

# **DIPLOMADOLGOZAT**

**Réder György**

**2024**



**Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem**  
**Kaposvári Campus**  
**Növénytermesztési-tudományok Intézet**  
**Agrármérnök osztatlan szak**

Fénymegvonás, starterműtrágya és növénykondicionáló hatásának  
vizsgálata különböző kukorica hibrideken

**Belső konzulens:** Dr. Jócsák Ildikó  
egyetemi adjunktus

**intézete/tanszéke:** Növénytermesztési-  
tudományok Intézet, Agronómia tanszék

**Készítette:** Réder György

**2024**

# Tartalomjegyzék

|                                                                                 |           |
|---------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Alkalmazott rövidítések jegyzéke.....</b>                                    | <b>4</b>  |
| <b>1. Bevezetés .....</b>                                                       | <b>5</b>  |
| 1.1 Célkitűzések .....                                                          | 6         |
| <b>2. Irodalmi áttekintés .....</b>                                             | <b>7</b>  |
| 2.1. A kukorica származása és termesztésének helyzete.....                      | 7         |
| 2.2. Növényi stressz .....                                                      | 8         |
| 2.2.1 Szárazságstressz hatása a növények élettani folyamataira .....            | 10        |
| 2.2.2 UV stressz hatása a növények élettani folyamataira .....                  | 12        |
| 2.2.3 Fénystressz hatása a növények élettani folyamataira .....                 | 13        |
| 2.3 Növénykondicionálók használata és azok hatása a kukorica termesztésben..... | 14        |
| <b>3. Anyag és módszer .....</b>                                                | <b>17</b> |
| 3.1. Csírázási kísérlet.....                                                    | 17        |
| 3.2 A szántóföldi kísérlet körülményei .....                                    | 17        |
| 3.2.1. A szántóföldi kísérlet meteorológiai viszonyai.....                      | 18        |
| 3.2.2 A szántóföldi kísérleti parcella talajviszonyai .....                     | 22        |
| 3.3 A szántóföldi kísérlet agrotechnikája .....                                 | 23        |
| 3.4 A szántóföldi kísérlet kísérleti terve.....                                 | 24        |
| 3.5 A kísérletben résztvevő hibridek .....                                      | 25        |
| 3.6 Mérések, vizsgálatok.....                                                   | 25        |
| 3.6.1 Csírahosszúság.....                                                       | 25        |
| 3.6.2. Növénymagasság (szántóföldi kísérlet) .....                              | 26        |
| 3.6.3. Klorofill tartalom mérés (szántóföldi kísérlet).....                     | 26        |
| 3.6.4. Szemtermés beltartalmi vizsgálata (szántóföldi kísérlet).....            | 26        |
| 3.6.5. A kísérleti adatok elemzésének módszerei .....                           | 27        |
| <b>4. Eredmények .....</b>                                                      | <b>28</b> |
| 4.1 A csíráztatási kísérlet eredményei .....                                    | 28        |
| 4.3 A szántóföldi kísérlet eredményei .....                                     | 38        |
| 4.3.1. Tenyészidőszak alatti vizsgálatok eredményei .....                       | 38        |
| 4.3.2. Termésmennyiségek és beltartalmi vizsgálatok.....                        | 43        |
| <b>5 Következtetések és javaslatok.....</b>                                     | <b>51</b> |
| 5.1 Csírázási kísérlettel kapcsolatos következtetések és javaslatok .....       | 51        |
| 5.2 Szántóföldi kísérlettel kapcsolatos következtetések és javaslatok.....      | 51        |
| <b>6. Összefoglalás .....</b>                                                   | <b>53</b> |
| 6.1 Köszönetnyilvánítás .....                                                   | 54        |
| <b>7. Felhasznált irodalom .....</b>                                            | <b>55</b> |
| <b>Mellékletek .....</b>                                                        | <b>61</b> |
| <b>Ábrajegyzék .....</b>                                                        | <b>65</b> |

## **Alkalmazott rövidítések jegyzéke**

|       |                                                |
|-------|------------------------------------------------|
| ATP   | adenozin-trifoszfát                            |
| SPAD  | Soil and Plant Analysis Development            |
| NIR   | Near Infrared                                  |
| FAO   | Élelmezésügyi és Mezőgazdasági Világszervezet  |
| OMSZ  | Országos Meteorológiai Szolgálat               |
| ROS   | Reactive Oxygen Species – Reaktív oxigénformák |
| PSI   | Fotorendszer I                                 |
| PSII  | Fotorendszer II                                |
| POD   | Peroxidáz                                      |
| PAL   | fenilalanin-ammónia-liáz                       |
| CAD   | cinnamil alkohol-dehidrogenáz                  |
| 4CL   | 4-kumarát-CoA ligáz                            |
| SOD   | szuperoxid-dizmutáz                            |
| CAT   | kataláz                                        |
| IQR   | Interkvartilis tartomány                       |
| ANOVA | Varianciaanalízis                              |
| DPPH  | 2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl                  |

