

SZAKDOLGOZAT

Báthori Barnabás
Vetőmag-gazdálkodási szakmérnök

Szarvas
2023



**Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Szent István Campus
Vetőmag-gazdálkodási Szakmérnökképzés Szak**

**Biostimulátorok hatása a kukorica vetőmag hozamára és
minőségére**

Belső konzulens: Dr. Futó Zoltán
Tanszékvezető, egyetemi docens

Készítette: Báthori Barnabás
ELW6ZI
levelező tagozat

Intézet/Tanszék: Környezettudományi Intézet
Öntözésfejlesztési és Meliorációs Tanszék

**Szarvas
2023.**

TARTALOMJEGYZÉK

1. Bevezetés és célkitűzés.....	4
2. Irodalmi áttekintés	6
2.1. A hibrid kukorica piaci helyzete.....	6
2.2 Kukorica származása	7
2.2.1 A kukorica elterjedése Európában.....	8
2.3 A kukorica rendszerezése, alfajai	8
2.4 A kukorica morfológiája.....	9
2.4.1 A gyökérzet.....	9
2.4.2 A bokrosodás	10
2.4.3 A levél.....	10
2.4.4 A virágzat	11
2.5 A hibridkukorica előállítása.....	12
2.6 A hibridkukorica vetőmagtermesztése	13
2.6.1 A hibridkukorica éghajlati igénye	14
2.6.2 A hibridkukorica hőmérsékletigénye.....	14
2.6.3 A hibridkukorica vízigénye	15
2.6.4 A hibridkukorica elővetemény- és talajigénye	16
2.7 A hibridkukorica termesztéstechnológiája	16
2.7.1 A szántóföldi szakasz technológiája.....	17
2.7.1.1 Terület megválasztása.....	18
2.7.1.2 Elővetemény, vetésváltás.....	18
2.7.1.3 Talajelőkészítés	19
2.7.1.4 Tápanyagellátás	19
2.7.1.5 Vetés	19
2.7.1.6 Növényvédelem	20
2.7.1.7 Ápolás: fattyazás, idegenelés, öntözés, címerezés, apasor-kivágás	21
2.7.1.8 Betakarítás	23
3. Anyag és módszer.....	24
3.1. A kísérleti terület elhelyezkedése, jellemző adottságai	24
3.2. A terület agroökológiai jellemzői	25
3.3. A terület termesztéstechnológiája.....	26
3.4. A kísérlet beállítása	28
3.5. A kísérletben szereplő termésnövelő anyagok	29
3.6. Vizsgálati módszerek.....	30
4. Eredmények.....	34
4.1. Cső és szemvizsgálat eredményei.....	34

4.2. Vízleadási dinamika eredményei.....	39
4.3. Csíravizsgálat eredményei.....	40
5. Következtetések és javaslatok	41
6. Összefoglalás	43
7. Köszönetnyilvánítás.....	44
8. Irodalomjegyzék	45

1. Bevezetés és célkitűzés

A hibrid kukorica termesztés az utóbbi években talán a legbiztosabb árbevételi forrásnak tekinthető a mezőgazdasági termelőknek. A kukorica vetőmag előállításához ezzel párhuzamosan fejlettebb infrastruktúra és magasabb fokú szakmai hozzáállás szükséges. Termesztése elképzelhetetlen jelen időjárási körülmények között öntözés nélkül, ezért a termeltető cégek előnyben részesítik, de sokszor kizárólagos feltételként szabják meg, hogy a vetőmag előállítására szolgáló állományt öntözni képes legyen az előállító cég.

Legnagyobb kihívás a nem gépesíthető munkálatok elvégzésére a humán erőforrást biztosítani. A tendencia alapján, sem a felnőtt idénymunkások, sem a diákmunkások nincsenek jelen a munkaerőpiacon a területek humán beavatkozásainak elvégzésére. Sokszor a szomszédos országokból hoznak be munkaerőt, de az elmúlt évek fizetési színvonalának elmaradása miatt inkább a nyugati országok veszik fel a kézi munkaerőforrást.

Az öntözőrendszerek száma is növekedett a pályázatoknak köszönhetően. Az Agrárgazdasági Intézet statisztikai elemzéséből kiderül, hogy 2021-es gazdasági évet nézve 85 031 hektáron öntöztek 118 millió m³ vizet felhasználva. Ez 10 százalékkal több terület és 35 százalékkal több víz a 2020-as adatokat nézve (Jung 2022). Erre nem volt készen a legtöbb helyen az állami vízhálózat, nem minden esetben tud megtörténni a különböző tulajdonban lévő, de hibrid kukoricával vetett területek öntözése, így könnyen érheti aszály által kiváltott stressz az állományokat.

Ennek ellenére a hibrid kukorica előállítás a 2015-19 között beadott területalapú támogatásokban szereplő területméreteket nézve 10 000 hektár területegységgel növekedett (Pál és Vásáry 2019).

A piacon egyre nagyobb szerepet kapnak a különböző biostimulátor készítmények, 2020-ban a növénykondicionáló és biológiai termésnövelők 19 százalékos piaci növekedést produkáltak (Gönczi 2022). A multinacionális cégek is folyamatosan vásárolják fel a kisebb cégeket melyek biológiai készítmények előállításával és fejlesztésével foglalkoznak, koncentrálnak a tőke, intenzívebbé válik a befektetési kedv. Minden kedvez ennek a szegmensnek, a társadalmi nyomás, az EU agrárpolitikája, műtrágya és üzemanyag árak. Az utóbbi két szempont inkább a talajkondicionáló készítményeknél van előtérbe helyezve (Gönczi 2021).

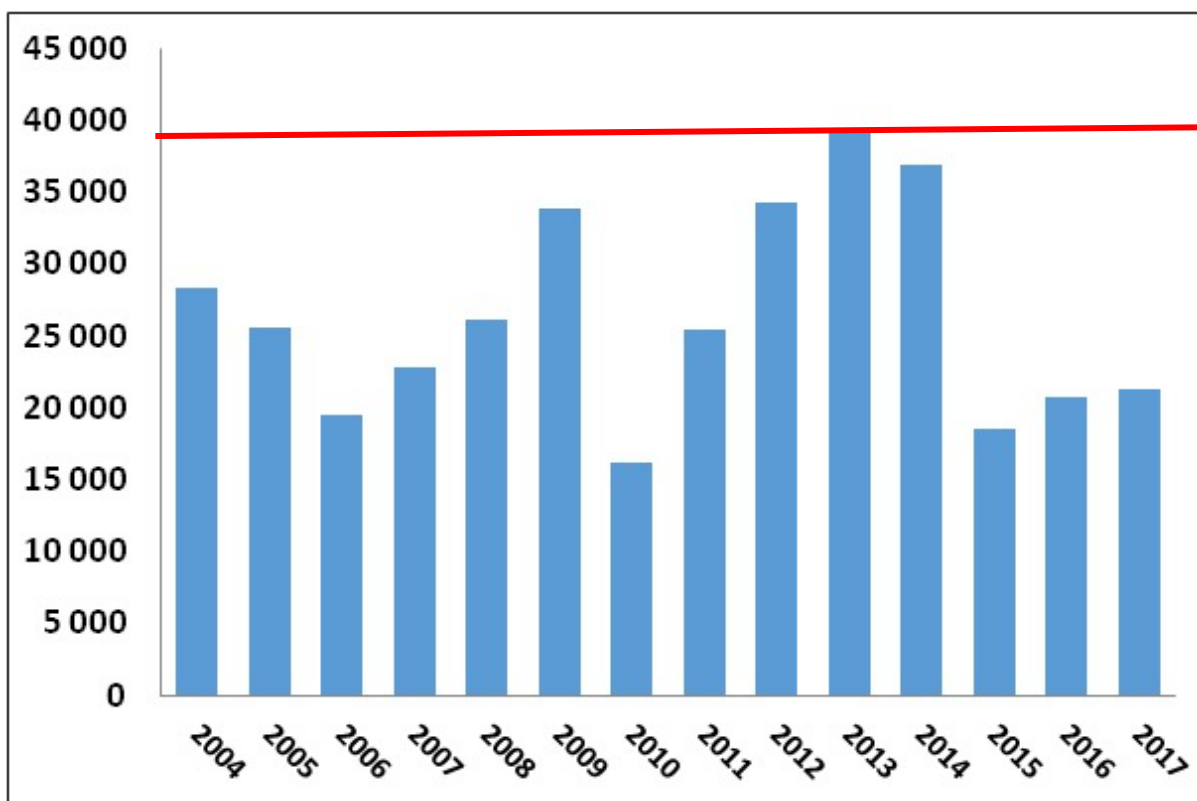
Célom ezért is olyan készítmények vizsgálata, amelyek megoldást kínálnak többek között az aszály, valamint a géppel elvégzett munkák után maradó mechanikai sérülések által okozott stresszes állapot mérséklésére.

A hibrid kukorica beltenyésztett vonalai, különösen érzékenyek minden stresszhatásra ezért tartom ezeknek a stresszkezelő készítményeknek az alkalmazását kifejezetten előnyösnek és gazdaságilag relevánsnak a kukorica vetőmag előállításában, ha valóban képesek csökkenteni a növények stressz szintjét és ezáltal többelhozamot vagy jobb csírázási értékeket produkálni. A későbbiekben az eredményekre alapozva akár beépíthetők a vizsgált növény kondicionáló készítmények.

2. Irodalmi áttekintés

2.1. A hibrid kukorica piaci helyzete

A vetőmag-szaporítótérület az elmúlt időszakban emelkedő pályán van, szemben a takarmány kukorica vetésterületével, de még mindig nem éri el a 39 ezer hektáros 2013-as évben vetett területméretet. A takarmány kukorica és a hibrid kukorica esetében hatalmas kockázati tényező az aszályos időszak a fővirágzásban, termékenyülésben. A vetőmag előállítás kedvezőbb helyzetben van, mert a területek öntözőrendszerrel szerelt területen helyezkednek el, viszont így sem lehet teljesen elkerülni a légköri aszály okozta stresszes állapotot. A szaporítótáblák átlagtermése 3,3 t/ha érték körül alakul, ami közepes szinten van az elmúlt időszakban. A hazai vetőmagelőállítás nagy biztonsággal fedezi a hazai vetőmagszükségletet és biztosítja a kiemelkedő vetőmag-exportárualapot. A 2017-ben mért adatok szerint a fémzárolt hibrid kukorica vetőmag mennyisége meghaladta a 103 ezer tonnát. Az előállított hibridek száma igen magas, mert az itt előállított vetőmagmennyiség miatt jelentős szerepet tölt be hazánk a régió vetőmagellátásában, ami főleg a keleti exportpiacon volt jelentős a háború kitöréséig (Polgár 2017).



1. ábra: Hibrid kukorica vetésterületének alakulása 2004-2017 (ha) (forrás: Agrárágazat)

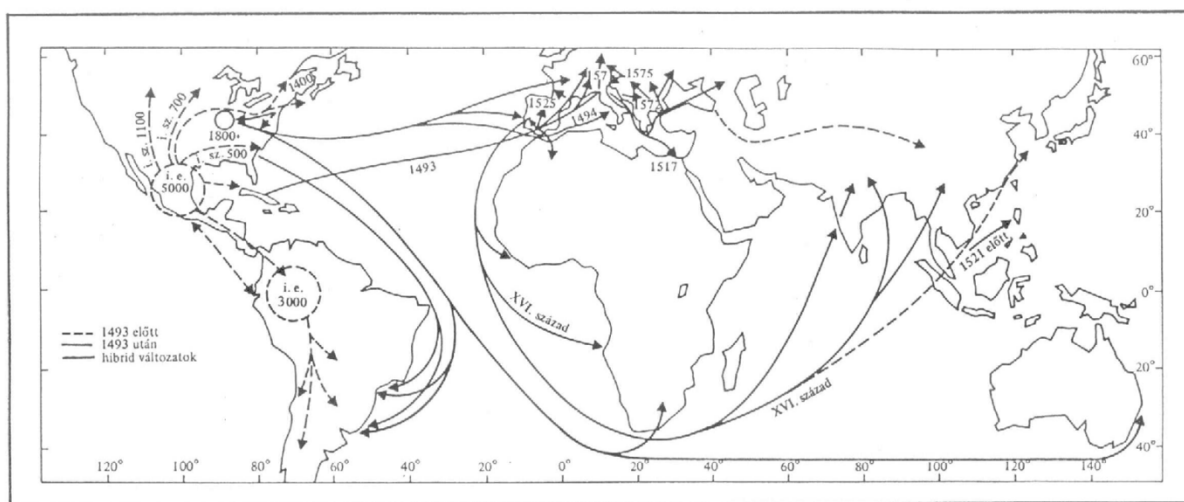
2.2 Kukorica származása

A kukorica a pázsitfűfélék családjába tartozik, családon belül a Zea nemzetségnek csupán egyetlen faja van, a Zea mays L. Feltehetően a fejlődése kezdeti szakaszában még nem volt váltivarú, virágzata a kalászos gabonafélékhez hasonlított leginkább. A mesterségesen besugárzott kukoricákon nagy számban fordulnak elő olyan egyedek, ahol a címeren található a búza virágzatához, terméséhez hasonló kukorica szemtermés (Bocz 1996).

Csakis a köztermesztésbe vont formájában ismerjük a kukoricát. Hasznosítása igen sokoldalú, ipari alapanyagok előállítása, az emberi táplálkozásban való felhasználás, állati takarmányozás, tehát igen sokoldalú növény. Egyes becslések szerint a növény több mint 96 százalékát maradéktalanul fel tudják dolgozni (Schultz és Motel 1973).

A régészeti kutatások során feltárt növényi maradványok alapján a kor szerzői kivétel nélkül Amerikát ismeri el az őshazájának. A géncentrum pontos meghatározásánál már nem egységes a felfogás. Geisler (1980) a géncentrumot Északkelet-Brazília és Paraguay területére teszi. Úgy véli az elsődleges domesztikáció Peru területén volt, majd a későbbiek folyamán innen terjedt el Közép-Amerikában és Mexikóban. Ezzel szemben Galinat pontosan az ellenkezőjét állítja, miszerint a géncentruma Mexikó, valamint Közép-Amerika, és innen terjedt el Argentína, Brazília, Peru és Bolívia, valamint Észak-Amerika felé, vélhetően ez a helytállóbb (Menyhért 1985).

Két ősi termesztési centrum alakulhatott ki. Az első Mexikó és Közép-Amerika körzetében, melyet i.e. 5000 köré becsülnek, majd ezt követte hozzávetőlegesen 2000 évvel később Peru és Bolívia területei. A későbbiekben ez a két géncentrum cserélgethette a kialakult ősi tájfajtaikat és így kialakulhatott az igen változatos formavilág, ami ezeken a területeken mind a mai napig megtalálható (2. ábra).



2. ábra: A kukorica feltételezhető géncentrumai és globális elterjedése (Sprague 1988)

2.2.1 A kukorica elterjedése Európában

Az európai kontinens csak Amerika felfedezése után ismerkedett meg a kukoricával. Az első írásos feljegyzés Kolombusz Kristóftól származik, amely tartalmazza, hogy Kuba belső részén találtak egy növényt melyet mahiz-nak neveznek, a mai kukorica őseit. 1493-ban érkezhettek be Európán belül Spanyolországba. Ebben az időben a kukoricának a betegségei és kártevői még nem voltak jelen a kontinensen, így genetikai potenciáljában lévő termőképességét könnyedén kifejezhette. Az akkor köztermesztésben lévő szinte összes gabonaféle termésátlagát felülmúlta. Az 1500-as évek elején, főleg a velencei és portugál hajósok útvonalán, az akkor ismert világ átvette termesztését. Magyarországra Dalmáciából vagy Olaszországból kerülhetett be az 1590-es években, de török közvetítéssel Erdélyben keresztül is érkezett (Pepó 2005).

