

DIPLOMADOLGOZAT

Komlósi Ádám

2023



**Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Szent István Campus**

**Öntözésfejlesztési és Meliorációs Tanszék
Szarvas
Mezőgazdasági és Vízgazdálkodási mesterképzés**

**KÜLÖNBÖZŐ KUKORICAHIBRIDEK
ASZÁLYSTRESSZRE ÉS SÓ-STRESSZRE ADOTT
VÁLASZREAKCIÓINAK VIZSGÁLATA**

Belső konzulens: Dr. Futó Zoltán
egyetemi docens

Belső konzulens
intézete/tanszéke: Környezettudományi Intézet

Öntözésfejlesztési és meliorációs tanszék

Készítette:

Komlósi Ádám

Szarvas

2023

Tartalom

Bevezetés.....	4
II. Irodalmi áttekintés.....	5
1.1. A kukorica rendszertana.....	5
1.2. A kukorica jelentősége.....	5
1.3. A fajtahibridek megjelenése.....	6
1.4. Az első beltenyésztes hibridek megjelenése.....	6
1.5. A kukorica morfológiája.....	7
1.5.1. A kukorica gyökérzete.....	7
1.5.2. A kukorica szára.....	7
1.5.3. A kukorica levélzete.....	8
1.5.4. A kukorica virágzata.....	8
1.5.5. A kukorica termése.....	8
1.6. A kukorica ökológiai igényei.....	9
1.6.1. A kukorica talajigénye.....	9
1.6.2. A kukorica éghajlatigénye.....	9
1.6.3. A kukorica vízigénye.....	9
1.7. A kukorica agrotechnikai tényezői.....	10
1.7.1. A kukorica elővetemény igénye.....	10
1.7.2. A kukorica talajelőkészítése.....	10
1.7.3. A kukorica vetése.....	11
1.7.4. A kukorica tápanyagellátása.....	11
1.7.5. A kukorica növényvédelme.....	12
1.7.6. A kukorica öntözési reakciója.....	12
1.8. A szárazság és sóstressz hatásai a kukoricára.....	14
1.8.1. A szárazság tűrő hibridek megjelenése és jelentősége.....	14
III. Anyag és módszertan.....	16
3.1. A kísérlet bemutatása.....	16
3.2. Az öntözési kezelések bemutatása.....	16
3.3. A sós kezelések ismertetése.....	17
3.4. A hőmérsékleti adatok ismertetése.....	19
3.5. A mérések, adatfeldolgozás módszere.....	19
IV. Eredmények és ismertetésük.....	20
4.1. A növénymagasság eredmények értékelése.....	20
4.2. A SPAD eredmények értékelése.....	22
4.3. A levéteriület index ($LAI / m^2 / m^2$) eredményeinek értékelése.....	25
4.4. A gyökértömeg eredmények értékelése.....	32
4.5. A szárítömeg eredmények értékelése.....	34
V. Következtetések.....	36
VI. Összefoglalás.....	37
VII. Irodalom jegyzék.....	39
Internetes források.....	42

Bevezetés

Az alábbi dolgozatban 5 különböző kukoricahibridnek fogom vizsgálni és kielemezni a só és szárazságstresszre adott válaszreakcióit. A kukorica Magyarországon az egyik legnagyobb területen termelt növény. Vetésterülete 1,2 millió hektár körül mozgott 2 évtizede, jelenleg 1 millió hektár, de csökkenés várható a 2021 és a 2022-es évek aszályos körülményei végett. A terméspotenciálja és a jövedelmezősége kifejezetten jó és ezért a gazdálkodóknál egy népszerű növény, viszont az utóbbi évek kiszámíthatatlan klimatikus viszonyai és az egyre gyakoribb aszályok miatt csökkenő tendencia fog fellépni véleményem szerint a vetésterületében.

A kukorica vízigénye a búzáéhoz hasonlóan 450-550 mm közé esik a tenyészidőszakban, viszont abban eltér a másik élvonalbeli növényünktől, hogy a kukorica tenyészideje a legszárazabb hónapokba esik. A kukorica termesztéstechnológiájának egy kulcsszereplője lehet az öntözés. A kukorica öntözése növeli termésstabilitását és jövedelmezőségét, ami célravezető megoldás lehet ezekben a kiszámíthatatlan években. Magyarországon a KSH 2019-es adatai szerint az öntözött területek nagysága 100 ezer hektár körül mozgott. Az utóbbi 3 évben nagy támogatottság övezi az öntözést, mivel egyre jobban tudatosul az emberekben, hogy az öntözéssel egy teljesen más gazdálkodási szint nyílik meg előttünk. A sóstressz és az aszálystressz egy egyre jobban összefűződő fogalom, ami az utóbbi években egyre jobban sújtja a mezőgazdaságot. A sóstressz az egyik legfontosabb abiotikus stressztényező, és szinte minden aspektusát befolyásolja növények fiziológiai és biokémiai reakcióit, beleértve a magok csírázását, a növények növekedését és a termést (Shao-Wei et al., 2010; Yohannes and Abraha, 2013). Dolgozatom célja, hogy a Magyar Agrár és Élettudományi Egyetem Öntözésfejlesztési és Meliorációs Tanszéken Szarvason folytatott kísérletekhez csatlakozzam és azok eredményeit feldolgozzam, illetve a köz- és tudományos élet elé tárjam. A kísérlet eddig elismert és elismerés előtt álló kukoricahibrideknek vizsgálja a só és szárazságstresszre adott válaszreakcióit. A hibridek között szárazságra érzékeny és szárazságtűrő is szerepel. A magyar mezőgazdaság egyre gyakrabban fog találkozni a száraz klíma okozta nehézségekkel, amire egy megoldást nyújthat, ha tudjuk a hibridjeink stresszre, illetve öntözésre adott válaszreakcióit. A téma újszerűsége abban rejlik, hogy az öntözési és a talajadatokat tovább tudjuk pontosítani, amivel egy hibridre és talajra adaptált öntözés válik elérhetővé számunkra.

II. Irodalmi áttekintés

1.1. A kukorica rendszertana

Hogy honnan származik a kukorica, még nem sikerült mindenkinek egységes választ kapjunk. Az bizonyított, hogy az amerikai kontinensről származik, viszont az nem, hogy melyik területéről. Egyes kutatók szerint őshazája Dél-Brazília, Északkelet-Brazília és Paraguay területe, míg más kutatók Közép-Amerikára és Mexikóra esküdnek és ezt tartják többen valószínűnek. A kukoricának két ősi termesztési centruma alakult ki, az első centrum az Mexikó - Közép-Amerika (i.e.5000 körül) a második pedig Peru és Bolívia területén (i.e.3000 körül).

A kukorica (*Zea mays* L.) a pázsitfűfélék (poaceae) családjába és azon belül a kukorica (*Zea*) nemzetségébe tartozik. A kukorica vad és természetes őst mai napig nem sikerült még megtalálni. A kukorica emberi beavatkozás nélkül önállóan szaporodásra nem képes, erre csak a kukorica közvetlen ősének vélt *Zea mays* var. *tunicata* (pelyvás kukorica) képes. A mai kukorica közvetlen ősének tartják a *Zea mays* var. *tunicatát* (pelyvás kukoricát), és a *Zeamays* var. *micropermát* (pattogatni való kukoricát), ami feltehetőleg a kettő keresztezésével alakulhatott ki (Pepó és Sárvári 2011).

1.2. A kukorica jelentősége

Pepó és Sárvári (2011) szerint az emberiség számára a kukorica és a rizs a két legfontosabb növény. Az 1960-as években 99,7 millió hektáron termesztették, manapság pedig elérte a 184 millió hektáros vetésterületet, amelyről 1000 millió tonna kukoricát takarítanak be évente. Az utóbbi években a hátrányos klimatikus tényezők okozták jelentős mértékben a terméseszkkenését a kukoricának. A szélsőséges aszályos évjáratok, az egyre szárazabb és forró nyarak, illetve a kevésbé csapadékos tavasz gyakoriságának hatására a termésátlagaink 3,6 és 7,5 t/ha között ingadozik. Ennek következtében a termésingadozás mértéke elérte az 50-60%-os nagyságot is, ami nem kizárólag a klimatikus tényezőkre utal, hanem az agrotechnikai hiányosságokra is. (Futó 2006.)

A kukorica jelentős szerepet foglal el az emberi táplálkozásban közvetlenül és közvetve. A kutatók előrejelzése szerint az egy főre jutó termőterület 2050-re előreláthatólag 0,15 hektárra fog csökkenni. Ebből arra következtethetünk, következik, hogy a

mezőgazdaságban a növekvő népesség élelmiszerigényét egyre kevesebb területen lesz muszáj előállítani. A termésnövekedéseink évről-évre nem érik el a populáció éves növekedését, ami égető probléma a 21. században. Heszky (2009) szerint a termelés folyamatos növelését a fenntarthatóság követelményeinek betartásával kell elérni.

1.3. A fajtahibridek megjelenése

Darwin tudta elsőnek pozitívan megerősíteni az idegentermékenyülés előnyös hatását, amely eredmény sok növényfajjal végzet kísérleteinek köszönhetőnek született, amikben a kukorica is szerepelt. Az anyai sorok címetől való megfosztásával elsőnek Beal hozott létre heterózis fajtát 1880-ban. Ez a kontroll növénynél 50%-al nagyobb termést tudtak betakarítani, mint azelődjei, viszont a gyakorlatban ez a módszer nem vált elterjedté annak ellenére sem, hogy Morrow és Gardner már 1893-ban kidolgozta az előállításának a technológiáját. Hazai viszonylatban Fleischmann kezdte el a fajtahibridek előállítását 1933-ban.

A Mindszentpusztai fehér x Fleischmann aranyárga lófogú keresztezéséből előállított fajtahibrid 31%-kal múlta felül a jól termő elődjét (Mindszentpusztai fehér), de a gyakorlatban elterjedni sajnos így sem tudott (Menyhér és mtsai 1985).

Jugenheimer (1976) szerint a fajtahibridek több ok miatt is nem terjedtek el: bonyolult volt a módszer, nem volt termésstabilitás, minden évben újból elő kellett állítani a vetőmagot hozzá, a beltenyésztett törzsekből előállított hibridek a termelismennyiségben és annak stabilitásában is felülmúlták évről évre a fajtahibrideket, ezért a jelenleg is tartó fellendülést a beltenyésztett hibridek előállítása alapozta meg a nemesítők a termelők és a világ számára.

1.4. Az első beltenyésztes hibridek megjelenése

A beltenyésztes hibridkukorica nemesítésének az alappilléreit Shull (1909) hozta létre. 1920-ban az USA-ban D.F Jones genetikussal karöltve bevezették a négyvonalas hibridek használatát, a vetőmagelőállítás megkönnyítése érdekében.

A négyvonalas kukorica hibridek alkalmazásával eredményesen fokozták a termésátlagokat évről évre, az SC2 hibrid keresztezését a gyakorlatban 1970-ig végezték. Az 50 éves periódus első felében hektáronként 0,7 q-val, a második felében pedig 1,5 q-val növekedett az éves átlag. Jelenleg többnyire beltenyésztett hibrideket termesztünk, melyek nagyrészt 80%-ban kétvonalas, 13%-ban háromvonalas és néhány százalékban négyvonalas hibridekből tevődik össze.

Nagy (2007) szerint a hibridkukorica vetőmagtermesztése Magyarországon több évtizedes múltra tekint vissza. Magyarországon a beltenyészes kukoricahibridek tenyésztését Pap Endre kezdte meg 1937-ben. Az első elismert hibridje a Martonvásári 5-ös volt, amit 1953-ban ismertek el. Akkoriban ideális és közel állandó körülmények között tenyésztették a hibrideket, ezért akkoriban a jelentős tulajdonságok közé a sűrítettség, vízleadás és a termőképesség tartozott. Manapság a szinte változó feltételek, mivel lassan nem az a kérdés, hogy lesz-e aszály, hanem hogy melyik évszakban/évszakokban, és a felgyorsult népességnövekedés egyre nagyobb kihívások elé állítja a nemesítőket és a kutatókat. A mai változó klimatikus körülmények mellett már más tulajdonságok váltak fontosabbá és szükségesebbé, mint például az hőtűrés, aszálytűrés, sóstressztűrés, illetve a öntözési reakció. A generatív részek kifejlődhetnek, de a hőstressz hatására akár optimális vízellátottság mellett is elveszítheti a növény a fertilitását (Bárdi 2019).

1.5. A kukorica morfológiája

1.5.1. A kukorica gyökérzete

A kukorica esetében elsődleges és másodlagos gyökérzetet különböztetünk meg. Az elsődleges vagy alapgyökér a talaj mélyebb rétegeibe hatol be és akár 2-2,5 méteres mélységig is eljut. A másodlagos vagy támasztó gyökerek a szíkközépszárból keletkeznek és bojtos gyökérzetet képeznek. A talajfelszínhez közel hajszálgökerek találhatóak, amellyel akár a harmatot is képesek hasznosítani. A bojtos gyökerek mélységének kialakulása a herbicidkárok szempontjából válhat fontossá számunkra, mivel a kukorica növekedését gátolhatja a talajba bemosódott permetszerek (Izsáki és Lázár 2004).

A talajfelszínhez közeli 2-3-4 nódusból folyamatosan járulékos gyökereket fejleszthet a tenyészidő folyamán, míg a talajfelszín felett támasztó/harmat gyökereket hoz, amelyek segítik a növény stabilitását és a harmathasznosítást (Pepó 2019).

1.5.2. A kukorica szára

A kukorica száráról elmondható, hogy egy fejlett, hengeres, tömör szár. A magassága 1,5-3 m is lehet a körülményektől függően. A szár alulról (3-6 cm) felfelé vékonyodik (1-2 cm). A szárat a nóduszok felosztják szártagokra, amelyek a csúcsfelé haladva egyre

hosszabbak. A szártagok (internódiumok) száma 6-22 db. A szártagok fényes felületűek és simák, fiatal korban a levelek teljesen eltakarják, majd akkor lesznek láthatóak, ha a növények erőteljesen megnyúlnak és kiszabadulnak a levélhüvely burkából. A szár nagyságát a vízellátottság is befolyásolja, mivel a víztöbblettől alacsony lehet, a vízhiánytól pedig vékony a szár és ezért a fajtaétől eltérő szár is kialakulhat (Menyhért és mtsai. 1985).

1.5.3. A kukorica levélzete

A kukorica levélzete megegyezik a gabonák levélzetével, csupán a mérete és az állása eltérő. A kukorica levélzete és a szára nagysága összefügg, illetve a levél nagysága és a termésmennyiség között is találhatunk összefüggéseket. A kukorica különböző levélszintjei, eltérő szerepet töltenek be az asszimilációban, a felső levelek 40%, középső 35% és az alsó levelek 25%-ban vesznek részt az asszimiláták képzésében (Hidvégi 2008).

A kukorica átlagosan 8-14 levelet növeszt, viszont eltérő eredmények is születtek már (14-38). A kukorica levéllállása hosszas nemesítői munka hatására ilyen felálló, amely a tőszámsűrítetőség szempontjából mérvadó tulajdonság (Antal 2005).

1.5.4. A kukorica virágzata

A kukorica egylaki növény, tehát található rajta egy termő torzsavirágzat (cső) és a hímvirágzat (címer). A kukorica bugavirágzatú, melynél a szártag utolsó hajtásából nő ki a címer, mely beporozza az alatta elhelyezkedő termőcsöveket. A nővirágzat a hajtások levélhónaljában helyezkedik el, amelyekből különböző hosszúságú bibe nő ki.

A beltenyészes kukoricahibrideknél több nemzedéken át önbeporzást alkalmazunk, amivel a homozigóta hatást erősítjük, illetve a beltenyészes leromlást. Amikor két ilyen beltenyészes homozigóta hibridet keresztezünk, akkor jön létre a heterozigóta F1 nemzedék, amely 20-25 %-al felülmúlja elődjait. A heterozigóta hatás az F1 nemzedékben állandó és erőteljes, ezért a hibridkukorica vetőmagot minden évben elő kell állítani (Borsos et al. 1994).

