

Doktori (PhD) értekezés tézisei

**ABIOTIKUS STRESSZHATÁS ÉRTÉKELÉSE KÜLÖNBÖZŐ
CSEMEGEKUKORICA GENOTÍPUSOKNÁL**

**Galambné Sinka Lúcia
doktorjelölt**

Témavezetők:

**Takácsné Prof. Dr. Hájos Mária
egyetemi tanár**

**Dr. Zsembeli József
tudományos tanácsadó**



**DEBRECENI EGYETEM
KERPELY KÁLMÁN DOKTORI ISKOLA**

Debrecen

2026

1. BEVEZETÉS

Magyarország zöldségtermesztési ágazatában kiemelkedő szerepe van a csemegekukorica termesztésének. Európai viszonylatban a termőterületét és termésmennyiségét tekintve Franciaországgal karöltve Magyarország az EU vezető termelője (Lente, 2012).

A világ- és európai viszonylatban is kedvező pozíciót a csemegekukorica termesztésben a hazai talajadottságainknak köszönhetően tudhatjuk magunkénak. Mivel a mezőgazdasági termelékenység elsődleges meghatározója a klíma, ezért az éghajlatváltozás nagyban befolyásolja, például a növénytermesztést, a vízmérleget, illetve a mezőgazdasági rendszerek egyéb elemeit is. A klímaváltozás termelésre és élelmiszer-ellátásra gyakorolt hatásainak megértése, felmérése és kezelése humán érdekelttség (Adams et al., 1998).

Az éghajlati és légköri változásokhoz való alkalmazkodásnak számos lehetséges módja van a mezőgazdaságban. A növénytermesztési rendszerek esetében az egyik legfontosabb feladat a termés minőségének fenntartása, melyhez megoldást nyújthat például olyan fajták/fajok alkalmazása, amelyek nagy csírázási százalékkal jellemezhetők, jobb aszály- és hőtűrőképességgel rendelkeznek (Howden et al., 2007), illetve az átmeneti hideghatást jobban tolerálják.

A versenyképes magyarországi csemegekukorica termesztéshez, kiemelt szerepe van továbbá az öntözésnek, hiszen ez a kultúra igen érzékeny az egyenletes vízellátásra. Azonban az öntözővíz minősége nem minden termeszőterületen megfelelő.

Mivel a magyar csemegekukorica iránti igény vitathatatlan, ezért találtam érdekesnek vizsgálni, hogy hogyan lehet fenntartani a termésbiztonságot az időjárási extremitások ellenére. Emellett pedig azt is, hogy hogyan lehet a kedvezőtlenebb adottságokkal (nagy sótartalmú öntözővíz) jellemezhető területeket termelésbe vonni annak érdekében, hogy növelhető legyen a termeszőfelület.

Célkitűzések

A hidegstresszhez való alkalmazkodóképesség fokozásának lehetőségére vonatkozó hipotézisem szerint megfelelő (hideggel szemben toleránsabb) genotípusválasztással, illetve a még fiatal növények megfelelő mértékű edzésével (optimálistól alacsonyabb hőmérséklethez való szoktatásával) biztonságosabbá tehető a primőr árualap előállítását szolgáló korai termesztéstechnológia. A hidegstressz hatásait vizsgáló kísérletemben klímakamra alkalmazásával szimuláltam a kora tavaszi hideget és elemeztem annak hatását a különböző genotípusok stressztűrő képességére. Ehhez a palántákat 5 leveles korig neveltem, melynél a

csőképződés inicializációja megy végbe, azaz a legkritikusabb fenofázis a generatív szakasz potenciális kialakulásához.

A nagyobb sótartalmú öntözővízzel való öntözés alkalmazására vonatkozó hipotézisem szerint az egyes genotípusok között adódhatnak különbségek sótoleranciát illetően, amelyet esetlegesen tovább lehet fokozni azáltal, hogy talajkondicionáló, talajjavító anyagok alkalmazásával kedvezőbb talajszerkezetet biztosítva lehetővé tesszük a káros sók mélyebb rétegekbe mosódását. Ezáltal termelésbe vonhatók a kedvezőtlenebb agroökológiai adottságokkal jellemezhető területek is. A másodlagos szikesedés hatásait vizsgáló kísérleteimben magas sótartalmú vízzel történő öntözés talajra és a különböző csemegekukorica hibridekre gyakorolt hatásai mellett vizsgáltam, hogy különböző talajkondicionáló, talajjavító szerek alkalmazásával mérsékelhetők-e az abiotikus stresszfaktorok hatásai.

A kutatómunka célkitűzései a következők voltak:

1. Eltérő hőmérsékleti viszonyok vizsgálata a palántanevelés ideje alatt.
2. Alacsony hőmérséklet okozta stresszhatás értékelése a generatív szakasz kialakulására és a fotoszintetikus aktivitásra különböző genotípusoknál.
3. A talaj fokozott sótartalmának hatása eltérő csemegekukorica genotípusoknál – különböző fenológiai fázisokban.
4. Talajjavító termékek tesztelése másodlagos szikesedésnek kitett talajon, kisparcellás kísérletekben.

2. ANYAG ÉS MÓDSZER

2.1. A hidegstressz kísérlet leírása

A vizsgált csemegekukorica hibridek hidegstressz tűrésének megállapítására irányuló kísérletet a Debreceni Egyetem Agrár Kutatóintézetek és Tangazdaság Debreceni Tangazdaság és Tájkutató Intézetének (DE AKIT DTTI) Arborétum és Bemutatókertjében állítottuk be 2019-ben. A kísérletben a *Gyöngyhajnal* (tenyészideje: 69 nap), a *Nugat 72* (tenyészideje: 90 nap), illetve a Syngenta Magyarország Kft. jóvoltából a *Strongstar* (tenyészideje: 72 nap), illetve a *Sweetstar* (tenyészideje: 73 nap) hibrideket alkalmaztuk.

A hidegstresszel szembeni válaszreakciók vizsgálatára vonatkozó kísérlet során két eltérő (normál és edzett) palántanevelési móddal neveltünk csemegekukorica palántákat az 5. levél kialakulásának kezdetéig. A normál palántanevelési mód során a vetőmagokat az optimálisnak tekinthető 25 °C-os hőmérsékleti értékek mellett, zárt helyen csíráztattuk. A kelés után átlagosan 20-29 °C-os hőmérsékletet biztosítottunk a további nevelés során. Az edzett palántanevelési módhoz az alapötletet az adta, hogy a palántanevelés során a fiatal növények edzésének rendkívül fontos szerepe van a növény külső környezeti tényezőkhöz való adaptációs képességének fokozásában. Így 10-16 °C közötti tartományban csíráztattuk a csemegekukorica magokat klímasekrényben 14 napig, majd kelés után fűtetlen fóliában neveltük tovább a palántákat kiültetésig, amelyek már a kezdeti időszakban jelentős hideghatásoknak voltak kitéve.

Vizsgálati módszerek és mérések a hidegstressz kísérletben

Kutatómunkám során a különböző palántanevelési módok hatását különböző növénymorfológiai tulajdonságok (növénymagasság, levelek száma, föld feletti biomassza tömege, csőhosszúság, szemsorszám), illetve a termésmennyiség esetében is vizsgáltuk. Emellett pedig közvetlenül a betakarítás előtt a növények fotoszintetikus aktivitását jellemző paramétereket (SPAD, NDVI) is nyomon követtem mind a négy kísérleti évben. A **levelek relatív klorofilltartalmát SPAD 502** relatív klorofill-tartalom mérő műszerrel, a **növényi biomassza** mérésére és **NDVI-ként** (Normalizált Vegetációs Index) **való megjelenítésre** Trimble® GreenSeeker® szenzort használtunk. Továbbá a növényekben jelentkező stresszhatás mértékének meghatározása érdekében a terméssel szemben elhelyezkedő levelek prolintartalmát is vizsgáltuk Bates (1973) metodikája alapján.

2.2. A sóstressz kísérlet leírása

A kutatómunka másik részét előzetes kutatások eredményeire alapozva állítottuk be a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Karcagi Kutatóintézetében (volt DE AKIT Karcagi Kutatóintézet). A térségre jellemző, nagy sótartalmú vízzel öntöztünk, mely során vizsgáltuk a sóterhelt vízzel való öntözés talajra, illetve a csemegekukorica néhány fontos paraméterére (növénymagasság, levelek száma, föld feletti biomassa tömege, csőtömeg, csőhosszúság, termésmennyiség) gyakorolt hatását. A Syngenta Magyarország Kft. jóvoltából, 2019-ben 6 különböző hibridet (*GSS5649*, *GSS3071*, *GSS8529*, *Sweetstar*, *Tyson*, *Overland*) vontuk be a kísérletbe. Ezek közül a 4 legjobban teljesítő hibridet (*GSS3071*, *GSS8529*, *Sweetstar*, *Tyson*) vizsgáltuk tovább.

A kísérletben talajkondicionálásra, talajjavításra használható szereket is alkalmaztunk. Kettő a gyakorlatban is egyre inkább használt talajkondicionáló szert (*Neosol*, *Explorer 21*), illetve egy természetes talajjavító szert, a *Riolittufát*.

Vizsgálati módszerek és mérések a sóstressz kísérletben

Minden évben a Karcagi Kutatóintézet Akkreditált Laboratóriumában **szűkített talajvizsgálatot** végeztek el. A nagy sótartalmú vízzel való öntözés hatását **a talaj 0-60 cm-es rétegenkénti sókészsletére** a tényleges sómérleg számítás alapján határoztuk meg (Rivera Garcia et al., 2021). A 0-40 cm-es **talajréteg nedvességtartalmát** a 3T SYSTEM nedvességmérő műszerével mértük, amely a szabadföldi vízkapacitás tf%-ban rögzíti és menti a memóriájában a hosszú idősoros adatokat 10 cm-enkénti bontásban.

A növényvizsgálatok azonosak a hidegstressz kísérletben végzett morfológiai tulajdonságokat meghatározó növényvizsgálatokkal. Ezen túlmenően pedig a sóstressz kísérletben is vizsgáltunk prolintartalmat a stresszhatás mértékének számszerűsítéséhez.

Adatok statisztikai feldolgozása

A mérésekből származó adatok statisztikai értékelését az SPSS 25.0 programcsomaggal végeztük. Adataink statisztikai megbízhatóságát varianciaanalízissel, az átlagok közötti különbségek helyességét pedig Duncan-teszttel ellenőriztük.

3. EREDMÉNYEK

3.1. A hidegstressz kísérlet eredményei

3.1.1. A hidegstressz hatása a vizsgált hibridek SPAD és NDVI értékeire

A növényeken mért NDVI és SPAD értékek nagymértékben függenek a genetikai adottságoktól, amit a környezeti és technológiai feltételek, valamint a különböző stresszhatások módosíthatnak (Lemaire et al., 2008). A SPAD és NDVI mérések alapján megállapítható, hogy a palántanevelés kezdetétől alkalmazott hidegstressz, azaz a palánták edzése kedvezően hatott mind a négy kísérleti évben. Az alkalmazott hibridek közül 2 évben is a Sweetstar hibrid esetében mutattuk ki a legintenzívebb fotoszintetikus aktivitást a SPAD és NDVI értékek alapján. A csuhés csőtömeg eredményeket tekintve megállapítható, hogy évjáráthatástól függetlenül az edzett palántanevelés kedvező hatást gyakorolt erre a paraméterre mindegyik genotípus esetében.

3.1.2. A hidegstressz hatása a vizsgált hibridek csuhés csőtömegére

A **2019**-es csuhés csőtömeg adatok alapján megállapítható, hogy a *Nugat 72*, a *Strongstar* és a *Sweetstar* esetében is statisztikailag igazolhatóan nagyobb csuhés csőtömeget mértünk az edzett palántanevelésből származó egyedeknél. A legnagyobb csuhés csőtömeggel a *Sweetstar* (311,3 g/cső) és a *Strongstar* (302,7 g/cső) hibridek voltak jellemezhetőek. **2020**-ban a *Nugat 72*-t kivéve mindegyik hibrid nagyobb csuhés csőtömeggel volt jellemezhető az edzett palántanevelésből származó egyedeknél. Szignifikáns különbségek azonban csak a *Gyöngyhajnal* (288,8 g/cső) és a *Sweetstar* (370,1 g/cső) genotípusok esetében voltak kimutathatók. Ebben az évben is a legnagyobb csuhés csőtömeget az edzett *Sweetstar* hibrid esetében mértük. **2021**-ben a *Strongstar* hibrid kivételével mindegyik genotípus csuhés csőtömege nagyobb volt az edzés hatására. A legnagyobb csuhés csőtömeget a kutatómunka 3. évében is az edzett *Sweetstar* hibrid érte el (394,7 g/cső). **2022**-ben, a kutatómunka 4. évében is szignifikánsan nagyobb csuhés csőtömeggel voltak jellemezhetőek az edzett palántanevelésben részesült genotípusok, melyek közül a *Sweetstar* hibrid emelkedett ki 372,5 g-os átlagos csuhés csőtömeggel.