2.3 A kukorica rendszerezése, alfajai

A kukoricát főleg a szemtermés típusa alapján rendszerezték, többek közt Sturtevant (1899) is. Ennek megfelelően megkülönböztetett kemény szemű, lisztes, lófogú, pattogatni való, csemege- és pelyvás kukoricát. Az osztályokba soroláskor a szemet képző endospermium összetételét, mennyiségét, minőségét vizsgálta, kivéve a pelyvás kukoricát. Az endospermium gyakorlatilag a szem tartalék tápanyaga, ennek összetétele alapján genotípusos adottságokra lehet következtetni, mert sokszor egy gén mutációja megváltoztatja az endospermium kémiai összetételét, illetve akár szemmel látható elváltozást is válhat ki.

Zea nemzetségbe sorolják, de a *Zea mays*on kívül még az *Euchlaena*-t is. Újabb irodalmakban már nem is különböztetik meg pl.: *Euchlaena mexicana* helyett *Zea mexicana*. Ezzel utalva szoros rokonsága, mivel keresztezhetőek a kultúrkukoricával. A kukorica rokonsági köréhez tartozik még a gammafü (*Tripsacum*). Ezzel a növénnel már nehezebben lehet keresztezni a kukoricát, ennek oka a kromoszómaszám, a diploid forma kromoszómaszáma, nem egyezik meg a kukoricáéval, a testi sejtek kromoszómaszáma $2n=36$, de a tetraploid formáké $2n=72$. Mindezek ellenére feltételezhető, hogy a *Tripsacum* csíraplazmája is részt vett a ma ismert kultúrkukorica kialakulásában (Mangelsdorf és Reeves 1945)

A *Zea* x *Tripsacum* keresztezésekor (közvetlen) az anyai vonal fertilitása igen mérsékelt, emellett teljes a hímsterilitás az F1 generációban. A *Zea* x *Euchlaena* keresztezéséből az F1-es generáció teljesen fertilis, bizonyos esetekben heterózishatás is megfigyelhető (Menyhért 1985).

A kukoricaszem típusbeosztását a szem felépítésére alapozva az alábbi táblázat tartalmazza (1. táblázat).

1. táblázat: A kukorica (*Zea Mays* L.) alfajai, a szemfelépítése és alakja szerint (szerk. Menyhért 1985)

Tudományos neve		Magyar neve	Jellemzés
Az európai szakirodalomban	Az amerikai szakirodalomban		
<i>Zea mays</i> L. convar. vulgaris (Koern.1873)	<i>Zea mays</i> indurata (Sturt.1883)	simaszemű kukorica	megkülönböztetünk: sima kemény szemű és sima puha szemű változatokat
<i>Zea mays</i> L. convar. dentiformis (Koern.1873)	<i>Zea mays</i> indentata (Sturt.1894)	lófogú kukorica	dent típusú kukorica
<i>Zea mays</i> L. convar. microsperma (Koern.1873)	<i>Zea mays</i> everta (Sturt.1894)	pattogatni való kukorica	rizsszemű, hegyes (egérfogú) és sima szemű, gyöngy változatai ismertek
<i>Zea mays</i> convar. saccharata (Koern.1873)	<i>Zea mays</i> saccharata (Sturt.1883)	csemegekukorica	fehér, sárga, lila változatai ismertek, frissen fogyasztásra és élelmiszeripari feldolgozásra
<i>Zea mays</i> L. amylacea (Sturt.1894)	<i>Zea mays</i> amylacea (Sturt.1894)	lisztes vagy puha kukorica, keményítő kukorica	a legősibb, puha, lisztes endospermiumot tartalmazó kukorica
<i>Zea mays</i> L. convar. amyleasaccharata (Greb.1949)	<i>Zea mays</i> amyleasaccharata (Sturt.1886) Montg.	felemás kukorica	átmeneti forma a lisztes és a cukor- (cseme-ge-) kukorica között
<i>Zea mays</i> L. convar. ceratina (Kulesch.1928)	<i>Zea mays</i> ceratina (Kulesch.1928)	viaszos kukorica	Kínában mutáció révén alakult ki, 100%-ban amilopektinből áll a keményítő
<i>Zea mays</i> L. convar. aorista (greb.1949)	—	átmeneti kukorica	átmeneti, köztes forma a sima kemény szemű és a lófogú kukorica között

2.4 A kukorica morfológiája

2.4.1 A gyökérzet

A gyökérzete a gabonákéhoz hasonló felépítésű, elsődleges és másodlagos vagy másnéven járulékos gyökérzet különíthető el. Az elsődleges (alap) gyökere a mélyebb talajrétegek felé terjeszkedik, akár a 2 méteres mélységet is elérhetik. A másodlagos gyökerek a szikközépi szárból erednek és hasonlóan a gabonafélékhez igen gazdagon elágazó bojtos gyökérzetet képeznek. A talajfelszínhez közeli részen hajszálgökerek találhatók, melyek a kevés csapadék mellett a reggeli harmatot is képesek hasznosítani. A 2., 3., 4. nódusból folyamatosan újabb járulékos gyökérzetet fejleszt közel a talajfelszínhez. Tenyész időszaka folyamán a kukorica újabb gyökérzetet képez, mellyel kipányvázza magát így elkerülve a megdőlést. Ezeket a gyökereket támasztógyökereknek vagy harmatgyökereknek nevezzük (Bocz 1996).

2.4.2 A bokrosodás

Fattyasodási vagy bokrosodási hajlama leginkább fajtatulajdonság. Nagy állománysűrűséggel vetett hibridek alig bokrosodnak. Legnagyobb problémát nem a takarmány kukorica előállításában jelenti, hanem a hibrid kukorica termesztésénél. Vetőmag előállításnál a fattyak címert hozhatnak, így megnövelik az önmegtermékenyítés kockázatát, eltávolításuk többletköltséggel jár (Bocz 1996).

2.4.3 A levél

Levélezete a pázsitfűfélékhez hasonló. Átellenesen helyezkednek el a száron, váltakozóan a szárcsomókból fejlődve. A levélhüvely átöleli a kukorica szárát, fokozva a szilárdságot. A levéllemez széles, alakja nyúlt, széle gyakran hullámos, hibridtől függően pillásan szőrözött. Levélere fehér színű, erőteljesen kitüremkedő a fonáki részen, a szár közelében deltoid alakú fehér foltban szélesedik (Bocz 1996).

Kísérletek már bebizonyították, hogy a növény magassága, a levéllemez szélessége és hosszúsága között pozitív korreláció van. A levélfelület nagyságának ismerete gyakorlati szempontból jelentős, Montgomery (1906) leírt képlete alapján kiszámíthatjuk:

$$\text{Levélfelület (LAI)} = (3 \times \text{levélhosszúság} \times \text{levélszélesség}) / 4$$

A levélfelület nagysága összefüggésben van a szemtermés között. A hektáronkénti várható szemtermés – öntözött hibridkukoricában – a 3,5 LAI értékig lineárisan, 6-7 értékig pedig már kevésbé növekszik, az állománysűrűségtől függően.

A különböző szinteken elhelyezkedő levelek szerepe változik az asszimilációban. A felső levélszint az asszimiláták képzésében 40%-ban, a középső levelek 35%-ban, a legalsó levélszinten elhelyezkedő levelek 25%-ban részesednek. A legnagyobb asszimilációs tevékenység virágzástól a szemképződésig a legnagyobb. Ekkor eléri a napi 21 g/m²-t. Az éves átlag kedvező körülmények között 4,9-6,5 g/m²/nap.

Fotoszintézise nem a C3-as szántóföldi növényeink, hanem C4-esek szerint megy végbe. Levélkeresztmetszete (Krantz-anatómia) eltérő a kalászos gabonaféléktől, mint a biokémiai folyamatai is. A széndioxid először nem három, hanem négy szénatomos szerves savakban kötődik meg. Gázcserenyílásait képes szabályozni, ami igen hatékony és takarékos párologtatást eredményez. A száraz és meleg nappalokon szinte teljesen zárva tudja tartani. A szárazabb és melegebb napokon a C4-es növények sokkal több szárazanyag előállításra

képesek, mint a C3-as növények. Szárazanyagra számítva a kukorica szára az egész föld feletti vegetatív rész 40 százalékát teszi ki, ezért jelentős asszimilációs felületet alkot (Pethő 2002).

2.4.4 A virágzat

A kukorica egylaki, váltivarú növény. Hímvirágzata a címeren (bugavirágzat), nővirágjai a levelek hónalji részéből kifejlődő csöveken (torzsavirágzat) találhatóak. Virágzására jellemző a proterandria, miszerint a címere hamarabb jelenik meg (új hibrideknél 2-4 nappal) a csővirágzása előtt. A bibék megjelenésekor már egy nagy tömegű pollenfelhő adott a jó termékenyülés érdekében, valamint az önbeporzás kiküszöbölésére. Az idegentermékenyülés (xenogamia) legtöbb esetben szomszédmegporzás (geitonogamia). Hibridizáció akkor történik, ha két külön fajtájú egyed között történik megtermékenyülés, illetve megtermékenyítés. A vetőmagtermesztésben is ezt alkalmazzák, ez a bastardogamia (Hortobágyi et al. 1986).

A torzsvirágzata, melyek a csövön találhatók, párosával helyezkednek el, két-két nővirágból álló kalászkák. Az esetek többségében csak az egyikből fejlődik bibeszál, ha mind a két virágból fejlődik bibeszál (és megtermékenyül) akkor a szemsorok szabálytalanná válnak. A címervirágzás időszakában a csuhélevelek közül a bibeszálak (selyemszál, haj, bajusz) kibújnak, először a cső tövéén található virágok nyílnak, majd a cső teteje felé haladva fokozatosan a többi virág is kidugja a bibeszálját. Aszályos időszakban, mint az idei évben is (2022), a megtermékenyülésben hiányok lehetnek, így ablakos csövek vagy a gyengén termékenyült szemek esetében, gyenge csíráképességű szemek lesznek. A megtermékenyülés után a bibeszálak 1-2 napra rá elszáradnak, megtermékenyülés hiányában azonban 10-14 napig friss zöld marad a bibe.

A természetben a kukorica genetikája elősegíti az idegen termékenyülést, a nemesítésben viszont szándékosan létrehozott öntermékenyült vonalakat állítanak elő. Erre azért van szükség, hogy a génállományt homogenizálni tudják. Ezek a beltenyésztett vonalak kisebb termetűek, terméshozamuk jóval elmarad a szabad levirágzású fajtákhoz viszonyítva. Azonban ezeknek az öntermékenyült vonalaknak a tudatos keresztezésével akár 20-25%-os termésnövekedést figyelhetünk meg az F1 nemzedékben. Ezt a heterózishatást először fajták keresztezésével észlelték (hibridizáció). Mivel ez a hatás csak az első nemzedékben érvényesül ezért minden évben elő kell állítani a hibrid vetőmagot (Bocz 1996).

Az abiotikus tényezők határozzák meg a virágzat differenciálódásának sebességét, pontosan a hőmérséklet és a nappalok hossza. Az alacsony hőmérsékleti értékek és rövidebb nappalhosszok egyértelműen lassítják a folyamatot. Ennek a folyamatnak a mechanizmusa a

gibberellinaktivitással, a gátló anyagok jelenlétével és további fiziológiailag aktív anyagokkal függnek össze (Petr et al. 1985).

Tehát a nappalok és éjszakák hossza (fotoperiódus) befolyásolja döntően a virágok megjelenésének idejét. A kukorica származásából következően rövidnappalos növény volt, de a hosszúnappalos megvilágításhoz is megfelelően alkalmazkodott. Napjainkban 3 típusát különböztetjük meg (fotoperiódus szemponjából): hosszúnappalos, rövidnappalos, valamint a fotoperiódus szempontjából nem érzékeny típust. Európában a hosszúnappalos fotoperiódusú kukoricákat termesztjük, ezek a hibridek a virágzás megkezdéséhez 13 órás megvilágítást igényelnek (Dudits 2004, Rünger 1977).

2.5 A hibridkukorica előállítása

A nemesítés célja a különböző szabadelvirágzású kukoricafajták keresztezése, oly módon, hogy az utódgeneráció a szülők élet- és termőképességét felülmúlják. Ez a heterózis vagy hibridhatás. Ezzel a módszerrel előállított kukoricát fajhibridnek vagy fajtaheterózisnak nevezzük (Győrffy et al. 1965)

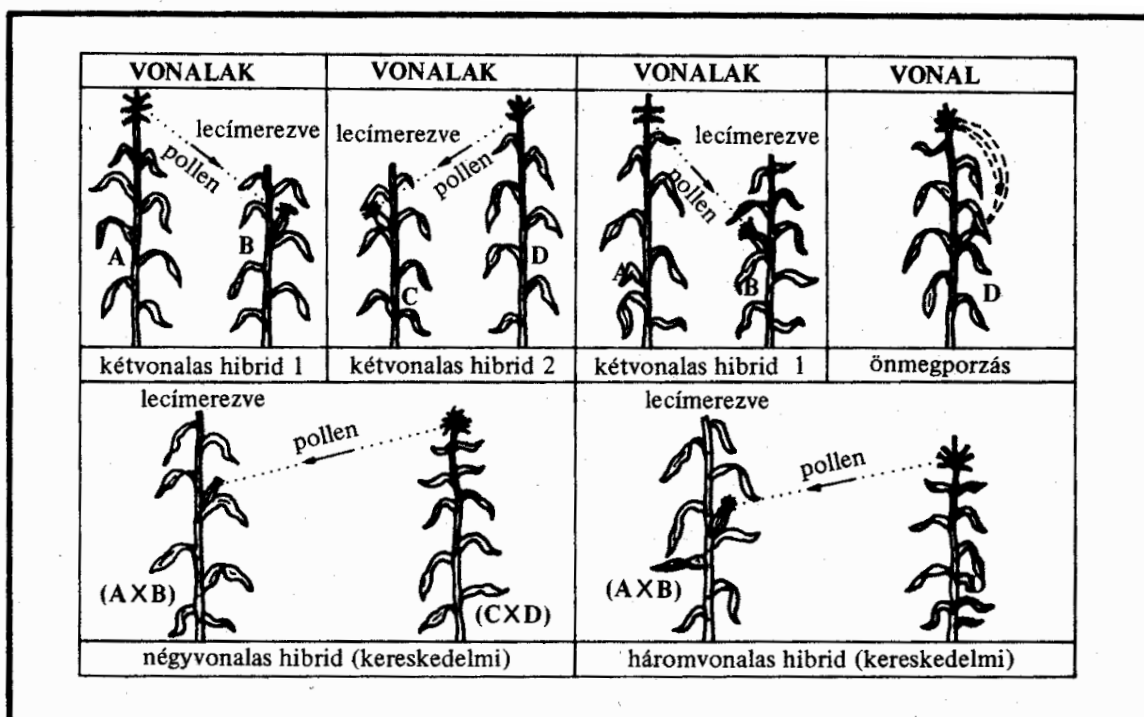
Az első hibridet Beal 1880-ban (in Menyhért 1985) állított elő az anyai sorok lecímerezésével. A kontrollhoz képest 50%-os terméstöbbletet mértek, de a gyakorlatban nem terjedt el ez a módszer, pedig az előállítás pontos technológiáját kidolgozta Morrow és Gardner 1893-ban (in Menyhért 1985). Jugenheimer az alábbi okok miatt gondolta a fajtahibridek elterjedésének elmaradását:

- A vetőmagot évente újból elő kellett állítani;
- A tömegkiválogatásnál bonyolultabb módszer volt (tömegválogatás: kívánatos tulajdonságok alapján a kiinduló populációból csöveket gyűjtünk, több százat vagy ezret. Ezeknek a csöveknek a termését összekeverjük, és az egész populációban izoláltan szaporítjuk. A következő évben megismételjük, így váltakozva szelekció és izolált szaporítás követi egymást.);
- A beltenyésztett törzsekből kiindulva nagyobb a terméstöbblet és annak stabilitása, mint a fajtahibrideknek;
- A termésben jelentkező többlet kiszámíthatatlan volt, nem minden évben jelentkezett (hazai kísérletekben egyes fajtahibridek a jobb szülői vonalhoz képest egyik évben 15, a másik évben 3%-os terméstöbbletet produkáltak).