1.5.5. A kukorica termése

A kukorica szemterméssel rendelkezik. A termése felső magházból kialakuló, föl nem nyíló egyszemű termés. A termés mérete, alakja és színe fajtanként változhat. A leggyakoribb az alsó részében kihegyesedő, lapított sárga termés, melyen a pajzsocska a hasi oldalon megmutatkozik. A szemek a csövön belül is különböző alakokat vesznek fel, mivel a cső alján

gömbölydedek, közepen négyzetes metszetű közepes szemek és a végén laposodó. A termés 4 fő részből áll, melyek a terméshéj, a maghéj a táplálósövetek és a csíra. A kukorica fehérje és olajtartalma szintén fajtánkként eltérhet. A kukoricafehérje gyenge minőségű, ezért is nem a fehérje, hanem az energia tartalma miatt jelentős a takarmányozásban, mely a magas keményítő tartalmának köszönhető (Radics 2003).

1.6. A kukorica ökológiai igényei

1.6.1. A kukorica talajigénye

A kukorica jól alkalmazkodik a talajok eltérő tulajdonságaihoz, ezért elmondhatjuk róla, hogy nem túlzottan talajigényes növény. A kukorica stabil és magas termését viszont mély termőrétegű, humuszos és tápanyagban dús talajokkal tudjuk elérni és fenttartani (Nagy és Megyes 2009).

A kukorica optimális termesztési közege a talajok 6,6 -7,5 közötti pH szintjéhez tehető, melynél odakell figyelni még a gyomosság elkerülésére, illetve a talaj légátjárhatóságára, mivel a kukorica termesztésének egy fontos alappillére a sokközül (Antal 2005).

1.6.2. A kukorica éghajlatigénye

A kukorica a melegigényes növényeink közé tartozik. A kukorica trópusi növény, ennek okán érzékeny a vízellátottságra és a hőmérsékletre is. A kukorica rövidnappalos növény, de jól alkalmazkodott a hosszúnappalos körülményekhez is. A kukorica a tenyészideje folyamán 1100-1400 °C hőösszeget igényel. A fenológiai fázisaitól függően változik a számára optimális hőmérséklet. A hajtásnövekedés periódusában 25-35 °C közötti hőmérséklet az optimális számára. A címerhányás időszakában a 24-26 °C az ideális számára a teljesérésig. Amennyiben a hőmérséklet ennél magasabb a teljesérés eléréséhez szükséges napok száma nem változik, viszont ha kevesebb, az elnyújthatja az érési időszakot (Varga és Varga-Haszonits 2003).

A kukorica növekedése során általában különböző környezeti stressznek vannak kitéve, amely korlátozza a növekedésüket és a termelékenységüket (Moud and Magshoudi, 2008; Vujaković et al., 2011; Tuteja et al., 2012; Kumari et al., 2014).

1.6.3. A kukorica vízigénye

A kukorica közepesen vízigényes, mely 450-550 mm közé tehető. A napi vízfelhasználása 4,5-5,5 mm/ha. A kukorica 200-250 cm mélyégről is képes felvenni a vizet. A statikai vízigénye 67-79 %. A kukorica transpirációs együtthatója 350 l/kg, mely adatból megtudhatjuk, hogy 1 kg szárazanyag előállításához mennyi vizet használ fel a kukorica. A kukorica vízigényét több különböző tényező is befolyásolja. A címerhányás időszakában bekövetkező aszály akár 53 %-os kár is képes okozni, míg a szemtelítődésnél végbemenő 30%-os aszálykárt képes okozni számunkra. Az elérhető maximális termés mennyiséget nem csak a tenyészidőben lehullott csapadék, hanem a téli elraktározott, illetve az őszi csapadék is nagyban befolyásolja. Erre már több példa is volt, hogy a kukorica el tudott érni jó terméseredményeket egy csapadékkal nem túl jól ellátott évben is, mivel az előző évből elraktározott csapadék a rendelkezésében állt a talajban. A talajok akár 500 mm vizet is képesek eltárolni, melynek a fele diszpobinilis víz. A kukorica vízfelhasználása a címerhányástól a szemtelítődésig a legmagasabb, míg a legalacsonyabb a fejlődés kezdetén (Futó és Sárvári 2015, Menyhért 1979).

1.7. A kukorica agrotechnikai tényezői

1.7.1. A kukorica elővetemény igénye

A kukorica vetésváltása nagy mértékben befolyásolja a termesztés hatékonyságát. A vetésváltásnak jelentős szerepe lehet az aszály kedvezőtlen hatásainak mérséklésében és az amerikai kukoricabogár elleni védekezésben is jelentős szerepet tölt be. A kukoricának jó előveteményei a gabonák, illetve a burgonya és a csemegekukorica, közepes önmaga és a napraforgó és rossz elővetemény a szudánifű, a monokultúras kukorica és a cukorrépa (Pepó 2019).

Sárvári (2005) szerint a kukorica jól bírja monokultúras termesztést, viszont mióta az amerikai kukoricabogár felcsapta a fejét, azóta ennél komolyabb vetésváltásba kell helyezni a kukoricát, mivel a kukoricabogár lárvája jelentős lárt okoz.

1.7.2. A kukorica talajelőkészítése

A kukorica kedveli a mélyebben lazított és jó kultúrallapotú talajokat. Elegendő számára 3-4 évente egy mélylazítás vagy egy közép mély szántás. A lazítás által csökken a

talaj térfogattömege és nő a hézagterfogata, azon belül is a gravitációs pórusok aránya, amely kedvező talajállapotot idéz elő (Birkás 2017).

Az alapművelést Lazítóval vagy Ekével végezzük, majd a tél érkezte előtt /közben egy tárcsázással elsimítjuk a területet, így több nedvességet megőrizzük, illetve csökkentjük a tavaszi menetszámokat.

Birkás (2006) szerint a szántáselmunkálással közvetett feladatunk a mikroszervezetek működésének serkentése a megfelelő körülmények megteremtésével.

A szántás vagy lazítózás elmunkálása kiemelten fontos folyamat, amivel lezárjuk a talajt, segítjük a vízmegtartást és a felület egyenetlenségét is javítjuk. Ezáltal a tavasszal egyetlen egy fogasborona vagy kombinátor elegendő a megfelelő magágy eléréséhez. Az alábbi módszerrel minimalizálhatjuk a tavaszi taposási kárt, illetve a legtöbb nedvességet megőrizhetjük a talajainkban, ami a kukorica termesztésénél kiemelten fontos.

1.7.3. A kukorica vetése

A kukorica vetésének 2 fő lépése van: a magágy megfelelő elkészítése és a vetés megfelelő időben való elvégzése. Amennyiben az alábbiak közül csak egy elemet tudunk teljesíteni, annak már hatása lesz a terméseredményeinkre. A mai klimatikus körülményeket figyelembe véve teljesen át kell gondolnunk, hogy mit értünk megfelelő vetési idő alatt. Manapság már április elején eléri a talaj hőmérséklete a 8-10 °C -ot ami már kedvező feltétel a kukorica csírázásához, így hát a régebben megállapított vetésidőknek inkább az aszályosabb évjáratokban lehet fontos szerepe (Marton 2013).

Berzsenyi és Lap (2001) szerint a kukorica korai vetésének több pozitív hatása is ismert. A korábbi vetésidő következtében a kukorica hamarabb képes beárnyékolni a talajt, ami hatással lesz a gyomosodásra, illetve hamarabb érheti el a fiziológiai érettséget. A kukorica vetésideje április 1-20. közé esik optimálisan, de az évjárat hatásokat figyelembe véve a korábbi vagy ennél későbbi vetések is lehetnek megfelelőek.

1.7.4 A kukorica tápanyagellátása

A kukorica tápanyagigényes növény ezért fontos a megfelelő szinten tartása a makro és mikro elemekből. A kukorica tápanyag ellátásában nagyon fontos a kiegyensúlyozott kálium és foszfor ellátás, lehetőleg őszi dolgozunk be a talajba, amivel segítjük ezeknek az oldódását, illetve a precíz nitrogén ellátás tavasszal elengedhetetlen (Nyíri 1997).

A kukorica fajlagos tápanyagigénye a főbb makro elemekből: N 2,5 kg /100 kg termés, P_2O_5 1,1 kg / 100 kg termés, K_2O 2,2 kg / 100 kg termés. A kukorica tápanyagfelvétele a vegetatív szakasz kezdetén lassú, majd a 6-7 leveles szakaszában a legintenzívebb ami a megnyílás időszaka, illetve szemtelítődéskor. A műtrágya hasznosulását az agrotechnika, éghajlat és talajadottsági tényezőkön kívül a hibridek is jelentősen befolyásolják, mivel a mai korszerű hibrideknek sokkal job a tápanyaghasznosító képességük.

1.7.5. A kukorica növényvédelme

A kukorica növényvédelme kifejezetten fontos a termesztése folyamán. A kukorica kártevői közül a legjelentősebb a kukorica bogár. A kukorica bogár imágóként és lárvaként is tesz kárt a növényben, aminek köszönhetően sokáig képes károsítani a növényt. A legfontosabb védekezési módszerek a monokultúrás termesztés kerülése, az ellenálló hibridek termesztése és a megfelelő kártevő és gyomszabályozás. A kukorica számtalan nehezen irtható gyomnövényvel rendelkezik: Kakaslábű, parlagfű, fehér libatop, szőrös disznóparéj. A kukorica kórokozóival szemben rezisztens fajtákkal, illetve kémiai úton védekezünk, amely általában elegendő szokott lenni, mivel a kukorica fő tenyészideje melegebb évszakokba tehető és ez nem mindig kedvez a gyomok és a kórokozók terjedéséhez. (Glits és mtsai 1997, Kádár 2013, Novák és mtsai 2011).

1.7.6 A kukorica öntözési reakciója

Gyulai és Sebestyén (2011) szerint a csapadékmennyiség tenyészidő alatti eloszlása meghatározóbb lehet, mint a mennyisége.

A kukorica vízellátásának 3 fő alappillére van. Az őszi és a tél alatt elraktározott csapadék, az agrotechnika helyes használatával talajban tartott vízmennyiség, illetve a tenyészidő alatt hullott vagy kiöntözött vízmennyiség. A kukorica gyökérzete 2-2,5 méter mélyre is lehatol megfelelő rétegződés és lazultság mellett, ami egy aszályosabb évjáratban kiemelten fontos tulajdonság lehet. A gyors tarlóhántás és az alapművelés megfelelő elvégzése, illetve elmunkálása segít minket az őszi és téli csapadék befogadására és elraktározására. A kukorica vetése után is célunk fenttartani a morzsás és cserepesedés mentes felső réteget, amivel nemcsak a párologtatást csökkentjük, de a harminagyökereknek is segítjük a munkáját. A cserepesedett réteg mint egy dugó, lezárja a talajt és se be se ki nem távozik a csapadék, levegő és a hő se, ami létfontosságú lenne a kukorica számára. Ennek okán a sorközművelés egy létfontosságú eleme a kukorica termesztésének, nem hiába a „kapás

kultúra’’ elnevezés. A kukorica öntözése segíti a termésbiztonság növelését, illetve a csemege és a hibridkukorica előállítás felé is ösztönözhet minket, melyek nagyobb jövedelmezőséggel rendelkeznek (Petrasovits és Balogh 1969).

Az öntözés a leghatékonyabb védekezés az aszálystressz termés csökkentő hatásai ellen. Az öntözéssel elért terméstöbblet méretét alapvetően befolyásolja több más tényező, mint például az évjárat hatás vagy a vetésváltás. Több szántóföldi kísérlet bizonyítja, hogy egy aszályos évben az öntözésnek köszönhető terméstöbblet akár 7-9 t/ha-t is elérheti. Az öntözéssel elért terméstöbblet nyilvánvalóan egy normál évjáratban, vagy egy csapadékkal jól ellátott évben jelentősen kisebb, de még azokban az években is eléri a gazdaságos szintet. A kukorica az első 40-60 napban kevesebb vízzel is megelégszik. A kukoricának egy fontos tulajdonsága, hogy jó vízfelvevő képessége van, azaz jó öntözési reakcióval rendelkezik. A kukorica gyökérzete mélyre nyúl és jól átszővi a talajt, ezért a talajban raktározott nedvességet is jól tudja hasznosítani. A kukorica legnagyobb vízigénye a legszárazabb hónapjainkba esik (július, augusztus), ezért nagy az aszályérzékenysége. Az ország legszárazabb területén a kukorica csak fél termésre képes vagy szélsőséges esetben szemtermésre sem lehet számítani, mivel gyakran a csapadékmennyiség 250-300 mm alatt marad, mint a 2022-es évben. Magyarország kukorica termesztésének kulcsa a víz és ennek fényében jönnek létre jobb és rosszabb termesztőterületei. A kukoricát elsőnek június végén, címerhányás időszakában öntözzük meg először egy normál évjáratban, ami egy 50-60 mm-es kijuttatást jelent. Ezután 2-3 alkalommal juttatunk ki 30-40 mm vizet és ezt 12-14 napos öntözési fordulóval alkalmazzuk. Szemtelítődéskor ismét nagyobb öntözési normát kell alkalmazzunk, ami 50-60 mm-t jelent számunkra. Napjainkban a legelterjedtebb öntözési mód az esőszerű öntözés (Lineár, Pivot, Rain Star és Bauer csévélhető öntözőberendezések). A kukorica öntözésekor megkülönböztetjük a csemege, vetőmag és az árukukorica öntözését, mivel más-más technológiával, normával és öntözési fordulóval kell őket öntözni. A vetőmag és a csemegekukorica kisebb gyökereket növeszt, ezáltal kevésbé tudják hasznosítani a talajban elraktározott vizet, mint az árukukorica. A termelési értékük viszont sokkal magasabb, mint az árukukoricáé, ezért az öntözésük nyereségesebb még annak ellenére is, hogy folyamatos és egyenletes vízellátásra van szükségük (Csajbók 2004, Futó és Sárvári 2015).

1.8. A szárazság és sóstressz hatásai a kukoricára

Szász és Tőkei (1997) megállapították, hogy a nedves és száraz évjáratok előfordulási aránya megegyezett (22,5 %) 1860-199 között és a normal évjáratok száma a több mint s felét tette ki (55%), míg az 1980 és 2000 évek között az aszályos évjáratok száma lényegesen nőtt (52,6%) míg sajnos az átlagos (26,3%) évjáratok száma csökkent. Az aszályos évjáratok előfordulása egyre gyakoribb, ezért az aszály elleni védekezés a mezőgazdaságban egyre nagyobb szerepet tölt be, főként a kukorica termesztésben. A szárazságstressznek különböző fenológiai és biokémiai hatásai vannak a növényre. A növény vegetatív fejlődése közbeni vízhiány jelentősen hat a növekedésre, ami által kisebb lesz a növénytömeg és ezáltal az asszimilációs felülete a növénynek. A vízhiányt nem szenvedő kukoricaállományban 5-5,5 LAI értékig lineárisan, majd 6-7 LAI értékig egyre kisebb mértékben növekszik az elért szemtermés hektáronkénti eredménye. A kukorica termésének a nagysága és a levélfelület nagysága között összefüggés van, mely nagy fontossággal bír a termesztés folyamán. A kukoricának a címerhányástól a szemtelítődésig van a legkritikusabb időszaka. Ebben a periódusban akár 370 g/nap-ot is elérheti az aszálykár okozta terméskiesés (Antal 2005, Futó és Sárvári 2015). Számos kutatás megerősíti, hogy az aszály és a sóstressz hasonló fiziológiai és biológiai folyamatok és hasonló reakciókat, eredményeznek a növényekben (Chaves et al., 2003; Jiang and Zhang, 2004; Liu and Baird, 2004; Shao et al., 2005 s; Chen et al., 2003; Zhu et al., 2004). A vízstressz fogalmába tágabb körben a sóstressz és az aszálystressz egyaránt szerepel (Kaur és Zhawar, 2015), illetve megfigyelték, hogy a sóstressz a szárazság stresszel párosulva még hatalmasabb terméskiesés okozására képes (Cong et. al., 2021).