3.1.3. A hidegstressz hatása a vizsgált hibridek csuhé nélküli csőtömegére

2019-ben statisztikailag igazolható többletet tudtunk kimutatni a csuhé nélküli csőtömegben az edzett *Sweetstar* hibrid javára (226,9 g/cső). Második legnagyobb csuhé nélküli csőtömeggel az edzett *Strongstar* hibrid volt jellemezhető (215,3 g/cső), azonban ez az eredmény a normál palántaneveléshez viszonyítva nem volt szignifikáns, ahogyan a *Nugat 72* és a *Gyöngyhajnal* genotípusok esetében sem. A kutatómunka második évében (**2020**) a normál palántaneveléshez képest statisztikailag igazolhatóan az edzett *Strongstar* hibrid nevelte a legnagyobb méretű fosztott csöveket (244,4 g/cső). A második legnagyobb csuhé nélküli csőtömeget az edzett *Sweetstar* esetében mértük (243,7 g/cső), azonban az érték nem eredményezett szignifikáns különbséget a normál palántanevelésben részesült *Sweetstar* hibridhez képest (233,9 g/cső). A *Nugat 72* genotípusnál statisztikailag igazolható különbség nem mutatkozott a két palántanevelési mód között, azonban az edzett *Gyöngyhajnal* szignifikánsan jobb csuhé nélküli csőtömeg eredménnyel volt jellemezhető (215 g/cső). **2021**-ben statisztikailag igazolhatóan nagyobb csuhé nélküli csőtömeggel voltak jellemezhetőek az edzett *Sweetstar* (256,2 g/cső), illetve az edzett *Strongstar* (243,7 g/cső) hibridek. Emellett az edzett *Gyöngyhajnal* (213,1 g/cső) és az edzett *Nugat 72* (211,5 g/cső) genotípusok is szignifikánsan nagyobb fosztott csöveket neveltek a normál palántanevelésű egyedekhez viszonyítva. **2022**-ben a *Nugat 72* kivételével szignifikánsan nagyobb csuhé nélküli csőtömeg eredményeket mértünk az edzett palántanevelésű genotípusoknál. A legnagyobb fosztott csőtömeggel az edzett *Sweetstar* hibrid volt jellemezhető (261,2 g/cső), amely statisztikailag igazolhatóan nagyobb volt, mint az edzett *Strongstar* hibridé (240,9 g/cső).

3.1.4. A hidegstressz hatása a vizsgált hibridek szemsorszámára

A kutatómunka első évében (**2019**) a szemsorszám tekintetében statisztikailag igazolható különbségeket egyik palántanevelési mód javára sem tudtunk kimutatni, emellett pedig az alkalmazott genotípusok között sem adódtak szignifikáns különbségek. **2020**-ban kedvezőbb szemsorszám értékeket mértünk szemben az első évben adódott drasztikus hidegstressz hatására adódott szemsorszám értékekkel. A legjobb szemsorszámmal az edzett *Gyöngyhajnal* (15,6 db/cső), illetve a *Sweetstar* (15,1 db/cső) voltak jellemezhetőek, azonban ez az érték kizárólag a *Sweetstar* esetében volt szignifikánsan nagyobb, mint a normál palántanevelésűé. **2021**-ben sem adódtak szignifikáns különbségek sem a palántanevelési mód esetében, sem pedig az egyes genotípusok között. Ennek ellenére mind a 4 genotípus esetében kedvezőbb

szemsorszám értékeket mértünk (*Gyöngyhajnal*: +1,1 db/cső; *Nugat 72*: +0,7 db/cső; *Strongstar*: +0,9 db/cső; *Sweetstar*: +0,6 db/cső). A **2022**-ben mért szemsorszám eredmények alapján megállapítható, hogy mind a négy vizsgált genotípus esetében több szemsorszámmal voltak átlagosan jellemezhetőek az egyes egyedek csőtermései (*Gyöngyhajnal*: 0,5 db/cső; *Nugat 72*: 1,2 db/cső; *Strongstar*: 1,4 db/cső; *Sweetstar*: 0,5 db/cső), azonban ezek a többletek statisztikailag nem igazolhatók 5%-os szignifikancia szinten.

3.1.5. A hidegstressz hatása a vizsgált hibridek csőhosszára

2019-ben a különböző palántanevelési módok közül az edzett palánták csőhosszúsága nagyobb volt a *Nugat 72* (18,7 cm), *Strongstar* (19,2 cm) és *Sweetstar* (19,5 cm) esetében, mint a normál palántanevelésűeké. Ezen hibridek csőhosszúsága minimálisan maradt alul a genetikai adottságaiktól, annak ellenére, hogy nemcsak a palántanevelés során szenvedtek hidegstresszt, hanem a palánták kiültetése után is. **2020**-ban a csőhosszt tekintve statisztikailag igazolható különbség adódott az edzett palántanevelésű *Gyöngyhajnal* javára (+1,2 cm-rel). A másik három hibrid esetében statisztikai értelemben véve a két különböző palántanevelési mód nem eredményezett különbséget a csőhosszúságban. Fontos eredmény, hogy a különböző hibridek a rájuk jellemző, genetikailag kódolt csőhosszúságot azonban mégis a palántakori drasztikus edzés hatására közelítették meg leginkább. **2021**-ben szintén hosszabb csöveket neveltek az edzett palántanevelésből származó egyedek, melyek közül a *Strongstar* (20,6 cm), illetve a *Sweetstar* (20,4 cm) emelkedtek ki. Ezek a különbségek azonban statisztikailag egyik genotípus esetében sem igazolhatóak a normál palántanevelésű állományhoz képest. A *Strongstar* az edzés hatására közelítette meg leginkább a genetikai tulajdonságaiban kódolt csőhosszúságát, az edzett *Sweetstar* pedig 1,4 cm-rel meghaladta azt. A vizsgálati időszak utolsó évében (**2022**) mért csőhosszúság adatok alapján megállapítható, hogy az edzett palántanevelés következtében szignifikánsan hosszabb csöveket termettek az egyes hibridek (*Gyöngyhajnal*: +2,9 cm; *Nugat 72*: +2,0 cm; *Strongstar*: +2,1 cm; *Sweetstar*: +1,2 cm). A csőhosszúság tekintetében kizárólag a *Gyöngyhajnal* hibrid nem érte el a fajtaleírásban szereplő átlagos 19,6 cm-es csőhosszúságot egyik palántanevelési mód hatására sem.

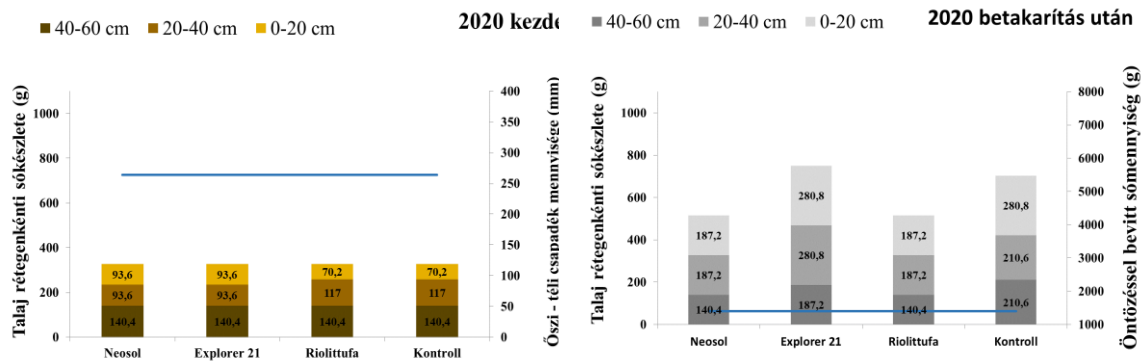
3.1.6. A hidegstressz hatása a vizsgált hibridek prolintartalmára

A kutatómunka kezdeti évében (2019) az edzett palánták prolintartalma alacsonyabb volt a normál palántanevelésű állományban mért értékekhez képest mind a négy genotípus esetében, azonban ezek a különbségek 5%-os szignifikancia szint mellett nem igazolhatók. A legkisebb prolintartalmat a *Sweetstar* hibrid mutatta, amely kedvezőbb hidegstressztűrő képességre utal. Ezt a tényt bizonyítja az is, hogy az előző alfejezetekben bemutatott paraméterek nagy részénél statisztikailag igazolhatóan jobb eredményeket ért el az edzett *Sweetstar* hibrid. 2020-ban ugyanazt a megállapítást tehetjük a prolintartalom tekintetében, mint a kísérlet kezdeti évében. A normál palántanevelésű genotípusok több prolint halmoztak fel, amely arra utal, hogy kevésbé stressztűrők, mint a kevesebb prolint felhalmozott, edzett palántanevelésű genotípusok, azonban ezek a különbségek statisztikailag nem igazolhatók. A legkevesebb prolint felhalmozó hibrid ebben az évben is a *Sweetstar* volt mindkét palántanevelési módot tekintve. 2021-ben szintén ugyanazt a megállapítást tehetjük, mint az előző két vizsgálati évben a palántanevelési mód és az egyes genotípusok prolintermelésére vonatkozóan, azonban 5%-os szignifikancia szint mellett ezek az eredmények sem igazolhatók statisztikailag. A kutatómunka utolsó évében is alacsonyabb prolintartalmat mértünk az edzett palántanevelésű genotípusok mindegyike esetén. A legalacsonyabb prolintartalommal, tehát a prolintermelés szempontjából a legnagyobb stressztűrőképességgel jellemezhető hibrid 2022-ben is a *Sweetstar* volt, azonban a szórásértékek miatt ez az eredmény sem tekinthető szignifikánsnak ($p \leq 0,05$).

3.2. A sóstressz kísérlet eredményei

3.2.1. A nagy sótartalmú vízzel való öntözés hatása a talaj rétegenkénti sókészletére

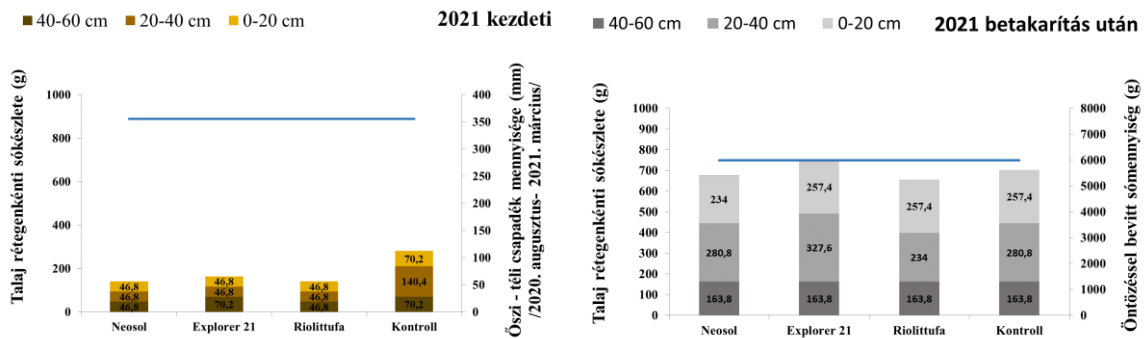
A sóstressz kísérlet kezdetén (2020) a 0-60 cm-es rétegekből (talajjavító anyagok kijuttatása előtt) vett talajminták összes oldható sótartalmát ábrázoló diagramm (1. ábra) alapján megállapítható, hogy a kísérlet kezdetén közel azonos mennyiségű összes oldható só tartalmaztak az egyes rétegek mind a 4 kísérleti parcellán.