## 1. Bevezetés

A növények helyhez kötött életmódjukból adódóan fokozottan ki vannak téve a kórokozók és kártevők mellett az abiotikus körülményeknek is: a szélsőséges hőmérsékletnek, az UV sugárzásnak és a vízhiánynak. Ezen tényezők mind közvetlenül negatívan hatnak a növények élettani folyamataira, közvetetten pedig a növények hozamtermelő képességére. A növények az evolúció során számos védekező mechanizmust fejlesztettek ki annak érdekében, hogy minél jobban csökkentse a stresszfaktorok okozta hatásokat. Az alkalmazkodás sebessége a korábbi időszakokban szinte mindig tudta követni az éghajlati és környezeti változásokat. Ez az ipari forradalom bekövetkeztével megszűnt. A szén-dioxid kibocsátásunk emelkedésével és a klímaváltozás exponenciális felgyorsulásával, alkalmazkodásra kényszerítettük a növényeket. Ezt az alkalmazkodást azonban olyan ütemben, ahogy a körülmények változnak, a növények nem tudnak lekövetni. A mérsékelt égövön évezredek óta termelt növények egyre nehezebben termeszthetők a nyári szélsőséges hőhullámok és az igen egyenlőtlen csapadékeloszlás miatt. A termeszthetőségi zónák kezdenek az északi féltekén egyre északabbra, míg a déli féltekén egyre délebbre húzódní a fent említett okok miatt, ami jelentős kihívás az ember számára. Egyszerre kell a vízhiány, a szélsőségesen magas hőmérséklet és UV sugárzás által okozott kártételek megszüntetésére, vagy legalábbis jelentős mérséklésére megoldást találnunk, miközben a Föld népessége folyamatosan növekszik.

Az emberi populáció biztonságos élelemiszerellátásához vezető hosszú és rögös úton fontos mérföldkő volt a kukorica (*Zea mays L.*) domesztikálása és tudatos termesztése. A kukorica felhasználása az egyik legszéleskörűbb termesztett növények között. Használják állati takarmányként szemes és silózott formában, ipari alapanyagként (keményítő, etanol) és humán élelmiszerként is. Ahhoz, hogy a kukorica továbbra is megőrizhesse kiemelt szerepét a termesztett növények között szükség van az abiotikus stresszel szembeni ellenállóságának a növelésére. Két lehetséges módszer ennek elérése a növénykondicionálók alkalmazása és a stressztolerancia-nemesítés.

Munkám során több nemesítő által kifejlesztett hibridet vizsgáltam és egy növénykondicionálót, annak megállapítására, hogy milyen mértékben reagálnak a különböző hibridek az alkalmazott stresszhatásokra és a növénykondicionáló hogyan hat a növény hozamára és minőségi paramétereire.

## 1.1 Célkitűzések

A kutatómunkám alapját egy a munkahelyem által a rendelkezésemre bocsátott területen végzett kísérlet adta. Az azonos időben vetett különböző kukorica hibrideket különböző tápanyagellátottsági és növénykondicionáló kezeléseknek vetettem alá és fénymegvonás általi stresszhatásnak is kitétem. A kísérlet során több növényi tulajdonságot is mértem, vizsgáltam, de a legjelentősebb a terméshozam, hiszen gazdaságilag és élelmiszerellátás szempontjából ez a legfontosabb. Az alábbiakban részletezem a kutatásom céljait és hipotéziseit.

