi oltáskombináció növényeinél nagyobb volt, ugyanakkor a sókezelésre másképp reagáltak. A többi oltáskombináció esetében a sókezelések hatására fokozatosan nőtt a sztómasűrűség, kivéve a 2012-es kamrás kísérletben az önmagára oltott növényeket, ahol a sztómasűrűség alakulása az interspecifikus alanyra oltott növényekhez hasonló tendenciát mutat, vagyis az I-es kezelésben lecsökkent a kontrollhoz képest, és a II-es kezelésben, ugyan emelkedett, de még mindig a kontroll alatti értéket mutatott. Más tudományos kutatások szerint a sóstressz hatására bekövetkező sztómaszám csökkenés a növény sóstresszhez való alkalmazkodását jelezheti (Alnayef, 2012., Kadam és Pravin 2010).

4.4 A növények párologtatása

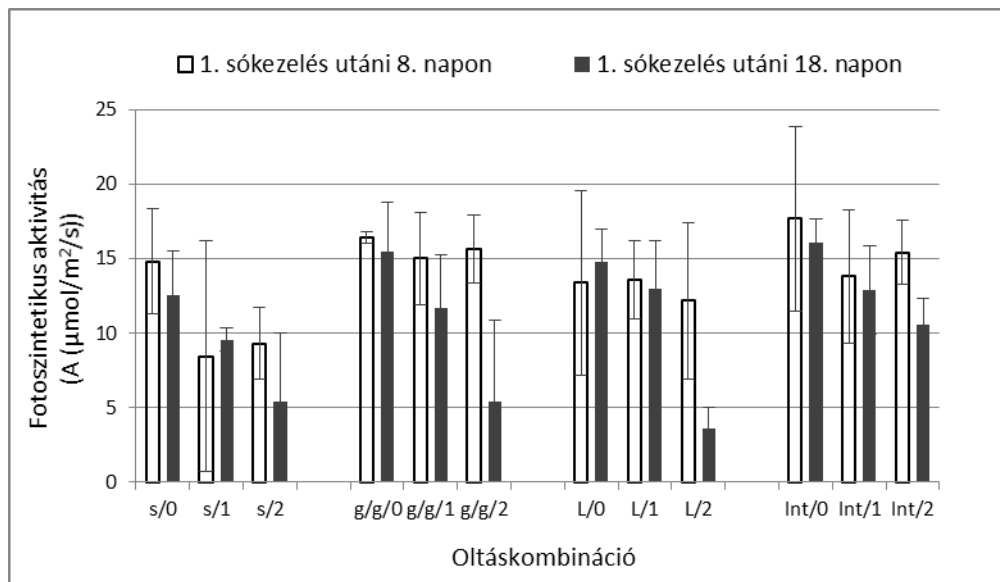
A kamrás kísérletek során mért párologtatási eredmények alapján egyértelműen látszik, a sókezelések párologtatás csökkentő hatása (2. ábra). Az egyes oltáskombinációk esetében azonban nem azonos mértékben csökkentek az értékek. Mindkét kísérlet esetében a tök alanyokra oltott növények párologtatásának csökkenése kisebb mértékű volt, mint a sajátgyökerű és az önmagára oltott növényeké. Legnagyobb csökkenés a sajátgyökerű növényeknél volt megfigyelhető. Az önmagára oltott növények a sajátgyökerűekhez képest erősebben párologtattak a kísérlet végén is, a 2014-es kísérletben a tök alanyok párologtatási értékeivel közel megegyező szinten. Ebből arra következtethetünk, hogy az oltásnak önmagában is lehet egy jobb stressztűrőképességet indukáló hatása. Az interspecifikus alanyra oltott növényeknél figyelhető meg egyedül, hogy a legtöbb esetben a II-ES kezelésben a növények erősebben párologtattak az I-ES kezelés növényeihez képest. Ebből arra következtethetünk, hogy a növények a transzspirációjuk növelésével próbáltak válaszolni a közeg emelkedő ozmotikus nyomására, így biztosítva a növény víz és tápanyagfelvételének zavartalanságát.