1. ábra: A különböző talajjavító anyagokkal kezelt talajok rétegenkénti sókészletének változása a 2020-as vizsgálati évben

A legkevesebb sómennyiséget minden esetben a felső 0-20 cm-es rétegekben mértük (*Neosol*, *Explorer 21*: 93,6 g; *Riolittufa*, kontroll: 70,2 g), a legnagyobb sómennyiséget pedig minden esetben az alsóbb, 40-60 cm-es rétegekben, egységesen 140,6 g mennyiséget. 2019. augusztus - 2020. március közötti időszakban összesen 264 mm-nyi csapadék hullott a MATE Karcagi Kutatóintézet területén található meteorológiai állomás adatai alapján. A betakarítás után vett talajminták mérései alapján megállapítható, hogy a 0-60 cm-es réteg sókészlete a *Neosol* és *Riolittufa* talajjavító készítmények hatására volt a legkevesebb 514,8 g. A káros sók nagyobb része (374,4 g) még a felső 40 cm-es rétegben volt kimutatható, közvetlenül a betakarítást követően vett talajmintákból mindkét talajjavító szerrel kezelt parcella esetében. Az elsősorban gyökérnövekedést elősegítő *Explorer 21* és kontroll kezelések talajmintáinak mérése során az előző két kezeléshez képest nagyobb rétegenkénti sókészletet állapítottunk meg (*Explorer 21*: 748,8 g; kontroll: 702 g) a 0-60 cm-es rétegekben. Hasonlóan a másik két kezeléshez, ezekben a parcellákban is még a felső 0-40 cm-es rétegekben volt megtalálható az öntözéssel kijuttatott káros sók nagyobb rész (*Explorer 21*: 561,6 g; kontroll: 491,4 g). Az eredmények alapján azt a következtetést lehet levonni, hogy a *Neosol* és *Riolittufa* alkalmazása pozitívan hatott a talaj szerkezetére, így a másodlagos szikesedést okozó sók a mélyebb, gyökérszónán kívüli rétegekben tudtak mosódni, csökkentve ezáltal a víz- és tápanyagfelvételt gátló hatását.

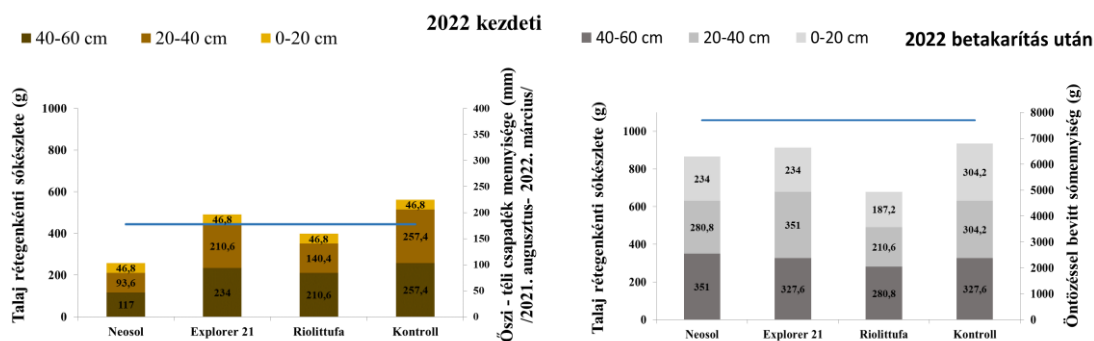
A vizsgálati időszak második évének (2021) áprilisában vett talajminták méréseit tartalmazó diagramm (2. ábra) alapján látható, hogy 2020-2021-es időszak őszi-téli természetes csapadékmennyisége 355,2 mm volt (91,2 mm-rel több, mint az előző évben).



2. ábra: A különböző talajjavító anyagokkal kezelt talajok rétegenkénti sókészletének változása a 2021-es vizsgálati évben

Ez a többlet csapadékmennyiség hozzájárult ahhoz, hogy a kutatómunka második évében jóval alacsonyabb mennyiségű sókészlet mellett indítsuk a sóstressz kísérlet újabb évét. Ez a megállapítás mindegyik parcellára igaz, azonban a legkiemelkedőbb eredményeket az előző évben is pozitív hatást eredményező *Neosollal* és a *Riolituffával* kezelt parcellákban mutattuk ki. Köszönhetően a *Neosol*-os és *Riolituffás* kezeléseknél a kutatómunka második évét 140,4 g-os sókészletről indítottuk a 0-60 cm-es rétegben (ami 187,2 g-al volt kevesebb köszönhetően a 2020-21-es időszakban hullott nagyobb mennyiségű őszi-téli csapadéknak). Ezzel szemben az *Explorer 21*-gyel kezelt parcellák talajainak sókészlete 163,8 g, míg a kontroll parcellák sókészlete 280,8 g volt a 0-60 cm-es rétegben. A betakarítás után vett talajminták mérései alapján megállapítható, hogy ebben a vizsgálati évben is a 0-60 cm-es réteg sókészlete a *Neosol* (678,6 g) és *Riolituffa* (655,2 g) talajjavító készítmények hatására volt a legkevesebb. Az *Explorer 21* kezelés talajmintáinak sókészlete 748,8 g, míg a kontroll parcelláké 702 g volt a 0-60 cm-es rétegekben. Az eredmények alapján azt a következtetést lehet levonni, hogy a *Neosol* és a *Riolituffa* alkalmazása a kísérlet második évében is pozitívan hatott a talaj szerkezetére, így az előző évhez képest lényegesen nagyobb sóterhelés (+ 4579,3 g) ellenére is a mélyebb rétegekbe tudtak mosódni a másodlagos szikesedést okozó sók.

A kutatómunka utolsó évének (2022) műtrágya és talajjavító anyagok kijuttatása előtti időszakban vett talajminták sókészletét ábrázoló diagramm (3. ábra) alapján megfigyelhető, hogy a 2021-2022-es időszak őszi-téli természetes csapadékmennyisége 177,7 mm volt (177,5 mm-rel kevesebb, mint az előző évben).



3. ábra: A különböző talajjavító anyagokkal kezelt talajok rétegenkénti sókészletének változása a 2022-es vizsgálati évben

Mivel az előző periódushoz képest fele annyi mennyiségű csapadék hullott az őszi-téli időszakban, így kevesebb volt a 2021-es tenyészidőszakban felhalmozódott káros sók kimosódásának aránya is. Az előző években is kedvezőbb eredményekkel jellemezhető *Neosol*-os kezelés többéves alkalmazásának hatásáról elmondható, hogy még csapadékszegényebb őszi-téli periódust követően is kedvezőbb talajszerkezetet tud fenntartani a káros sók kimosódásának elősegítéséhez, ugyanis 2022-ben a kezdeti sókészlet a 0-60 cm-es rétegben 257,4 g volt. A 2020-2021-es években szintén jól teljesítő *Rioltuffa* kezelés esetében a 2020-es tenyészidőszakot 397,8 g-os sókészlettel tudtuk elindítani, ami 139,4 g-al több volt, mint a legkedvezőbbnek bizonyult *Neosol* kezelésé. Az ábra alapján megfigyelhető azonban, hogy ennek a sókészletnek több mint fele (52%-a) a 40-60 cm-es rétegben található, tehát a többéves kezelés hatására a káros sók mélyebb rétegek felé mozgása, azaz kimosódása megfigyelhető a lényegesen kevesebb őszi-téli csapadékmennyiség ellenére is. Az *Explorer 21* kezelésben részesült parcellák 0-60 cm-es rétegének sókészlete 491,4 g-ról, míg a kontroll parcelláké 561,6 g-ról indult az utolsó vizsgálati évben, ami egy jelentős sóterhelést eredményezett már az utolsó tenyészidőszak elején. A betakarítás után vett talajminták mérései alapján megállapítható, hogy a 0-60 cm-es réteg sókészlete a *Rioltuffa* (678,6 g) talajjavító készítmény hatására volt a legkevesebb. Ez a mennyiség szinte megegyezett a 2021-es év betakarítás után meghatározott sókészletével (2021: 655,2 g) annak ellenére, hogy 1716,2 g-al több sót juttattunk ki az aszályosabb évjárat miatt a nagyobb számú öntözéssel. A *Neosol* kezelés talajmintáinak sókészlete (összesen 865,8 g) egyértelműen elkezdett a mélyebb rétegekbe mosódni (0-20 cm: 234 g; 20-40 cm: 280,8 g; 40-60 cm: 351 g) a kevesebb természetes csapadékkal jellemezhető évjárat ellenére is, azonban ez a kimosódás lassabb volt, mint a *Rioltuffa* esetében. Az utolsó vizsgálati évben

is a leginkább sóterhelt környezet az *Explorer 21* kezelés (912,6 g) és a kontroll parcellák (936 g) esetében adódott a vizsgált talajrétegben.

3.2.2. A talajjavítás hatása a talaj nedvességekészletére

A kísérletben szereplő talajjavító anyagok használatának már az első évében (2020) kiemelkedett a Riolittufás kezelés, mivel ennél volt megfigyelhető a kiszáradásnak leginkább kitett talajréteg (0-10 cm) nedvességekészletében a legkisebb mértékű ingadozás (legnagyobb csökkenés: 50 mm). A Riolittufa alkalmazásával a vizsgált parcellák 0-40 cm-es rétegének nedvességekészlete a betakarítás után 100 mm volt. Emellett pedig a Neosol alkalmazása is pozitív hatással bírt az egyes parcellák felső talajrétegének nedvességmegőrzésére, ugyanis a betakarítást követően (2020.08.04.) 110 mm körül alakult a 0-40 cm réteg nedvességekészlete mindkét kezelés esetében.

A kísérletben szereplő talajjavító készítmények többéves használatából eredeztethető kumulatív hatás tanulmányozása érdekében a vizsgálati időszak utolsó (2022) évében mért 0-40 cm-es nedvességekészletben bekövetkezett változásokat is nyomon követtük. A 2022-es év extrém száraz körülményeket eredményezett, ugyanis az 50 éves átlaghoz képest 150 mm-rel kevesebb csapadék hullott. A 2022-es csapadékszegény időszakban is a Riolittufa alkalmazása bizonyult a legkedvezőbbnek a nedvességtartalomra gyakorolt hatás szempontjából, hiszen a legnagyobb nedvességekészlet úgy tudott fennmaradni a tenyészidőszak végére ennél a kezeléssel, hogy a felsőbb rétegek nedvességtartalma is kiegyenlített volt (legnagyobb nedvességvesztés: 60 mm), tehát a hosszan tartó aszály következtében sem száradtak ki jelentősen a felsőbb rétegek.

3.3. A sóstressz és a talajjavítás hatása a vizsgált hibridek mennyiségi és minőségi mutatóira

3.3.1. Csuhés csőtömeg

A **GSS3071** hibrid esetében a 2020-as és a 2021-es vizsgálati évben sem volt statisztikailag igazolható különbség kimutatható egyik kezeléssel sem. A legnagyobb csuhés csőtömeggel 2020-ban az *Explorer 21* (368,2 g/cső) kezelés, 2021-ben szinte azonos értékekkel a Neosol (364,8 g/cső) és Riolittufa (364,6 g/cső) kezelések voltak jellemezhetőek. 2022-ben statisztikailag igazolható különbség adódott az *Explorer 21* (410,9 g/cső) és a Riolittufa (414,6 g/cső) kezeléseket részesült hibridek átlagos csuhés csőtömegében.

A **Tyson** hibrid esetében mindhárom kezelés csuhés csőtömege statisztikailag igazolhatóan nagyobb volt, mint a kontroll parcellák egyedei. A legjobb eredményeket 2020-ban az Explorer 21 (433,9 g/cső), 2021-ben a Neosol (376,4 g/cső) kezelésben részesült egyedeknél mértük. A Tyson hibrid 3 éves csuhés csőtömeg eredményeinek statisztikailag igazolható csökkenései alapján megállapítható, hogy sóérzékeny hibridnek tekinthető, hiszen az évek során bevitt és a talajban kumulálódott sómennyiségre termésméret csökkenéssel reagált. A kezdeti időszak csuhés csőtömeg eredményeihez képest a felhalmozódott sómennyiség kimosódását elősegítő kezelések, azaz a Neosol (-174,2 g/cső) és a Riolittufa (-184,6 g/cső) kezelések hatására volt tapasztalható a legkisebb mértékű termésméret csökkenés. Ez a csökkenés az Explorer 21 kezelés esetében -248,6 g/cső, illetve a kontroll esetében -237,6 g/cső volt.