1.8.1. A szárazság tűrő hibridek megjelenése és jelentősége

Pepó (2011) szerint, a növénynemesítés új irányvonalai segítik és magukba foglalják a biodiverzitás eltérő módszerekkel való fenttartását, mivel csak a genetikailag változatos populációk segítségével vagyunk képesek megfelelő szelekciót elvégezni. A Mai szelekciós célok között főként a biotikus és abiotikus stressz- ellenállásának növelése a fő tenyésztési cél, mely a 21. században egy fontos értékmérő tulajdonságnak bizonyul. A népességnövekedés és a termőterület csökkenése évről évre a stabilan elérhető nagyobb termés elérésére ösztökéli a mezőgazdaságot, ami egyre nehezebb feladat. A hosszan tartó fejlődés fenttartása érdekében mindig kel újabb és újabb fajtákat létrehozni melyen felülmúlják elődeik és jobban alkalmazkodnak az aktuális termesztési elvárásokhoz. A mai

klimatikus körülmények mellett az aszály és sóstressztűrés fontos értékmérő tulajdonságok, melyek szorosan összeforrnak, akár csak az aszály és a sóstressz fogalma és kártétele. A gyomok és kórokozók minden bizonnyal hozzáfognak szokni a melegebb és aszályosabb körülményekhez, ezért csak hasonló meleg és szárazság toleranciával rendelkező hibridekkel tudjuk felvenni ellenük a versenyt. Az aszálystressz okozza a legnagyobb termés kiesést a mezőgazdaságban. Amennyiben száraz körülmények között vagyunk képtelenek dolgozni, ami manapság egyre gyakoribb, akkor a termésnövelésnek az egyetlen útja, ha olyan hibrideket termesztünk, melyen sokkal jobban hasznosítják a vizet és nagy terméspotenciállal rendelkezniük. A szárazságtűrésre történő nemesítés egy komplex feladat, mely sok jelleg felhasználásával történik. Jelenleg nagyon sok kutatás folyik a szárazságstressz kártételének elemzésére és vizsgálatára, melyből pontosabb képet kaphatunk, hogy hol kell jobban megerősítenünk a növényünket.

A szárazság/sóstressz tűrő hibridek nemesítése egy olyan lehetőséget jelent számunkra, hogy a termelést egy aszályosabb évjáratban egy egyszerű fajtaválasztással is eredményesebbé tudjuk tenni, amit egy fajtához igazodó öntözéssel kiegészítve egy fenntartható és jövedelmező termelést tudunk majd végrehajtani (Futó és Sárvári 2015).

III. Anyag és módszertan

3.1. A kísérlet bemutatása

A kísérlet folyamán öt különböző kukoricahibridnek vizsgáltuk a szárazság és sótürési reakcióit, tenyészedenyben, a külső csapadéktól elzárt fóliaházas környezetben. A kutatás lényege, hogy aszályos, normal és csapadékkal jól ellátott évjáratot, illetve ezt enyhe sóstresszel pároítva vizsgáljunk meg egy tenyészidőszakot 5 különböző kukoricahibriden. A tenyészedenyekbe a kísérlet beállítása folyamán 11 kg földet mértünk ki és annak a fizikai és kémiai tulajdonságait is megállapítottuk. A tenyészedeny mérete: (d) 33,7 cm, így a talaj felülete 891,5 cm². A kísérlet folyamán felhasznált talaj fizikai félesége: homokos vályog (Arany-féle kötöttségi száma KA =31; Leiszapolható rész - Li%=31,6, kémhatása: pH H₂O =6,54, mésztartalma: CaCO₃% = 0%. A kísérletet május 26.-án állítottuk be és július 27.-én került betakarításra Szarvason.

3.2. Az öntözési kezelések bemutatása

A kísérletben 3 vízellátottsági szintet állítottunk be. Elsőként meghatároztuk a talaj természetes vízkapacitását (VKsz), amely azt a vízmennyiséget jelentette, amelyet a talaj a gravitációval szemben vissza tud tartani. A kísérletben a következő kezeléseket állítottuk be:

- VKsz 40% (A természetes vízkapacitásig telített talaj víztartalmának 40%-a)
- VKsz 60% (A természetes vízkapacitásig telített talaj víztartalmának 60%-a)
- VKsz 80% (A természetes vízkapacitásig telített talaj víztartalmának 80%-a)

A kísérletben a tavaszi hűvösebb klímájú időszakban 2 naponta, majd a nyári melegebb időszakban naponta, illetve naponta 2x történt a víz kijuttatása a tenyészedenyekbe. A napi kijuttatott vízmennyiséget rendszeresen lejegyeztük, amennyiben a hőmérséklet és a növényi párologtatás azt indokolta, változtattunk a napi kijuttatott vízmennyiségen. A kísérletben az összes kijuttatott víz (tisztán és tápoldattal együtt) mennyiségét a 2. táblázat mutatja be.

1.táblázat. A különböző kezelések során kijuttatott víz mennyisége

	VKsz 40%		VKsz 60%		VKsz 80%	
	Víz	Tápoldat	Víz	Tápoldat	Víz	Tápoldat
Összesen kijuttatott (ml):	22500	1000	30500	1000	38250	1000
Összesen kijuttatott (mm)	252,3	11,2	342,12	11,2	429	11,2

Összesen (mm víz+tápoldat)		263,5		353,3		440,2
A számított és mért párolgás (mm)		476		476		476
Hiány (mm)		-212,5		-122,7		-35,8

A kísérletben a napi hőmérsékletek alapján mértük, és számoltuk a napi párolgás mennyiségét, amellyel a kezelésekben igyekeztünk megtartani a különböző vízellátottsági szinteket. Az első kezelésben (VKsz40%) a tenyészidő alatt 212,5 mm-rel jutott ki kevesebb víz, mint ahogyan azt a növényi párologtatás indokolta volna. A növények jelentős szárazságstressz és hőstressz hatás alatt voltak. A legnagyobb adagú kezelésben (VKsz 80%), a kijuttatott víz mennyisége nem volt optimális, nem fedezte a párologtatás nagyságát, mivel a hiába juttattuk ki az ideális mennyiséget, a növény nem vette fel és csak iszapolódni kezdett a tenyészedény, ezért csökkentettünk a vízádagon és úgy lettek beállítva, hogy a VKsz 80%-sem fedezte a napi párolgást.

2. táblázat. A kísérletben vizsgált hibridek leírása a gyártótól

Hibrid neve	Jellemző aszálytűrés a nemesítő tájékoztatása alapján(Corteva 2022)
P9610- FAO340 AQ	• Optimum® AQUAmax® hibrid 340-es FAO számmal, ebből fakadóan kiváló őszi kalászos elővetemény • Kiemelkedő a hektolitertömege, (395-410 gram az ezerszemtömege), emellett rendkívül kemény szemekkel rendelkezik • Terméstöbblete kb. 3% eddigi hasonló tenyészidejű hibridjeikhez képest, termésstabilitásban is előrelépést mutat, a száraz körülményeket is jobban viseli.
P9363 - FAO350	• Nagyon szép megjelenésű hibrid, erős gyökérrzettel, erős szárral és jó csőegészséggel. • Betakarításkori szemnedvessége a korai 300-asokhoz, míg termőképessége az érés csoport végéig, sőt a 400-as eleji hibridekével is vetekszik. • Szárazságtűrése kimagasló, ezért az aszályos évjáratokban is biztonságos kukoricatermesztés lehetőségét nyújtja.
P9978- FAO390	• Kitűnő példája a genetikai előrehaladásnak, hiszen a csoportjában lévő legnépszerűbb hibridek termésátlagához képest évjáratától függően, akár 400-500 kg-mal is többet tud teremni. • Az elődeihez képest jelentős terméselőny mellett, jó csőegészség és kedvező agronómiai tulajdonságok is jellemzik.
P0023- FAO420 AQ	• Termőképessége mellett a gyors vízleadás a másik erőssége! • Aránylag alacsony, de kifejezetten erős növényfelépítés jellemzi. • Szára, gyökere nagyon erős. • Jól tolerálja a virágzás és szemkitelítődés idején előforduló magas hőmérsékleteket.
P0710 - FAO520 AQ	• Kiváló alkalmazkodóképesség és szárazságtolerancia jellemzi. • Nagyon jó agronómiai tulajdonságokkal rendelkezik, tenyészidejéhez képest alacsony növény, csőveit is alacsonyan hozza.

A kísérlet folyamán kaptak még a hibridek 2x 25g NPK (15-15-15) műtrágyát és 2x 25g pétisót (27%N) a talaj felszínére kijuttatva és az öntözővízzel bedolgozva.

3.3. A sós kezelések ismertetése

A sótűrési kísérletek alapja szintén a különböző vízellátottsági szintű kezelések (VKsz40%, VKsz 60% és VKsz 80%) beállítása volt. A különböző kukorica hibridek sótűrését az öntözővízzel adagolt Na sók kijuttatásával követtük nyomon. A sókeverék NaCl-ot, NaSO₄-t és NaCO₃-t tartalmazott. A kezelések során arra törekedtünk, hogy egy enyhén szikes talaj vízgazdálkodási tulajdonságait tudjuk modellezni.

A kísérlet során az összes kijuttatott víz (tisztán és tápoldattal együtt) mennyiségét a 3. táblázat mutatja be.

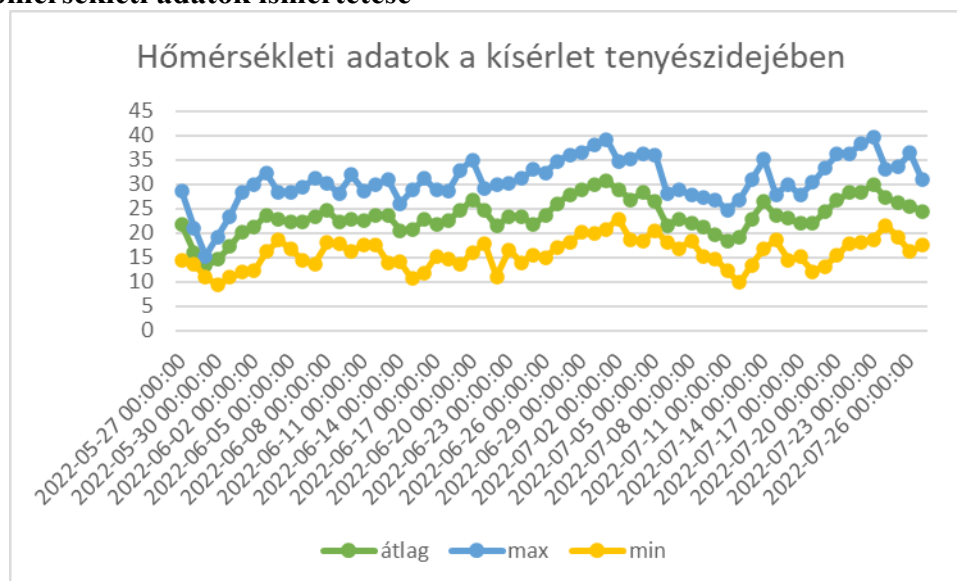
3. táblázat. A különböző kezelések során kijuttatott víz mennyisége(sós)

	VKsz 40%			VKsz 60%			VKsz 80%		
	Víz	Tápolda t	Sóoldat	Víz	Tápolda t	Sóoldat	Víz	Tápolda t	Sóoldat
Összes (ml):	21250	1000	1250	29250	1000	1250	37000	1000	1250
Összes (mm)	238,3	11,2	14	328,1 2	11,2	14	415	11,2	14
Összesen (mm víz+tápoldat)			263,5			353,3			440,2
A számított és mért párolgás (mm)			476			476			476
Hiány:			-212,5			-122,7			-35,8



1. kép: Hibridek a vízadagok szétválasztása előtt

3.4. A hőmérsékleti adatok ismertetése



1. ábra: A hőmérsékleti adatok a kísérlet tenyészideje alatt

Az alábbi diagramon a kísérlet tenyészidőjében mért hőmérsékleti adatok láthatóak. A diagramról leolvasható, hogy a június nagyon megevült és ez a fóliában meg is éreztette a hatását, mivel olyan hőstressz érte a hibrideket, amit nehezen tudtunk magunk mögött hagyni. A korai magas hőösszegek és a Júliusi meleg hatására a növényeink a fotoszintetizálást abbahagyták és elpusztultak. A kísérlet korai betakarítása végett a csőtömeg eredményeket nem tudtuk megmérni, mivel még nagyon kezdetlegesek voltak.

3.5. A mérések, adatfeldolgozás módszere

A kísérletben a következő fenológiai paraméterek mérése történt:

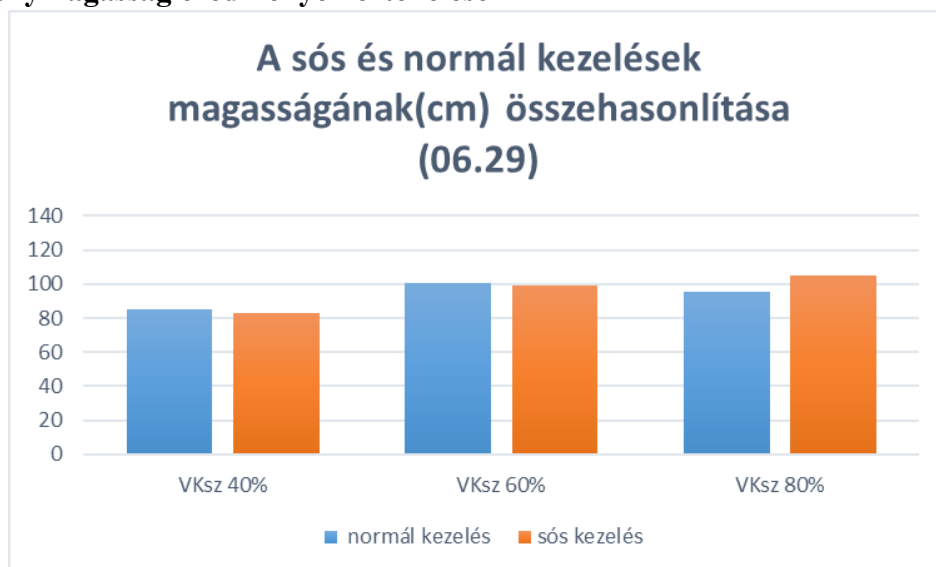
- Relatív klorofill tartalom (SPAD) Konica SPAD 501 műszerrel
- Levélterület (Montgomery képlet alapján)
- Levélterület index (LAI m^2/m^2)
- Növénymagasság
- Levél és szártömeg
- Gyökértömeg

Az adatok mérése a tenyészidőben több alkalommal, két hetente történt (SPAD, levélterület, növénymagasság), valamint a betakarítás alkalmával történt meg a végső biomassza mérése (levél és szártömeg, gyökértömeg).

Az adatok feldolgozása Microsoft Excel programmal történt.