2. ábra: A növények párologtatása a 2012-es kamrás kísérletben a kontrollhoz viszonyítva

4.5 Fotoszintetikus aktivitás

Az üvegházi kísérletben még nem, ugyanakkor a 2014-es kamrás kísérletben a II-es sókezelésben már a kezelések megkezdésétől számított 8. napon szignifikánsan csökkent a növények fotoszintetikus aktivitása. Az oltáskombinációkat összehasonlítva az oltatlan növényeké csökkent legnagyobb mértékben (3. ábra). A kezelések megkezdése utáni 18. napon (13. napon a soroksári kísérlet esetében) már szignifikáns hatása volt a sókezeléseknek a fotoszintézis aktivitásra. A II-es sókezelés ugyan minden oltáskobinációban jelentősen csökkentette az értékeket, de az interspecifikus alanyra oltott növények fotoszintézis aktivitása így is kétszerese volt a többi oltáskombinációénak. Kísérleteinkhez hasonlóan Colla és társai (2012) megfigyelték, hogy interspecifikus alanyra oltott uboka fotoszintézis aktivitása sóstressz hatására kevésbé csökkent a sajátgyökerű növényekéhez képest.



3. ábra: A sókezelés 8. ill. 18. napján mért fotoszintetikus aktivitás eredményei az üvegházi kísérletben

4.6 Vízpotenciál

A sókezelés szignifikánsan csökkentette a növények vízpotenciálját. A kamrás kísérletekben a legnagyobb csökkenés az oltatlan és a *Lagenariara* oltott növényeknél volt megfigyelhető (bár statisztikai különbség csak a *Lagenariara* oltott növényeknél volt kimutatható). A kamrás kísérletekben az interspecifikus növények esetében a sókezelés csak kis mértékben, az üvegházi kísérletben viszont szignifikánsan csökkentette a vízpotenciált.

4.7 A levelek antioxidáns kapacitása

A levelek FRAP értékei szignifikáns különbségeket mutattak a sókezeléseket, oltáskombinációkat és levélszinteket tekintve egyaránt. A fejlődésben lévő levelekben magasabb FRAP értékek voltak kimutathatók, mint a kifejlett levelekben. A II-es sókezelés hatására - a *Lagenariara* oltott növényeket kivéve - minden oltáskombináció FRAP értékei szignifikánsan emelkedtek. A legnagyobb mértékű emelkedés az önmagára oltott növények esetében volt megfigyelhető. A *Lagenaria* és interspecifikus alanyokra oltott növények esetében a II-es sókezelés nem okozott növekedést a FRAP értékekben az I-es sókezeléshez képest.

4.8 A levelek polifenol tartalma

Kísérleteink alapján a levelek polifenol és a FRAP értékeinek alakulása erősen összefügg. Emelkedett FRAP tartalom esetén magasabb polifenol tartalmat mutattunk ki-es A felső, fejlődésben lévő levelekben, ahogy azt az antioxidáns kapacitás esetében is kimutattuk, a polifenol tartalom is magasabb az alsó, idősebb levelekéhez képest (kivéve a *Lagenariara* oltott növények