A **Sweetstar** hibrid csuhés csőtömegének eredményei alapján megállapítható, hogy a kísérlet első évében statisztikailag igazolhatóan nagyobb csuhés csőtömeeggel voltak jellemezhetőek a Riolittufa kezelésből származó minták (424,2 g/cső). A kezdeti évhez képest lényegesen nagyobb sóterhelés (+ 4579,3 g) hatására csökkenés volt megfigyelhető a 2021-es év csuhés csőtömegeiben, azonban az ábra alapján statisztikailag igazolhatóan is a legjobbnak még ebben az évben is a Riolittufa kezelés bizonyult (361,4 g/cső). A vizsgálati időszak harmadik évére a csökkenés tovább fokozódott minden kezelés esetében. Az egyes talajjavító szerek között statisztikailag igazolható különbségek nem kimutathatók, azonban mindegyikük statisztikailag igazolhatóan nagyobb csuhés csőtömeget eredményezett a kontroll egyedekével szemben.

A **GSS8529** hibrid csuhés csőtömegének alakulása esetében statisztikailag igazolható különbség adódott mindhárom talajjavító készítmény javára a kontrollal szemben 2020-2021-es időszakban, azonban az egyes készítmények között nem adódott statisztikailag igazolható különbség. 2022-ben szintén statisztikailag igazolódott a kedvező hatás a talajjavító készítményekkel kezelt egyedeknél a kontrollhoz képest. A legjobb eredmények mindhárom kísérleti évben a Riolittufa kezelés esetében voltak kimutathatók (2020: 393,7 g/cső; 2021: 427,2 g/cső; 2022: 354,2 g/cső). A GSS8529 hibrid esetében is igazolható, hogy a kezdeti időszakhoz képest a kísérlet utolsó évében csökkent a csuhés csőtömeg. Mindazonáltal ez a csökkenés kisebb mértékű volt az öntözővízzel kijuttatott sómennyiség kimosódását elősegítő Neosol (-24 g/cső) és Riolittufa (-39,5 g/cső) kezelések esetében.

3.3.2. Fosztott csőtömeg

A **GSS3071** hibrid esetében a kísérlet első évében statisztikailag igazolható különbség nem volt kimutatható egyik kezelés javára sem a csuhével nélküli csőtömegben, amely az exportminimum követelmény alatt alakult. 2021-ben a legkedvezőbb átlagos fosztott csőtömeeggel a *Riolittufa* (288 g/cső) kezelés emelkedett ki, 5%-os szignifikancia szint mellett statisztikailag igazolhatóan. Köszönhetően a talajjavító anyagok alkalmazásának a kutatómunka utolsó évében egy jelentősebb emelkedés volt kimutatható a fosztott csőtömegben, amely mindhárom anyag esetében statisztikailag igazolható volt a kontrollhoz és a korábbi évek terméseredményeihez képest is. A legjobb csuhével nélküli csőtömeeggel a *Riolittufa* (323,6 g/cső), illetve az *Explorer 21* (304,5 g/cső) volt jellemezhető. Ez magasabb érték kategóriát jelent, így megállapítható, hogy köszönhetően ezen talajjavításra szolgáló anyagoknak, a jelentősebb sóstressz ellenére is előállítható az I. osztályú exportalapanyag.

A *Neosol* készítmény alkalmazásával szintén javítható az átlagos csuhé nélküli csőtömeg, hiszen míg a kontroll esetében a minimumkövetelmény alatt alakult az átlagos fosztott csőtömeg, addig a *Neosol* alkalmazásával még a legsóterheltebb és egyúttal legcsapadékszegényebb évben (2022) is a minimumkövetelmény feletti (279,9 g/cső) átlag volt kimutatható.

A **Tyson** hibridnél a kutatómunka kezdeti évében a *Neosol* (308,4 g/cső) és a *Riolittufa* (307,2 g/cső) kezelések javára statisztikailag igazolható különbség adódott a csuhé nélküli csőtömeg vizsgálatkor, amely eredmények a magasabb érték kategória minimumkövetelményének is megfelelnek. A 2020-as időszakhoz képest kevesebb természetes csapadékkal, így az öntözésből adódó jelentősebb sóstresszrel jellemezhető évjáratban már visszaesés tapasztalható a fosztott csőtömegeredményeket tekintve. Ennek ellenére, a talajjavító készítményekkel kezelt parcellák egyedeinek átlagos csuhé nélküli csőtömege (*Neosol*: 247,1 g/cső; *Explorer 21*: 258,6 g/cső; *Riolittufa*: 247,0 g/cső) statisztikailag igazolhatóan kedvezőbbnek bizonyult a kontrollhoz (208,5 g/cső) képest, amely esetében jócskán a minimumkövetelmények alatti értékeket mértünk. A sóstressz kísérlet utolsó évében drasztikus csökkenés volt megfigyelhető a fosztott csőtömeg eredményekben. A legkevesebb természetes csapadékmennyiséggel jellemezhető, ezáltal legnagyobb sóstressznek kitett évben azonban szintén kedvezőbb eredmények mutatkoztak a talajjavítás hatására (*Neosol*: 175 g/cső; *Explorer 21*: 105,7 g/cső; *Riolittufa*: 167,4 g/cső) szemben a kontrollal (70,1 g/cső), azonban ezek az eredmények nem feleltek meg a minimumkövetelményeknek. Ebben a vizsgált paraméterben is igazolódott a **Tyson** hibrid sóstresszrel szembeni érzékenysége.

A **Sweetstar** hibridnél a kísérlet első évében kizárólag a *Riolittufa* (261,6 g/cső) kezelés esetében volt statisztikailag igazolható különbség a fosztott csőtömegben a kontrollhoz

viszonyítva, ami megfelelt az export minimumkövetelményeknek is. Az *Explorer 21* kezelés hatására 248,9 g/cső, míg a *Neosol* kezelés hatására 241,1 g/cső volt az átlagos csuhélevél nélküli csőtömeg, míg a kontroll esetében ez az érték 230,4 g/cső volt.

A *Sweetstar* hibridnél is negatív válaszreakció jelentkezett a sóstressz hatására, mivel a sóval terheltebb években (2021-2022) csökkenés volt megfigyelhető a fosztott csőtömegben is. A talajjavító készítmények alkalmazásával azonban kedvezőbb eredmények mutatkoztak statisztikailag is igazolhatóan (kivéve *Neosol* kezelés 2021-ben) a kezeletlen parcellák eredményihez képest.

A *GSS8529* hibridnél a 2020-as vizsgálati évben 5%-os szignifikanciaszint mellett kedvezőbb értékeket mértünk a csuhélevél nélküli csőtömegnél a talajjavító kezelések hatására (*Neosol*: 267,0 g/cső; *Explorer 21*: 280 g/cső; *Riolittufa*: 265 g/cső) a kontrollhoz (221,5 g/cső) képest. Az egyes kezelések között azonban statisztikailag igazolható különbségek nem adódtak egy olyan évben, ahol a kedvezőbb természetes csapadékmennyiségek következtében kevesebb mennyiségű öntözővíz kijuttatás történt. 2021 kevesebb természetes csapadékmennyiséggel volt jellemezhető (98,4 mm), így összesen 150,1 mm öntözővíz kijuttatása történt meg, amely az előző évhez képest 4579,3 g-al nagyobb sóterhelés történt. Ennek ellenére a *GSS8529* hibrid esetében a fosztott csőtömeg értékek statisztikailag igazolhatóan jobbnak bizonyultak a 2020-as kezelésben részesült parcellák eredményeihez, illetve a 2020-2021-es időszak kontroll eredményeihez képest is. A legkiemelkedőbb értéket (323,7 g/cső) a *Riolittufa* kezelés alkalmazása mellett mértük, amely jelentősen meghaladta a magasabb értékkategória minimumkövetelményét. A sóstressz kísérlet utolsó évében a 2021-es sóterheléshez képest +1716,2 g-al nagyobb sóterhelést eredményezett az aszályos év miatt szükséges intenzívebb öntözés (+118,6 mm). Így 2022-ben a *GSS8529* hibrid esetében is csökkentek a csuhé nélküli csőtömeg eredményei az előző (kevésbé sóterhelt) évekhez képest. A talajjavító kezelések hatására ezek a fosztott csőtömegeredmények statisztikailag igazolhatóan kedvezőbbnek (*Neosol*: 217,2 g/cső; *Explorer 21*: 199,8 g/cső; *Riolittufa*: 261,2 g/cső) bizonyultak, mint a kezelésben nem részesültek (kontroll: 170,8 g/cső). A talajjavító szerves kezelések között statisztikailag igazolható többlet adódott a *Riolittufa* kezelés javára. A többéves sóval terhelt öntözővízzel való öntözés hatására a csuhés csőtömegeredményekhez hasonlóan a fosztott csőtömegeredmények esetében is negatív válaszreakciót tapasztaltunk a *GSS8529* hibrid esetében, azonban ez a negatív hatás egyértelműen csökkenthető a talajjavító készítmények alkalmazásával.

3.3.3. Csőhosszúság

A **GSS3071** hibridnél 2020-ban minden kezelés esetében az átlagos csőhosszúság a fajtaleírásban meghatározott 20 cm körül alakult. A leghosszabb csöveket az *Explorer 21* kezelés hatására mértük (21,2 cm), azonban ez a többlet statisztikailag nem volt igazolható a többi kezeléshez, illetve a kontrollhoz képest. 2021-ben, a gyengébb sóterheléssel jellemezhető évben a *Neosol* kezelésnél + 0,2 cm, az *Explorer 21* kezelésnél - 0,6 cm, a *Riolittufa* esetében - 0,3 cm, a kontrollnál pedig - 0,5 cm volt a változás, amelyek egyik esetben sem bizonyultak szignifikánsnak. Még a drasztikusabb sóstressz hatására sem tapasztaltunk jelentősebb visszaesést a csőhosszúságban egyik állományban sem. Ugyan statisztikailag nem igazolható, de 2022-ben szintén az *Explorer 21* kezelés hatására fejlődtek a legjobban a csövek (21,2 cm).

A **Tyson** hibrid csőhosszúságának vizsgálata alapján megállapítható, hogy a kísérlet kezdetén a fajtaleírásban szereplő 20 cm-es körüli értékekkel volt jellemezhető mindegyik kezelés, amelyek között statisztikailag igazolható különbség nem adódott. Az *Explorer 21* kezelés hatására mutatkozott a legkedvezőbb csőhosszúság 20,6 cm-rel. 2021-ben az előző évhez képest, a nagyobb sóterhelés negatívan befolyásolta a csőhosszúságot (*Neosol*: - 0,3 cm; *Explorer 21*: - 0,8 cm; *Riolittufa*: - 0,8 cm; kontroll: -1,3 cm). Az egyes kezelések között szignifikáns különbség nem adódott. A több szempontból is sóérzékenyebbnek bizonyuló **Tyson** hibrid csőhosszúsága a vizsgálati időszak utolsó évében statisztikailag igazolhatóan alulmaradt a kezdeti időszakban mért értékekhez képest. *Neosol*: - 5,3 cm; *Explorer 21*: - 8,9 cm; *Riolittufa*: - 5,1 cm; kontroll: - 8,7 cm. A *Neosol* és a *Riolittufa* kezelések hatására ez a kedvezőtlen hatás statisztikailag igazolhatóan is kisebb mértékű volt.

A **Sweetstar** hibrid esetében 2020-ban nem adódott szignifikáns különbség egyik kezelés javára sem a csőhosszúságot tekintve. Minden esetben 21 cm fölötti átlagértékeket mértünk, amely a fajtaleírásban meghatározott genetikailag kódolt tulajdonságot (20 cm) felülmúlja. A 2021-es évben negatív változás csak a kontroll parcellák egyedeinél adódott (- 0,4 cm). Az *Explorer 21* kezelés hatására pedig statisztikailag igazolhatóan hosszabb csöveket mértünk a 2020-as adatokhoz képest (+ 1,4 cm). A szintén több paraméter szempontjából sóérzékenyebbnek bizonyuló **Sweetstar** hibrid esetében 2022-ben kisebb csövek képződtek a kezdeti (sószegényebb környezetű) időszakhoz képest (*Neosol*: - 1,1 cm; *Explorer 21*: - 1,1 cm; *Riolittufa*: - 1,5 cm; kontroll: -1,7 cm). Ezek a különbségek a 2020-as évhez viszonyítva szignifikánsak (kivéve a *Neosol* kezelést).