IV.Eredmények és ismertetésük

4.1. A növénymagasság eredmények értékelése

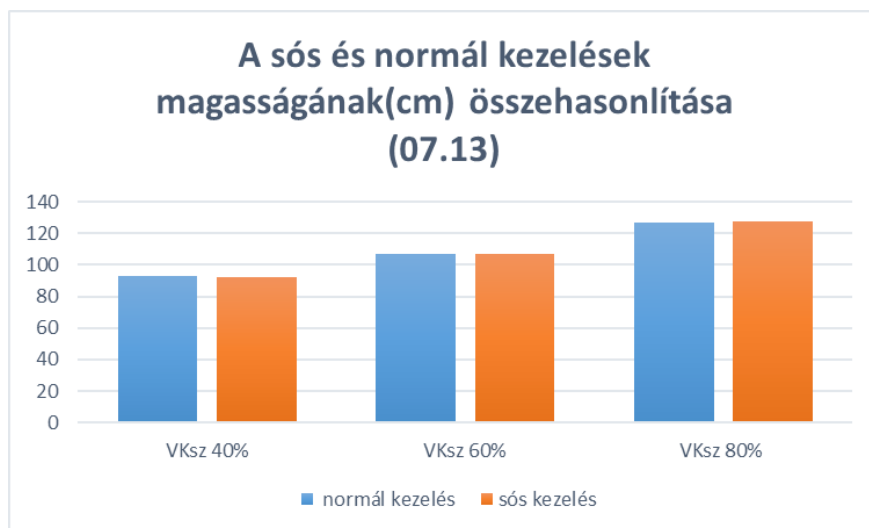


2. ábra: A sós és normál kezelések magassága (06.29)

A második ábrán a különböző vízadagok és a sós kezelések eredményeit láthatjuk 06.29.-én az 5 hibrid átlagában. Az első ábrán jól látható, hogy a legalacsonyabb magasságot a VKsz 40%-os vízadagon érték el (85-83 cm) a hibridek, ami nem meglepő, mivel itt állt a rendelkezésükre a legkevesebb mennyiségű víz. Az ábrát vizsgálva megfigyelhetjük, hogy a VKsz 60%-os és a VKsz 80%-os kezelések nem mutatnak nagy eltérést egymás között a normál (105 cm) és a sós kezelésekből (100 cm) sem. Ez azzal magyarázható, hogy ez a legelső mérés időpontja, tehát itt még a vízadagok közötti különbség és az enyhe sóstressz nem tudják számunkra megmutatni, hogy mennyire tudnak hatással lenni a hibridek magasság eredményeire.

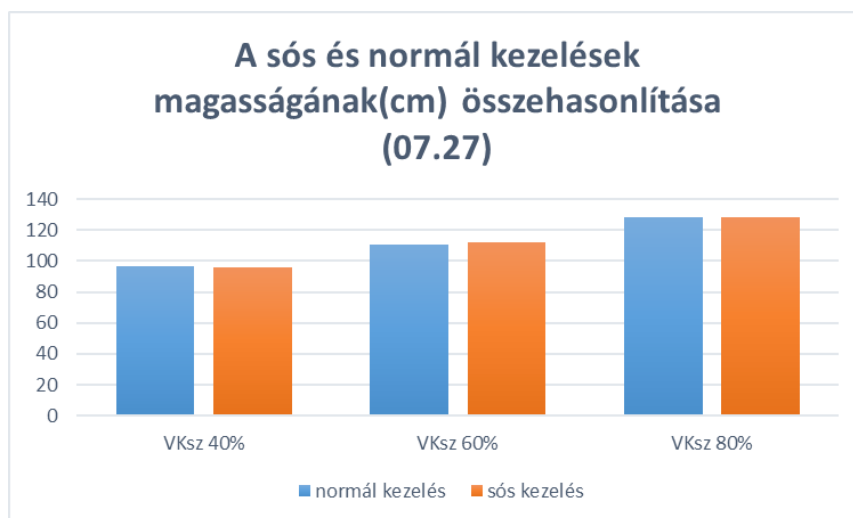
1. fotó: A vízadagok magassága az első mérés alkalmával





3. ábra: A sós és normál kezelések magassága (07.13)

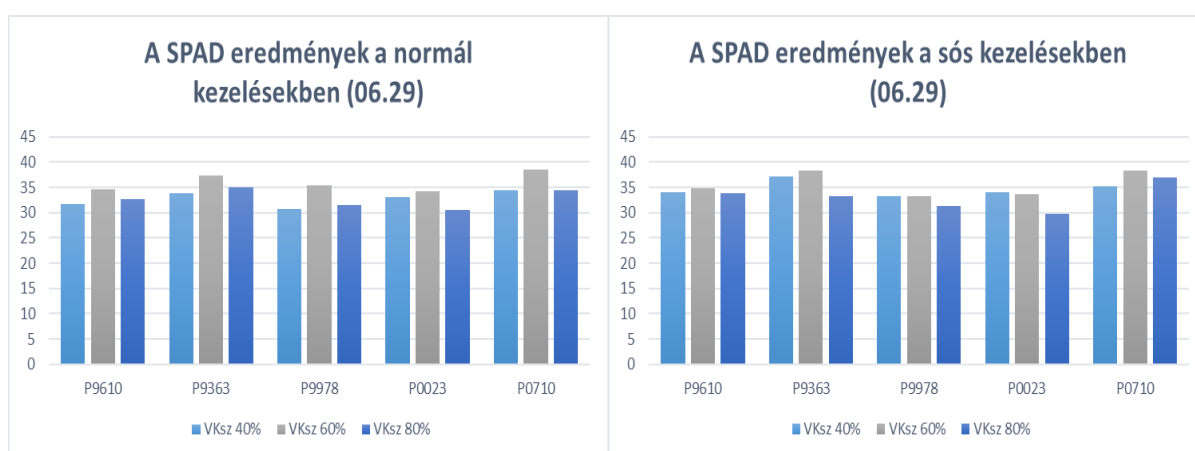
A harmadik ábrán jól látható, hogy az emelkedő vízadagok emelkedő növénymagasságokat eredményeznek. A normál kezelésekben a VKsz 40%-os vízadagon a legalacsonyabb (92,7 cm), a VKsz 60%-os vízadagon a középértékeket (106,5 cm) és a VKsz 80%-os vízadagon pedig a legnagyobb (126,5 cm) eredményeket érték el a kukorica hibridek. A sós kezelésekben is hasonló eredményeket értek el: VKsz 40%: 91,8 cm-VKsz 60%: 107,1 cm-VKsz 80%: 127,3 cm. Habár a különböző vízadagok már mutatnak különbséget a növénymagasságok tekintetében, a sóstressz továbbra sem okoz magasságbeli változást a kukorica hibrideken.



4. ábra: A sós és nem sós kezelések magassága (07.27)

A negyedik ábrán látható, hogy július 27-ére nem mutattak a hibridek jelentős változást a növénymagasságok tekintetében. A normál kezeléseknél a legkisebb vízadagon 96,3 cm, a középsőn 110,2 cm és az utolsó 128,3 cm, míg a sós kezeléseknél a legkisebb 95,6 cm, a középső 112,3 cm, és a legmagasabb 128,2 cm. A harmadik ábra is bizonyította számunkra, hogy a sóstressznek nem volt negatív hatása a magasság eredményekre a kísérletünk folyamán, illetve megállapítható, hogy a különböző vízadagoknak van hatása a magasság eredményekre, mégpedig a növekvő vízadagok szignifikánsan növelték a növények magasságát a kísérlet folyamán.

4.2. A SPAD eredmények értékelése

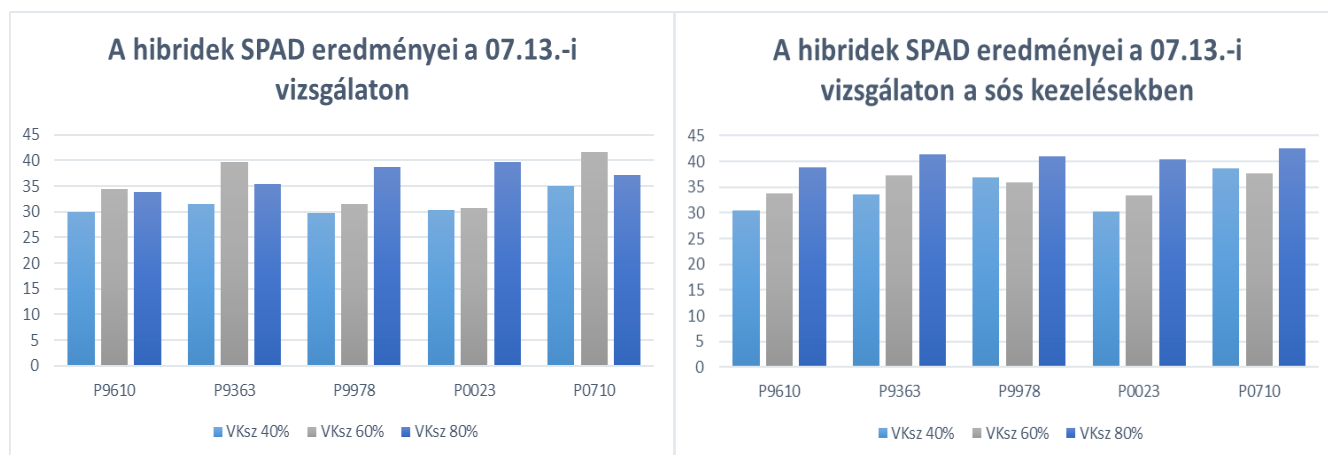


5. ábra: SPAD eredmények az első mérésnél

6. ábra: SPAD mérések az első mérésnél a sós kezeléseknél

Az alábbi ábrákon az első mérés eredményei láthatóak a sós és normál kezelések viszonylatában. A normál kezeléseknél a legalacsonyabb eredményeket a VKsz 40% és 80%-os vízadagon érték el a hibridek és minden esetben a VKsz 60%-os vízadagon érték el a legmagasabb SPAD eredményeket. A legalacsonyabb SPAD eredményt a P0023 nevű hibrid érte el (30,5) a VKsz 80%-os vízadagon és a legmagasabbat pedig az P0710 hibrid érte el (38,5) a VKsz 60%-os vízadagon. A sós kezeléseknél már változott a helyzet, mivel a legmagasabb eredményt a P9963 érte el (35,8) a VKsz 60%-os vízadagon. A legalacsonyabb SPAD eredményeket ismételtén a P0023 nevű hibridnél mértük (29,8) a VKsz 80%-os vízadagon, ami érdekes, mivel a legmagasabb vízadagon mértük a legalacsonyabb SPAD eredményeket és mind a kétszer a P0023-nál. A sós kezeléseknél nem lehet egyértelműen kijelenteni, hogy a VKsz 60%-os vízadagon érték el a legmagasabb SPAD eredményeket, mivel a VKsz 40%-os vízadagon is ért el magas eredményt a P9963 és a P0023 nevű hibrid. A

normál és a sós kezeléseknél közel azonos eredményeket értek el a hibridek az első mérés alkalmával.

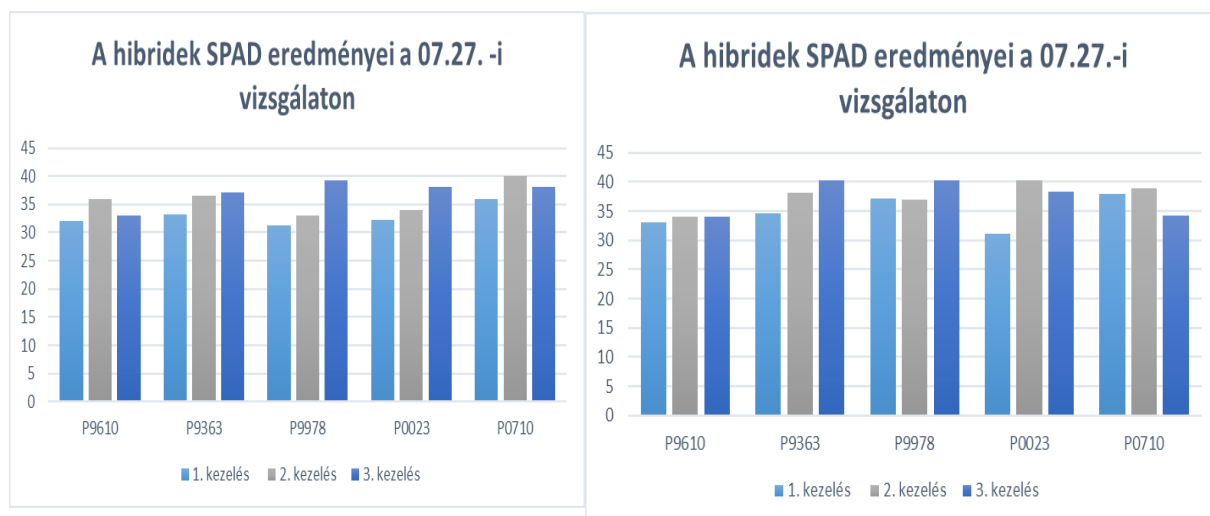


7. ábra: SPAD eredmények a második mérésnél

8. ábra: SPAD eredmények a második mérésnél a sós kezeléseknél

A második mérés alkalmával a legalacsonyabb vízadagon érték el a legalacsonyabb SPAD eredményeket a hibridek. A normál kezeléseknél a közepes és a legalacsonyabb vízadagok közt csak a P0710 és a P9363 hibridnél van nagyobb eltérés, és ezeknél a közepes vízadagon tudtuk mérni a legmagasabb SPAD eredményeket (40-42). A P9978 és a P0023 hibridnél a legmagasabb vízadagon mértük a legnagyobb SPAD eredményeket, amiknél körülbelül 10 egységgel tudtak többet a hibridek a kisebb vízadagoknál. A sós kezelésekre tekintve látható, hogy a legnagyobb vízadagon érték el a hibridek a legnagyobb SPAD eredményeket, illetve az is látható, hogy a legalacsonyabb vízadagon és a legmagasabb vízadagon történt SPAD érték növekedés a normál kezelésekhöz képest. A legmagasabb VKsz 80%-os vízadag a sós kezeléseknél töretlenül magas SPAD eredményeket hozott. A közepes és az alacsony vízadagnál eléggé változékonyak az eredmények. A P9978 és a P0023 hibrid az alacsony vízadag mellett is tudtak olyan SPAD eredményeket produkálni a normál kezeléseknél, mint a közepes vízadagon, illetve a sós kezeléseknél ezek a P9978 és a P0710 hibrid. A sós és nem sós kezelések hatása a SPAD eredményekre nem egyértelmű egyelőre, habár megfigyelhető a két ábrát szemlélve, hogy a sóstressz hatása alatt lévő hibridek mindegyike legalább az egyik vízadagon nagyobb eredményt ért el, mint a nem sós kezeléseknél. A sós kezeléseknél ez a jelenség, illetve, hogy a legmagasabb vízadagnál érték el a legmagasabb SPAD eredményeket a sós kezeléseknél arra ad utalást számunkra, hogy a sóstressz hatására növelni próbálják a növények a vízfelvételt, ami fokozott fotoszintetikus

aktivitást és szervesanyagtermelést von maga után, mivel a növény próbál reagálni már erre a kis mértékű sóstressz okozta hátrányos helyzetre.