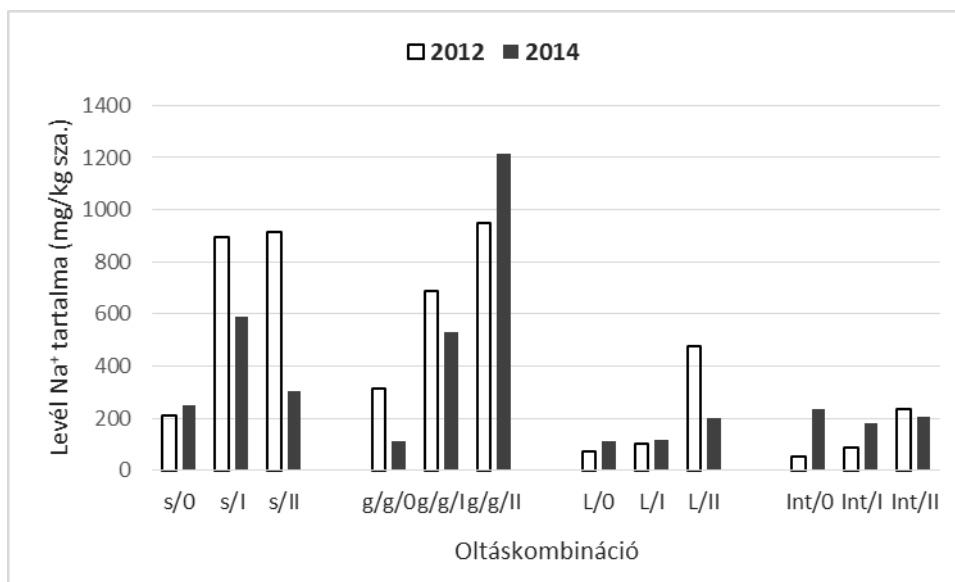
esetében). Ahogy azt a FRAP esetében megállapítottuk, az üvegházi kísérletben (és a 2014-es kamrás kísérletben a *Lagenaria*-ra oltott növények alsó leveleiben és az interspecifikus alanyra oltott növények felső leveleiben) az erősebb sókezelés hatására csökkentek a polifenol értékek. Rezazadeh és munkatársai (2012) articsóka esetében ugyanezt tapasztalták. Alacsonyabb dózisu sókezelés hatására (1,5, 6,9 ds/m) a levelek polifenol tartalma emelkedett, majd a dózis emelésével fokozatos csökkenésnek indult. Ugyanakkor az önmagára oltott és az oltatlan görögdinnye esetében az I-ES sókezelés hatására csökkent a polifenol tartalom a kontrollhoz képest, de a II-ES sókezelés szignifikáns növekedést okozott.

4.9 A növények Cl⁻ tartalma

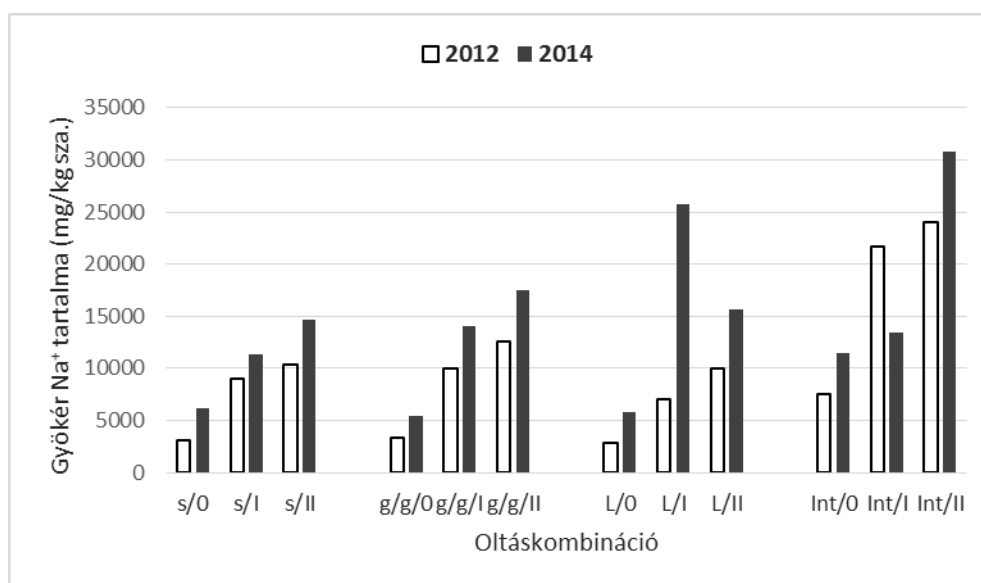
A sókezelések hatására mind a levelek mind a gyökerek Cl⁻ tartalma jelentős mértékben emelkedett. Az interspecifikus alanyok gyökérzetében megfigyelhető volt, hogy a sókezelés dózisének emelésével a gyökér Cl⁻ tartalma a kontroll kezeléshez képest nagyobb arányban emelkedett, mint a többi oltáskombinációban, ugyanakkor a levélzet Cl⁻ tartalmának növekedése kisebb arányú volt. Ebből arra következtethetünk, hogy az interspecifikus alany gyökérzetében érvényesülhetett bizonyos fokú Cl⁻ visszatartás.