A **GSS8529** hibrid csőhosszúsága 2020-ban jócskán a fajtaleírásban meghatározott átlagos 20 cm felett alakult (*Neosol*: 22,1 cm; *Explorer 21*: 22,7 cm; *Riolittufa*: 22 cm; kontroll: 21,6

cm). 2021-ben a nagyobb sóterhelés ellenére sem tapasztaltunk negatív változást a csőhosszúságban az előző évi eredményekhez képest (*Neosol*: + 0,1 cm; *Explorer 21*: + 1,6 cm; *Riolittufa*: + 1,1 cm; kontroll: - 0,1 cm), azonban ezek a változások egyik esetben sem szignifikánsak. A 2022-es évben a drasztikusabb sóterhelésnek köszönhetően negatív hatás volt kimutatható a csőhosszúságban a kezdeti időszakhoz képest (*Neosol*: -1,1 cm; *Explorer 21*: - 0,9 cm; *Riolittufa*: - 0,2 cm; kontroll: - 5,2 cm). Ez a csökkenés azonban köszönhetően az alkalmazott talajjavító anyagoknak, csak kismértékű volt, azonban a kontroll esetében egy jelentősebb, statisztikailag is igazolható csökkenést eredményezett a csőhosszúságban. A *GSS8529* hibrid esetében a kezelések között szignifikánsan a legjobb eredményt a *Riolittufa* kezelés hatására mértük (21,8 cm).

3.3.4. Szemsorszám

A *GSS3071* hibrid esetében megállapítható, hogy a legkevesbé sóterhelt évben, azaz 2020-ban voltak a legkedvezőbbek az átlagos szemsorszám értékek, amelyek a fajtaleírásban szereplő értékhatár felső, 16-os értékét meghaladták minden kezelés esetében. Statisztikailag nem igazolható, azonban kedvezőbb értékek mutatkoztak az *Explorer 21* (17,6 db), illetve a *Riolittufa* (17,4 db) kezelés hatására. A közepesen sóterhelt évjárat hatására csökkent az átlagos szemsorszám minden esetben (*Neosol*: - 0,7 db; *Explorer 21*: - 0,8 db; *Riolittufa*: - 1,5 db; kontroll: - 1,9 db), azonban a talajjavító szerez kezelések hatására ez az érték nem szignifikánsan ugyan, de jobb volt, mint a kontrollnál. A leginkább sóterhelt évben azonban statisztikailag is igazolható volt a talajjavító készítmények szemsorszámra gyakorolt pozitív hatása a kontrollhoz képest, melyek közül a *Riolittufa* kezelés bizonyult a legkedvezőbbnek (16,3 db).

A *Tyson* hibrid vizsgálata során mért szemsorszám eredmények alapján megállapítható, hogy 2020-ban még a fajtára jellemző átlagos szemsorszám alsó értékét mutattak minden kezelésből származó minták egyedei (*Neosol*: 19,8 db; *Explorer 21*: 20,8 db; *Riolittufa*: 20,0 db; kontroll: 20,1 db), melyek között szignifikáns különbség nem adódott. A 2021-es, közepesen sóterhelt évjárat hatására jelentősen, statisztikailag egyértelműen igazolhatóan csökkent az átlagos szemsorszám minden esetben (*Neosol*: -2,2 db; *Explorer 21*: -2,9 db; *Riolittufa*: -1,6 db; kontroll: -2,0 db), azonban a *Riolittufás* kezelés hatására ez az érték nem szignifikánsan ugyan, de jobb volt, mint a kontrollnál. A leginkább sóterhelt 2022-es évben a korábbi minőségi paraméterekben is igen sóérzékenynek minősülő hibrid esetében további csökkenés volt megfigyelhető a szemsorszám vizsgálata során. A talajjavító készítmények

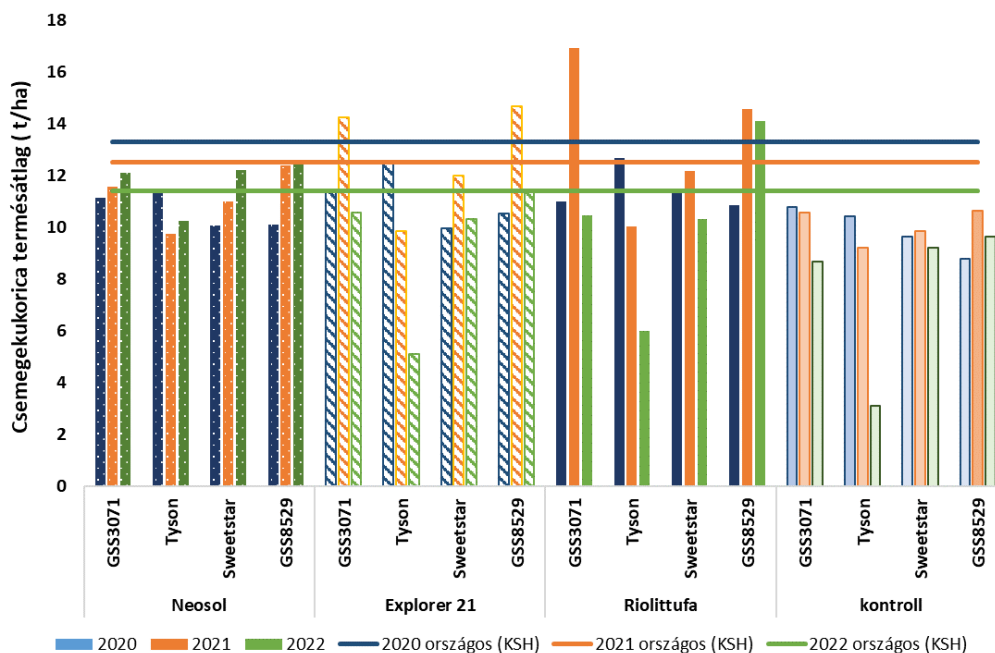
szemsorszám csökkenésre gyakorolt pozitívabb hatása a kontrollhoz képest azonban egyértelműen szignifikáns volt, melyek közül a *Riolittufa* (16,3 db) és az *Explorer 21* (16,2 db) kezelések bizonyultak kedvezőbbnek. Ezek az értékek azonban már jelentősen alulmaradnak a fajtaleírásban szereplő, normál körülmények között produkált szemsorszám értékekkel szemben.

A *Sweetstar* hibrid szemsorszám eredményei alapján 2020-ban a fajtára jellemző 16-os szemsorszám volt jellemző, függetlenül attól, hogy milyen kezelésben részesültek az egyes parcellák (*Neosol*: 16,7 db; *Explorer 21*: 16,5 db; *Riolittufa* 16, 5 db; kontroll: 15,9 db). Sem az egyes készítmények hatására, sem a talajjavítás hatására nem volt kimutatható szignifikáns különbség. A 2021-es vizsgálati évben, ennél a korábbi paraméterek alapján is sóérkézenyebbnek minősülő hibridnél is, csökkenés mutatkozott az átlagos szemsorszámokban (*Neosol*: - 1,8 db; *Explorer 21*: - 1,0 db; *Riolittufa*: - 1,2 db; kontroll: - 1,7 db). Annak ellenére, hogy a vizsgálati periódus utolsó éve bizonyult a legsóstresszesebbnek az egyes hibridek számára, a *Sweetstar* hibridnél nem volt olyan mértékű a visszaesés, mint a *Tyson* hibridnél, azonban a talajjavító készítményeknek nem volt statisztikailag igazolhatóan kimutatható hatása a szemsorszám csökkenésre.

A *GSS8529* hibrid esetében megállapítható, hogy a legkevesbé sóterhelt évben, azaz 2020-ban voltak a legkedvezőbbek az átlagos szemsorszám értékek, amelyek a fajtaleírásban szereplő értékhatáron belül (18-20 db) változtak minden kezelés esetében. A kontrollhoz képest statisztikailag igazolható kedvezőbb értékek mutatkoztak az *Explorer 21* (19,5 db) kezelés hatására. A közepesen sóterhelt évjárat hatására minimálisan változott az átlagos szemsorszám minden esetben (*Neosol*: - 0,1 db; *Explorer 21*: - 0,2 db; *Riolittufa*: + 0,6 db; kontroll: - 0,4 db). A talajjavító szeres kezelésekre ezek az értékek nem szignifikánsan ugyan, de jobbak voltak, mint a kontrollnál. A leginkább sóterhelt utolsó kísérleti évben azonban statisztikailag is igazolható volt a talajjavító készítmények szemsorszámra gyakorolt pozitív hatása a kontrollhoz képest, melyek közül a *Riolittufa* (17,4 db) és az *Explorer 21* (17,3 db) kezelések bizonyultak a legkedvezőbbnek.

3.3.5. Termésátlag

Az egyes kezelések hatását a csemegekukorica termésátlagára a 2020-2022-es vizsgálati periódusban a 4. ábra mutatja be, melyet az országos terméseredményekkel is összevetettünk.



4. ábra: A terméseredmények alakulása a különböző kezelések hatására (2020-2022)

A **2020**-as (kék színekkel jelzett) tenyésztési időszakban az országos termésátlag 13,3 t/ha volt a csemegekukorica termő területeken. A talajjavító anyagok használatának első évében hibridtől függetlenül egyik kezeléssel sem sikerült elérni az országos termésátlagot.

Ebben az évben a termésátlagot tekintve a hibridek közül a *Tyson* volt a legkiemelkedőbb.

A *Neosol* kezelés esetén 11,5 t/ha, az *Explorer 21* esetében 12,5 t/ha, a *Riollittufa* kezelésnél 12,7 t/ha, míg a kontrollnál 10,4 t/ha volt a *Tyson* termésátlaga. A *GSS3071* termésátlagai a következőképpen alakultak: *Neosol*: 11,1 t/ha; *Explorer 21*: 11,4 t/ha; *Riollittufa* 11,0 t/ha; kontroll: 10,8 t/ha. A *Sweetstar* termésátlaga *Neosol* kezelés hatására 10,1 t/ha; *Explorer 21* esetén 9,9 t/ha; *Riollittufa* hatására 11,5 t/ha; kontroll esetén pedig 9,6 t/ha volt. *GSS8529* esetében ez az érték a *Neosol*-val kezelt parcellákon 10,1 t/ha; *Explorer 21* kezelés hatására 10,5 t/ha, *Riollittufa* esetében 10,8 t/ha, míg kontrollnál 8,8 t/ha volt.

2021-ben (narancssárga színekkel jelezve) az országos csemegekukorica termésátlag 12,5 t/ha volt. Ezt az értéket két hibrid, a *GSS3071* és a *GSS8529* esetében is sikerült meghaladni, vagy megközelíteni, köszönhetően a talajjavító szerves kezeléseknek. A *GSS3071* hibrid termésátlaga *Neosol* kezelés esetén 11,6 t/ha, az *Explorer 21* esetében 14,2 t/ha, a *Riollittufa* kezelésnél 16,9 t/ha, míg a kontrollnál 10,6 t/ha volt. A *GSS8529* termésátlagai a következőképpen alakultak: *Neosol*: 12,4 t/ha; *Explorer 21*: 14,7 t/ha; *Riollittufa* 14,6 t/ha; kontroll: 10,6 t/ha. A *Sweetstar* termésátlaga *Neosol* kezelés hatására 11,0 t/ha; *Explorer 21* esetén 12,0 t/ha; *Riollittufa* hatására 12,2 t/ha; kontroll esetén pedig 9,8 t/ha volt. *Tyson*

esetében ez az érték a *Neosol*-al kezelt parcellákon 9,7 t/ha; *Explorer 21* kezelés hatására 9,8 t/ha, *Riolittufa* esetében 10,0 t/ha, míg kontrollnál 9,2 t/ha volt.