Ezen okok miatt napjainkban a beltenyésztett vonalakból előállított hibridek kerültek előtérbe. Beltenyésztéses hibridekről abban az esetben beszélhetünk, ha beltenyésztett vonalakat

keresztünk. Beltenyésztett vonalakat úgy hozhatunk létre, ha idegentermékenyülő növényeket önmagukkal termékenyítjük akár több éven át (Heszky és Sutka 2000).

A beltenyésztett vonalokból előállított hibrid kukorica nemesítését Shull alapozta meg 1909-ben. Felismerte a fajták genetikájának heterogenitását, így belőlük először homozigóta törzseket állított elő. Ezeknek más és más a kombinálódóképessége (értékesítőképessége, hozam az F1-ben), a gyakorlatban ez azt jelenti, hogy a legjobbakat kell keresztezéssel hasznosítani. A piac számára is kedvező tulajdonság, hogy a fölény csak az első generációban jelentős, ezért évről évre új vetőmagot kell vásárolni (Bálint in Menyhért, 1985)



3. ábra: Hibridkukorica-előállítás

2.6 A hibridkukorica vetőmagtermesztése

A hibridre jellemző tulajdonságok összességét a vetőmag hordozza. A vetőmagelőállítás alapfeltétele a vetőmag kifogástalan minőségének biztosítása. Hazánk több évtizedes sikeres múltja tekint vissza a hibridkukorica előállításban.

Jelenleg a vetőmagtermesztést az alábbi hazai jogszabályok szabályozzák:

2003. évi LII. Törvény: A növényfajták állami elismeréséről, valamint a szaporítóanyagok előállításáról és forgalomba hozataláról

40/2004. (IV. 7.) FVM rendelet: A növényfajták állami elismeréséről

48/2004. (IV. 21.) FVM rendelet: A szántóföldi növényfajok vetőmagjai előállításáról és forgalomba hozataláról

50/2004. (IV. 22.) FVM rendelet: A zöldség szaporítóanyagok előállításáról és forgalomba hozataláról

2.6.1 A hibridkukorica éghajlati igénye

A melegigényesebb szántóföldön termesztett növényeink közé tartozik. Régebben a Kárpátoktól északra eső területeken már csak silókukoricát állítottak elő. A nemesítői munkának és a formagazdagságnak köszönhetően egyre északabbra tolódik a szemes kukorica termesztetősége. A származását tekintve rövidnappalos növény, de jól alkalmazkodott a hosszúnappalos körülményekhez. A trópusi kukoricapopulációk (rövidnappalosak) a mérsékelt égvön tovább növesztik vegetatív részeit és csak szeptember végén virágoznak. A mérsékelt övön honos populációk, ha magasabb fokú szélességre kerülnek tenyészidejük 25-30 %-kal meghosszabodik. A klímajellemzők jelentősen befolyásolják a kukorica termését. Kölcsönhatásuk lehet pozitív vagy negatív a hozamra nézve, és gyengíthetik vagy erősíthetik egymást. A többváltozós biometria módszereken alapuló klímaértékelési rendszer fő feladata, hogy egyes klímajellemzőket a kölcsönhatásaik mértékében csoportosítsa és ezekkel a tényezőkkel jellemezze a klíma adottságokat az adott kultúrára (esetünkben kukoricára) nézve, a termésre gyakorolt hatásaival pedig súlyozza is. Átlagosan 141 kg/ha a kukorica termésváltozása a klímaértékszámok (KL_{KUK}) egységnyi változásával. A klíma hatása a kukorica termésére hazánkban minegy 63%-ra tehető (Ángyán 1987)

Egy tizenegy éves adatsort megvizsgálva, megállapítható, hogy a kukorica esetében a vetéstől a betakarításig lehullott csapadék mennyisége, illetve az időjárás, jobban befolyásolja a termésmennyiséget, mint a téli félévé. Ismert csapadék adatokból és az evapotranszpirációs értékek ismeretében pontosan előre lehet jelezni a kukorica termését az adott évjáratban (Huzsvai és Nagy 2003).

2.6.2 A hibridkukorica hőmérsékletigénye

A legalapvetőbb termesztési feltétel a hőmérséklet. Az alsó küszöbérték nyári hónapokban 19°C, éjszaka pedig 13°C a havi átlagokat nézve. A legnagyobb terméshozamot viszont ott lehet elérni, ahol a legmelegebb nyári hónapok átlaghőmérséklete 21-27°C. Magyarországon az elmúlt években a kukoricatermő területek átlaghőmérsékletei elérik ezeket az értékeket (június » 23°C, július » 25°C, augusztus » 22°C). A címerhányástól kezdődően a teljes érésig a legkedvezőbb a 24-26°C volna. Az érés fázisába lépve a kukorica már nem igényes a

hőmérsékletre ($\gg 15^{\circ}\text{C}$). Nyáron nem jellemző a hőmérséklet oly mértékű ingadozás, hogy a fiziológiai érték alá essen, szemben a tavaszi és őszi hónapokkal. Tavasszal vetés után egy hidegebb periódus elnyújthatja a kelést, a későbbiekben hátráltatja a kukorica fejlődését. Előfordul, hogy a lehűlés mértéke akkora, hogy a kukorica levelei elkezdenek sárgulni az asszimilációs tevékenységének szünetelése miatt. A címerhányáskor már említett $24-26^{\circ}\text{C}$ hőmérsékleti értéktől eltérő környezet változtat a fázisiramon, de nem befolyásolja a termést szignifikánsan (Varga és Varga-Haszonits 2003)

2.6.3 A hibridkukorica vízigénye

Alapvető fiziológiai funkcióit a hőmérséklet határozza meg, de a terméspotenciáljának kihasználásának feltétele a nagy vízigény kielégítése. A kukorica, mint kapásnövény tenyész időszakát nézve vízigényét fedezte a rendelkezésre álló csapadék, ám az elmúlt évek tendenciája arra enged következtetni, hogy nem természetű öntözetlen területen biztonságosan a takarmány kukorica, a hibrid kukorica pedig kizárólagosan csak öntözött területen állítható elő. A kukorica Ruzsányi (1996) szerint csak közepes értékelést adott az aszályra érzékeny szántóföldi növények között. A legnagyobb veszélyt az jelenti, hogy a kritikus fenofázisa arra a hónapokra esik amikor a potenciális párolgás a legnagyobb, ezért ebben az időszakban könnyen alakul ki talaj- és légköri aszály. A termésbiztonságban így a kulcsszerepet a vízellátás játssza (Ruzsányi 1996).

A jobb kukorica termő vidékeken az elmúlt években (-40) és (-250) mm között ingadozott az optimumhoz viszonyított vízellátottság. Az utóbbi két évben a déli országrészen a tenyészidőszakban olyan kevés csapadék érkezett, hogy a mélyebb talajvizekből (100-130 cm), valamint a páralecsapódásból próbált túlélni. A vízfogyasztásának üteme és a növekedési gyorsasága párhuzamosan növekvő vegetatív növényi tömeggel párosul. A fejlődés kezdeti szakaszában és szemtelítődés után kisebb a vízigénye. A legtöbb vizet a címer megjelenésétől a szemek kitelítődéséig használja fel. Ez az időszak július-augusztus hónapokra esik, ami a legkritikusabb, mind a vízigény, mind az aszálykockázat miatt. A terméspotenciálja akkor lesz kiemelkedő, ha ebben a két hónapban 100-100 mm csapadékot kap. A helyes öntözési gyakorlat a kukorica esetében, hogy már a nyarat megelőző hónapokban töltjük a talajt, nem csak a legkritikusabb szakaszban pótoljuk a vizet. Összességében elmondható, hogy hazánkban a legnagyobb termést limitáló tényező a csapadék mennyisége (Bocz 1996).

2.6.4 A hibridkukorica elővetemény- és talajigénye

A talajminőségére igényes növényünk, ezért a jó vagy a közepesnél jobb talajokba termesszük. Ezek a talajok, mivel jó minőségi mutatóval rendelkeznek, bármely más növény termesztésére is alkalmasak ezért a kukorica előveteménye bármi lehetne. Általában, ahol kukoricát ott búzát is termesztünk, a búza a vetésideje miatt szűkebb elővetemény körrel rendelkezik, de a búza utáni kukorica vetés kifejezetten előnyös a kukorica számára (Ruzsányi 1996).

Nagy vízigénye, tápanyagigénye elsősorban a mélyrétegű, humuszban gazdag közép-kötött vályog talajokon elégíthető ki. A legnagyobb termelőterületek ezért is löszhátakon, csernozjom és réti csernozjom talajokon alakultak ki. Ennek főként az az oka, hogy a búzával szemben a kukoricának nagyobb az ökológiai érzékenysége, tehát a kötöttebb humuszban gazdag csernozjom talajokon a télen lehulló csapadék jobban raktározódik, ezért a növény gyökerei ebből a felhalmozott tartalékból képes átvészelni az aszályosabb időszakokat. A hibrid kukorica esetében különösen fontos a homogén, jóminőségű talaj megválasztása az egyenletes homogén fejlődés biztosítása miatt, mert a későbbiekben ez nagyban megkönnyíti a címerezési munkálatokat. A talajok eléggé széles pH-ját képes elviselni, egészen az 5,5-8 pH tartományban megfelelő a környezet számára, de a legalkalmasabb talajok a 6,6-7,5 pH-al rendelkező talajfélések. Kiemelten fontos a kalciummal való telítettség, annak hiányában pedig pótlása (Debreczeni 1985, Györffy 1988).

2.7 A hibridkukorica termesztéstechnológiája

A vetőmagelőállításban három szakaszt különítünk el:

- Nemesítői szakaszt,
- Szántóföldi szakaszt,
- Vetőmagüzemi feldolgozás, illetve forgalmazási szakaszt.

Az első (nemesítői) szakaszban a beltenyésztett törzseket, vonalakat hozzák létre. Ezeknek a fenntartásáról is gondoskodni kell, mert nem csak egy, hanem több hibridnek is lehetnek szülői partnerei. A fenntartott törzseket ezért folyamatosan szaporítani kell, majd ezekből kell előállítani a kereskedelmi vetőmagot.

A vonalak előállítása (6-7 éves beltenyésztés) és fenntartása a nemesítők feladata. A szülői vonalak fenntartása is a nemesítőintézethez tartozik, fontos, hogy eredeti állapotukban maradjanak fenn.

Ahhoz, hogy az előállított vetőmag kereskedelmi forgalomba kerüljön minősíteni kell. Ezeknek a részfolyamatoknak a vége a fémzárolás, ami azt jelenti, hogy az adott tétel tiszta genetikailag azonos vetőmag (MSZ 7145:1999) (Izsáki és Lázár 2004).

Ma Magyarországon kizárólag fémzárolt vetőmagtételt lehet forgalomba hozni. A hamisításért járó szankciókat már az 1985. évi XLVI sz. törvény tartalmazza. Előírja, hogy a vetőmag-eladás esetén az értékesítő köteles tájékoztatni a vevőt a forgalmazott vetőmag fajtájáról, tisztaságáról, származásáról és csíráképességéről. E törvény megjelenése óta rengeteg idő telt el, de az alapelvek nem változtak (Ertseyné 2004).

2.7.1 A szántóföldi szakasz technológiája

Ez a szakasz főleg a szerződött előállító cégek szaktudásán, precizitásán múlik. Csak azok a gazdaságok termelnek vetőmagot, amelyek rendelkeznek a megfelelő technikai háttérrel és szaktudással. A vetőmag előállítás különösen nagy odafigyelést igényel, elszeparálva az árukukorica területektől. Beltenyésztett legyengült vonalak kerülnek vetésre, majd azokat kell egy tenyészidőszakon keresztül gondozni. Egy agrotechnikai hiba sokkal nagyobb árbevétel kiesést jelent, mint egy hagyományos kukoricatábla esetében. Kedvezetlen körülmény előidézésekor, a kultúra homogenitása széteshet, a szemek különböző érettségi állapotba kerülhetnek, így betakarításkor is különböző fázisokban kerülnek a feldolgozóüzembe, ami az adott tétel csíráképességén is megmutatkozik, ami akár kizárással is végződhet.

Kiemelten fontos az előállító terület részletes ismerete, a tábla erősebb részein hamarabb míg a gyengébb részen később történhet meg a címer/bibe megjelenése, ezért érdemesebb az előrehaladottabb növényeket folyamatosan monitoringozni a genetikai tisztaság megőrzése céljából (Mándy 1974).

A hibrid kukorica előállításának kritikus tényezői:

- Izolációs távolság kialakítása, a környező gazdálkodókkal egyesség vagy érdekérvényesítés.
- A vetésváltás betartása, törvényileg a vetőmag kukorica négy évig termesztethető önmaga után, de ez agrotechnikai szempontból közel sem előnyös. A kukorica kártevői és betegségei felszaporodnak, valamint egyoldalú tápanyaghiány alakul ki a földeken, jelentős terméscsökkenés várható.
- Az anyavonalak öntermékenyülésének kizárása, ez történhet gépi, illetve kézi címerezéssel, napjainkban a legnehezebb feladat kézi címerezésre brigádot találni ezért már érdemes hamar szerződtetni.

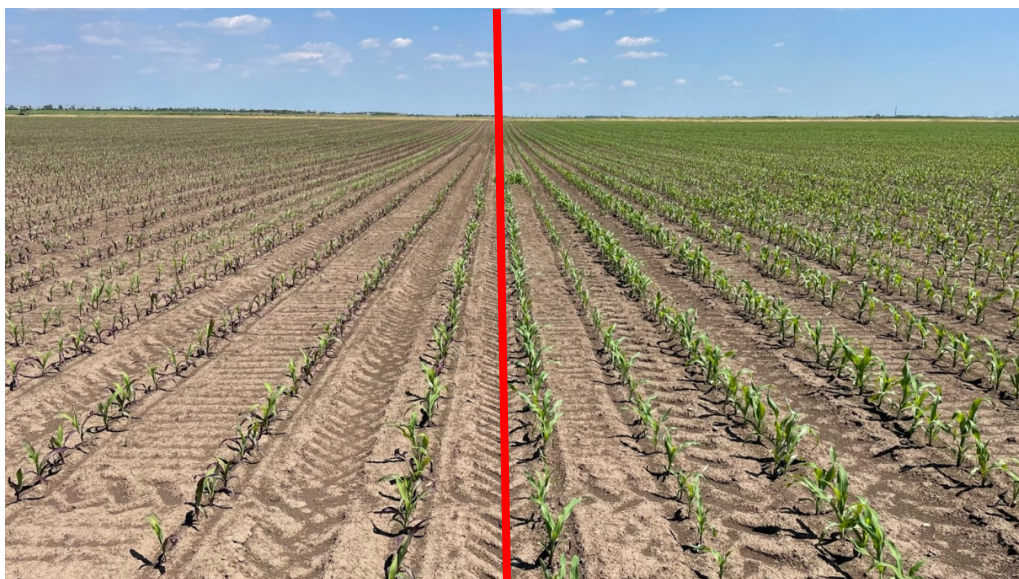
- Öntözőrendszer műszaki állapotának fenntartása, egy esetleges öntözés kimaradása műszaki okokból a kritikus fenofázisban, jelentősen csökkentheti az árbevételt.