4.10 A növények Na⁺ tartalma

A mért Na⁺ tartalom eredményekből arra következtethetünk, hogy a *Lagenaria* és az interspecifikus alany gyökerének lehet Na⁺ visszatartó hatása, mivel az interspecifikus és *Lagenaria*-ra oltott növények levelében a Na⁺ tartalom emelkedése (kivéve az üvegházi kísérletben a *Lagenaria*-ra oltott növényeket a II-es sókezelésben), elhanyagolható volt a sajátgyökerű és az önmagára oltott növényekéhez képest (4. ábra). Továbbá megállapítható, hogy a tök alanyokra oltott növények esetében, a levélzetben mért kisebb Na⁺ tartalom, a gyökérzetben mért magasabb Na⁺ tartalommal párosul (kivéve a *Lagenaria*-ra oltott növényeket a 2012-es kamrás kísérletben) (5. ábra). Az adatok alapján megállapítható az is, hogy az I-es sókezelésben az önmagára oltott növények a sajátgyökerűekhez képest kevesebb Na⁺-ot vettek fel, és tárolták a levélszövetükben (egy kísérlet kivételével, ez ugyancsak igaz a kontroll növények esetében is), ebből arra következtethetünk, hogy az oltásnak önmagában is lehet Na⁺ visszatartó hatása.



4. ábra: A levelek Na⁺ tartalma a kamrás kísérletekben



5. ábra: A gyökerek Na⁺ tartalma a kamrás kísérletekben

4.11 A növények Mg⁺⁺, K⁺ és Ca⁺⁺ tartalma

A kezelések hatására a gyökerek K⁺ tartalma (a 2014-es kamrás kísérlet kivételével) minden oltáskombinációban jelentős csökkenést mutatott, ugyanakkor ez a csökkenés nem járt együtt a levelek K⁺ tartalmának hasonló mértékű emelkedésével. A kezelt növények levelének K⁺ tartalma csak kis mértékben, és nem minden esetben emelkedett a kontrollhoz képest. Az oltáskombinációkat összehasonlítva megfigyelhető, hogy a gyökér K⁺ tartalma számottevően nagyobb volt a *Lagenaria*-ra oltott növények esetében.

A sókezeléseknek nem volt jelentős hatása a növények Ca⁺⁺ és Mg⁺⁺ tartalmára.

4.12 A vizsgált paraméterek közötti korrelációs összefüggések

A vizsgált paraméterek korrelációs összefüggéseit vizsgálva megállapítható, hogy az egyes hajtásrészek friss és száraztömege között erős pozitív korreláció van. A vízpotenciál értékei a friss hajtás és szár tömegével összefüggően változnak, de a levél tömegével nincsenek összefüggésben, a levélfelülettel viszont igen. A vízpotenciál erős korrelációt mutat a fotoszintézis aktivitással is ($p < 0,01$). A sókezelés 8. napján mért fotoszintézis aktivitás értékei a gyökértömeg kivételével, a többi növényi rész tömegével korrelálnak, a sókezelés 18. napján mért fotoszintézis értékek viszont csak a friss hajtásrészek tömegével függnek össze. A mindkét időpontban mért fotoszintézis aktivitás értékei és a levélfelület nagysága ($p < 0,05$), valamint a párologtatás értékei ($p < 0,01$) közötti összefüggés kimutatható.