A **2022**-es (zöld színekkel jelezve) évben az országos termésátlag 11,4 t/ha volt a Központi Statisztikai Hivatal adatai szerint. Ebben az évben is kiemelkedő teljesítményt nyújtott a *GSS8529* hibrid, amely a *Neosol* (12,6 t/ha) és a *Riolittufa* (14,1 t/ha) talajjavító szerek alkalmazásával meghaladta, míg az *Explorer 21* kezelés hatására (11,3 t/ha) elérte az országos termésátlagot az aszályos évjárat miatt legnagyobb mértékű sóstressz ellenére.

A *GSS3071* hibrid termésátlaga a *Neosol* kezelés hatására (12,1 t/ha) múlta felül az országos átlagot. Az *Explorer 21* kezelés hatására 10,6 t/ha, a *Riolittufa* kezelés hatására 10,4 t/ha, a kontrollnál 8,7 t/ha volt a termésátlag. A *Sweetstar* a *Neosol* kezelés hatására teljesített a legjobban 12,2 t/ha-os termésátlaggal. Az *Explorer 21* és a *Riolittufa* kezelés hatására is 10,3 t/ha lett a termésátlag, amelyek nem maradnak alul lényegesen az országos átlagtól, szemben a kontrollal (9,2 t/ha). A több szempontból is sóérzékenynek bizonyuló *Tyson* hibrid a *Neosol* kezelés hatására volt a legnagyobb (10,3 t/ha). Az *Explorer 21* esetében 5,1 t/ha, a *Riolittufa* kezelés hatására 6,0 t/ha, a kontrollnál 3,1 t/ha volt a termésátlag.

3.3.6. Prolintartalom

2020-ban, azaz a kísérlet kezdeti évében a *Tyson* hibrid termelte a legtöbb prolint mindegyik kezelés esetében (*Neosol*: 9,9 $\mu\text{mol/g}$; *Explorer 21*: 10,3 $\mu\text{mol/g}$; *Riolittufa*: 10,0 $\mu\text{mol/g}$; kontroll: 10,5 $\mu\text{mol/g}$). A *Tyson* a *GSS3071* hibrid követte prolintermelés tekintetében, amely esetében a legkisebb mértékű prolinfelhalmozást a *Neosol* kezelésnél tapasztaltuk 87,6 $\mu\text{mol/g}$. A legkisebb prolintartalommal összességében pedig a *Sweetstar* hibrid volt jellemezhető, ebben az esetben pedig az *Explorer 21* kezelés hatására volt kimutatható a legkevesebb prolintartalom (5,1 $\mu\text{mol/g}$) a levélmintákban. A *GSS8529* hibrid mintái alapján pedig a legkisebb mértékű növényi stresszhormon tartalmat a *Neosol* (6,6 $\mu\text{mol/g}$) és a *Riolittufa* (6,7 $\mu\text{mol/g}$) kezelések hatására mértünk). Ezek a különbségek azonban nem voltak igazolhatók 5 %-os szignifikancia szinten.

2021-ben, a kutatómunka második évében annak ellenére, hogy nagyobb sóterhelést idéztünk elő a csemegekukorica állomány számára, kisebb mennyiségű prolintermelés volt kimutatható mindegyik kezelés esetében, mint 2020-ban. A legnagyobb mennyiségű prolintartalmat a kontroll parcellán termesztett *Sweetstar* hibrid esetében mértük (3,3 $\mu\text{mol/g}$). A *Sweetstar* hibrid esetében kizárólag az *Explorer 21* talajkondicionáló szerrel való kezelés eredményezett statisztikailag igazolhatóan kevesebb prolinfelhalmozódást (1,5 $\mu\text{mol/g}$). A második

legnagyobb prolintartalmat a kontroll parcella *Tyson* hibridje esetében mértünk (3,1 $\mu\text{mol/g}$). Mindegyik talajjavító kezelés esetében kisebb volt a *Tyson* prolinfelhalmozása (*Neosol*: 2,1 $\mu\text{mol/g}$; *Explorer 21*: 2,1 $\mu\text{mol/g}$; *Riolittufa*: 2,7 $\mu\text{mol/g}$), de ezek a különbségek nem voltak szignifikánsak. A legkisebb prolinfelhalmozást a kontroll parcellákból származó mintáknál a *GSS3071* esetében mértük (1,7 $\mu\text{mol/g}$). Az *Explorer 21*-el és a *Riolittufával* kezelt parcellák *GSS3071* egyedein (1,3 $\mu\text{mol/g}$) prolintartalmat mértünk, azonban ez a különbség nem volt statisztikailag igazolható. A *GSS8529* hibrid esetében a kontroll parcellából származó minták átlagos prolintartalma 2,9 $\mu\text{mol/g}$ volt, amely statisztikailag nem különbözött a *Tyson*, illetve a *Sweetstar* hibridek eredményeitől, illetve a talajjavítás hatására sem tudtunk szignifikánsan alacsonyabb prolinfelhalmozást kimutatni.

2022-re, a többéves használatból adódóan statisztikailag igazolhatóan kevesebb prolintartalommal bírtak a talajjavító szerekekkel kezelt parcellákból származó *Tyson*, *Sweetstar* hibridek, szemben a kontroll parcellákból származókkal. A legnagyobb mértékű prolinfelhalmozással, a több vizsgálati szempont alapján is sóérzékenyebbnek bizonyuló, *Tyson* hibrid volt jellemezhető (*Neosol*: 5,6 $\mu\text{mol/g}$; *Explorer 21*: 6,6 $\mu\text{mol/g}$; *Riolittufa*: 5,4 $\mu\text{mol/g}$; kontroll: 9,2 $\mu\text{mol/g}$). A *Sweetstar* hibrid esetében is jelentősebb prolinfelhalmozást mértünk (*Neosol*: 1,9 $\mu\text{mol/g}$; *Explorer 21*: 3,1 $\mu\text{mol/g}$; *Riolittufa*: 2,6 $\mu\text{mol/g}$; kontroll: 7,1 $\mu\text{mol/g}$). Lényegesen kevesebb prolint halmoztak fel a sótűrőbbnek bizonyuló *GSS3071* (*Neosol*: 0,5 $\mu\text{mol/g}$; *Explorer 21*: 0,7 $\mu\text{mol/g}$; *Riolittufa*: 1,0 $\mu\text{mol/g}$; kontroll: 1,8 $\mu\text{mol/g}$) és *GSS8529* (*Neosol*: 0,8 $\mu\text{mol/g}$; *Explorer 21*: 1,1 $\mu\text{mol/g}$; *Riolittufa*: 0,9 $\mu\text{mol/g}$; kontroll: 1,9 $\mu\text{mol/g}$) hibridek. Azonban ezek a különbségek csak a *Neosollal* és *Explorer 21*-el kezelt *GSS3071* hibrid javára bizonyultak statisztikailag igazolhatónak.

4. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

1. Megállapítottuk, hogy kifejezetten nagy napi hőingásokkal jellemezhető évjáratban (mint 2022) a palántanevelési időszak alatt alkalmazott drasztikus hidegstressz edzés hatására statisztikailag igazolhatóan kedvezőbb SPAD (51,7-58,7) és NDVI (0,75-0,78) értékekkel jellemezhetők a vizsgált hibridek.
2. Megállapítottuk, hogy a hidegstressz kísérletben alkalmazott palántanevelési módok közül az edzett palántanevelési mód pozitívan befolyásolta a csemegekukorica csuhés és csuhélevél nélküli csőtömegét. Az évek átlagában a legnagyobb mértékben a Sweetstar hibridnél eredményezett csőtömeg többletet, a csuhés csőtömeg esetében 26,1%-kal, a csuhé nélküli csőtömeg esetében pedig 25,2%-kal.
3. A vizsgált genotípusok közül a leginkább hidegtoleránsnak a *Sweetstar* hibrid bizonyult, amely a teljes vizsgálati időszakot tekintve, a csuhés- és csuhélevél nélküli csőtömeg eredményekben és a prolinfelhalmozás mértéke alapján a stressztűrésben, illetve a 2021-2022 időszakban a SPAD és NDVI értékekben is felülmúlta a többit.
4. A sóstresszkísérlet vizsgálati eredményei alapján megállapítottuk, hogy a kísérletben alkalmazott talajjavításra alkalmas készítmények hatására statisztikailag igazolhatóan nagyobb volt a csuhés- és a csuhélevél nélküli csőtömeg. Az évek és a genotípusok átlagában a Riolittufa kezelés bizonyult a legkedvezőbbnek. Az évek és a genotípusok átlagában a kontrollhoz viszonyítva a Riolittufa kezelés bizonyult a legkedvezőbbnek, a csuhés csőtömeg esetében 27%-kal, a csuhé nélküli csőtömeg esetében 34,9%-kal.
5. A prolinfelhalmozás mértékének vizsgálata alapján megállapítottuk, hogy a legsóérzékenyebb hibrid a *Tyson*. Az évek és a talajjavításra irányuló kezelések átlagában a *Tysonnak* a legnagyobb a prolinmennyisége (6,5 $\mu\text{mol/g}$), amely 56,9%-kal nagyobb, mint a legkevesebb prolint felhalmozó, legsótűrőbb *GSS3071* értéke (3,7 $\mu\text{mol/g}$).
6. A talajjavító készítmények a 0-60 cm-es talajréteg sókészletének változására gyakorolt hatásának vizsgálata alapján megállapítottuk, hogy sóterhelt környezetben leginkább a Riolittufa alkalmas a káros sók kimosódásának elősegítését biztosító talajszerkezet kialakítására és fenntartására. A Riolittufa kezelés talajra gyakorolt pozitív hatása a terméseredményekben is manifesztálódott. Az évek és a hibridek átlagát tekintve, a kontrollhoz viszonyítva 27,2%-kal volt nagyobb a termésátlag a Riolittufa kezelésnek köszönhetően.

5. GYAKORLATBAN ALKALMAZHATÓ EREDMÉNYEK

1. A hidegstressz kísérlet eredményei alapján megállapítható, hogy a palántanevelés kezdeti időszakától alkalmazott folyamatos hidegstressz olyan mértékű edzettségi állapotot biztosít a korai időszakban termesztett csemegekukorica számára, amely nemcsak a növénykondícióra gyakorol pozitív hatást, hanem a termésmennyiségi- és minőségi paraméterekben is megmutatkozik. Tehát palántaneveléssel szaporított korai csemegekukoricatermesztésben a palánták előállításakor érdemes drasztikusabb edzést alkalmazni.
2. A hidegstressz kísérletben alkalmazott genotípusok között lényeges különbségek adódtak a termésmennyiségi- és minőségi paramétereket tekintve. A Syngenta *Sweetstar* hibridje a legtöbb vizsgált paraméter esetében statisztikailag igazolhatóan kitűnt a többi genotípus közül, így korai csemegekukoricatermesztéssel foglalkozó gazdálkodók számára biztonsággal ajánlható ezen hibrid alkalmazása.
3. A sóstresszkísérlet növényvizsgálati eredményei alapján megállapítható, hogy a kísérletben alkalmazott talajjavításra alkalmas szerek közül sóterhelt környezetben nevelkedett csemegekukorica legtöbb termésminőségi és termésmennyiségi paraméterére a *Riolittufa* kezelés eredményezett statisztikailag igazolható többletet. Tehát a *Riolittufa* alkalmazásával még az egyre fokozódó másodlagos szikesítő hatás mellett is lehet eredményesen csemegekukoricatermesztést folytatni.
4. Egyértelműen a Syngenta *GSS3071* hibridje bizonyult a legsótűrőbbnek a legtöbb vizsgált paramétert tekintve. Tehát a *GSS3071* hibrid kifejezetten ajánlott a sótartalmat tekintve, kedvezőtlenebb adottságokkal jellemezhető talajok fenntartható hasznosítására. A *GSS3071* hibrid mellett még a Syngenta *GSS8529* hibridje is több paramétert tekintve ígéretesnek bizonyult, így ez a hibrid is perspektivikus lehet a kedvezőtlenebb adottságú területek hasznosítására. Ezzel szemben a *Tyson* hibrid sóterhelt környezetben való termesztése egyáltalán nem ajánlott.
5. Talajjavító és talajkondicionáló szerek alkalmazásával nemcsak a káros sók mélyebb rétegekbe történő kimosódása biztosítható, de a talaj szerkezetének javításával annak vízkapacitása és nedvességszolgáltató képessége is növelhető. A sóhatás (szikeség) mérséklésével fenntartható termesztéstechnológia biztosítható akár a kedvezőtlenebb agroökológiai adottságokkal rendelkező, az elsődleges vagy másodlagos szikesedés veszélyének kitett, de öntözhető területeken, így azok bevonhatók a csemegekukoricatermesztésbe.