2.7.1.1 Terület megválasztása

A termőhely kijelölésénél fontos a talaj minősége, valamint a térbeli homogenitása. A szülői vonalak fokozottan érzékenyek a jó vízgazdálkodásra és a kiegyensúlyozott tápanyagellátásra. A területen nehezen írtható gyomfajok lehetőleg ne legyenek jelen, mert a rendelkezésre álló herbicidek kárt okoznak a szülői vonalakban is. Valamint az MSZ 9610-87 számú szabványnak megfelelő izolációs távolság kialakítása lehetséges. A védőtávolság a genetikai tisztaság megóvását szolgálja, óvja az előállító területet a nem kívánatos pollentől. A távolság mértéke minimum 200m, de a termeltető cégeknek sokszor szigorúbb a szabványrendszere így előfordul a 300m-es izolációs távolság. Csak abban az esetben nem kell izolációs távolságot alkalmazni, ha a szomszédos táblán ugyan azzal az apai vonallal történik az előállítás (Széll és B. Pasek 1995).

2.7.1.2 Elővetemény, vetésváltás

Tapasztalatok alapján a cukorrépa és a napraforgó utáni termesztés nem javasolt. Az utóbbi években a repcék is bekerültek az öntözhető területek alá, ahol a hibrid előállítás is történik, és rossz előveteménynek bizonyulnak, a repcének nincs szüksége a mikorrhiza gombák segítségével ezért ezeknek a gombáknak a fejlődése ebben az időszakban leáll. A repce lekerülése után vetett hibrid állományban csak a tenyészidőszak végé fele érik el újra megfelelő egyedszámukat, így a hibrid részleges tápanyaghiányban fog szenvedni (<http1>).



4. ábra: Hibrid kukorica elővetemény hatása: balról repce, jobbról szemes cirok elővetemény (saját kép)

2.7.1.3 Talajelőkészítés

Az ideális vetésre kész terület, aprómorzsás, laza, vízzel kellőképpen feltöltött talaj, mint a cukorrépa esetében. Egy jó magágy elkészítésével megalapozzuk az egyöntetű homogén kelést, ami a későbbiekben segíteni fogja az állomány kezelésére szolgáló műveleteket (címerezés, gyomírtás, idegenelés). Lehetőleg minél kevesebb munkaműveletből igyekezzünk megoldani, ezzel enyhítve a talajtömörödés mértékét, használjunk kombinált gépeket. Az elmúlt években a hibrid kukorica magágykészítésének legnagyobb nehézsége a száraz talaj, így egyre többször kell öntözést alkalmazni a talajmunkálatok előtt (ezzel is töltve a talaj vízkészletét), a mélyítő műveleteket lehetőség szerint még a vetést megelőző ősszel kell elvégezni (Birkás és Szemők 2001).

2.7.1.4 Tápanyagellátás

A szülői vonalak kevésbé tudják felvenni a tápanyagot, a tápanyaggazdálkodási terv készítésekor úgy kell számolni mintha egy 8,0 t/ha-os takarmánykukoricát akarnánk előállítani. A nitrogén dózis növelésével növekszik a LAI és a növénymagasság, de a termésnövekedés csak 200 kg/ha hatóanyag dóziséig növekszik szignifikánsan jó nitrogénszolgáltató talajok esetén.

A tápanyagfelvételt a hőmérséklet nagyban befolyásolja, Pál (1975) megállapította, hogy a kukorica tápanyagfelvétele, hasonlóan a többi növényhez, a napon belül ingadozik. Kimutatható egy intenzív és egy kevésbé intenzív szakasz. A kísérleti eredmények alapján 20 °C hőmérsékleten a kukoricanövények 7 és 14 leveles korban sajátos napi ritmussal rendelkeznek a Na-P-K-Ca-Mg-ionok felvételében. A Ca kivételével a többi iont a délutáni periódusban, a minimumot a hajnali órákban állapították meg. A nap első felében a N és K felvétel a legintenzívebb, az éjszakához közeledve a P felvétele nő meg. A fiatal 7 leveles növényekre jellemző, hogy a Ca felvétele éjjel intenzívebb. A mérések kimutatták továbbá, hogy a hőmérséklet nagy befolyással van a víz felvételére, kortól függetlenül, viszont a tápanyagok felvétele nem minden esetben van összefüggésben a víz felvételével (Pál 1975).

2.7.1.5 Vetés

A hibridkukorica munkaműveleteinek egyik legkritikusabb munkaművelete. Meg kell választani az optimális vetésidőt, a vetésmélységet évjáráthoz igazítva, az apa- és anyasorok arányát, és biztosítani kell az együtt virágzást. Erről már a termeltetők annyi információval és kutatással rendelkeznek, hogy megadnak minden paramétert. A termeltető részéről a vetés kivitelezése a felelősséggel terhelt feladat, amennyiben nem a termeltetőtől vesz

bérmunkaszolgáltatást igénybe. A teljes vetési folyamatot felügyelni kell, hogy semmi szín alatt ne keveredhessenek a magok a vetőgép tankolásakor, valamint a kijutatott mennyiség állandó és egyenletes legyen. Fontos a csatlakozó sorok folyamatos ellenőrzése, mert a későbbi címerezési és növényvédelmi munkákat könnyítik meg (Sárvári, 1996).

A vetésidő hatása a terméseredményre, valamint a szemnedvességre kimutatható, de nagyban befolyásolja az évjárat időjárás minősége. A vizsgálatok egyértelműen alátámasztják, hogy a korai vagy optimális vetésidő esetén tudjuk csak elérni a termés maximumot, kései vetés esetén főleg aszályos évben akár 30-40%-os veszteséget tapasztalhatunk, ami a vetőmag termesztésben hatalmas kiesés.

A vetést általában 12-14 °C-os talajhőmérsékleten végezzük. A kisebb ezerszem tömegű vonalak a hidegebb talajban gyengébben csíráznak, vontatott kelést produkálnak. A túl kései vetés sem előnyös a fent említett veszteség kockázat miatt, nem lehet a végsőkéig várni a talaj felmelegedésére, a tapasztalatok szerint május 10-ig be kell fejezni a vonalak vetését.

A vetési norma megválasztásánál több szempontot is figyelembe kell venni: talajadottság, vonalak sűrítetősége, vízgazdálkodás. A vetőmagállományok esetében a munkálatok során kieső egyedek miatt (címerezés, idegenelés, taposás) 10-15%-kal érdemes túlszámolni.

A vetés időpontja eltérő az anyai és apai vonalak esetében az összeporzás biztosítása miatt. Ez igen változó, van mikor az anyai és az apa első vonalát egyszerre és később a második apai vonalat, de van mikor minden vonalat külön időpontban kell vetni, általában 7-10 napos a vetésidők között eltelt napok száma (Széll és B. Pasek 1995).

2.7.1.6 Növényvédelem

A talajlakó kártevők elleni védekezés módja megegyezik a takarmány kukoricában alkalmazott gyakorlattal. A madárkártétel ellen a korai szakaszban csávázással védekezhünk. Fontos a madárkár mértékét minimális szinten tartani, mert könnyen jelentős tőhiány alakulhat ki az anya- és apaállományban, az apavonal nagy tőhiánya pedig a termékenyülésnél okozhat ablakos csöveket.

Nagy hangsúlyt kell fektetni a levéltetvek elleni védekezésre, mert vírusvektorok és egy vírusfertőzés a tétel azonnali kizárásával jár. Az aszályos időjárásban egy öntözött hibrid állomány, mint egy zöld oázis vonzza a levéltetveket, ezért potenciálisan nagy esély van előfordulásukra (Széll és B. Pasek 1995)

Az amerikai kukoricabogár (*Diabrotica virgifera*) ellen először talajfertőtlenítővel tudunk védekezni (lárva stádium), majd a későbbiekben akár többszöri állománykezelés is szükséges lehet az imágók ellen, de a legjobb védekezés ellene a vetésváltás oligofág mivolta miatt.

A kukoricamoly (*Ostrinia nubilalis*) mind az apai mind az anyai vonalon károsítanak. Az apavonalon a címer lerágásával, az anyavonalon a szemek rágásával okoznak gazdasági kártételt. Védekezés ellene nehéz, mert időpontja általában egybeesik a címerezési munkálatokkal. Egy sikertelen védekezés esetén a berágott csövek potenciális fuzárium fertőzési források, melyeket a vetőmagüzemben kiselejteznek, mivel a fuzárium fertőzöttség csökkenti a szem csírázókéességét és cold-teszt értékét.

Az *Ostrinia* mellett a gyapotok bagolylepke (*Helicoverpa armigera*) is jelentős károkat tud okozni, hasonló károkkal, mint a moly. A kártétele a csövekre koncentrálódik karpofág táplálkozási habitusa miatt. Berágása szintén utat nyit a fuzárium fertőzésnek, és jelentős termésvesztést is okozhat. Rajzásuk (*Ostrinia*, *Helicoverpa*) az utóbbi években szinkronizálódni látszik az extrém időjárási körülmények miatt (Takács 2022).

Gyomszabályozása eltér a hagyományos takarmány kukoricától, míg a takarmány kukoricában alkalmazott hibridek jól tűrik a herbicideket és széles paletta áll rendelkezésre, addig a szülői vonalak beltenyészett mivoltuk révén nem jól tolerálják a herbicides kezeléseket. Egyes herbicidek késleltethetik a virágzást, ami a szülői vonalonként eltérő lehet, így az összeporzás meghiúsulhat. Tovább nehezíti a vonalak vetésének frakcionálása (időbeni eltolása), mert így nagyobb eséllyel gyomosodik fel a tábla a kezdeti szakaszban, amit az öntözéssel tovább fokozunk (Dorner és Zalai 2013).

2.7.1.7 Ápolás: fattyazás, idegenelés, öntözés, címerezés, apasor-kivágás

A fattyazás kifejezetten a hibrid táblákra jellemző munkaművelet napjainkban, de régebben a takarmány kukoricát is fattyagták. A fattyak képesek címet fejleszteni, így önmegtermékenyítésre adnak kockázatot, ezért szintén el kell távolítani az állományból. A fattyasodást egyrészt a genetika másrészt időjárás tudja kiváltani.

Az idegenelés alapelve, hogy a vonalakra nézve eltérő tulajdonságú növényeket el kell távolítani, mert azok idegen genetikai állománnyal rendelkeznek, számunka károsak, rontják a genetikai tisztaságot. Különösen nagy gondot kell fordítani az apai vonalakra, mert az idegen apa által okozott szennyezettséget a későbbiekben már nem lehet megszüntetni. Az idegen anya le van címezve, csőszelekcióval eltávolítható a vetőmagüzemben, de a szántóföldön kisebb munkát igényel az eltávolításuk.

A felszíni öntözés gépei tapossák az állományt, a taposásuk nyomán kidőlt növények visszaállhatnak, címet hozhatnak, ezért feltétlenül szükséges az eltávolításuk.

Az öntözés során három időszakot tudunk megkülönböztetni, ahol figyelni kell a pontos mennyiségre és időzítésre:

1. Keléstől a virágzást megelőző két hétig
2. A virágzást megelőző két héttől az elvirágzásig
3. Szemtelítődés időszaka

Az 1. szakaszban a növekedési erély fokozódásával növekvő vízigényt kell kielégíteni a növény számára. Ebben a szakaszban van lehetőségünk a későbbi aszályos időszakra feltölteni a talajunkat vízzel.

A 2. szakasz a legkritikusabb a növényállomány életében. A szakaszon belül a címerhányástól a szemképződés végéig a legnagyobb a vízfelvétele az állománynak. Ebben az időszakban általában a talaj már kezd kifogyni a vízből és ebben az időpontban elszenvedett vízhiányos állapot visszafordíthatatlan károsodásokat tud okozni a növényekben:

- anyavonalak bibéje kritikus esetben meg sem jelenik
- a bibék csak egy rövid szakasza bújik ki a csuhélevelek közül, alacsonyabb pollenbefogadóképességgel
- összevirágzás széteshet, minősége romlik
- virágzás vontatott, ami többletköltséget (átjárásokat) von magával
- a pollen mennyisége csökken, szélsőséges esetben életképtelen pollenek képződnek

A helyes öntözési gyakorlat a szakirodalomban a többszöri kisebb mennyiségű öntözés, a talaj hasznos vízkapacitásának szinten tartása és a mikroklíma biztosítása miatt, de az ideai extrém aszályos évben inkább az igen nagy dózisban kijuttatott vízmennyiség bizonyult hatékonyabbnak, mert egy kisebb dózis akár egy nap alatt elpárologott.

A 3. szakaszban kitelítődnek a szemek, a tápanyagok beépülnek, amihez víz szükséges, ezt kell kielégítenünk. Az ilyenkor kijuttatott víz mennyisége nagymértékben hozzájárul a magas ezerszemtömeghez, és a megfelelő frakcióarányhoz, ami magasabb vetőmagkihozatalt eredményez. Ekkor már túl lehet öntözni az állományt ezzel lassítva a vízleadását, kedvező környezetet biztosít a fuzáriumnak és újra gyomosodhat a tábla, ami nehezíti a betakarítás folyamatát (<http2>).

A címerezés a legkritikusabb fázisa egy hibrid kukoricatáblának. Az elmúlt évek tapasztalatai alapján inkább már címerezőgép végzi a főcímerezést, kézi főcímer kisebb területet érint. Ez azért van, mert nincs megfelelő számú kézi munkaerő a piacon. A címerezés minőségének meg kell felelnie az MSZ 9610-87 sz. szabványnak. Egy-egy szemle során nem lehet több 0,5 %-nál a virágzó egyedek száma. A címerezés pontos időpontját a termeltető cég agronómus határozza meg a vonal porzási habitusát figyelembevéve, vannak olyan anyai vonalak, melyeket már a porzós címer 3 leveles állapotában címerezni kell. A főcímerezést az utócímerezés majd a

folyamatos átjárások követik. Egy sikeres főcímerzésnél a címerek 80-85%-a távolítható el átlagosan, a fennmaradó mennyiséget az ezt követő átjárások során távolítják el. Kézi címerzésnél egy jó címerző brigáddal akár a 90-95% is elérhető. Minél precízebbek ezek az unkaműveletek annál nagyobb munkaműveleti költséget lehet megspórolni a későbbiekben, mert annál kevesebbszer kell jártni a táblát a bibeszáradásig. Az átjárásoknak a vége a bibeszáradás, ez a címerzést követő 2-3 hét. Ezután már csak az apasorok kivágása marad, ami előbb meg kell, hogy történjen az elvirágzás után, mert onnantól csak a vizet és a tápanyagot vonja el az anyanövényektől (Marton és Futó 2021).

2.7.1.8 Betakarítás

A betakarítás és egyéb kondicionális műveletek negatív hatással vannak a megtermelt vetőmag minőségére. Különböző a genotípusok reakciója a betakarításkor és feldolgozáskor fellépő fizikai (mechanikai és hő) hatásokra. Az optimális szemnedvesség is eltér hibridenként. A magas nedvességtartalommal letört hibridek szárításánál figyelni kell, hogy 35-38 °C-nál melegebb levegővel ne kezeljünk. A legtöbb esetben két menetben történik a szárítás, egy intenzívebb és egy kevésbé intenzívebb szakasz követi egymást. A legoptimálisabb persze az lenne, ha a kukorica a táblán száradna a kívánt nedvességtartalomra, de ekkor hatalmas pergési veszteséggel lehetne csak betakarítani, valamint nagyobb a fuzárium fertőzés veszélye is. Ezért a vetőmag előállító vállalatok gyakorlata a hibridkukorica csöves betakarítása magasabb nedvességtartalommal. Az így betakarított nedves kukoricát sokáig tárolni nem lehet a begyulladás kockázata miatt, ezért a tábláról a kamionok közvetve hordják a vetőmagüzembe és azonnal feldolgozással szárítókamrákban kezdik meg a szárítását. Nagyon fontos a több lépcsőben történő szárítási ütem, így a legkevesebb a csírázási veszteség.