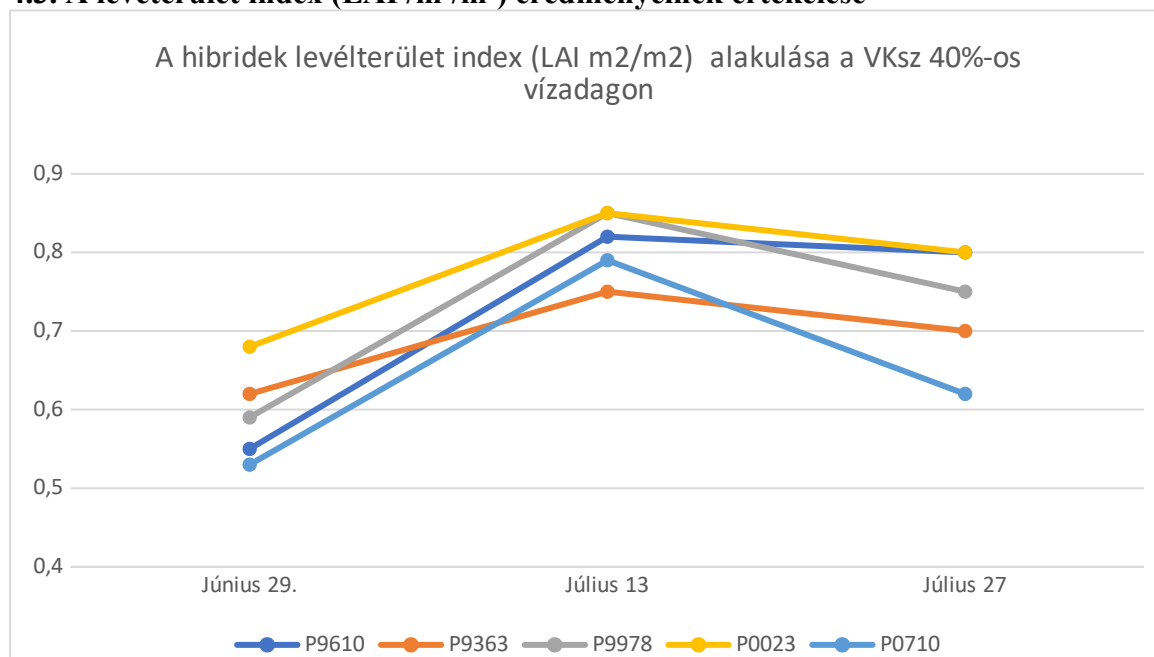


9. ábra: SPAD eredmények a harmadik mérésnél

10. ábra: SPAD eredmények a harmadik mérésnél a sós kezelésekben

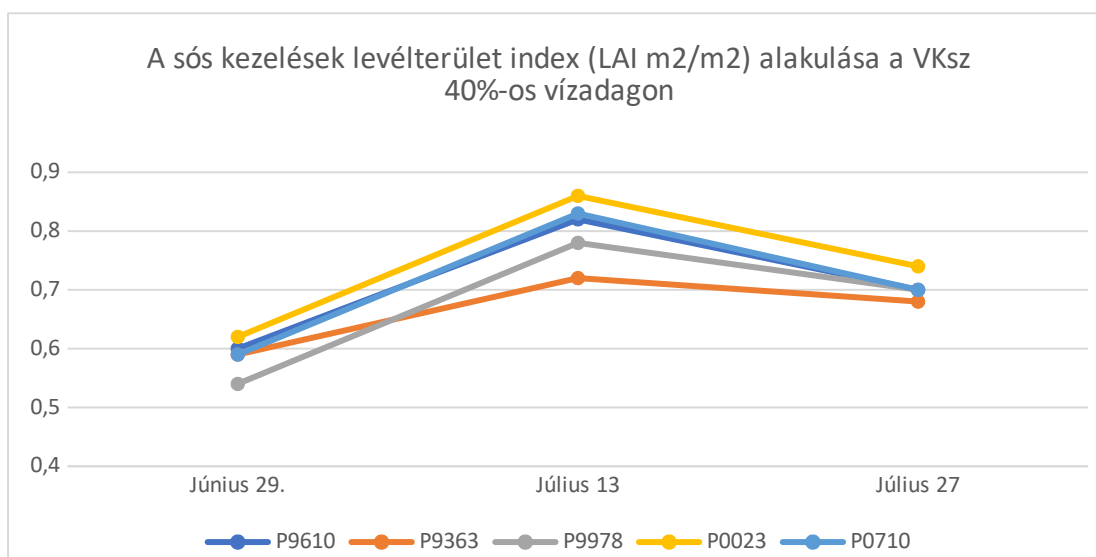
A 3. vizsgálat alkalmával a hibridek hasonló SPAD eredményeket értek el, mint az előző mérés folyamán. A normál kezelésekben a P0710 nevű hibrid érte el a legmagasabb (40) SPAD értéket a VKsz 60%-os vízadagján. A normál kezeléseknél a P9978 nevű hibrid mutatta a legnagyobb pozitív változást a legnagyobb vízadagon. A normál és a sós kezelések között ismételtelten megállapíthatjuk, hogy nem mutatnak nagy különbségeket, viszont az öntözésre a sós kezelésekben jobban kivannak élezve a növények, mivel a sós körülmények nehezítik a vízfelvételt, amivel fokozott fotoszintetikus aktivitással reagál a növény, mivel adott mennyiségű víz felvételéhez több energiát kell felhasználnon. A P9363 nevű hibrid mutatta a legkisebb változást a SPAD eredményeiben a sóstressz hatására. A P9610 nevű hibrid érte el átlagosan legalacsonyabb SPAD eredményeket a sós kezelésekben. Az utolsó mérésnél már kezd kirajzolódni számunkra, hogy mely hibrideknek mutatkozik meg a stressz a SPAD eredményeire és hogy melyek tolerálják jobban. A SPAD eredmények tekintetében a P0710 nevű hibridnél voltunk képesek általában a legmagasabb SPAD eredményeket mérni. A P9610 nevű hibridnél látható az utolsó mérés alkalmával, hogy sem a sóstresszre, sem az eltérő vízadagokra nem reagál különösebben a hibrid, tehát nem helyeztük egyikkel sem jelentősebb stresszfaktorba.

4.3. A levélerület index (LAI /m²/m²) eredményeinek értékelése



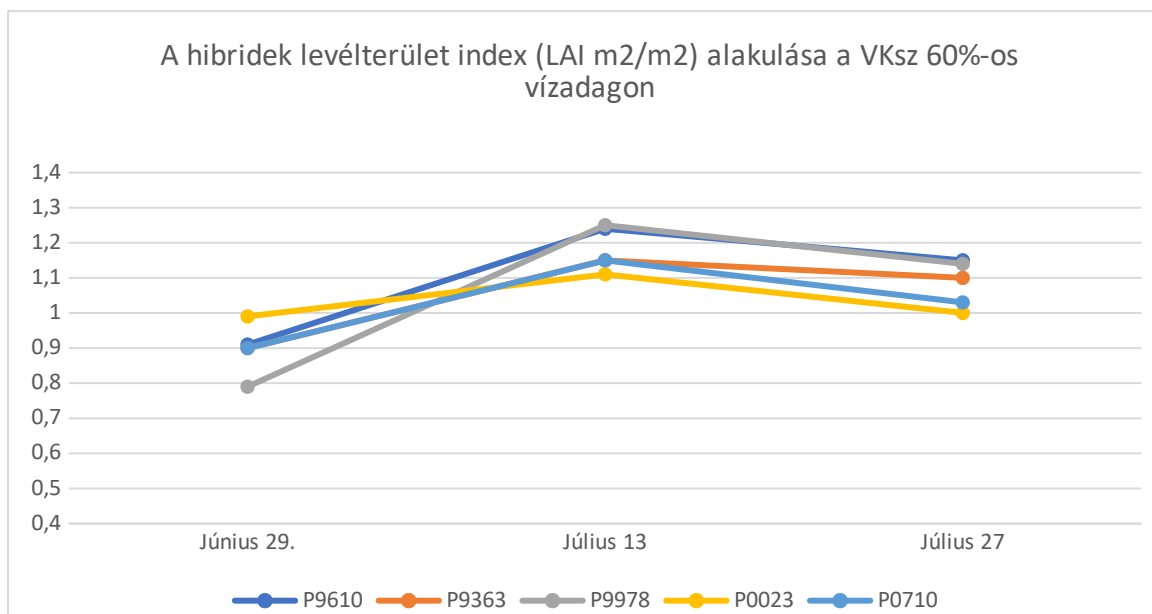
11. ábra: LAI eredmények a VKsz40%-os vízadagon

A kukorica hibridek LAI értékeit 3 alkalommal gyűjtöttünk be a tenészsídejük folyamán és a mérések között 14 nap telt el. Az első mérési időpontban is voltak már eltérések a hibrideknél. A P0710 nevezetű hibridnek volt a legalacsonyabb kezdeti LAI értékei, majd a második mérés során is csak 1 hibridet, a P9363-ast tudta felülmúlni, majd végül az utolsó mérésnél ismét az utolsó helyre került. A hibridek közül a P0023-as hibrid volt képes elérni a legnagyobb levélfelületet a hibridek közül a VKsz 40%-os vízadagon. Az ábrát vizsgálva leolvasható, hogy az első mérés után mindegyik hibridnél levélfelület növekedés következett be. A hibridek közül a P9363-as hibridnek volt a legalacsonyabb a levélfelület fejlődése, habár az utolsó mérésre elért csökkenés is nála szinte minimális volt. A P9978 nevezetű hibrid az első mérésnél a 3. legnagyobb levélfelülettel rendelkezett, de a másodikra már az élvonalba került. Ennél a hibridnél megfigyelhető, hogy a 3. mérésre igen nagyot zuhant a levélfelületének a nagysága. A 3 mérés alkalmával összességében megállapítható, hogy nem voltak képesek a vízhiány okozta stressz miatt a hibridek nagy levélfelületet növesztetni. A 9. ábrát szemlélve megállapítható, hogy az ilyen aszályos körülmények között nem képesek a növények sokéig fenttartani a levélfelület növekedését és annak szinten tartását.



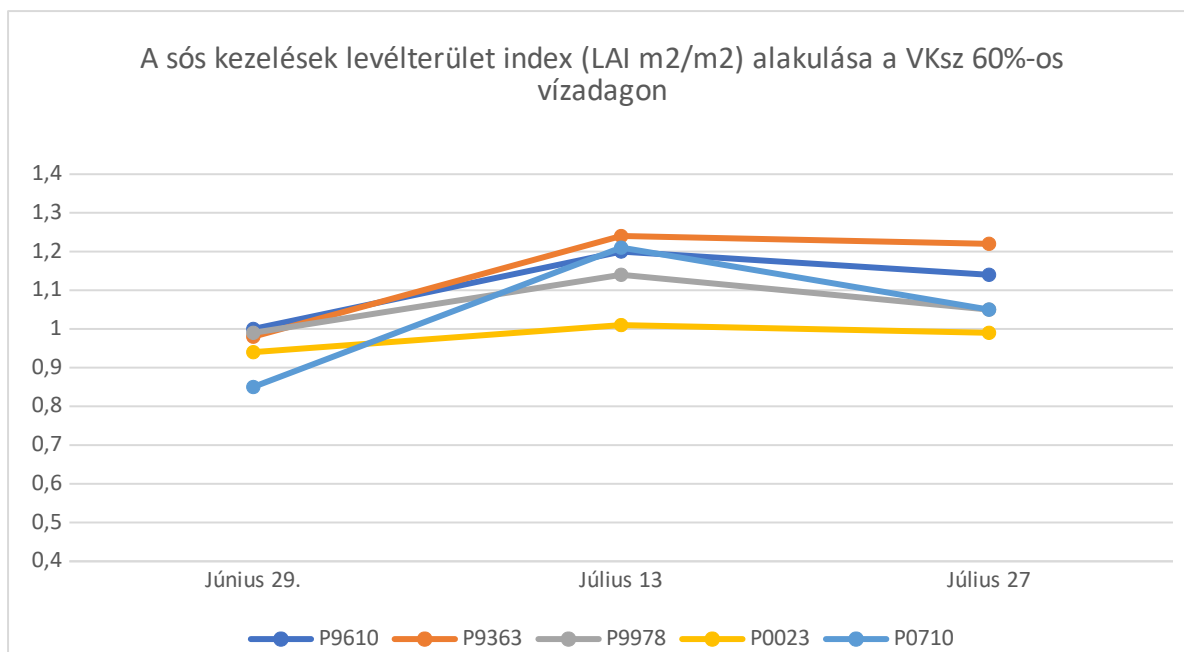
12.ábra: LAI eredmények a VKsz 40%-os vízadagon a sós kezelésekben

A 12. ábrát vizsgálva megállapítható, hogy a hibridek kezdeti levélfelülete közel azonosnak mondható. A július 13.-ai mérésnél már látszik a különbség a hibrideknél. A P9363 nevezetű hibrid a sós kezelésekben is szinte ugyanazt produkálta, mint a nem sós kezeléseknél. a mérések között a növekedési tendencia is ugyanakkora, illetve az elért levélfelület is (0,1-0,4 m²/m² különbség). A P0023-as hibrid a sós kezelésekben is a legjobb eredményeket érte el a többi hibridhez viszonyítva, viszont azt is megemlíteném, hogy a hibridek között a 2. mérésnél tapasztalhatunk csupán nagyobb különbséget. A P9978-as hibrid az első mérésnél a legalacsonyabb (0,54 m²/m²) levélfelülettel rendelkezett, de a második mérésre már kezdett felzárkózni a többi hibridhez (0,78 m²/m²). Az első és az utolsó mérésnél az aszály és a sóstressz, tehát összességében a vízstressznek köszönhetően a növények kezdeti és végső levélfelülete nem tért el jelentősen. A sóstressz negatív hatásai nem jelentősek a hibrideknél, mivel már eleve egy aszályos és stresszes körülményeknek vannak kitéve. A sós és nem sós kezelések között csupán pár tized gramm eltérés figyelhető meg, illetve egyik hibridnél sem tapasztalható nagyobb mértékű csökkenés a sóstressz érzékenység tünete jeléül. A VKsz 40%-os vízadagon a levélfelületek tekintetében nem figyeltünk meg nagyobb változásokat, ami az eleve korlátozott vízkészletnek is köszönhető.



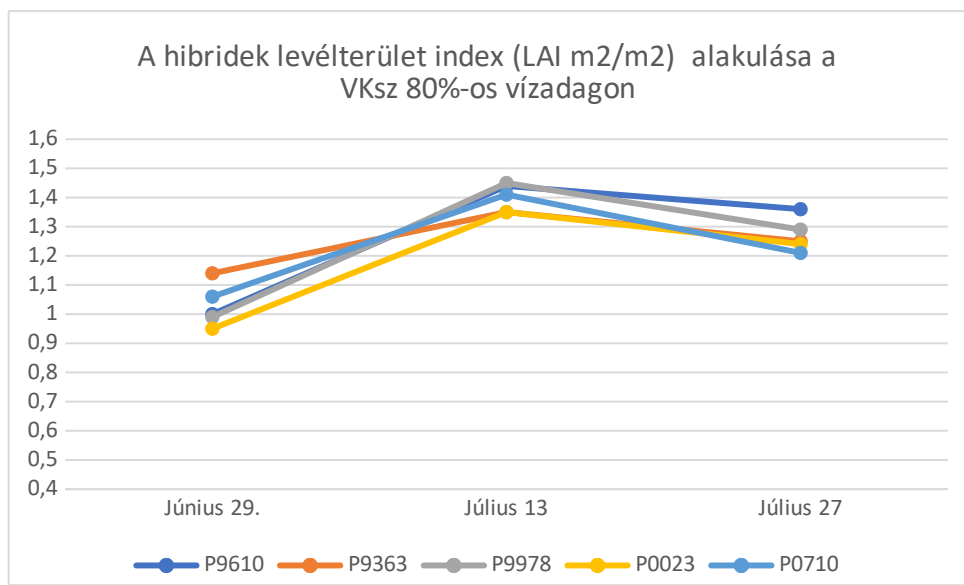
13.ábra: LAI eredmények a VKsz 60%-os vízadagon

A 13. ábrán a VKsz 60%-os vízadagon mért LAI eredményeket láthatjuk. Az ábráról egyszerűen leolvasható, hogy már az első mérésnél is képesek voltak nagyobb levélfelületet elérni, mint az aszályos VKsz 40%-os vízadagon. Az első mérésnél a P0023-as hibrid szerepelt a legjobban ($0,99 \text{ m}^2/\text{m}^2$) és a P9978-as nevezetű hibrid pedig a leggyengébben ($0,79 \text{ m}^2/\text{m}^2$), habár még ez is $0,1 \text{ m}^2/\text{m}^2$ -vel nagyobb a VKsz 40%-on elért első mérés legjobbjánál. A 11 ábrára tekintve megállapítható, hogy a második mérésre a P0023-as hibrid nem mutatott dinamikus levélfelület növekedést ezért a legalacsonyabb levélfelületet volt képes elérni a második és a harmadik mérés alkalmával is. A P9978-as hibrid a második mérésre a legmagasabb levélfelületet ($1,25 \text{ m}^2/\text{m}^2$) volt képes elérni, amivel a jó öntözési reakciójáról árulkodik számunkra ez a hibrid. A P9363 hibrid a VKsz 60%-os vízadagon is ugyanazt a növekedési rátát mutatja számunkra, mint a VKsz 40%-os vízadagon, tehát hogy az idő előre haladtával nem növelte túlságosan a levélfelületét, de a csökkenése a 3. mérésre sem volt drasztikus. A P9610-es hibrid az első mérésnél nagy levélfelületet ($0,91 \text{ m}^2/\text{m}^2$) növesztett, amit a második mérésnél is képes volt folytatni. A harmadik mérésre a P9610 nem mutatott számunkra drasztikus levélfelület csökkenés, viszont $3,5 \text{ m}^2/\text{m}^2$ -vel több levél felületet növesztett a közepesen ellátott szinten, A hibridek $1 \text{ m}^2/\text{m}^2$ és $1,15 \text{ m}^2/\text{m}^2$ között teljesítettek a 3. mérésre, ami valahol $0,4 \text{ m}^2/\text{m}^2$ -vel nagyobb, mint az aszályos VKsz 40%-os vízadagon, illetve egyes hibridek, mint a P9610 és a P9978-as kifejezetten jó öntözési reakciót mutattak ezek a mérések folyamán.