6. IRODALOMJEGYZÉK

1. Adams, R. M. – Hurd, B. H. – Lenhart, S. – Leary, N.: 1998. Effects of global climate change on agriculture: An interpretative review. *Climate Research* 11(1), 19–30.
2. Bates, L.S. – Waldren, R.P. – Teare, I.D.: 1973. Rapid determination of free proline for water-stress studies. *Plant Soil* 39, 205–207
3. Howden, S. M. – Soussana, J. F. – Tubiello, F. N. – Chhetri, N. – Dunlop, M. – Meinke, H.: 2007. Adapting agriculture to climate change. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 104(50), 19691–19696.
4. Lemaire, G. – Jeuffroy, M. H. – Gastal, F.: 2008. Diagnosis tool for plant and crop N status in vegetative stage: Theory and practices for crop N management. *European Journal of agronomy*, 28(4), 614-624.
5. Lente, Á.: 2012. Effects of the cropyear and the agronomical factors on agronomical elements of different sweet corn (*Zea mays* L. convar. *saccharata* Koern.) genotypes in long-term experiment. *Acta Agraria Debreceniensis*, (50), 105-110.
6. Rivera Garcia, A. – Tuba, G. – Kovács, G. – Sinka, L. – Zsembeli, J.: 2021. Methodology adaptation and development to assess salt content dynamics and salt balance of soils under secondary salinization. *Acta Agraria Debreceniensis*, (1), 199-206.

7. PUBLIKÁCIÓK AZ ÉRTEKEZÉS TÉMAKÖRÉBEN



**DEBRECENI
EGYETEM**

**DEBRECENI EGYETEM
EGYETEMI ÉS NEMZETI KÖNYVTÁR**

H-4002 Debrecen, Egyetem tér 1, Pf.: 400
Tel.: 52/410-443, e-mail: publikaciok@lib.unideb.hu

Nyilvántartási szám: DEENK/9/2025.PL
Tárgy: PhD Publikációs Lista

Jelölt: Galambné Sinka Lúcia
Doktori Iskola: Kerpely Kálmán Doktori Iskola
MTMT azonosító: 10062230

A PhD értekezés alapjául szolgáló közlemények

Magyar nyelvű könyvrészletek (3)

1. Zsembeli, J., Kovács, G., **Sinka, L.**, Rivera, G. A., Nagy, P. M., Tuba, G.: A liziméteres mérések kiterjesztése a másodlagos szikesedés kutatásában.
In: 75 éves a Karcagi Kutatóintézet 1947-2022. Szerk.: Zsembeli József, Magyar Agrár és Élettudományi Egyetem, Gödöllő, 59-72, 2022. ISBN: 9789636230135
2. **Sinka, L.**, Nagy, P. M., Kovács, G., Tuba, G., Rivera, G. A., Zsembeli, J.: A másodlagos szikesedés okozta növényi stressz mérséklési lehetőségei.
In: 75 éves a Karcagi Kutatóintézet 1947-2022. Szerk.: Zsembeli József, Magyar Agrár és Élettudományi Egyetem, Gödöllő, 37-46, 2022. ISBN: 9789636230135
3. Zsembeli, J., Kovács, G., **Sinka, L.**, Rivera, G. A., Nagy, P. M., Tuba, G.: Talajjavító és talajkondicionáló szerek vizsgálata tenyészedenyes kísérletben.
In: A talajtan és a kapcsolódó tudományok időszerű kérdései : Kátai János professzor 70. születésnapja tiszteletére. Szerk.: Balláné Kovács Andrea, Tállai Magdolna, Kocsisné Demjén Ágnes, Debreceni Egyetem Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar, Debrecen, 306-311, 2021. ISBN: 9789633189368

Idegen nyelvű, hazai könyvrészletek (1)

4. Rivera, G. A., Nagy, P. M., Tuba, G., Kovács, G., **Sinka, L.**, Zsembeli, J.: Effect of soil conditioning on the yields of three vegetable crops under irrigation with salty water.
In: 75 éves a Karcagi Kutatóintézet 1947-2022. Szerk.: Zsembeli József, Magyar Agrár és Élettudományi Egyetem, Gödöllő, 47-57, 2022. ISBN: 9789636230135

Magyar nyelvű tudományos közlemények hazai folyóiratban (1)

5. **Sinka, L.**, Takácsné Hájos, M., Kovács, G., Tuba, G., Zsembeli, J.: A növénykondicionálás hatása a csemegekukorica egyes beltartalmi paramétereire sóterhelt környezetben.
Növénytermelés. 70 (1), 105-123, 2021. ISSN: 0546-8191.





Idegen nyelvű tudományos közlemények hazai folyóiratban (2)

6. Rivera, G. A., Tuba, G., Kovács, G., **Sinka, L.**, Zsembeli, J.: Correlation of secondary salinization and soil conditioning in vegetable production under irrigation with saline water.
Columella. 9 (22), 35-46, 2022. ISSN: 2064-7816.
DOI: <https://doi.org/10.18380/SZIE.COLUM.2022.9.2.35>
7. Rivera, G. A., Tuba, G., Kovács, G., **Sinka, L.**, Zsembeli, J.: Methodology adaptation and development to assess salt content dynamics and salt balance of soils under secondary salinization.
Agrártud. Közl. 1, 199-206, 2021. ISSN: 1587-1282.
DOI: <http://dx.doi.org/10.34101/actaagrar/1/8326>

Idegen nyelvű tudományos közlemények külföldi folyóiratban (3)

8. **Sinka, L.**, Takácsné Hájos, M., Kovács, G., Tuba, G., Rivera, G. A., Zsembeli, J.: Assessment of 1-Triacontanol treatment of sweet corn (*Zea mays* L. convar. *saccharata*) aimed at the improvement of salt tolerance based on a pot experiment.
Acta Univ. Sapientiae, Agric. Environ. 14, 1-12, 2022. ISSN: 2065-748X.
DOI: <https://doi.org/10.2478/ausae-2022-0001>
9. **Sinka, L.**, Zsembeli, J., Ragán, P., Duzs, L., Takácsné Hájos, M.: Effect of different seedling growing methods on the SPAD, NDVI values and some morphological parameters of four sweet corn (*Zea mays* L.) hybrids.
Agriculture. 67 (4), 177-190, 2021. ISSN: 0551-3677.
DOI: <http://dx.doi.org/10.2478/agri-2021-0016>
10. Tuba, G., Kovács, G., **Sinka, L.**, Nagy, P. M., Rivera, G. A., Bajusová, Z., Findura, P., Zsembeli, J.: Effect of Soil Conditioning on Soil Penetration Resistance and Traction Power Demand of Ploughing.
Agriculture. 67 (3), 113-123, 2021. ISSN: 0551-3677.
DOI: <http://dx.doi.org/10.2478/agri-2021-0011>

Idegen nyelvű konferencia közlemények (1)

11. **Sinka, L.**, Rivera, G. A., Tuba, G., Zsembeli, J.: Mitigation of salt stress caused by secondary salinization.
In: XX. stávnické dni 2019: Zborník recenzovaných príspevkov. Ed.: Bianka Horváthová, Veronika Siliková, Univerzita Komenského v Bratislave, Bratislava, 254-262, 2019. ISBN: 9788022347952





Magyar nyelvű absztrakt kiadványok (1)

12. **Sinka, L.**, Takácsné Hájos, M., Czeller, K., Tuba, G., Zsembeli, J.: A növénykondicionálás hatása a csemegekukorica beltartalmi paramétereire sóterhelt környezetben = Effect of plant conditioning on kernel quality of sweet corn in saline environment.
In: XVII. Nemzetközi Tudományos Napok "Környezeti, gazdasági és társadalmi kihívások 2020 után" : Abstract Book. Szerk.: Bujdosó Zoltán, Dinya László, Csernák József, Eszterházy Károly Egyetem, Gyöngyös, 205, 2020. ISBN: 9789634961567

Idegen nyelvű absztrakt kiadványok (1)

13. **Sinka, L.**, Takácsné Hájos, M., Kovács, G., Tuba, G., Rivera, G. A., Zsembeli, J.: Assessment of 1-triacontanol treatment of sweetcorn (*zea mays* l. convar. *saccharata*) aiming its salt tolerance improvement on the base of a pot experiment.
Acta Biologica Marisiensi. 4 (Suppl.), 19, 2021. ISSN: 2601-6141.

További közlemények

Magyar nyelvű könyvrészletek (3)

14. Kovács, G., Tuba, G., **Sinka, L.**, Nagy, P. M., Rivera, G. A., Zsembeli, J.: A klímaváltozás lokális hatásainak értékelése a szélsőséges időjárási helyzetek tükrében.
In: 75 éves a Karcagi Kutatóintézet 1947-2022. Szerk.: Zsembeli József, Magyar Agrár és Élettudományi Egyetem, Gödöllő, 27-35, 2022. ISBN: 9789636230135
15. Tuba, G., Nagy, P. M., Kovács, G., **Sinka, L.**, Rivera, G. A., Zsembeli, J.: A redukált talajművelési rendszer alkalmazása a Nagykunság kötött talajain.
In: 75 éves a Karcagi Kutatóintézet 1947-2022. Szerk.: Zsembeli József, Magyar Agrár és Élettudományi Egyetem, Gödöllő, 17-25, 2022. ISBN: 9789636230135
16. Zsembeli, J., **Sinka, L.**, Czeller, K., Tuba, G., Kovács, G., Juhász, C.: A harmat mennyiségének meghatározása súlylíziméterekkel.
In: A talajok gyógyítója Blaskó Lajos 70 éves / Tamás János, Zsembeli József, Debreceni Egyetem. Mezőgazdaság, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar, Debrecen, 235-245, 2017. ISBN: 9789634739661

Idegen nyelvű, külföldi könyvrészletek (2)

17. Zsembeli, J., Czeller, K., **Sinka, L.**, Kovács, G., Tuba, G.: Application of lysimeters in agricultural water management.
In: Creating a platform to address the techniques used in creation and protection of environment and in economic management of water in the soil / Máchal Pavel, Visegrad Fund, Brno, 5-21, 2018. ISBN: 9788073263010





18. Zsembeli, J., Czeller, K., **Sinka, L.**, Kovács, G., Tuba, G.: New techniques in agricultural water management.

In: tCreating a platform to address the techniques used in creation and protection of environment and in economic management of water in the soil / Máchal Pavel, Visegrad Fund, Brno, 69-79, 2019. ISBN: 9788073263010

Magyar nyelvű tudományos közlemények hazai folyóiratban (6)

19. Nagy, J., Demeter, C., Bakos, Z., Szabó, A., **Sinka, L.**, Sidahmed, H. M. I., Simon, K., Illés, Á.: A csemegekukorica (*Zea mays conv. saccharata* Koern) terméslemeinek elemzése öntözéses termesztésben.
Növénytermelés. 72 (2), 97-111, 2023. ISSN: 0546-8191.
20. Tuba, G., Gulybán, O., Kovács, G., Nagy, P. M., **Sinka, L.**, Zsembeli, J.: Az évenként végzett talajlazításra alapozott művelési rendszer értékelése a talaj penetrációs ellenállása alapján.
Növénytermelés. 71 (1), 81-98, 2022. ISSN: 0546-8191.
21. Zsembeli, Z., **Sinka, L.**, Budai, J., Kovács, G., Tuba, G., Zsembeli, J.: Egy köles tájfajta műtrágya-reakciójának vizsgálata.
Agrokém. talajt. 71 (2), 255-272, 2022. ISSN: 0002-1873.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1556/0088.2022.00115>
22. Kovács, G., Tuba, G., **Sinka, L.**, Rivera, G. A., Zsembeli, J.: Jász-Nagykun Szolnok megye főbb növényeinek termésátlagai az aszály mértékének függvényében.
Növénytermelés. 71 (2), 63-78, 2022. ISSN: 0546-8191.
23. Zsigrai, G., Kneip, A., Zsembeli, J., Kovács, G., Tuba, G., **Sinka, L.**: A Furmint szárazanyag termelésére és vízfelhasználására gyakorolt alanyhatások vizsgálata súlylíziméterekben.
Szőlő-levél. 11 (4), 38-54, 2021. EISSN: 2677-1756.
24. Zsigrai, G., Kneip, A., Zsembeli, J., Kovács, G., Tuba, G., **Sinka, L.**: A Furmint és a Hárslevelű fajták vízfelhasználására gyakorolt alanyhatás vizsgálata eltérő típusú liziméterekben.
Szőlő-levél. 10 (4), 117-125, 2020. EISSN: 2677-1756.