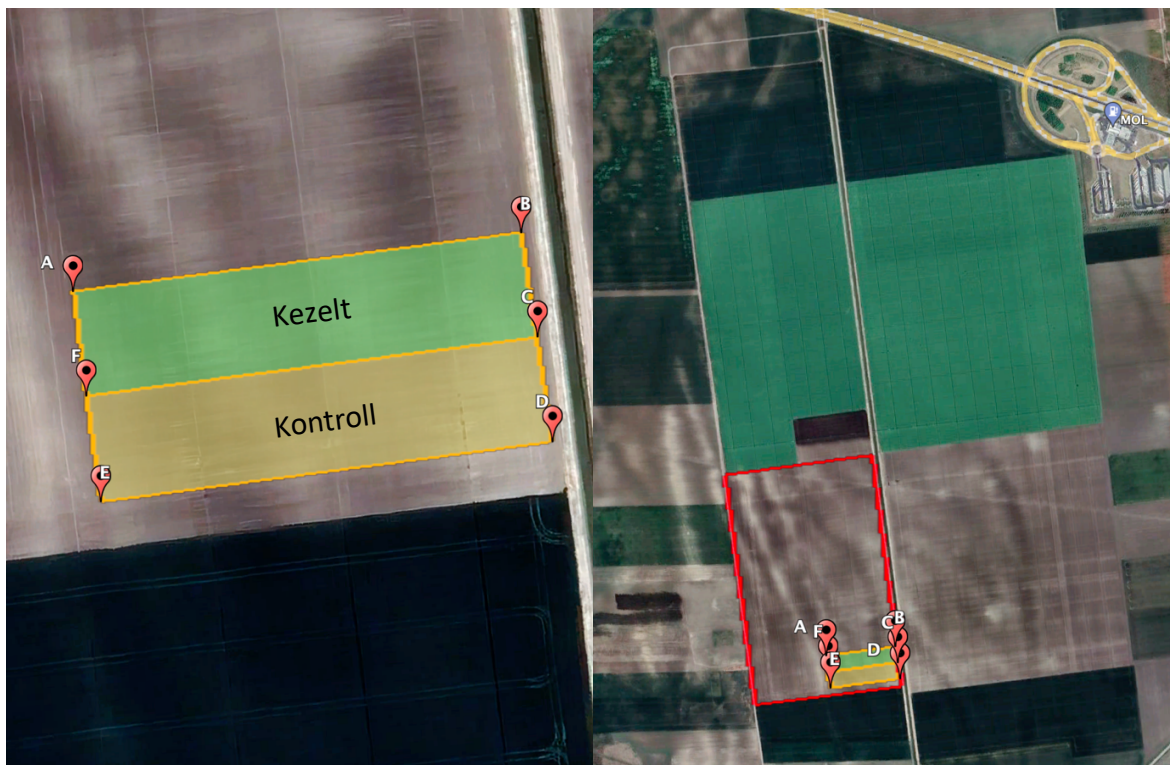
Optimális esetben a csírávizsgálat eredményén a feldolgozási technológiának nem szabadna rontania (Marton és Futó 2021).

3. Anyag és módszer

3.1. A kísérleti terület elhelyezkedése, jellemző adottságai

A terület Csongrád-Csanád megyében található, Apátfalvától 4,7km-re, közel a román határhoz. GPS koordinátái: (WGS 84) Szélesség: 46.208496°, Hosszúság: 20.641377° (6. ábra). A kiválasztott tábla kiegyensúlyozott adottságokkal rendelkezik, nincs eróziós része, pangó vizes területe. Mezősségi csernozjom talajok közé tartozik, legutolsó talajvizsgálati eredménye alapján a pH enyhén lúgos irányban mozdult el (7,34), de ez kismértékű. Tápanyagtartalma megfelelő, káliumból kissé túlsúlyos, cinkből pedig hiányos a terület. A területen öntözőrendszer üzemel, amit az idei évben gyakran el kellett indítani, a hibrid állomány gyakorlatilag csak a kiöntözött vízből tudott gazdálkodni tenyészidőszaka során.

A területet az Apátfalvi Búzakalász Kft. biztosította, amely jelenleg 1187 hektáron folytat szántóföldi növénytermesztést, bérelt és integrált területeken. A termesztett növényei: kukorica (áru-csemege-hibrid), búza, árpa, repce, szemescirok, szója, napraforgó. Állattartást nem folytat a vállalat. Jelenlegi célkitűzés az öntözésfejlesztés, valamint a precíziós gazdálkodási gyakorlatok beépítése a termelésbe. Talajművelési rendszere hibrid rendszer, ötvözve a forgatás és a forgatás nélküli gyakorlatokat. Jelenleg 530 hektárnyi területen működik öntözőberendezés.



5. ábra: Kísérleti terület elhelyezkedése műhold felvételtől (forrás: Google Earth, saját szerkesztés)

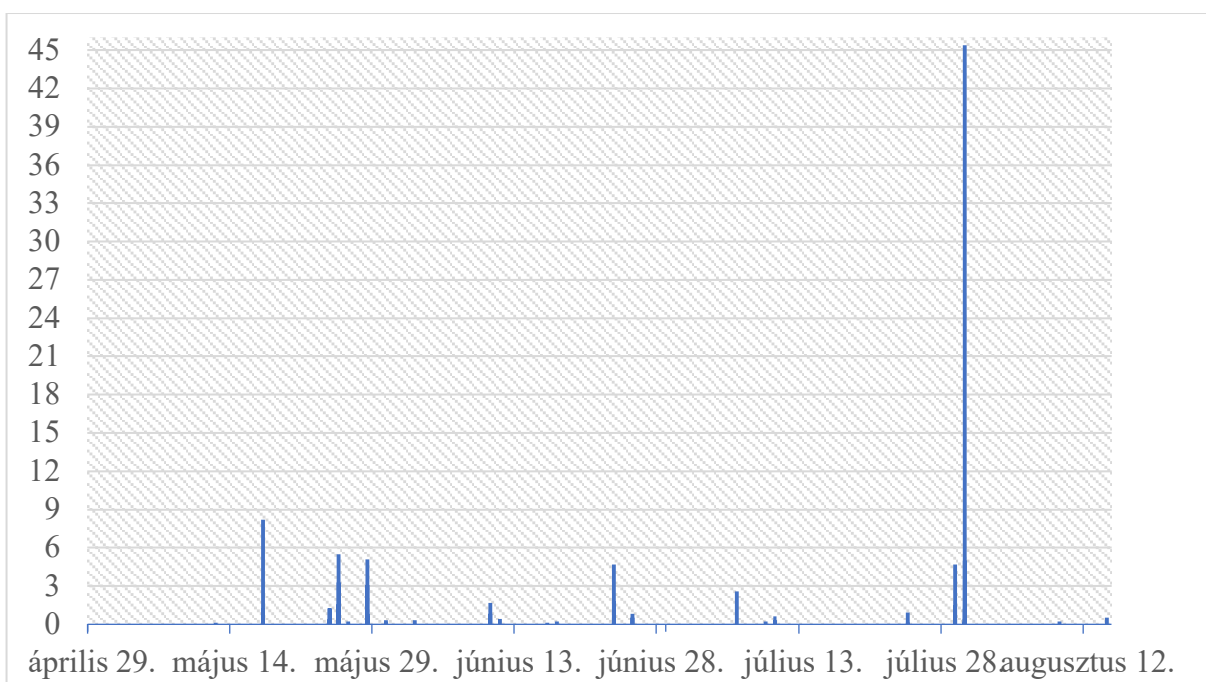
3.2. A terület agroökológiai jellemzői

Talajtípusa a már említett mezősegi csernozjom talajokhoz tartozik (agyagos vályog). Tápanyagellátottsága megfelelő, de általános cinkhiány állapítható meg a talajban (2. táblázat). A csernozjom talajokra jellemző kiváló vízháztartással rendelkezik ezért jól tűri az aszályosabb időszakokat, de idén ez is kevésnek mutatkozott a rekord aszályban teljesen kiszáradt a talaj. Ezekben a talajokon a hibrid kukoricának optimális szinten 1,7 méteren található a talajvíz, átlagos csapadékviszonyok mellett. A talajféleségéből adódóan a pH-ra kifejezetten figyelni kell mert szerkezete a lúgos irányban szétesik, művelése nehezebb lesz. A talaj a kötöttebb talajok közé tartozik.

4. táblázat: Talajvizsgálati értékek a kísérleti területen (saját szerkesztés)

Paraméterek	Értékek
Terület (ha)	12,60
pH	7,34
Humusz	2,7
KA	41,00
NO ₂ +NO ₃	11,00
Össz. só	0,06
P ₂ O ₅	234,00
CaCO ₃	16,10
K ₂ O	412,00
Mg	257,00
Mn	24,00
Na	40,00
SO ₄	9,60
Zn	0,50
Cu	1,50

A terület sajnos nem kapott jelentősebb mennyiségű csapadékot, csak a betakarítás előtt (7. ábra). A növények csak a kiöntözött vízből voltak képesek fejlődni, kifejezetten nagy aszály okozta stressznek voltak kitéve. A mérés a cég fix telepítésű digitális mérőállomásával történtek. A leesett csapadék összege 112 mm, ami 1-2, néha 5 mm-es adagokból tevődik össze. A kijuttatott öntözővíz mennyisége összesen 249 mm volt.



6. ábra: Kísérleti terület csapadékviszonyai a kísérleti évben (2022) (saját szerkesztés)

3.3. A terület termesztéstechnológiája

Az elővetemény szemescirok volt, hamar lekerült így a talajt megfelelően elő lehetett készíteni a hibrid kukoricának. Az ősszel megtörténtek a mélyítő talajmunkaműveletek, valamint a komplex alpműtrágya kijuttatása.

Az őszi alpműtrágya összetétele: 250kg/ha 7-21-21+ 4S+0,05Zn, amit szántás előtt juttattunk ki (2021.10.28). A talajt télen ülepedni hagytuk és tavasszal az ülepedett földre 200 kg/ha Karbamid 46% került kijuttatásra (2022.03.24), majd sorközműveléssel egy menetben 200 kg/ha Pétisó lett kirakva (2022.06.02).

A teljes tenyészidőszakban kijuttatott hatóanyag mennyisége (kg/ha):

- N: 166,4
- P: 53,3
- K: 53,3

A talaj cinkhiányát lombtrágyával kompenzáltuk: FitoHrom Turbo Zn 2 x2 l/ha (2022.06.26, 2022.07.07).

Az alábbi táblázatban a munkaműveletek tételes felsorolása látható (5. táblázat)

5. táblázat: A kísérleti tábla termesztéstechnológiai összefoglalója (saját szerkesztés)

MUNKAMŰVELET	DÁTUM	ANYAGFELHASZNÁLÁS
MŰTRÁGYASZÓRÁS	2021.10.02	7-21-21-4S-0,05Zn 250kg/ha
TÁRCSÁZÁS	2021.10.05	-
SZÁNTÁS	2021.11.22	-
MŰTRÁGYASZÓRÁS	2022.03.24	Karbamid 46% 200 kg/ha
MAGÁGYKÉSZÍTÉS	2022.03.24	-
MAGÁGYKÉSZÍTÉS	2022.04.13	-
VETÉS	2022.04.30	Anya + Apa I. frakció
PERMETEZÉS	2020.05.02	Lumax 4,5 l/ha
VETÉS	2022.05.06	Apa II. frakció
PERMETEZÉS	2022.06.01	Megafol 1 l/ha; Viva 3,5 l/ha
SORKÖZMŰVELES	2022.06.03	Pétisó 27% 200 kg/ha
PERMETEZÉS	2022.06.27	Zn 2l/ha; Megafol 1 l/ha; Yield On 2l/ha; Steward 30 DF 170 g/ha
CÍMEREZÉS	2022.07.04	-
PERMETEZÉS	2022.07.12	Coragen 20 SC 0,15 l/ha; Zn 2 l/ha; Optimo Care 1 l/ha; Vertimec Pro 1l/ha
BETAKARÍTÁS	2022.08.26	-

Az előveteményben nem mutatkozott, de a szántással felszínre kerültek fenyér cirok (*Sorghum halepense*) rizómák, ezért az állományban kisebb foltok alakultak ki, de a vizsgált területen nem volt jellemző. A télen leesett minimális csapadékmennyiség és a fagy a talajt finom szerkezetűvé, könnyen elmunkálhatóvá tette. A magágykészítés előtt egy 'hamis' magágyat hoztunk létre várva a felgazosodását (a hibrid nehezebb gyomirtása miatt), de nem hullott csapadék így nem kelt ki jelentős mennyiségű gyommag. A vetés két JohnDeere 6155R típusú erőgéppel és két Gaspardo vetőgéppel történt, RTK (1-2cm) pontossággal. A sortávolságok az anyanövények között 76 cm, az apa és anya növények között 50 cm, az apa és apa növények között szintén 50 cm (csatlakozó sorok). A vetés 4-2 (anya-apa) arányban volt meghatározva, tehát 4 sor anyai vonal után 2 sor apai vonal következett, majd 4 sor anyai vonal ismét. Az öntözés esőztető lineár berendezéssel történt. A kijuttatott csapadék mennyisége összesen 250 mm vízoszlop volt hektáronként. A májusi hónapban 21mm és 31mm csapadék került kiöntözésre a táblára. Júniusban 33mm és 40mm vízoszlop került kiöntözésre, ebben a hónapban nem érkezett számottevő természetes csapadék. Júliusban a kötés és címerezés időszakában is szintén nagy mennyiségű 21-21-40-42 mm csapadék került kijuttatásra, ez a legkritikusabb időszaka és legvízigényesebb szakasza a kukoricának, ebben az időszakban sem

érkezett értékelhető mennyiségű csapadék. Augusztus hónapban a szemkitelítődéshez már érkezett annyi csapadék, hogy nem volt szükséges az öntözöt üzemeltetni.

3.4. A kísérlet beállítása

A vizsgálat célja az volt, hogy a biostimulátor készítmények valóban képesek-e hozamnövekedést eredményezni. A kijuttatások időpontját és a tankkeverék összeállítását a forgalmazó területileg illetékes szaktanácsadójával állítottuk össze. A kezelt területen egy teljeskörű technológiai csomagot kapott, a kezeletlen terület kizárólag az üzemi technológiát kapta. A percellák kezelése hidas permetezővel valósult meg (JohnDeere 4730).



7. ábra: Hibridkukorica permetezése (saját fénykép)

A kísérleti terület két blokkból állt, egy kezelt (30m x 200m --> 0,6 ha) és egy kezeletlen (30m x 200m --> 0,6 ha) parcellából. Több ismétléses kísérlet beállítására nem volt lehetőség.

Kezelések

A: 2022.06.01

Ebben az időpontban az első adag biostimulátor csomagot juttattuk ki a kezelt területre. A készítmények Megafol 1 (l/ha) és Viva 2 (l/ha). A permetezés megkezdése előtt mindig ellenőriztük az időjárási körülményeket és csak arra alkalmas időben kezdtünk neki (6. táblázat).

6. táblázat: Az első kezelés kijuttatásakor mért időjárási körülmények 2022.06.01

Idő	Hőm. (°C)	Pára (%)	Szél seb. (m/s)	Szél Irány	Talaj hőm. (°C)	Talaj nedv.	Felhő (%)	BBCH	Borítottság (%)	Növény magasság (cm)
9:00- 9:30	22,3	54,0	1,1	NW	21,7	DRY	65	16	13	17

B: 2022.06.27

A kísérleti tervnek megfelelően a második adag biostimulátor termésmenővelőket juttattuk ki a kezelt területre. Ebben az időpontban is alkalmasak voltak a feltételek a permetezés elvégzéséhez, lemosócsapadék nem volt, a kijuttatott készítmények fel tudtak maradéktalanul szívódni (7. táblázat).