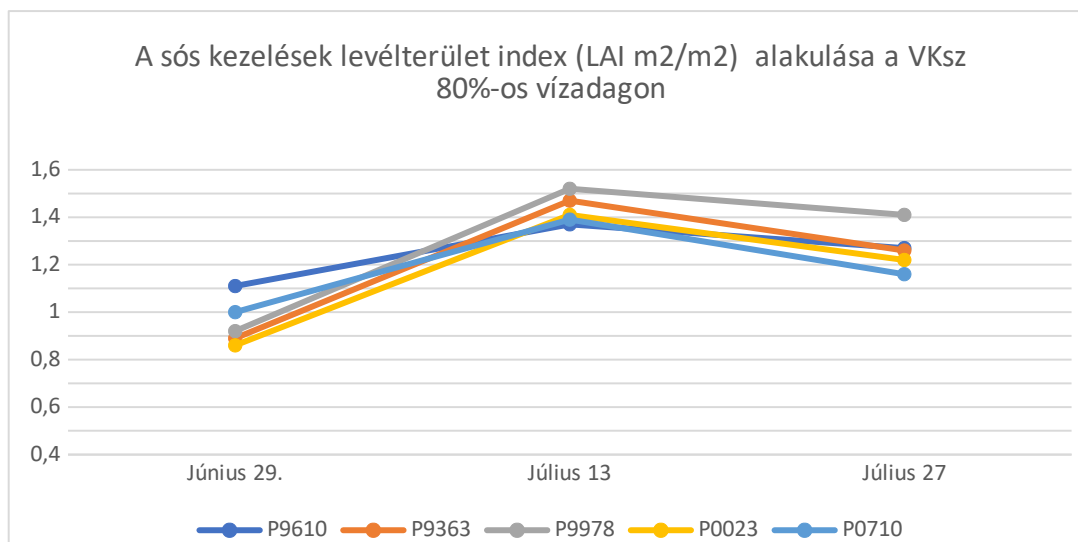
14.ábra: LAI eredmények a VKsz 60%-os vízadagon a sós kezelésekben

A 14. ábrán a közepes VKsz 60%-os vízadag sós kezelését láthatjuk. Az ábrán látható, hogy mind a 3 mérés alkalmával közel azonos eredményeket produkáltak, mint a nem sós kezelésekben. A legkisebb levélfelületet a P0710-es hibrid érte el, ami csupán $0,05 \text{ m}^2/\text{m}^2$ -vel volt kisebb, mint a nem sós kezelésekben, illetve vannak hibridek, mint a P9978 és a P9610, akik nagyobb ($+0,9 \text{ m}^2/\text{m}^2$ és $+0,2 \text{ m}^2/\text{m}^2$) kezdeti levélfelületet értek el, mint a nem sós kezelésekben. A hibrideknél a második mérésnél nem volt robbanásszerű növekedés, kivétel ez alól a P0710-es hibrid, aki az utolsó helyről a másodikra avanzsált a 2. mérésre. A harmadik mérést vizsgálva megfigyelhető, hogy több hibrid is csak minimálisat veszített a levélfelületéből. Kiemelném a P9363 nevezetű hibridet, mivel a második és a harmadik mérésre a legmagasabb levélfelület eredményeket érte el, illetve az előző méréseknél is jól megtudta tartani az elért levélfelületét. A Vksz 60%-os vízadagon a növények nem mutatnak jelentős változást számunkra a sós és nem sós kezelések viszonylatában, tehát eddig az enyhe sóstressz nem okozott problémát a növényeknek, ami arra utal számunkra, hogy a hibridek között nincs sóérzékeny.



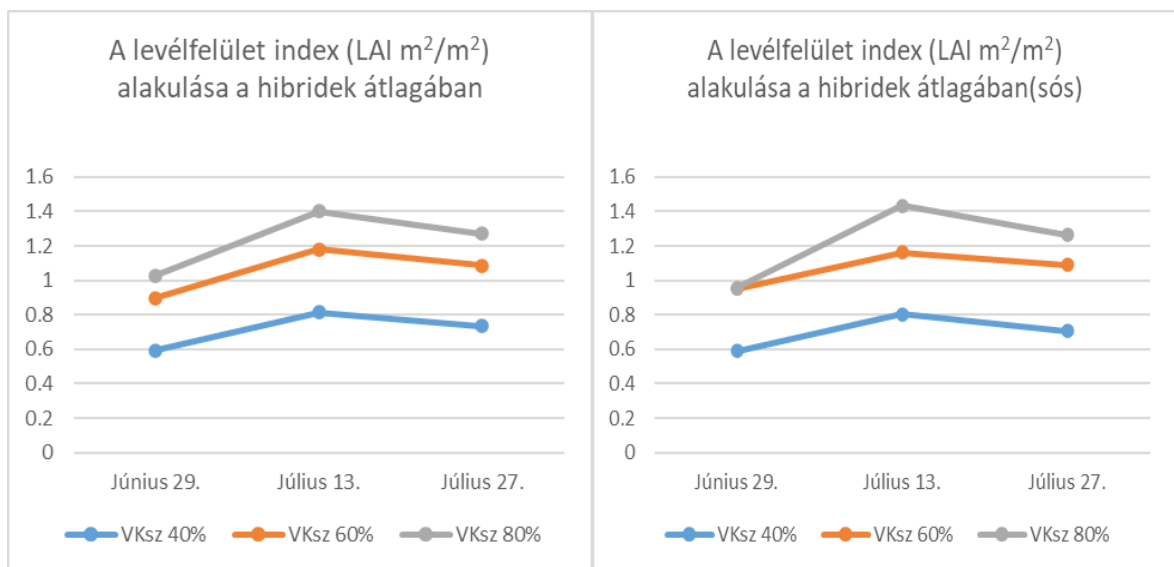
15. ábra: LAI eredmények a VKsz 80%-os vízadagon

A 15. ábrán a hibrideket a legmagasabb vízellátottsági szintjeiken láthatjuk. Jól látható, hogy hibridenként vannak eltérések, de összességében nagy levélfelületeket tudtak elérni a hibridek, nagyobbakat, mint az előző kettő vízadagon. A legkisebb levélfelületet ismételten a P0023-as hibrid érte el. A P0023-as nevezetű hibrid a legalacsonyabb VKsz 40%-os vízadagon a legjobb eredményeket, míg a VKsz 60% és a VKsz 80%-os vízadagon a legkisebb levélfelület eredményeket érte el. A legelső mérés alkalmával a P9363 nevű hibrid érte el a legmagasabb ($1,14 \text{ m}^2/\text{m}^2$) levélfelület eredményeket, viszont mint az előző méréseknél is mutatta, a másik kettő mérés alkalmával nem növelte tovább oly mértékben a levélfelületét, mint a társai. A második mérésnél a P9978-as hibrid érte el a legmagasabb levélfelület eredményeket ($1,45 \text{ m}^2/\text{m}^2$), ami azért is érdekes számunkra, mert a közepes vízadagon gyengébben teljesített ezen a mérésen a társainál. A 2. és a 3. mérés között a P0710-es hibridnél volt megfigyelhető a legnagyobb levélfelület csökkenés ($-1,8 \text{ m}^2/\text{m}^2$). Általánosságban mindegyik hibridnél megfigyelhető, hogy a növekvő vízadag növekvő levélfelületet eredményez a hibrideknél, ami a terméseredményeikre is hatással lesz. A VKsz 80%-os vízadagon a növényeknek a vízigénye kivolt elégítve, de még így is ugyanarra a sorsra jutottak, mint a kisebb vízadagok, mivel a fóliában uralkodó Június-Júliusi hőstresszben egy növény sem tudott volna fent maradni.



16. ábra: LAI eredmények a VKsz 80%-os vízadagon a sós kezelésekben

A 16. ábrán a legmagasabb vízadag sós kezelése láthatóak. A sós kezeléseknél a legalacsonyabb levélfelületet a P0023-as hibrid érte el ($0,86 \text{ m}^2/\text{m}^2$) szintén, viszont a másik 2 mérésnél már közepesen teljesített a többi hibridhez viszonyítva. A legmagasabb levélfelület eredményt a P9610-es nevezetű hibrid érte el az első mérés alkalmával ($1,11 \text{ m}^2/\text{m}^2$), viszont a másik két mérésre nem mutatott robbanásszerű levélfelület növekedést, mint a nem sós kezeléseknél. A P9363 hibrid eddig nem mutatott dinamikus növekedést a levélfelületében a mérések között, viszont a VKsz 80%-os vízadag sós kezeléseiben már más a helyzet, mivel a legnagyobb ($5,8 \text{ m}^2/\text{m}^2$) levélfelület növekedést mutatta számunkra, illetve a második legnagyobb eredményt érte el a második mérés alkalmával. Ezek az eredmények azt igazolják számunkra, hogy a P9363 nevű hibridnek jó a sóstresszre adott válaszreakciója, mivel itt is, illetve a VKsz 60%-os vízadag sós kezeléseinél is remek eredményeket ért el sóstresszre remekül reagálva. A P9978-as hibrid érte el a második ($1,52 \text{ m}^2/\text{m}^2$) és a harmadik ($1,41 \text{ m}^2/\text{m}^2$) mérés alkalmával is a legnagyobb levélfelületet. A 14. és a 13. ábrát vizsgálva megállapíthatjuk, hogy a P9978 nevezetű hibrid remek öntözési reakcióval rendelkezik, mivel ezen a vízadagon jó eredményeket ért el a sóstressz ellenére is. Érdekes, hogy a sóstressz hatására sem értek el gyengébb eredményeket a hibridek, annak ellenére sem, hogy korábbi kutatások szerint a sóstressznek kellene érzékelteni a negatív hatásait a LAI-ban és ezen keresztül a termésmennyiségben is. Ezek az eredmények azt sugallják számunkra, hogy ez az 5 hibrid kiváló sótűrési reakcióval rendelkezik, illetve kisebb mértékű sóstressz hatására nem történt levélfelület csökkenés.

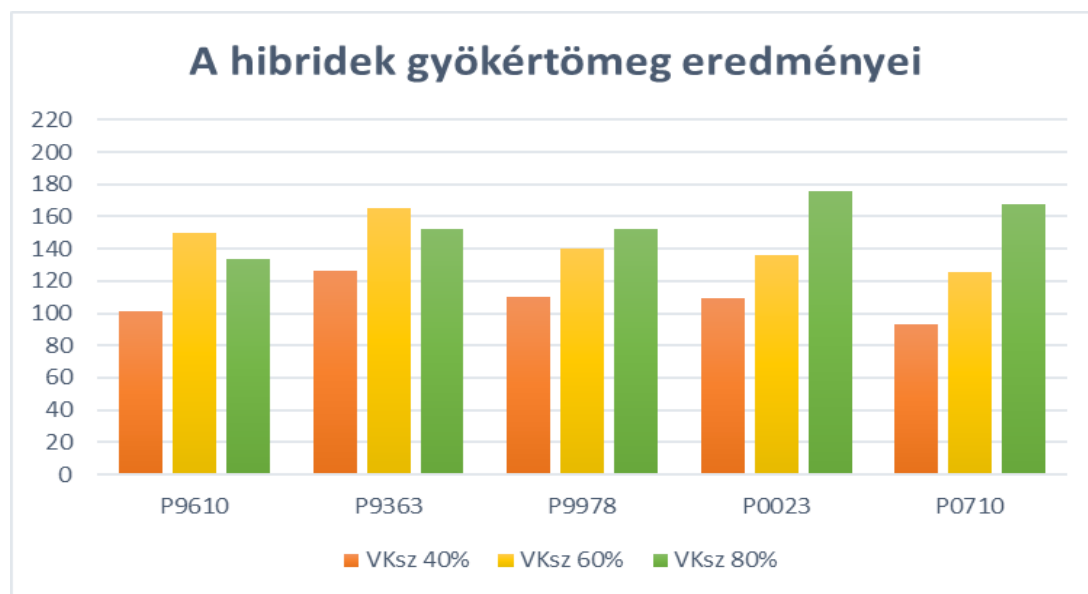


17. ábra: LAI adatok az öt hibrid átlagában

18. ábra: LAI adatok az öt hibrid átlagában a sós kezelésekben

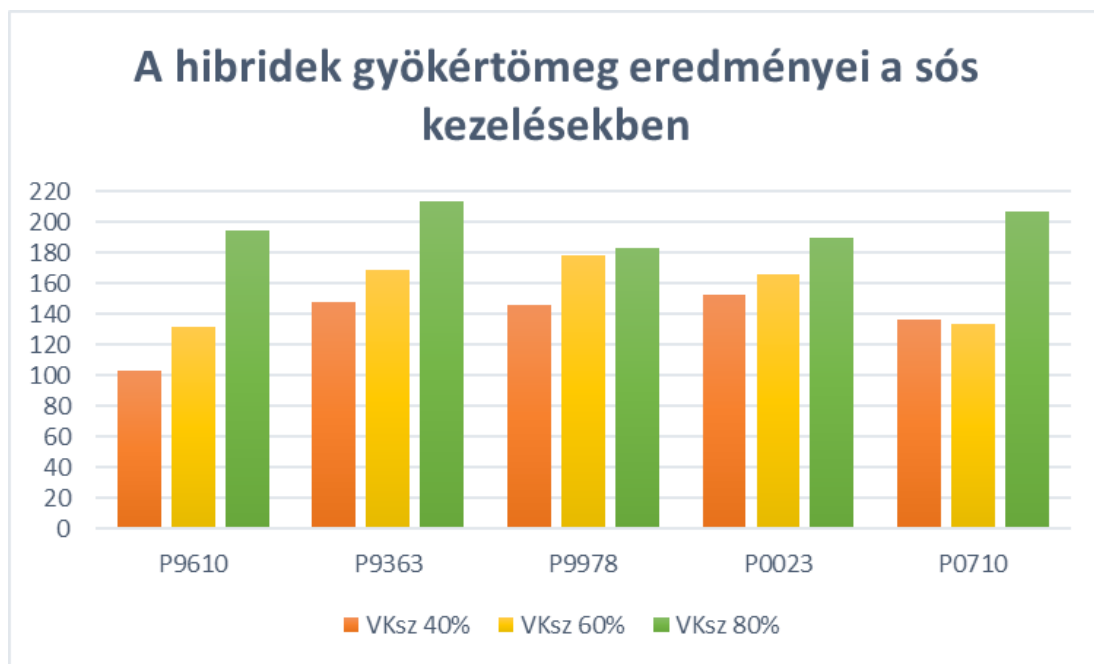
Az alábbi 2 ábrán nagyon jól leolvasható, hogy a különböző vízadagok eltérő levélfelületeket eredményeznek. Az aszályos körülmények a VKsz 40%-os vízadagon nemcsak kezdetben, hanem a kísérletben végig meghatározták a hibridjeink levélfelületét, és ez igaz végül is mindegyik vízadagra. Ha a VKsz 60%-os vagy a VKsz 80%-os vízadagot nézzük, megállapítható sós és nemsós viszonylatban is, hogy nemcsak kezdetben, hanem az egész tenyészidő alatt fogja érzékelteni az aszálystressz a negatív hatásait a levélfelületben. A harmadik mérésre már a növények olyan hőstresszt kaptak a fóliában, hogy egyik vízadag sem tudott segíteni a növényeken és a vízfelvételük is megállt. A vízadagok közötti különbség remekül érzékelhető a két ábrát tekintve, viszont a sós és nemsós körülmények közötti nem. A sós és nemsós kezelések között nagyon minimális különbség van és az se mindig negatív irányba. Korábbi kutatásaim azt bizonyítják, hogy a sóstressznek van negatív hatása a levélfelületre, azonban azokban a kutatásokban közepesen, illetve erősen szikes talajt modelleztünk. A kísérlet rámutatott nekünk arra, hogy az ilyen mértékű sóstressznek nincs közvetlen hatása a levélfelületre.