Idegen nyelvű tudományos közlemények hazai folyóiratban (4)

25. Zsembeli, J., Tuba, G., Kovács, G., **Sinka, L.**, Nyaboke, C.: Soil related environmental considerations of farmers in the Great Hungarian Plain.
Columella. 10 (1), 35-47, 2023. ISSN: 2064-7816.
DOI: <http://dx.doi.org/10.18380/SZIE.COLUM.2023.10.1.35>
26. Gebreyesus, M., Rivera, G. A., Tuba, G., Kovács, G., **Sinka, L.**, Zsembeli, J.: Climatic water balance in Hamelmalo, Eritrea.
Agrártud. közl. 1, 69-76, 2021. ISSN: 1587-1282.
DOI: <http://dx.doi.org/10.34101/actaagrar/1/8307>





27. Nyaboke, C., Tuba, G., Kovács, G., **Sinka, L.**, Nagy, P. M., Rivera, G. A., Zsembeli, J.:
Environmental and economic consciousness of the farmers of Jász-Nagykun-Szolnok county
in soil management based on tala method.
Hung. Agric. Res. 31 (3-4), 12-15, 2021. ISSN: 1216-4526.
28. Czeller, K., **Sinka, L.**, Tuba, G., Zsembeli, J.: Elaboration of the methodology of dew
measurement by means of weighing lysimeters.
Columella. 4 (1), 187-192, 2017. ISSN: 2064-7816.
DOI: <http://dx.doi.org/10.18380/SZIE.COLUM.2017.4.1.suppl>
- Idegen nyelvű tudományos közlemények külföldi folyóiratban (5)
29. Juhász, C., Huzsvai, L., Kovács, E., Kovács, G., Tuba, G., **Sinka, L.**, Zsembeli, J.: Carbon-
dioxide efflux of bare soil as a function of soil temperature and moisture content under
weather conditions of warm temperate dry climate zone.
Agronomy-Basel. 12 (12), 1-14, 2022. EISSN: 2073-4395.
DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy12123050>
IF: 3.7
30. Illés, Á., Szabó, A., Mousavi, S. M. N., Bojtor, C., Vad, A., Harsányi, E., **Sinka, L.**: The Influence
of Precision Dripping Irrigation System on the Phenology and Yield Indices of Sweet Maize
Hybrids.
Water. 14 (16), 1-14, 2022. EISSN: 2073-4441.
DOI: <https://doi.org/10.3390/w1416248>
IF: 3.4
31. Zsembeli, J., **Sinka, L.**, Rivera, G. A., Czeller, K., Tuba, G., Krištof, K., Findura, P.: Effect of Soil
Conditioning on the Moisture Content and the Salt Profile of the Soil Under Irrigation with
Saline Water.
Agriculture (Polnohospodárstvo). 65 (2), 77-87, 2019. ISSN: 0551-3677.
DOI: <http://dx.doi.org/10.2478/agri-2019-0008>
32. **Sinka, L.**, Takácsné Hájos, M., Czeller, K., Tuba, G., Zsembeli, J.: Investigation of the possibility
of green bean production under unfavourable agro-ecological conditions in lysimeters.
Acta Univ. Sapientiae, Agric. Environ. 11 (1), 72-82, 2019. ISSN: 2065-748X.
DOI: <http://dx.doi.org/10.2478/ausae-2019-0007>
33. Zsembeli, J., Czeller, K., Tuba, G., **Sinka, L.**: Control of Water and Salt Regime of the Soil by
Irrigation.
Úroda. 12, 521-526, 2017. ISSN: 0139-6013.





Magyar nyelvű konferencia közlemények (4)

34. Kovács, G., **Sinka, L.**, Eszenyi, Á., Tuba, G., Rivera, G. A., Zsembeli, J.: Cékla genotípusok sófelhalmozó képességének vizsgálata másodlagos szikesedésre hajlamos talaj sóterhelésének csökkentése céljából.
In: Talajvédelem Különszám 2023 : Talajtani kutatás és oktatás a digitális mezőgazdaság korában. Szerk.: Makádi Marianna, Tóth Gabriella, Bertóti Réka Diána, Talajvédelmi Alapítvány : Magyar Talajtani Társaság, Miskolc, 119-134, 2023. ISBN: 9786150191775
35. Czeller, K., Tuba, G., Kovács, G., **Sinka, L.**, Zsembeli, J., Percze, A.: A *Miscanthus giganteus* vízfelhasználási hatékonyságának vizsgálata liziméteres kísérletben.
In: XXI. századi vízgazdálkodás a tudományok metszéspontjában : II. Vízstudományi Nemzetközi Konferencia. Szerk.: Jakab Gusztáv, Csengeri Erzsébet, Szent István Egyetem Agrár- és Gazdaságtudományi Kar, Szarvas, 48-55, 2019. ISBN: 9789632698083
36. **Sinka, L.**, Czeller, K., Tuba, G., Kovács, G., Zsembeli, J.: A légköri harmat éves mennyisége és szerepe a vízforgalomban.
In: Alkalmazkodó vízgazdálkodás: lehetőségek és kockázatok. Szerk.: Jakab Gusztáv, Tóth Attiláné, Csengeri Erzsébet, Szent István Egyetem Agrár- és Gazdaságtudományi Kar Tessedik Campus, Szarvas, 171-177, 2018. ISBN: 9789632697369
37. Zsembeli, J., Czeller, K., **Sinka, L.**, Tuba, G.: A talaj nedvesség- és sóprofiljának szabályozása öntözéssel.
In: Alkalmazkodó vízgazdálkodás: lehetőségek és kockázatok. Szerk.: Jakab Gusztáv, Tóth Attiláné, Csengeri Erzsébet, Szent István Egyetem Agrár- és Gazdaságtudományi Kar Tessedik Campus, Szarvas, 232-238, 2018. ISBN: 9789632697369

Idegen nyelvű konferencia közlemények (5)

38. Zsembeli, J., **Sinka, L.**, Tuba, G., Rivera, G. A., Kovács, G.: Water use of lawns determined in weighing lysimeters.
In: Lysimeter und Bodenwasserhaushalt: Trockenheit - Bewässerung - Ertragssicherheit / Brigitte Marold, Höhere Bundeslehr- und Forschungsanstalt für Landwirtschaft, Raumberg-Gumpenstein, 133-138, 2021. ISBN: 9783902849830
39. **Sinka, L.**, Rivera, G. A., Czeller, K., Tuba, G., Zsembeli, J.: Simulation of the irrigation practice applied in the hobby gardens of Karcag in simple drainage lysimeters.
In: Lysimeter - a perfect tool for quantifying fluxes of water, nutrients and pollutants. Hrsg.: Brigitte Marold, Höhere Bundeslehr- und Forschungsanstalt für Landwirtschaft, Raumberg-Gumpenstein, 171-174, 2019. ISBN: 9783902849649
40. Czeller, K., Tuba, G., Kovács, G., **Sinka, L.**, Zsembeli, J., Percze, A.: Water use efficiency of *Miscanthus giganteus* under different irrigation doses.
In: Lysimeter - a perfect tool for quantifying fluxes of water, nutrients and pollutants. Hrsg.: Brigitte Marold, Höhere Bundeslehr- und Forschungsanstalt für Landwirtschaft, Raumberg-Gumpenstein, 175-178, 2019. ISBN: 9783902849649





41. Czeller, K., Zsembeli, J., **Sinka, L.**, Kovács, G., Streda, T., Stredova, H., Cepuder, P., Nolz, R.:
Determination of the amount of dew using weighing lysimeter data.
In: Lysimeterforschung - Möglichkeiten und Grenzen Lysimeter research - options and limits /
Brigitte Marold, Höhere Bundeslehr- und Forschungsanstalt für Landwirtschaft, Raumberg-
Gumpenstein, 181-184, 2017. ISBN: 9783902849458
42. Zsembeli, J., Czeller, K., Tuba, G., Szűcs, L., **Sinka, L.**: Effect of Irrigation with Saline Water on
the Soil and Legumes in Simple Drainage Lysimeters.
In: Lysimeterforschung - Möglichkeiten und Grenzen Lysimeter research - options and limits /
Brigitte Marold, Höhere Bundeslehr- und Forschungsanstalt für Landwirtschaft, Raumberg-
Gumpenstein, 189-192, 2017. ISBN: 9783902849458

Magyar nyelvű absztrakt kiadványok (3)

43. **Sinka, L.**, Kovácsné Madar, Á., Rubóczki, T., Takácsné Hájos, M.: Biostimulátorok alkalmazása
paradicsom üvegházi termesztésénél.
In: 17. Magyar Magnézium Szimpózium. Szerk.: Takácsné Hájos Mária, Vojnich Viktor,
Magyar Kémikusok Egyesülete, Budapest, 25-26, 2021. ISBN: 9786156018069
44. **Sinka, L.**: Karcagi zártkertekben jellemző öntözési szokások szimulálása liziméterekben zöldbab
jelzőnövényvel.
In: XXXIV. Országos Tudományos Diákköri Konferencia. Agrártudományi Szekció.
Előadáskivonatok.. Szerk.: Juhász Csaba, Juhász Lajos, Gyüre Péter, Vári Erzsébet,
Debreceni Egyetem Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar,
Debrecen, 155-155, 2019. ISBN: 9789634900788
45. **Sinka, L.**, Takácsné Hájos, M., Czeller, K., Tuba, G., Zsembeli, J.: Talajkondicionáló (PRP-SOL)
alkalmazásának hatása zöldbab jelzőnövényre liziméteres kísérletben.
In: Tavaszi szél konferencia 2018 Nemzetközi multidiszciplináris konferencia :
Absztraktkötet. Szerk.: Keresztes Gábor, Doktoranduszok Országos Szövetsége, Budapest,
58, 2018. ISBN: 9786155586262

Idegen nyelvű absztrakt kiadványok (3)

46. Zsembeli, J., Tuba, G., Kovács, G., **Sinka, L.**, Nagy, P. M., Rivera, G. A., Nyaboke, C.: Soil
related environmental considerations of farmers in the Great Hungarian Plain.
In: Trends and challenges in soil-crop management : Bók of abstracts. Eds.: Vladimír
Smutny, Vojtech Lukas, Mendel University, Brno, 18, 2022. ISBN: 9788075098474
47. **Sinka, L.**, Takácsné Hájos, M., Zsembeli, J.: Investigation of the possibility of green bean
production under unfavourable agroecological conditions in lysimeters.
In: Vth Horticulture and Landscape Planning Conference from Transylvania. Ed.: Benedek
Klára, Sapientia Erdélyi Magyar Tudományegyetem, Marosvásárhely, 17-17, 2019.





48. Zsembeli, J., **Sinka, L.**, Tamás, J., Juhász, C.: Mitigation possibilities of secondary salinization induced by irrigation with saline water.
In: XIII. International Symposium on Plant Irrigation for Sustainable Rural Development / red. Michał Górecki, Daniel Morzynski, Wydawnictwa Uczelniane Uniwersytetu Technologiczno-Przyrodniczego, Bydgoszcz, 25-26, 2019. ISBN: 9788365603852

Ismeretterjesztő, népszerűsítő cikkek (1)

49. **Sinka, L.**: A palántanevelés és a hibridválasztás jelentősége a korai csemegekukorica-termesztésben.
Agroforum. 31, 44-47, 2020. ISSN: 1788-5884.

A közlő folyóiratok összesített impakt faktora: 7,1

A közlő folyóiratok összesített impakt faktora (az értekezés alapjául szolgáló közleményekre): 0

A DEENK a Jelölt által az iDEa Tudóstérbe feltöltött adatok bibliográfiai és tudománymetriai ellenőrzését a tudományos adatbázisok és a Journal Citation Reports Impact Factor lista alapján elvégezte.

Debrecen, 2025.01.16.