7. táblázat: Az második kezelés kijuttatásakor mért időjárási körülmények 2022.06.27

Idő	Hőm. (°C)	Pára (%)	Szél seb. (m/s)	Szél Irány	Talaj hőm. (°C)	Talaj nedv.	Felhő (%)	BBCH	Borítottság (%)	Növény magasság (cm)
8:00- 8:30	24,1	61,0	0,8	N	22,9	DRY	9	35	65	160

3.5. A kísérletben szereplő termésmenővelő anyagok

Megafol

A növény számára aminosavakat, fehérjéket, betaminokat, vitaminokat és kimondottan a regenerálódást elősegítő tápanyagokat tartalmazó biostimulátor. Rendszeres használatával fokozhatjuk a vegetatív fejlődést és a termőképességet. Átsegíti a növényeket az olyan stresszhelyzetek leküzdésében, mint a fagy, az aszály, a mechanikai sérülések (jégverés, szélverés) vagy az egyes gyomirtószeres kezelések által okozott negatív hatásokon. Összetevő

növelik a növény természetes ellenállóképességét, serkenti az anyagcserefolyamatokat. Megemeli a sejten belüli védekező anyagok mennyiségét, melyek eredményeképpen lényegesebben vészel át egy stresszes időszakot.

Viva

Célzottan összeállított biostimulátor, amely a növényekre és a talajra is kedvező hatással van. Élénkítő hatással van a rizosztféra működését, stimulálja a növény őszi vagy tavaszi fejlődését. Tartalmaz: nagy arányban poliszacharidot és huminsavat melyek hozzájárulnak a gyökérzet megnyúlásához és az oldalgyökerek képződéséhez. Az aminosavak és hormon-előanyagok már a korai fenológiai fázisokban segítik az éppen még csak differenciálódó sejtsoportulásokat, amik később a termésképzésért felelnek. A növény gyökerei közelében a huminsav miatt javul a talajkolloid-állapot és ez hozzájárul a tápanyag- és vízgazdálkodáshoz. A fiatal növény így kiegyensúlyozottan és megfelelő tápanyagraktárral tudja átvészelni a későbbi stresszes időszakokat ([http3](#)).

Yield ON

Szántóföldi kultúrákra kifejlesztett biostimulátor. Összetétele: három különböző növényikivonat, speciálisan összeállított mikroelemek. Javítja a tápanyagfelvételt, serkenti a sejtsztódást, a zsírsavak és fehérjék szintézisét. Ennek eredmény a magasabb terméshozam és a jobb beltartalom ([http4](#)).

A biostimulátorok célzott növényi folyamatokat fokoznak ezért kijuttatásuk mindig az adott fenológiai állapotban kell, hogy megtörténjen. Ellenkező esetben nem fejtik ki hatásukat, a várt eredmény elmarad. A kijuttatási időpontok megválasztásához, ha bizonytalan, érdemes szaktanácsadót bevonni ([http5](#)).

3.6. Vizsgálati módszerek

Csővizsgálat, szemvizsgálat

Az általam elvégzett vizsgálatok egyike a hibridkukorica csöveinek vizsgálata. A mintavétel a területen randomizálva történt, 130 darab cső került begyűjtésre a kezelt és kezeletlen területről (összesen 260). A mintákon megszámlálásra került a szemsoroknak a száma, a szemsorokban lévő szemek átlagos száma, a csövek tömege pedig lemérve (csutka+szem) lett. Ezután a szemeket lemorzoltam és megmértem, majd a csutkák tömegét. A lemorzolt szemekből

hektolitersúly mérést végeztem és végül elküldtem frakcionálásra és csíravizsgálatra. A csíravizsgálatot és frakcionálást a Gabonakutató Kft. végezte akkreditált körülmények között.

8. ábra: Szemek nedvességtartalmának mérése, csutkasúlyok mérése, morzsolt szemek tömegének mérése (saját fotó)



Vízleadási dinamika mérése

A hibridkukorica betakarítása magas nedvességtartalommal, csövesen történik. A szárításukat kamrákban végzik szintén még morzsolatlan állapotban. A legtöbb üzem gázüzemű fűtőegységgel van felszerelve, amiket a jelenlegi energiaárak mellett költséges üzemeltetni. A vizsgálat az egységnyi idő alatt történő vízleadást vizsgálja. A kukoricák fel lettek fűzve egy kötélre majd fellógatva egy tetőszerkezet alá. Az aszályos idő miatt nem volt szükség hőforrásra csak ventilátorra, ami a forró légköri levegővel szárította a csöveket. Időközönként megmértem a szemek nedvességtartalmát, ezáltal összehasonlítható volt a kezelt és kezeletlen csövek vízleadási dinamikája. Kezelt és kezeletlen parcelláról véletlenszerűen 47-47 darab cső került kiválasztásra.

Külön betakarítási adatok mérése

A két parcelláról betakarított csöves hibrid kukoricát külön mértem le, így mérve a bruttó kihozatal közötti különbséget.

9. ábra: Kezelt és kezeletlen területről begyűjtött csövek szárítása ventilátorral (saját fotó)



Statisztikai elemzés módszere

Az eredmények statisztikai értékelésére az R (R Core Team, 2018) programcsomagot használtuk (Wickham és Francois 2015). A kapott adatokat 95%-os szignifikancia szinten statisztikai értékelésnek vetettük alá. A kezelések hatását két független mintás t-próbával elemeztük. A teszt használatának feltételei, hogy a két adatsor normális eloszlás legyen, a két független (diszjunkt) csoportunk legyen, illetve a csoportok közötti variancia homogén legyen, amit F -statisztikával ellenőrizhetünk. A normalitást a Shapiro -Wilk teszt alapján a kukorica tömege ($S(258)=0,99$, $p=0,26$) esetében elfogadtuk. Ugyanakkor kétmintás t-próba normalitás feltételének enyhe sérülésére robusztus, ilyenkor elegendő egy gyengébb feltételt is ellenőrizni. A Csúcsosság-ferdeség vizsgálatát akkor alkalmazzuk, ha a normalitás a normalitásvizsgálathoz használt hagyományos tesztekkel nem elfogadható. A módszer lényege, hogy a csúcsosság (kurtosis), valamint a standard hibájának hányadosa, illetve a ferdeség (skewness) és standard hibájának aránya sem haladhatja meg a 3,3-at (Tabachnick és Fidell, 2001).

A sorban lévő szemek száma esetében ($S(258)=0,88$, $p<0,05$), illetve a szemszám ($S(258)=0,98$, $p<0,05$) esetében a csúcsosság és ferdeség alapján fogadtuk el a normalitást. A csoportok közötti varianciát mindhárom esetében elfogadtuk. A kukorica tömegét (függő változó) a sorok számaira, valamint a sorban lévő szemek számaira többször lineáris regresszióval elemeztük. A többszörös regresszió-analízis szorosságát kanonikus korrelációval

vizsgáltuk. A változópáronkénti kapcsolatokat, illetve a korrelációs együtthatókat GGalay-könyvtár ggpairs () függvénnyel jelenítettük meg.

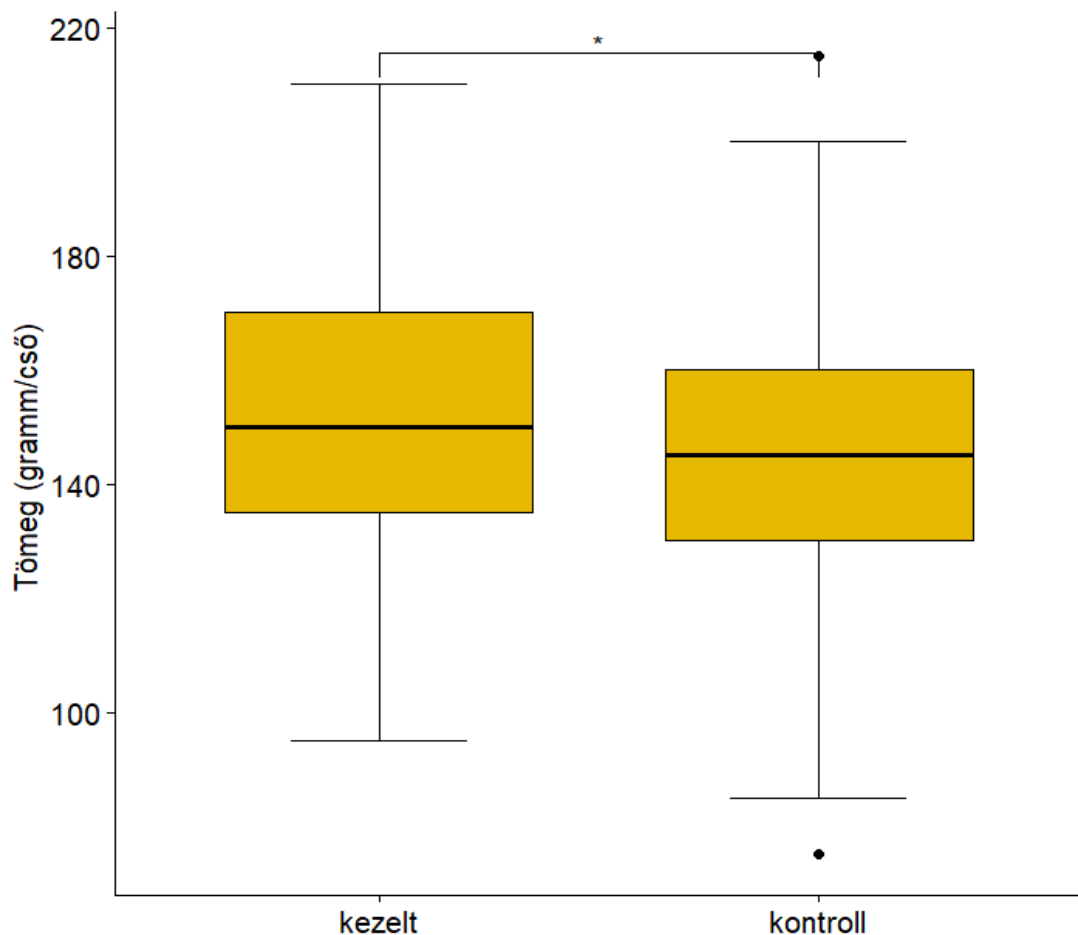
10. ábra: Vizsgált hibrid kukorica állomány csöveinek betakarítás előtti állapota (kezelt parcella) (saját fotó)



4. Eredmények

4.1. Cső és szemvizsgálat eredményei

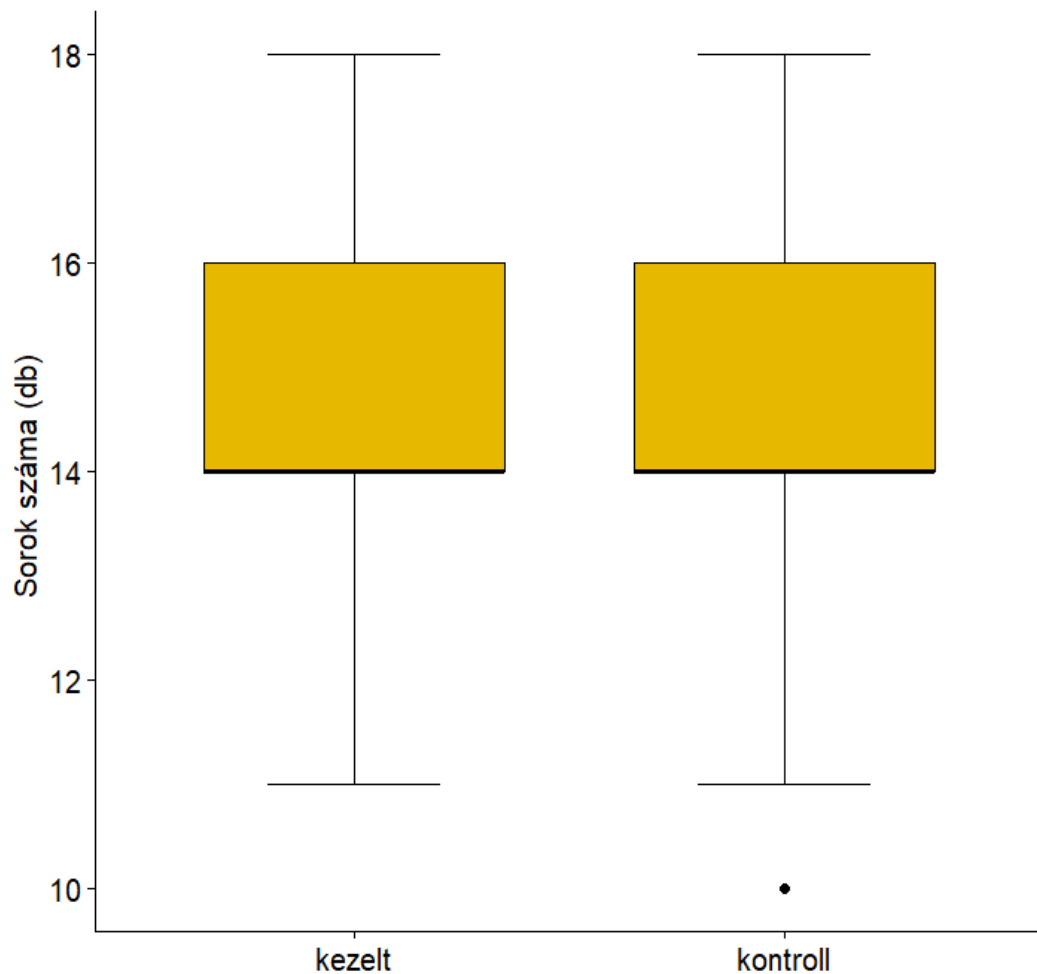
A kezelések szignifikánsan befolyásolták a kukoricacsövek (szem + csutka) tömegét ($t_{256}=2.012$, $p<0.05$). Tehát a kezelések hatására a kezelt területen nehezebbek a kukoricacsövek csövek (11. ábra).