4.4. A gyökértömeg eredmények értékelése



19. ábra: Gyökértömeg eredmények

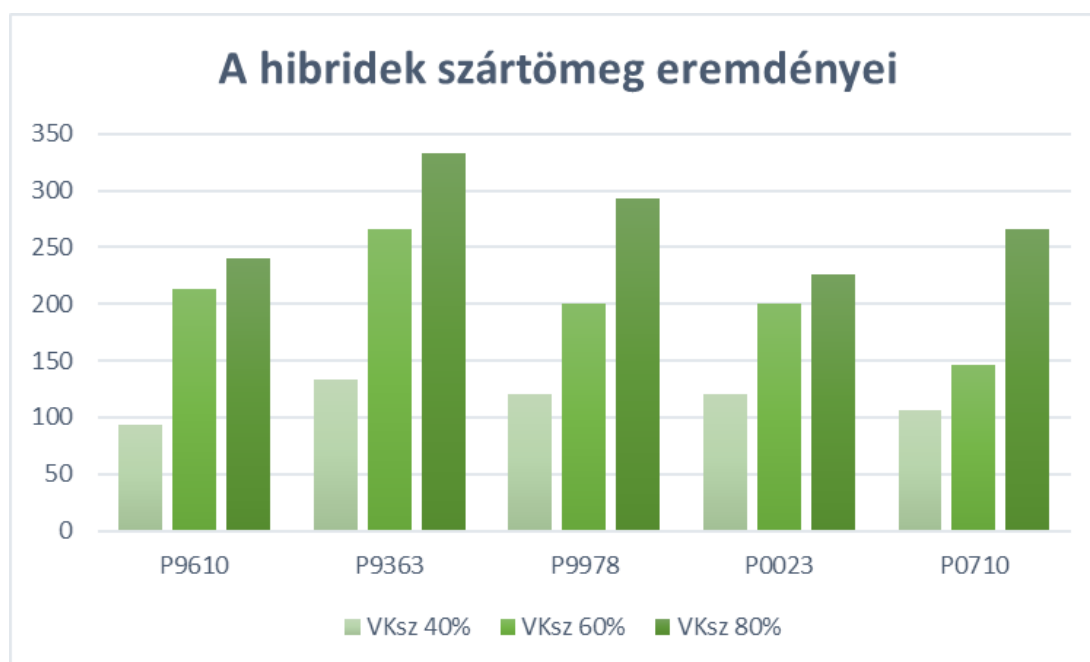
A 19. ábrára tekintve leolvasható, hogy a különböző vízadagokon mekkora gyökértömegeket értek el a növények. A legalacsonyabb gyökértömegeket minden esetben a VKsz 40%-os vízadagon érték el a hibridek. A legalacsonyabb gyökértömeget a P0710 nevezetű hibrid érte el (93,36g). A P0710 nevű hibrid és a P0023 -asra tekintve jól látható, hogy az eltérő vízadagokon különböző gyökértömeg eredményekkel rendelkeznek. A P9610 nevű hibrid és a P9363 a közepes VKsz 60%-os vízadagon érte el a legmagasabb gyökértömeget (149,5g-165,2g), habár csak éppen megelőzve a VKsz 80%-os vízadagon(134g-152,2g). A P9978-as hibrid mind a három vízadagon közepes gyökértömeg eredményt ért el az 5 hibrid átlagában, ami azt mutatja meg számunkra, hogy a különböző vízadagon okozta aszálystressz nem eredményezett nála akkora gyökértömeg változást, mint mondjuk a P0710 vagy a P0023-nál. Az utóbbi 2 hibrid az alacsony VKsz 40%-os vízadagon kis gyökértömeget értek el, viszont a jó öntözési reakciójuknak hála a javuló vízadagokra jelentősen növekedett a gyökértömegük. A VKsz 40%-os vízadagon a P9363-as hibrid érte el a legnagyobb gyökértömeget (126g), ami nagyobb, mint a P0710-esnek a VKsz 60%-os vízadagján (125,5g). A P9363-as jól reagálta le az aszályos körülményeket és a VKsz 40% és a VKsz 60%-os vízadagon a legnagyobb gyökértömegeket érte el.



20. ábra: Gyökértömeg eredmények a sós kezelésekben

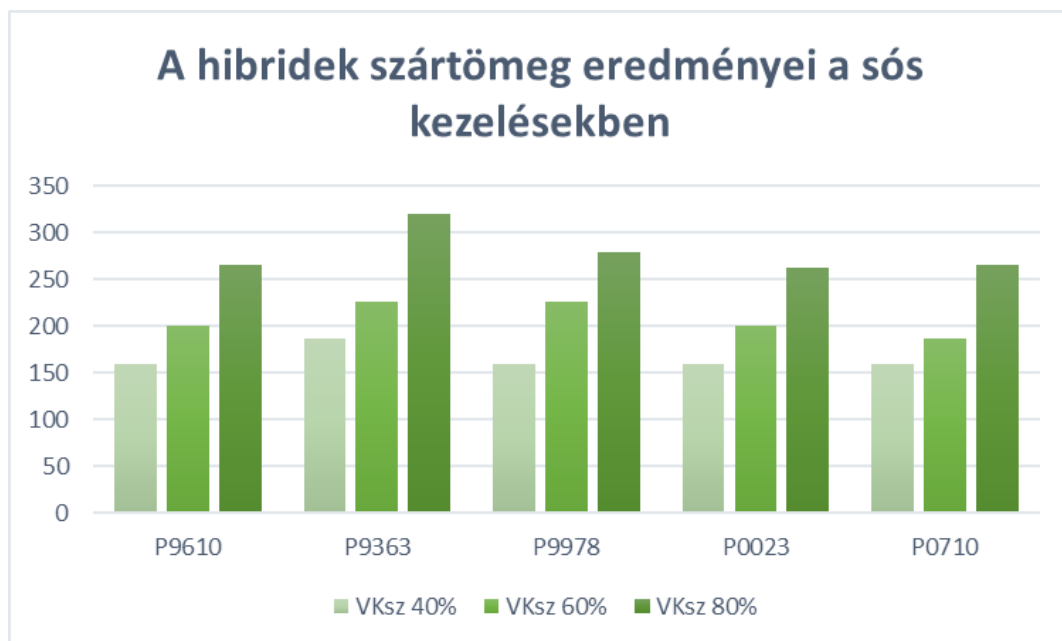
Az 20. ábrára megmutatja számunkra, hogy a sós kezelésekben mekkora gyökértömeg eredményeket értek el a növények. A legalacsonyabb gyökértömeget a P9610-es hibrid érte el a VKsz 40%-os vízadagon (103,5g). A legnagyobb gyökértömeget minden esetben a VKsz 80%-os vízadagon érték el a növények, illetve jelen esetben a P9363-as hibrid érte el a legnagyobbat, ami 213,5g. A grafikonra tekintve láthatjuk, hogy a hibridek átlagosan nagyobb gyökértömegeket értek el az enyhén sós kezelésekben, mint a nem sósakba. A legnagyobb növekedést a P9363-as hibrid érte el a VKsz 80%-os vízadagon, ami +61,3 g többletet mutat a sós kezelések hatására. A P9978-as és a P0023 hibrid közel azonos gyökértömegeket értek el mind a három vízadagon, ami azt mutatja meg számunkra, hogy nem a vízhiány okozta stresszre ragált igazán a növény, hanem inkább a sós volt számára nagyobb stresszfaktor. Általánosságban a hibridek a sós kezelésekben nagyobb gyökértömegeket növesztettek, mint a nem sós kezelésekben. Csupán kis mértékű sóstressznek tettük ki a növényeket, de ez már épp elegendő volt ahhoz, hogy a növények gyökértömeg növeléssel ezt kompenzálják, ami a többi eredményre tekintve sikeresnek is mondható. A megnövelt gyökértömegekkel a növények fokozni tudták a vízfelvételüket és ezzel kiegyensúlyozni a sós körülmények okozta hátrányt, aminek köszönhetően a többi eredménybe eddig nem tudtunk jelentős változást mérni a sós és nem sós körülmények között.

4.5. A szártömeg eredmények értékelése



21. ábra: Szártömeg eredmények

A hibridek szártömege tükrözi az eltérő vízadagokat. A legalacsonyabb szártömegeket a legkisebb VKsz 40%-os vízadagon érték el a hibridjeink. A legkisebb szártömeget a P9610-es hibrid érte el (93,3g). A legnagyobb szártömeggel a betakarításkor a P9363-as hibrid érte el 333g -al, ami magasabb a többi hibrid eredménye fölött van. Ez a hibrid a levélfelület eredményeknél is magas és kiegyensúlyozott eredményeket ért el, tehát nem meglepő, hogy szártömeg tekintetében is jól tudott teljesíteni. A VKsz 40%-os vízadag mindegyik hibridnél alulmarad legalább 80 g-al, kivéve a P0710-es hibridnél, ahol csupán 40 g volt a különbség a VKsz 40% és a VKsz 60%-os vízadag között. A P0710-es hibrid a legnagyobb vízadagra viszont remekül reagált és nagy szártömeg eredményt volt képes elérni (266,6g). A P9978-as hibridnél szintén jól látszódik, hogy a vízadagok közötti különbség hatására mekkora változás született a szártömegekben. A P0023-as hibrid nem rendelkezett egyik vízadagon se különösen nagy szártömeggel, annak ellenére sem, hogy a gyökértömegek tekintetében jó eredményeket volt képes elérni. A vízadagok közötti különbség remekül kirajzolódik az alábbi diagramon. A legmagasabb szártömeget a legnagyobb vízadagon érték el és a legkisebbet pedig a legkisebb vízadagon. A két vízadag közötti szártömeg különbség csupán a hibridek stressztűrő képességén és öntözési reakcióján múlt.



22. ábra: Szártömeg eredmények a sós kezelésekben

A sós kezelésekben a VKsz 40%-os vízadagon azonos 160g körüli szártömeget ért el mindegyik hibrid, kivétel a P9363-as mivel ez a hibrid 186,6 g-os szártömeget ért el a sós kezelésekben a legkisebb vízadagon. A legnagyobb szártömeget ismételtén a P9363 érte el a legnagyobb VKsz 80%-os vízadagon, ami 320 g. A P9363-as hibrid felülmúlta társait a szártömegek tekintetében. A VKsz 60%-os vízadagon nem érték el a hibridek sokkal nagyobb szártömeg eredményeket, mint a VKsz 40%-oson, mivel még itt is bőven stresszek körülmények között voltak. A vízadagok közötti különbség szemmel látható. A hibridek levélfelülete és a szártömege összefüggésben áll és a mért LAI és szártömeg eredmények tükrözik a hasonlóságot a hibridek eredményeiben. A sós kezelésekben nem fedeztünk fel szártömeg csökkenést a hibrideknél a nem sós kezelésekhez képest. Megállapítható, hogy a hibridek közötti különbség szártömegek tekintetében elenyésző a sós kezelésekben, viszont a vízadagok közötti továbbra is látványos számunkra. A sós kezeléseknél csak kis mértékű só-t juttattunk ki, hogy egy enyhén szikes talaj prezentáljunk a kísérlet folyamán, aminek a szártömegekre nem volt negatív hatása.

V. Következtetések

A kísérlet rávilágít arra számunkra, hogy a kukorica vízellátottsága hatalmas szerepet tölt be a fenológiai paramétereinek az alakulásában, illetve a kis mértékű sóstressz hatására nem érzékeltünk változást növényeinkben. A kísérlet folyamán remek eredményeket ért el a gyökér és szártömegek tekintetében a P9363-as hibrid, ami kiváló szárazságtűréséről tesz számunkra tanúbizonyságot. Fontos még megemlítenem a P0710 -es hibridet, aki éréscsoportban a legmagasabba tartozik, viszont növekedési erejével közel azonos eredményeket produkált, mint a FAO 300 éréscsoportba tartozó hibridek a kísérletben. A kísérlet folyamán kis mértékben só stressz alá vontuk a növényeket, amivel egy enyhén szikes talajt, vagy esteleg egy kezdetleges másodlagos szikesedést prezentáltunk. Ezt a stresszfaktort ezek a hibridek kiválóan kezelték és a gyökérnagyságuk fokozásával kitudták küszöbölni a sós körülmények okozta hátrányt. A P9978-as hibrid mindegyik vízadagon jól teljesített a hibridek átlagában és az egyik legjobb öntözési reakciót mutatta számunkra a kísérletben. Fontosnak tartom még megemlíteni a P0023-as hibridet, amely a levélterület eredményeknél a VKsz 40%-os vízadagon végig jó eredményeket volt képes elérni, tehát az aszálytűrése beigazolódott, viszont a gyökértömegek tekintetében is remek eredményeket ért el a kedvezőtlen vízellátottsági szinten, illetve az emelt vízadagokat is meghálálta. A kísérlet rávilágított számunkra, hogy a megfelelő hibridválasztás elengedhetetlen kelléke a gazdaságos és fenntartható gazdálkodásnak, mivel egy jó hibridválasztással a klímaváltozás negatív hatásait is képesek vagyunk egy szintig csökkenteni. A kutatás további eredménye számunkra, hogy az öntözés és a víz megőrzése a talajainkba kulcsfontosságú lehet egy aszályos évjáratban, mivel a növények fenológiájában a legfontosabb limitáló tényező manapság.

VI. Összefoglalás

Dolgozatom célja, hogy a Magyar Agrár és Élettudományi Egyetem Öntözésfejlesztési és Meliorációs Tanszékén Szarvason a kísérlethez csatlakozzam és az eredményeit feldolgozzam, illetve a köz- és tudományos élet elé tárjam. A kísérlet eddig elismert és elismerés előtt álló kukoricahibrideknek vizsgálja a só és szárazságstresszre adott válaszreakcióit. A hibridek között szárazság érzékeny és tűrő is szerepel. A magyar mezőgazdaság egyre gyakrabban fog találkozni a száraz klíma okozta nehézségekkel, amire egy megoldást nyújthat, ha tudjuk a hibridjeink stresszre, illetve öntözésre adott válaszreakcióit. A téma újszerűsége abban rejlik, hogy az öntözési és a talaj adatokat tovább tudjuk pontosítani, amivel egy hibridre és talajra adaptált öntözés válik elérhetővé számunkra.