4.13 Új tudományos eredmények

- 1) Megállapítottam, hogy az oltás önmagában növeli a görögdinnye sótűrőképességét azáltal hogy az önmagára oltott görögdinnye növények kevesebb Na^+ -ot halmoztak fel a levélzetükben és tartottak vissza a gyökérzetben, mint a sajátgyökerű növények és az egyes mért paraméterek kisebb mértékben csökkentek az önmagára oltott növényeknél mint a sajátgyökerű növények esetében.
- 2) Az interspecifikus tök alanyra oltott görögdinnyénél a sztómaszám csökkenés jobb sótűrőképességre utal.
- 3) A kamrás kísérletek eredményei alapján megállapítottam, hogy a sókezelésnek, interspecifikus alanyra oltott görögdinnye esetében kis mértékű hajtás és gyökérnövekedés serkentő hatása van.
- 4) A kamrás kísérletek párologtatás értékei alapján megállapítottam, az interspecifikus alanyra oltott görögdinnye növények a sókezelés dózisének növelésére erősödő párologtatással reagáltak, így biztosítva a növény víz és tápanyagfelvételének zavartalanságát.
- 5) Megállapítottam, hogy az interspecifikus alany gyökerében érvényesül bizonyos fokú Cl^- visszatartó hatás.
- 6) Kísérleti eredményeim alátámasztották, hogy nem csak az interspecifikus alanynak, hanem a *Lagenaria* alany gyökerének is van Na^+ visszatartó tulajdonsága.

5. Következtetések és javaslatok

Az elvégzett kísérletek alapján, olyan termőterületekre ahol az öntözővíz vagy a talaj EC-je a termesztési időszakban az ideálisnál magasabb mindenképpen oltott görögdinnye termesztését ajánlom. A termesztésben jelenleg leginkább elterjedt 2 alanyfaj közül mindkettő alkalmas lehet az ilyen területeken való termesztésre. A két alanyfaj közül az interspecifikus tökhibridre (*C. maxima* x *C. moschata*) oltott görögdinnye mutatta az egyes paraméterek legkisebb mértékű csökkenését, ugyanakkor az alacsonyabb dózisú sókezelésben a *Lagenaria*-ra oltott görögdinnye is jó sótűrő képességet mutatott, de a nagyobb dózis már jelentősebben csökkentette a mért értékek többségét. Magának az oltásnak is lehet sótűrő-képesség növelő hatása, hiszen az önmagára oltott növények a sajátgyökerűekhez képest szinte minden mért paramétert tekintve, jobb teljesítőképességet mutattak. Vizsgálataink ugyan erre nem tértek ki, de az oltás fiziológiai hatásai nem csak a sótűrőképesség növelésében, de egyéb abiotikus stresszhatásokkal szemben is növelheti a növények ellenállóképességét. Ennek megerősítésére természetesen még több kísérlet elvégzésére lenne szükség.

6. Az értekezés témaköréhez kapcsolódó publikációk

Impakt faktoros folyóiratcikkek:

Bőhm V., Fekete D., Balázs G., Gáspár L., Kappel N. (2017): Salinity tolerance of grafted watermelon seedlings. Acta Biologica Hungarica. in press IF:0,506

Lektorált folyóiratban (MTA listás):

Bőhm V., Fekete D., Topalova E. (2014): Na⁺ és Cl⁻ felhalmozása sóstressz hatására kabakos fajok gyökerében és hajtásában. Kertgazdaság. 46 (4) p. 3-8.

Bőhm V., Fekete D., Balázs G., Lukács N., Kappel N., Gáspár L. (2013): A sóstressz hatása az oltott és a sajátgyökerű görögdinnye növekedésére. Kertgazdaság 45 (3) p. 10-14.

Egyéb tudományos cikkek:

Bőhm V. (2011): Dinnyefélék sótűrése, Kertészet és Szőlészet, 60(47) p. 9.

Bőhm V., Kappel N., Balázs G., Fekete D. (2012): Using Different potassium and magnesium treatments in watermelon production. Review on agriculture and rural development Vil. 1. (1) p. 72-77.

Bőhm V., Kappel N., Gáspár L., Balázs G., Fekete D. (2013) Effect of salinity on grafted and ungrafted watermelon. The 48th Croatian & 8th International Symposium on Agriculture. Dubrovnik. Proceedings. p. 393-397.

Konferencia összefoglalók („abstract”):

Bőhm V., Fekete D., Kappel N., Stefanovits-Bányai É., Balázs G., Gáspár L. (2013): The changes of Mg Ca and Na content in leaves of grafted watermelons (*Citrullus lanatus*) under salt stress. 13. Magyar magnézium szimpózium. Budapest. Program és összefoglalók. p. 22-23.