11. ábra: A kezelések hatását a kukoricacsövek (szem+csutka) tömegére (gramm) értékekre Whiskers diagramon ábrázoltuk. A téglalap az adatok interkvartilis tartományát fedi le, a mediánt vízszintes vastag vonallal ábrázoltuk. A kezelések közötti szignifikáns különbséget csillagok jelzik, két független mintás t-próba (* – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$; * – $p < 0,001$).**

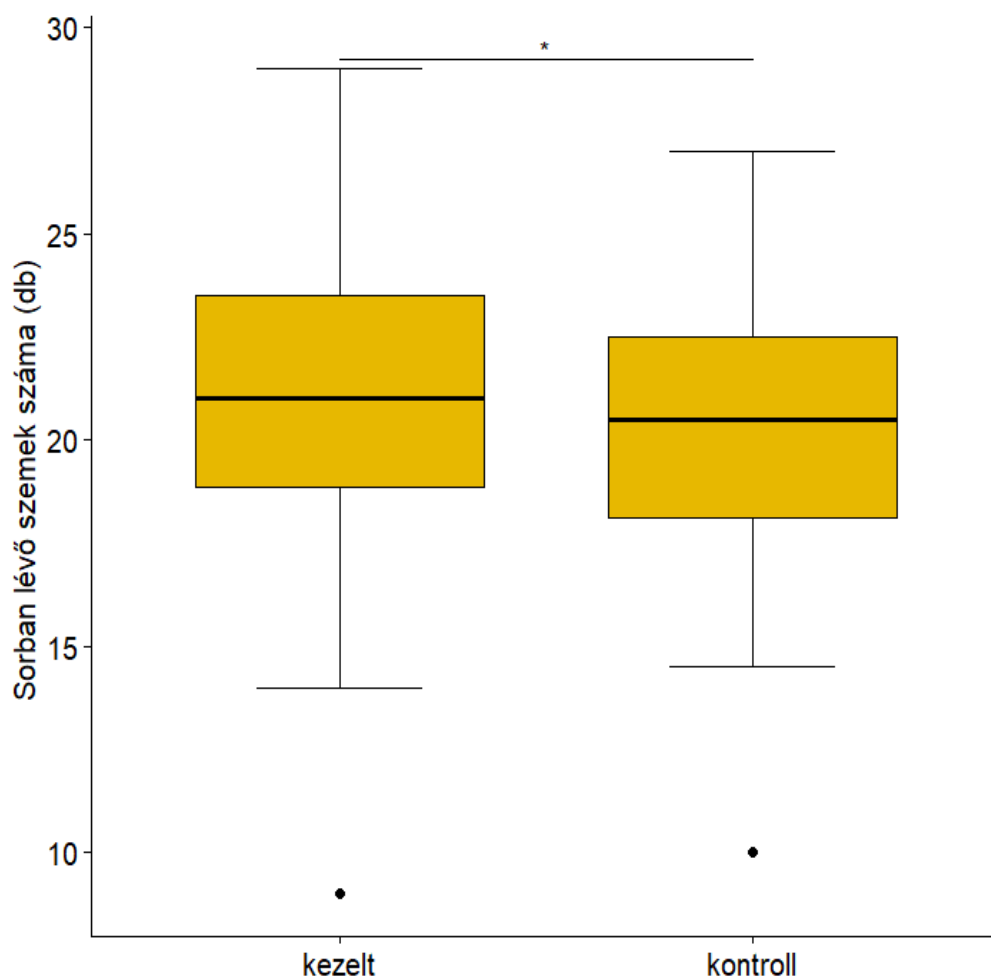
A 11. ábrán is látható, hogy a kezelt területen a csövek (szem+csutka) átlagos tömege 155g volt, ezzel szemben a kezeletlen területről származó csövek (szem+csutka) tömege 140g körül alakult.

Ugyanakkor a sorok száma között (db) nem találtunk szignifikáns kapcsolatot ($t_{256}=0.34$, $p=0.72$), átlagosan a sorok száma 14,7 sor/cső volt. (12.ábra).



12.ábra: A kezelések hatását a sorok számaira (db) Whiskers diagramon ábrázoltuk. A téglalap az adatok interkvartilis tartományát fedi le, a mediánt vízszintes vastag vonallal ábrázoltuk. A kezelések közötti szignifikáns különbséget csillagok jelzik, két független mintás t-próba (* – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$; *** – $p < 0,001$).

A kezelések szignifikáns hatást gyakoroltak ($t_{256}=2.20$, $p<0.05$) a sorban lévő szemek számaira (db). Az egy sorban található szemek száma a kezelt parcellán 22,54 db volt, még a kezeletlen parcellán kevesebb 20,10 db volt. (13.ábra).



13.ábra A kezelések hatását a sorban lévő szemek számaira (db) Whiskers diagramon ábrázoltuk. A téglalap az adatok interkvartilis tartományát fedí le, a mediánt vízszintes vastag vonallal ábrázoltuk. A kezelések közötti szignifikáns különbséget csillagok jelzik, két független mintás t-próba (* – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$; * – $p < 0,001$).**

A regressziós modell szignifikáns ($p<0,001$). Szignifikáns pozitív kapcsolatot találtunk a kukoricacsövek tömege és a sorok száma, valamint a sorban lévő szemek számai között. A determinációs együttható értéke $R^2=0,65$, ami közepes lineáris illeszkedést mutat (8. táblázat).

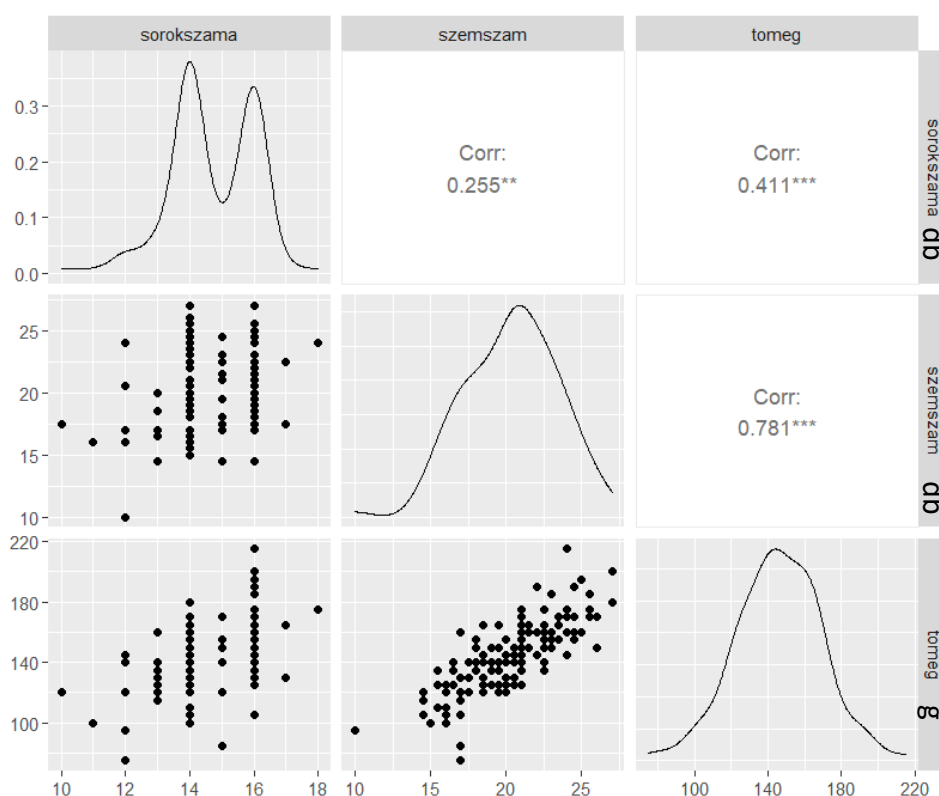
8.táblázat: Többször lineáris regresszió eredményei

Előrejelző	b	b 95% CI [LL, UL]	β	β 95% CI [LL, UL]	sr^2	sr^2 95% CI [LL, UL]	r	Fit
(Intercept)	-27.27	[-56.02, 1.48]						
szemszám	5.57**	[4.75, 6.39]	0.72	[0.62, 0.83]	.49	[.37, .61]	.78 **	
Sorok száma	4.05**	[2.15, 5.95]	0.23	[0.12, 0.33]	.05	[.00, .09]	.41 **	
								$R^2 = .658^{**}$
								95% CI[.56,.72]

megjegyzés. A szignifikáns b -súly azt jelzi, hogy a β -súly és a félrészes korreláció is szignifikáns. b a nem standardizált regressziós súlyokat jelenti. β a standardizált regressziós súlyokat jelzi. sr^2 a félrészes korreláció négyzetét jelenti. r a nulladik rendű korrelációt jelenti. LL és UL a konfidenciaintervallum alsó és felső határát jelöli.

* $p < .05$ értéket jelez. ** $p < .01$.

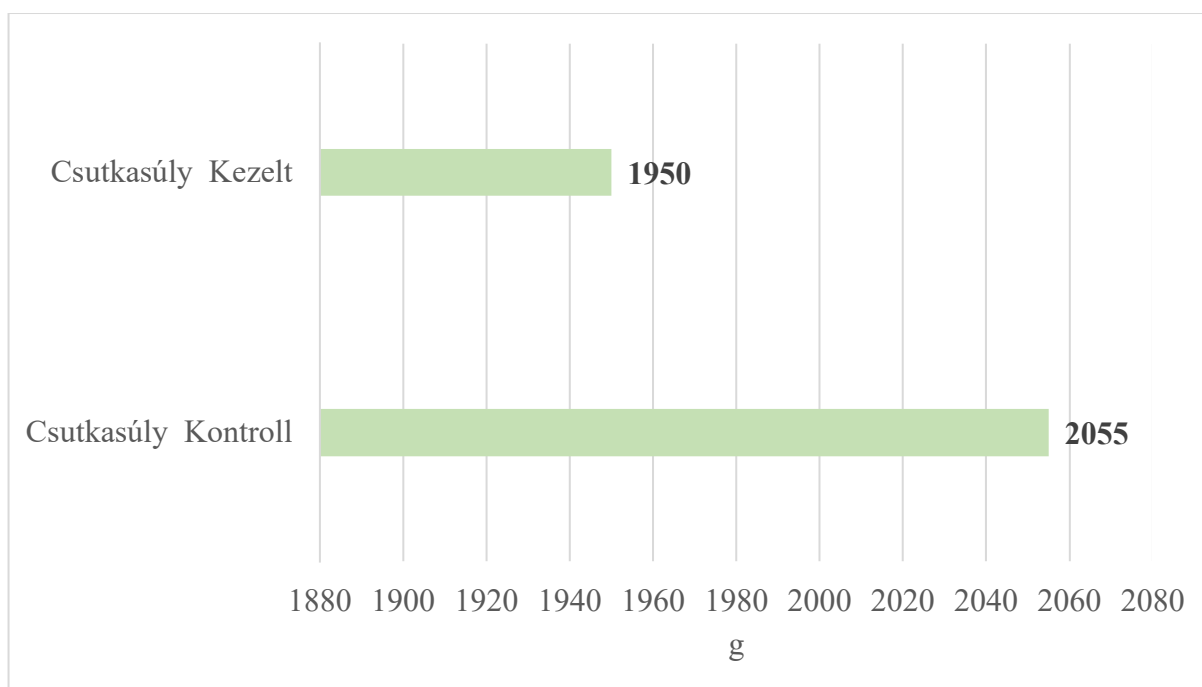
A kanonikus korrelációs eredményeit a 15.ábra szemlélteti. A legnagyobb korrelációt a tömeg és a szemszám között kaptuk.



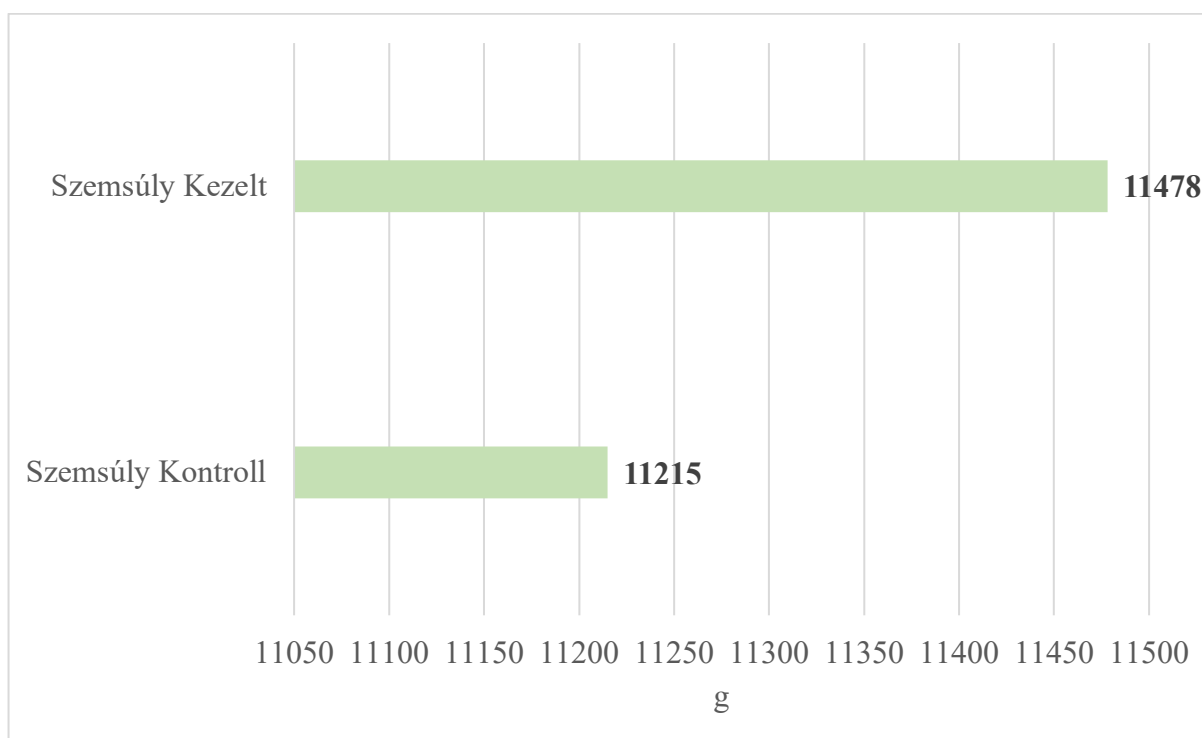
14. ábra: A változók páronkénti szórásdiagramja és Pearson-féle korrelációs együtthatója

A csövekről lemorzsolts szemek tömegét vizsgálva arra a megállapításra jutottunk, hogy adott mennyiségű csőről a kezelt területről nagyobb tömegű szem kerül lemorzsolásra (15-16. ábra).

15. ábra: A vizsgált 130 db mintának lemorzszolt csutkáinak tömege (g)



16. ábra: A vizsgált 130 db mintáról lemorzszolt szemek tömege (g)



A hektolitertömeg mérésekor az volt tapasztalható, hogy a kezelt területről betakarított szemek hektolitertömege több mint a kezeletlen területnek, ebből már következtetni lehet a magasabb hozamszintre a kezelt területen (9. táblázat).

9. táblázat: Hektolitertömeg mérésének eredménye a kezelt és kezeletlen területről begyűjtött mintákból

Hektolitertömeg Kontroll (kg/hl)	Hektolitertömeg Kezelt (kg/hl)
76,9	79,8

A betakarítási adatok kiértékelésénél is megmutatkozott a kezelt javára a különbség. A betakarítás csőtörőgép végezte, és a parcellák külön lettek bemérve (10. táblázat).

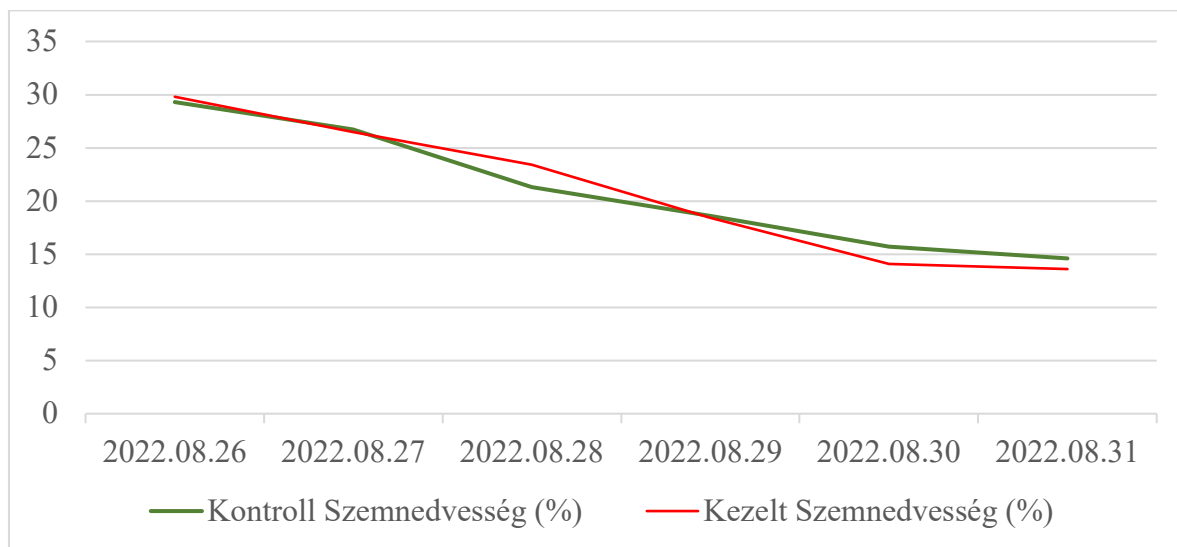
10. táblázat: Betakarítási eredmények a kezelt és kezeletlen területről

Bruttó hozam Kontroll (t/ha)	Bruttó hozam Kezelt (t/ha)
6,2	7,0

4.2. Vízleadási dinamika eredményei

A szemnedvesség csökkenésének dinamikáját vizsgálva arra a következtetésre jutottunk, hogy a kezelt területről betakarított szemek gyorsabban adják le a vizet. Ez látványos eredmény, mert 1%-os különbség van a kezelt és a kezeletlen minták között, a kezelt minták javára (17. ábra).