A kísérlet folyamán öt különböző kukoricahibridnek vizsgáltuk a szárazság és sótűrési reakcióit, tenyészedenyben, a külső csapadéktól elzárt fóliaházas környezetben. A kutatás lényege, hogy aszályos, normál és csapadékkal jól ellátott évjáratot, illetve ezt enyhe sóstresszel párosítva vizsgáljunk meg egy tenyészidőszakot 5 különböző kukoricahibriden.

A kísérletet május 26.-án állítottuk be és július 27.-én került betakarításra Szarvason. A kísérletben a napi hőmérsékletek alapján mértük, és számoltuk a napi párolgás mennyiségét, amellyel a kezelésekben igyekeztünk megtartani a különböző vízellátottsági szinteket. Az első kezelésben (VKsz40%) a tenyészidő alatt 212,5 mm-rel jutott ki kevesebb víz, mint ahogyan azt a növényi párologtatás indokolta volna. A növények jelentős szárazságstressz és hőstressz hatás alatt voltak. A legnagyobb adagú kezelésben (VKsz 80%), a kijuttatott víz mennyisége nem volt optimális, nem fedezte a párologtatás nagyságát, mivel a hiába juttattuk ki az ideális mennyiséget, a növény nem vette fel és csak iszapolódni kezdett a tenyészedeny, ezért csökkentettünk a vízadagon és úgy lettek beállítva, hogy a VKsz 80%-sem fedezte a napi párolgást. A sótűrési kísérletek alapja szintén a különböző vízellátottsági szintű kezelések (VKsz40%, VKsz 60% és VKsz 80%) beállítása volt. A különböző kukoricahibridek sótűrését az öntözővízzel adagolt Na sók kijuttatásával követtük nyomon. A sókeverék NaCl-ot, NaSO₄-t és NaCO₃-t tartalmazott. A kezelések során arra törekedtünk, hogy egy enyhén szikes talaj vízgazdálkodási tulajdonságait tudjuk modellezni. A kísérlet folyamán a jelentős hőstressznek voltak kitéve a növények, amely tovább nehezítette számunkra a fenológiai paramétereiknek a növelését. A júniusi időszakban olyan hőstressz érte a növényeket, amellyel csak később Kellott volna találkozniuk, ami nehezítette a kísérlet lebonyolítását. A kísérletben a következő fenológiai paraméterek mérése történt: Relatív

klorofill tartalom (SPAD) Konica SPAD 501 műszerrel, levélterület (Montgomery képlet alapján), levélterület index (LAI m^2/m^2), növénymagasság, levél és szártömeg, gyökértömeg. Az adatok mérése a tenyésztésben több alkalommal, két hetente történt (SPAD, levélterület, növénymagasság), valamint a betakarítás alkalmával történt meg a végső biomassza mérése (levél és szártömeg, gyökértömeg).

Az adatok feldolgozása Microsoft Excel programmal történt.

A kísérlet rávilágít arra számunkra, hogy a kukorica vízellátottsága hatalmas szerepet tölt be a fenológiai paramétereinek az alakulásában, illetve a kis mértékű sóstressz hatására nem érzékeltünk változást növényeinkben. A kísérlet folyamán remek eredményeket ért el a gyökér és szártömegek tekintetében a P9363-as hibrid, ami kiváló szárazságtűréséről tesz számunkra tanúbizonyságot. Fontos még megemlítenem a P0710 -es hibridet, aki éréscsoportban a legmagasabba tartozik, viszont növekedési erejével közel azonos eredményeket produkált, mint a FAO 300 éréscsoportba tartozó hibridek a kísérletben. A kísérlet folyamán kis mértékben só stressz alá vontuk a növényeket, amivel egy enyhén szikes talajt, vagy esteleg egy kezdetleges másodlagos szikesedést prezentáltunk. Ezt a stresszfaktort ezek a hibridek kiválóan kezelték és a gyökérnagyságuk fokozásával kitudták küszöbölni a sós körülmények okozta hátrányt. A P9978-as hibrid mindegyik vízádagon jól teljesített a hibridek átlagában és az egyik legjobb öntözési reakciót mutatta számunkra a kísérletben. Fontosnak tartom még megemlíteni a P0023-as hibridet, amely a levélterület eredményeknél a VKsz 40%-os vízádagon végig jó eredményeket volt képes elérni, tehát az aszálytűrése beigazolódott, viszont a gyökértömegek tekintetében is remek eredményeket ért el a kedvezőtlen vízellátottsági szinten, illetve az emelt vízádagokat is meghálálta. A kísérlet rávilágított számunkra, hogy a megfelelő hibridválasztás elengedhetetlen kelléke a gazdaságos és fenntartható gazdálkodásnak, mivel egy jó hibridválasztással a klímaváltozás negatív hatásait is képesek vagyunk egy bizonyos mértékig csökkenteni. A kutatás további eredménye számunkra, hogy az öntözés és a víz megőrzése a talajainkba kulcsfontosságú lehet egy aszályos és egy normál évjáratban is, mivel a növények fenológiájában a legfontosabb limitáló tényező manapság.

VII. Irodalom jegyzék

1. Antal J. (Szerk.) (2005): Növénytermesztéstan 1., A növénytermesztés alapjai. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 302-310 p.
2. Bárdi D. (2019): Szakdolgozat. Szarvas
3. Berzsenyi Z.- Lap D. Q. (2001): A vetésidő és a N- műtrágyázás hatása a kukorica (Zeamays L.) hibridek termésére és termésstabilitására 1991-2000 között. Növénytermelés. 50. 2-3. 309-331.
4. Birkás M. (Szerk.) (2006): Földművelés és Földhasználat Mezőgazda kiadó Budapest, 105. p.
5. Birkás M. (2017): Talajművelési ABC, Mediaworks Hungary Zrt. kiadása, Budapest. 123. p.
6. Borsos J. - Pusztai P. - Radics L. - Szemán L. - Tomposné L. V. (1994): Szántóföldi növénytermesztéstan KÉE, Budapest 217.p.
7. Chaves, M. M., Maroco, J. P., Pereira, J. S. (2003): Understanding plant responses to drought from genes to the whole plant. – Functional plant biology 30: 239-264.
8. Chen, C., Payne, W. A., Smiley, R. W., Stoltz, M. A. (2003): Yield and water-use efficiency of eight wheat cultivars planted on seven dates in northeastern Oregon. – Agronomy journal 95: 836-843.
9. Cong, X. – Pang, G. B. – Xu, Z. H. – Wang, R. Z.(2021): Physiological responses of winter wheat (triticum aestivum l.) to alternate irrigation with fresh and brackish water- Applied Ecology and Environmental Research 19(4):3137-3152, Hungary, Budapest
10. Csajbók J. (2004): A növénytermesztési tér vízgazdálkodása. Mezőgazdasági vízgazdálkodási szakirányú továbbképzési jegyzet.
11. Futó Z. (2006): A vetési idő és tápanyagellátáshatása a kukorica termésére, Doktori (PhD) értekezés, DE, Debrecen 11-12.p.
12. Futó Z. - Sárvári M. (2015): A kukoricatermesztés technológiájának fejlesztési lehetőségei, Szarvas 18-19.p.
13. Glits M. 1997: Növényvédelem. Mezőgazda Kiadó, Budapest 49-93. P
14. Heszky L. (2009): A növénytermesztés és növénynevelés kihívásai a XXI. századelején. Agrofórum.2009/március: 7-12.p.

15. Gyulai B.- Sebestyén E. 2011: Adalékok a kukorica trágyázásához. Agrárágazat. 12.4. 40-42.
16. Hidvégi Sz. (2008): Néhány időjárási tényező hatása a kukorica termékenyülésére, Doktori (PhD) értekezés, SZIE, Gödöllő 1-14p, 18-39.p.
17. Izsáki Z. - Lázár L. (2004): Szántóföldi növények vetőmag-termesztési technológiája, Kukorica. in (szerk. Izsáki, Lázár) Szántóföldi növények vetőmagtermesztése és kereskedelme, Mezőgazda Kiadó, Budapest, 666p, 214-240.p.
18. Jiang, M-Y., Zhang, J-H. (2004): Absciscic acid and antioxidant defense in plant cells. – Acta Botanica Sinica-English Edition- 46: 1-9.
19. Jugenheimer R. W. (1976): Cornimprovement, seedproduction and uses. John Wiley and Sons, New York-London-Sydney-Toronto
20. Kaur, L., Zhawar, V. K. (2015): Phenolic parameters under exogenous aba, water stress, salt stress in two wheat cultivars varying in drought tolerance. – Indian Journal of Plant Physiology 20(2): 151-156
21. Kádár A. 2013: Vegyszeres gyomirtás és termésszabályozás 172-180 p.
22. Kumari, A., R.K., Sairam, S.K., Singh, G.K., Krishna (2014): Early growth response: an indicator of subsequent growth and yield of wheat genotypes grown under simulated water stress condition, Indian J. Plant Physiol., 19(2): 94-100.
23. Liu, X., Baird, W. V. (2004): Identification of a novel gene, HAABRC5, from *Helianthus annuus* (Asteraceae) that is upregulated in response to drought, salinity, and abscisic acid. – American Journal of Botany 91: 184-191
24. Marton L. (2013): Hagyományos- és hidegtűrő kukorica hibridek gyomnövényekkel való versengésének vizsgálata. Doktori értekezés. Keszthely.
25. Menyhért Z. 1979: Kukoricáról a termelőknek. Mezőgazdasági Kiadó, 82 p.
26. Menyhért Z. (1985): A kukoricatermesztés kézikönyve. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.
27. Moud, A.M., K., Magshoudi (2008): Salt stress effects on respiration and growth of germinated seeds of different wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars. World J. Agric. Sci., 4: 351-358.
28. Nagy J. (2007): Kukoricatermesztés. Akadémia Kiadó, Budapest, 393.p.
29. Nagy J.- Megyes A. (2009): A kukoricatermesztés kritikus agrotechnikai elemei. Agroforum Extra. 32: 36-40.p.

30. Novák R. (Szerk.) 2011: Az ötödik országos gyomfelvételezés magyarország szántóföldjein. Vidékfejlesztési Minisztérium Élelmiszerlánc-felügyeleti Főosztály Növény- és Talajvédelmi Osztály, Budapest 418. p
31. Nyiri L. (1997): Az aszálykárok mérséklése. Mezőgazda Kiadó, Budapest
32. Shull G. H. (1909): A pure line method of cornbreeding. Amer. Breed. Assoc. RPT. 5. 51-69 p.
33. Szász L.-Tőkei G. 1997: Meteorológia mezőgazdáknek, kertészeknek, erdészeknek. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
34. Petrasovits I.- Balogh J. 1969: Növénytermesztés és vízgazdálkodás. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest,
35. Pepó P. 2011: Növénynemesítés. Az agrármérnöki Msc szak tananyagfejlesztése. Debrecen.
36. Pepó P. (2019): Alapnövények Mezőgazda Lap- és Könyvkiadó, Budapest
37. Radics L. - Ertsey A. – Gál I. – Pusztai P. – Szemán B. 2003: Szántóföldi növénytermesztés. Szaktudás Kiadó Ház Rt, Budapest, 110 p.
38. Sárvári M. (2005): A vetésváltás jelentősége a kukoricatermesztésben. Agronapló, 2005/3:12-14.
39. Shao, H., Liang, Z., Shao, M., Wang, B. (2005): Changes of some physiological and biochemical indices for soil water deficits among 10 wheat genotypes at seedling stage. – Colloids Surf B: Biointerfaces 42(2): 107-113.
40. Shao-Wei, L., L., Tian-Lai, J., Jing (2010): Effects of tomato fruit under Na^+ salt and Cl-salt stresses on sucrose metabolism. Afr. J. Agr. Res., 5: 2227-2231.
41. Tuteja, N., S.S., Gill, R., Tuteja (2012): Front Matter, in Improving Crop Productivity in Sustainable Agriculture, Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim, Germany. doi: 10.1002/9783527665334.fmatter
42. Varga Z. – Varga-Haszonits Z. (2003): A meteorológiai viszonyok hatása a kukorica életjelenségeire. I. Agroinform Kiadó, Budapest, Növényvédelmi tanácsok. 12. 12: 18-19
43. Vujaković, M., S., Balešević-Tubić, D., Jovičić, K., Taški-Ajduković, G., Petrović, Z., Nikolić, V., Đorđević (2011): Viability of soybean seed produced under different agro-meteorological condition in Vojvodina. Genetika, 43(3): 625-638.
44. Yohannes, G., B., Abraha (2013): The role of seed priming in improving seed germination and seedling growth of maize (*Zea mays* L.) under salt stress at laboratory conditions. Afric. J. of Biotech., 12, 46: 6484-6490.

45. Zhu, J., Shi, H., Lee, B., Damsz, B., Cheng, S., Stirm, V., Zhu, J-K., Hasegawa, P. M., Bressan, R. A. (2004): An Arabidopsis homeodomain transcription factor gene, HOS9, mediates cold tolerance through a CBF-independent pathway. – Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 101: 9873-9878.

Internetes források

1. Pepó P., Sárvári M. (2011.) Gabonanövényektermesztése Ch3 Kurkoicatermesztéshttp://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0010_1_A_Book_09_Gabonanoventek_termesztese/ch_03.html (2019, július)
2. https://www.ksh.hu/docs/hun/xstadat/xstadat_eves/i_omn029b.html (2022.09.27)
3. Corteva hibridek jellemzése: <https://www.corteva.hu/termekek-es-megoldasok/vetomagok/pioneer--hibrid-kukoricak---cortevaagriscience-hu.html> (2022.10.25.)

NYILATKOZAT

a záródolgozat/szakdolgozat/diplomadolgozat/portfólió¹ nyilvános hozzáféréseiről és eredetiségéről

A hallgató neve: Komlósi Ádám
A Hallgató Neptun kódja: A4U40H _____
A dolgozat címe: Különböző kukorica hibridek aszálystresszre és só-stresszre adott válaszreakcióinak vizsgálata
A megjelenés éve: 2023
A konzulens intézetének neve: MATE Környezettudományi Intézet
A konzulens tanszékének a neve: Öntözésfejlesztési és Meliorációs Tanszék

Kijelentem, hogy az általam benyújtott diplomadolgozat egyéni, eredeti jellegű, saját szellemi alkotásom. Azon részeket, melyeket más szerzők munkájából vettem át, egyértelműen megjelöltem, és az irodalomjegyzékben szerepeltettem.

Ha a fenti nyilatkozattal valótlan állítottam, tudomásul veszem, hogy a záróvizsga-bizottság a záróvizsgából kizár és a záróvizsgát csak új dolgozat készítése után tehetek.

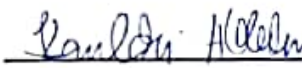
A leadott dolgozat, mely PDF dokumentum, szerkesztését nem, megtekintését és nyomtatását engedélyezem.

Tudomásul veszem, hogy az általam készített dolgozatra, mint szellemi alkotás felhasználására, hasznosítására a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem mindenkor szellemi tulajdon-kezelési szabályzatában megfogalmazottak érvényesek.

Tudomásul veszem, hogy dolgozatom elektronikus változata feltöltésre kerül a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem könyvtári repozitori rendszerébe. Tudomásul veszem, hogy a megvédett és

- nem titkosított dolgozat a védést követően
- titkosításra engedélyezett dolgozat a benyújtásától számított 5 év eltelte után nyilvánosan elérhető és kereshető lesz az Egyetem könyvtári repozitori rendszerében.

Kelt: 2023 év 11 hó 06 nap


Hallgató aláírása

¹ A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

NYILATKOZAT

Komlósi Ádám (neptun azonosítója: A4U40H) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a diplomadolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A diplomadolgozatot a záróvizsgán történő védeésre javaslom / nem javaslom¹.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem^{*2}

Kelt: Szarvas, 2023. november 03.



belső konzulens

¹ A megfelelő aláhúzendó.

² A megfelelő aláhúzendó.