Böhm V., Gáspár L., Fekete1 D., Kappel N., Lukács N. (2013): Effect of grafting on plant response to abiotic stress factors in cucurbits. 1rst Meeting of COST Action FA1204. Book of abstracts. p. 60.2

7. Felhasznált irodalom

1. Benzie, I-ES F., Strain, J. J.(1966): The Ferric Reducing Ability of Plasma (FRAP) as a measure of „antioxidant power”: The FRAP essay. *Analytical Biochemistry*, 239: 70-76.
2. Borochoy-Neori, H., and Borochoy, A. (1991): Response of melon plants to salt: 1. Growth, morphology and root membrane properties. *Journal of Plant Physiology*, 139: 100-105.
3. Colla G., Roupheal Y., Cardarelli M. (2006): Effect of salinity on yield, fruit quality, leaf gas exchange, and mineral composition of grafted watermelon plants. *HortScience* 41: 622–627.
4. Colla G., Roupheal Y., Leopardi C., Bie Z. (2010): Role of grafting in vegetable crops grown under saline conditions. *Scientia Horticulturae*, 127: 147–155.
5. Colla G., Roupheal Y., Reac E., Cardarelli M. (2012): Grafting cucumber plants enhance tolerance to sodium chloride and sulfate salinization. *Scientia Horticulturae*, 135: 177–185.
6. Goreta S., Bucevic-Popovic V., Selak G.V., Pavela-Vrancic M., Perica S. (2008): Vegetative growth, superoxide dismutase activity and ion concentration of saltstressed watermelon as influenced by rootstock. *Journal of Agricultural Science*, 146: 695–704.
7. Hasegawa P.M., Bressan R.A., Zhu J.K., Bohnert H.J., (2000): Plant cellular and molecular responses to high salinity. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*, 51: 463–499.
8. Kaya C., Kirnak Higgs H., Saltali K. (2002): Supplementary calcium enhances plant growth and fruit yield in strawberry cultivars grown at high (NaCl) salinity. *Scientia Horticulture*, 93: 65–72.
9. Marschner H. (1995): Saline soil in: mineral nutrition of higher plants. Academic Press, New York, 657-680.
10. Munns R., Tester M. (2008): Mechanisms of salinity tolerance. *Annual Review of Plant Biology*, 59: 651–681.
11. Orsini F., Sanoubar R., Oztekin G. B., Kappel N., Tepecik M., Quacquarelli C., Tuzel Y., Bona B., Gianquinto G. (2013): Improved stomatal regulation and ion partitioning boosts salt tolerance in grafted melon. *Functional Plant Biology*, 40: 628–636.
12. Rezazadeh A., Ghasemnezhad A., Barani M., Telmadarrehei T. (2012): Effect of salinity on phenolic composition and antioxidant activity of artichoke (*Cynara scolymus* L.) leaves. *Research Journal of Medicinal Plant*, 6: (3) 245-252.

13. Romero L, Belakbir A, Ragala L, Ruiz M. (1997): Response of plant yield and leaf pigments to saline conditions: effectiveness of different rootstocks in melon plants (*Cucumis melo* L.). *Soil Science and Plant Nutrition*, 41: 855–862.
14. Singleton V. L., Rossi J. A. (1965): Colorimetry of total phenolics with phosphomolibdic-phosphotungstic acid reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*, 161: 144-158.
15. Wei G. Y., Zhu Z., Liu L., Yang G., Zhang. (2007): Growth and ion distribution in grafted eggplant seedling under NaCl stress. *Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica*, 27: 1172-1178.
16. Yetisir H., Uygur V. (2009): Plant growth and mineral element content of different gourd species and watermelon under salinity stress. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 33: 65-77.
17. Zhu J., Bie ZL., Huang Y., Han XY. (2008): Effect of grafting on the growth and ion contents of cucumber seedlings under NaCl stress. *Soil Science and Plant Nutrition*, 54, 895–902.