17. ábra: A kezelt és kezeletlen területekről betakarított minták nedvességleadásának dinamikája



4.3. Csírávizsgálat eredményei

A csírávizsgálat eredménye nem mutatott eltérést a kezelt és a kezeletlen minták között, mind két tétel megfelelt a követelményeknek, szinte teljesen megegyező eredményekkel. A frakcionálás során sem volt tapasztalható jelentős eltérés (11. táblázat).

11. táblázat: A csírávizsgálatok eredménye a kezelt és kezeletlen minták, kis- és nagy frakcióinak

Fajta	ép (%)	abnorm. (%)	rohadt (%)
Kezelt nagy A	99	2	0
Kezelt nagy B	97	2	1
Kezelt kicsi A	95	2	3
Kezelt kicsi B	95	2	3
Kontroll nagy A	96	2	2
Kontroll nagy B	95	0	5
Kontroll kicsi A	97	1	2
Kontroll kicsi B	95	3	2

18. ábra: A csírázásra előkészített szemek, frakcionálás után (saját fénykép)



5. Következtetések és javaslatok

A csővizsgálat alapján levonható következtetések

Szenszorok száma

A szenszorok számában nem volt tapasztalható szignifikáns különbség a kezelések között. A gyártó által ígért plusz sor idén nem teljesült. Az eredményből nem lehet azt a következtetést levonni, hogy egy kedvezőbb időjárási körülmények között lezajló termesztési idényben nem tudtak volna plusz egy sort indukálni a készítmények. Az egyértelmű következtetés levonásához több év eredményeire van szükség.

Szenszorokban lévő szemek száma

Itt tapasztalható volt szignifikáns eltérés, plusz sort nem, de ezzel szemben több szemet sikerült produkálnia a növényeknek a kezelés hatására. Ez két féle módon lehetséges, vagy az anyasorok csőfejlődési szakasza erőteljesebb volt, vagy az apasorok virágzásakor jobban termékenyültek a csővégek, nem sült be a pollen a címerbe. Mindenképpen hozzájárul a magasabb terméseredményhez.

Csővek tömege (szem+csutka)

A kezelt területről begyűjtött csövek tömege kevesebb volt, mint a kezelteké és ez a különbség szignifikáns. Itt már következtethetünk a jobb szemkitelítődésre, a magasabb ezerszemtömegre/hektolitersúlyra.

Szem/Csutka arány

A csövek tömegéből következtetni lehet a teltebb szemekre és a csutka-szem arány is alátámasztotta. A kezelt területről származó csövekben a csutka kisebb részt tesz ki, jobb a szemkihozatala. Ez jelentős eredmény, a szemek tömege sokkal fajsúlyosabb, mint a csutka tömege, termésnövekedést eredményez a kedvező arány. Ezt lineáris regresszióval is sikerült alátámasztani, mert kimutatta, hogy a szemek száma és a csövek tömege között szoros összefüggés van.

Hektolitersúly és betakartás

A morzsolt szemekből kevert átlagminták hektolitertömege is a kezelt parcellánál volt magasabb érték. A többi mérést kiegészítve alátámasztja, hogy a biostimulátoros kezelések hozzájárulnak a magasabb termésátlaghoz.

Vízleadási dinamika

Ez az eredmény már nem közvetlen a gazdaságnak termel hasznát, itt a vetőmag előállító cégek tudják gazdaságosabban leszállítani a csövesen beszállított magas víztartalmú vetőmagkukoricát, ami a jelenlegi energiaárak mellett jelentős kiadás csökkentést jelenthet, de ez nem feltétlenül igaz általánosan az összes hibridre. Az adott hibridet vizsgálva pozitívan reagált a kezelt állomány, de az általánosításhoz szükséges több genotípus ilyen jellegű vizsgálata.

Csíravizsgálat

A biostimulátoros kezelés hatására nem javult a csírázási értéke az előállított vetőmagnak. A kontrollnak és a kezelt állománynak jó csírázási eredményi lettek, eltérés egyik kezelés hatására sem változott, sem negatív sem pozitív irányban.

6. Összefoglalás

A dolgozatom a 2022-es esztendőben végzett biostimulátoros termésnövelő termékek hatásának vizsgálatát foglalja össze hibrid kukorica kultúrában. Magában foglalja a kivitelezés módját, az adatgyűjtés módját majd a begyűjtött adatok kiértékelését. Csongrád-Csanád megyében, Apátfalvához közel lévő gazdaságban állítottuk be a kísérletet. A vizsgált biostimulátorokat a forgalmazó szaktanácsadójaival közösen állítottuk össze. Vizsgálatom célja az volt, hogy a hibrid kukorica előállításban ezek a termésnövelő készítmények valóban képesek-e hozamnövekedést indukálni, valamint sikerül-e csökkenteni vele a növény számára stresszes időszakokat. Az utóbbi évek időjárási tendenciájából, arra következtethetünk, hogy a vetőmagelőállítás egyre nagyobb kihívások elé néz, mert extrém légköri aszályos időszakok vannak a termékenyülés és szemkitelítődés időszakában. Az öntözési pályázatok megnövelték az öntözőberuházási kedvet, ez arra enged következtetni, hogy a potenciális vetőmag előállító terület növekedhet, de abban az esetben, ha a stresszhatásokat nem tudjuk mérsékelni akkor veszélybe kerülhet a vetőmagelőállítás.

A vizsgálat során három készítményt vizsgáltunk különböző fonológiákban kijuttatva, amikor hatásukat kifejthetik a megfelelő sejtciklusra. A cső és szemvizsgálatok eredményei alapján elmondható, hogy valóban növelik a hibridkukorica stressztűrését, pozitív hatással vannak a szemkitelítődésre, a szem-csutka arányra, és a vízleadásra (adott genotípusnál). Ugyan a gyártó által mért szemsortöbbletet szignifikánsan nem sikerült alátámasztani, de mindemellett rengeteg előnyös hatását sikerült alátámasztani szignifikáns eredményekkel. Természetesen nem csodaszerek, a kísérlet adott évben genotípusra vonatkozóan hozott termésnövekedést.

A következtetés az, hogy a biostimulátoroknak van helye a piacon és a hibrid állományokban, bekerülési költségük, egy ilyen magas árbevételű kultúra esetében, könnyedén megtérül.

A biostimulátorokról nagyon fontos tudni, hogy csak a növény adott fonológiájában működnek. Enzimeket, hormon-előanyagokat, aminosavakat, vitaminokat tartalmaznak, amik csak bizonyos sejt folyamatok aktív szakaszában működnek, ezért mindenképpen szükséges a megfelelő biológiai szaktudás a használatukhoz vagy szaktanácsadó bevonása a kijuttatási időpontok meghatározásához.

7. Köszönetnyilvánítás

Szeretnék köszönetet mondani konzulensemnek Dr. Futó Zoltán egyetemi docensnek a vizsgálatomban és dolgozatom megírásában nyújtott segítségéért, hasznos tanácsaiért és szakmai támogatásért.

Meg szeretném köszönni Joó Ferencnek a Malagrow szaktanácsadójának a szakmai támogatást.

Továbbá szeretném megköszönni a Vancsura családnak, hogy a vizsgálatot a gazdaságuk területén végezhettem el, valamint azt is, hogy a vizsgálathoz szükséges feltételeket biztosították.

Szeretném még családomnak is megköszönni, mert végig támogattak szakdolgozatom készítése közben.

8. Irodalomjegyzék

- Ángyán J. (szerk.) (1987): Agroökológiai hatások a kukoricatermesztésben – Az agroökológiai körzetek és a területi fejlesztés. Növénytermesztés korszerűen, gazdaságosan, Sorozatszerkesztő: Menyhért Zoltán, GATE-KSZE Gödöllő – Szekszárd, 6-26p.
- Barátiné Pasek M. & Széll E. (1995): Hibridkukorica-vetőmag termesztése. Agroforum, 6.:5: 67-70p.
- Birkás M. & Szemők A. (2001): Teendők, megfontolandók a kukorica talajművelésében. Gyakorlati Agroforum, 2001. 12., 34-36p.
- Bocz E. (1996): Szántóföldi növénytermesztés. Mezőgazda Kiadó, Budapest 145-147p.
- Bocz E. (szerk.) (1996): Szántóföldi növénytermesztés. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 23-26p
- Danert S., Hanelt P., Helm J., Kruse J. & Schultz-Motel J.: Uránia növényvilág – magasabbrendű növények II. Gondolat Könyvkiadó, Budapest, 122p
- Debreczeni B.-né (1985): Víz- és tápanyagellátás hatása a kukorica transzspirációjára és tápanyagfelvételére. Öntözéses gazdálkodás, 129-149p.
- Dörner Z. & Zalai M. (2013): A gyomszabályozás alapjai. Egyetemi jegyzet, 34-37p.
- Marton L. & Futó Z.: Kukorica in: Izsáki Z. & Kruppa J. (szerk.): Szántóföldi növények Vetőmagtermesztése 2. kötet, Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Gödöllő, 2021 99-116p.
- Dudits D. (2004): A növények szexuális életének molekuláris titkai. Mindentudás Egyeteme, Előadás Jegyzet, 107-121p.
- Ertseyné P. K. (2004): A vetőmag fémzárolása, értékmérő tulajdonságainak vizsgálata. Szántóföldi növények vetőmagtermesztése és kereskedelme. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 102-186p.
- Gönczi K. (2022): Kiútkeresés tápelemhiány idején: mit tud egy biostimulátor?. Agrárágazat: 30-36.
- Györffy B. (1988): Az 1983. évi aszály hatása és tanulságai. Magyar Tudomány, 249-254p.
- Györffy B., I'só I. & Bölni I. (1965): Kukoricatermesztés. Mezőgazda Kiadó, Budapest 62-64p
- Heszky L., Sutka J. (2000): Genetika. Szent István Egyetem, Gödöllő, 37p.
- Hortobágyi T., Keszthelyi I., Koltay A., Kovács M., Ördög V., Simon T.-né, Wolcsánszky E. & Turcsányi G. (1986): Agrobotanika. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 189-194p.
- Huzsvai L. & Nagy J. (2003): A műtrágyázás hatása a kukorica termésére öntözés nélküli és öntözéses termesztésben. Növénytermelés, 533-541p.
- Izsáki Z. & Lázár L. (2004): Szántóföldi növények vetőmagtermesztése és kereskedelme. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 216-267p.
- Mándy Gy. (1974): A bő termés biológiai alapjai. Mezőgazda Kiadó, Budapest 178-215p.
- Mangelsdorf P. C. & Reeves R. G. (1945): The Origin of Maize. American Anthropologist, 47(2): 235-243p.
- Menyhért Z. (szerk.) (1985): A kukoricatermesztés kézikönyve. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest
- Pál I. (1975): A hőmérséklet-változás hatása a kukorica táplálói- és vízfelvételének napi ritmusára. Különlenyomat, Agrártudományi Egyetem, Gödöllő, 5-58p.
- Pál Zs. & Dr. Vásáry M. (2019): Vetésterületi áttekintés. Agro Napló: 6-8.
- Pepó P. (2005): Növénytermesztéstan 2. (Olaj- és iparnövények). Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 17-19p.
- Pethő M. (2002): Mezőgazdasági növények élettana. Akadémiai Kiadó, Budapest, 62-65p.

- Petr J., Cerny V., Hruska L. (1985): A főbb szántóföldi növények termésképződése. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 64p.
- Polgár G. (2017): A kukoricavetőmag-ágazati helyzetképe. Agrárágazat: 4-6.
- Ruzsányi L. (1996): A kukorica termését befolyásoló fontosabb tényezők. Kukoricatermesztés '96 Országos Tanácskozás. Gödöllői Agrártudományi Egyetem Vezető- és Továbbképző Intézet, Budapest, 142-165p
- Rünger W. (1977): Virágképződés és virágfejlődés. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 34p
- Sárvári M. (1996): Kukorica. In: Szántóföldi növénytermesztés. (Szerk.: Bocz E.) Mezőgazdasági Kiadó, Budapest
- Sprague G. F. & Dudley J. W. (1988): Corn and Corn Improvement. American Society of Agronomy, 26p.
- Tabachnick, B.G. & Fidell, L. S. (2001): Computer-assisted Research Design and Analysis Pearson Education. New York, 1-748p.
- Takács A. (2022): A kukorica rovarkártevői 2022-ben. Mezőhír, 2022.06., 48-52p.
- Varga Z. & Varga-Haszonits Z. (2003): A meteorológiai viszonyok hatása a kukorica életjelenségeire. Agroinform Kiadó, Budapest, 18-19p.
- Wickham, H. & Francois, R. (2015): dplyr: A grammar of data manipulation.

Internetes források:

- Jung I.: Öntözött területek Magyarországon – helyzetelemzés.
<https://magyarmezogazdasag.hu/2022/08/18/ontozott-teruletek-magyarorszagon-helyzetelemzes> (2022 november)
- Gönczi K. (2021): Virágzik a biostimulátorpiac, a kis gyártók mégis veszélyben.
<https://mezohir.hu/2021/09/03/viragzik-biostimulatorpiac-mezogazdasag/> (2022 november)
- http 1 Talajreform. <https://talajreform.hu/termek/mikorrhiza/> (2022.11.04)
- http 2 A kukorica öntözéses termesztése. <https://agrarium7.hu/cikkek/14-a-kukorica-ontozeses-termesztese> (2022.11.06)
- http 3 Megafol. <https://malagrow.hu/product/megafol/> (2022.11.09)
- http 4 Viva. <https://malagrow.hu/product/viva/> (2022.11.09)
- http 5 YieldON <https://malagrow.hu/product/yieldon/> (2022.11.09)

NYILATKOZAT

Alulírott Báthori Barnabás, a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Szent István Campus, Vetőmaggazdálkodási Szakmérnöki szak nappali/levelező* tagozat végzős hallgatója nyilatkozom, hogy a dolgozat saját munkám, melynek elkészítése során a felhasznált irodalmat korrekt módon, a jogi és etikai szabályok betartásával kezeltem. Hozzájárulok ahhoz, hogy Záródolgozatom/Szakdolgozatom/Diplomadolgozatom egyoldalas összefoglalója felkerüljön az Egyetem honlapjára és hogy a digitális verzióban (pdf formátumban) leadott dolgozatom elérhető legyen a témát vezető Tanszéken/Intézetben, illetve az Egyetem központi nyilvántartásában, a jogi és etikai szabályok teljes körű betartása mellett. A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem*

Kelt: 2023 év 11 hó 11 nap



Hallgató

NYILATKOZAT

A dolgozat készítőjének konzulense nyilatkozom arról, hogy a Záródolgozatot/Szakdolgozatot/Diplomadolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A Záródolgozatot/Szakdolgozatot/Diplomadolgozatot záróvizsgán történő védeésre javaslom / nem javaslom*.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen - nem*

Kelt: Szarvas, 2023. november 10.



Belső konzulens

*Kérjük a megfelelőt aláhúzni!