Választ kerestem arra a kérdésre, hogy a kukorica hibridek, adott paraméterei, - köztük a hozam - milyen mértékben és irányban változnak a változó környezeti tényezők hatására, illetve milyen mértékben és irányban változnak starterműtrágya és növénykondicionáló alkalmazására és a hozamra hatással vannak-e. Választ kerestem emellett arra a kérdésre, hogy különböző hibridek csírázási üteme és hajlandósága között milyen különbség van. Választ kerestem arra a kérdésre, hogy a különböző hibridekre hat-e és ha igen milyen mértékben a növénykondicionáló jelenléte. A hipotéziseim a következők voltak:

A starterműtrágya a kezdeti fejlődést nagyban segíti, azonban a hozamra igen kevés hatással lesz. A hibridek között igen nagy különbségre számítottam, -mind hozamban, mind pedig a vizsgált egyéb paraméterekben - hiszen a vásárlási áraikban is nagy különbségek vannak. A fényelvonás hatásaként sokkal nagyobb vegetációs tömeget és kisebb generatív fejlettségi szintre, ebből következően pedig kisebb hozamra számítottam. A növénykondicionáló alkalmazásával jelentős homogenizációs hatást reméltem a kezelt és kezeletlen állomány között, mely a hozamban is megmutatkozik. Hibridek között csírázási ütemben jelentős különbségek lesznek. A növénykondicionáló alkalmazásával jelentősen növelhető a hibridek csírázási üteme.

## 2. Irodalmi áttekintés

### 2.1. A kukorica származása és termesztésének helyzete

A kukoricát az összes földrészen termesztik, a termesztési régió bizonyos keretek között ugyan, de folyamatosan változnak. A klímaváltozás következtében egyre északibb területeken is termesztethetővé válik, míg az egyenlítő felé haladva csökken a termesztetősége. Ez a termesztetőség nem csak észak felé haladva növekszik, hanem a tengerszint feletti magassággal is. (INTERNET1)

Keletkezési helye valószínűleg párhuzamosan, több helyen történt. Egyszerre Közép- és Dél-Amerikában is felfedezték és termesztették. Feltételezett ősei a Gammafü (*Tripsacum dactyloides* L.) és Teosinte (*Euchlaena mexicana* Shrad) voltak (Keszthelyi, 2020). A kukoricát határozott formai gazdagság jellemzi, ez részben annak is köszönhető, hogy a két géncentrum, ahol a termesztése során fejlődött eltérő a klíma. Ennek a variabilitásnak a következménye, hogy a kukorica egy meglehetősen könnyen és hatékonyan nemesíthető növényfaj. Magyarországra a 16. század végén került Olaszországból vagy Dalmáciából ez az oka, hogy kezdetben tengerinek hívták.(INTERNET1)

A kukorica a világ egyik legtöbb országban termesztett növénye, több mint 170 országban termesztik. A termelés jelentős mértékben koncentrálódik. Ezek a tömbök Észak-Amerika, Ázsia és Dél-Amerika. Az Amerikai Egyesült Államok Mezőgazdasági Minisztériuma szerint 2020-ban az Egyesült Államok, Kína, Brazília és Argentína kukoricatermelése a globális termelés 64,63%-át adta. A termelt kukorica egy részét belföldi piacokon értékesítik, míg a többit exportálják. Az export és a termelés szintén jelentősen koncentrált. A fő kukoricaexportáló országok az Egyesült Államok, Brazília, Argentína és Ukrajna. 2020–2021 során ezeknek az országoknak az összesített exportja a globális export 88,12%-át tette ki. A globális kukoricatermelés enyhe csökkenő tendenciát mutat, és a fogyasztás növekedési üteme magasabb, mint a termelésé. A globális kukorica fogyasztás szintén erősen koncentrált. Az Egyesült Államok és Kína a legnagyobb kukorica fogyasztók. 2020-ban Kína kukorica fogyasztása elérte a 279 millió tonnát, ami 2 millió tonnával több az előző évinél. Az elmúlt években Kínában felgyorsult a kukorica készletek csökkentése, és közel 260 millió tonna készletet fogyasztottak el négy év alatt (Wang and Hu, 2021).

## 2.2. Növényi stressz

A növények a Föld élővilágának alapvető egységei, és a létfenntartásukhoz elengedhetetlen a környezetükhöz való folyamatos alkalmazkodás. Azonban a környezeti feltételek nem mindig optimálisak, és a növények is, csakúgy, mint mi emberek stressznek vannak kitéve. A stresszállapot, az élő szervezet nem specifikus válasza valamilyen igénybevételre (Selye, 1956), továbbá egy olyan fiziológiai állapot, amelyet a környezeti feltételek kedvezőtlen változásai, hatásai okoznak. A növények helyhez kötött életformájuk miatt fokozottabban ki vannak téve a stresszfaktoroknak.

A stresszfaktorok széles skálán mozognak, és lehetnek abiotikus vagy biotikus stresszorok.

*Biotikus* stressz alatt élő szervezetek által okozott stresszt értjük, beleértve a különféle kártevőket, betegségeket és kompetitív növényfajokat. Az egyik legelterjedtebb és egyre nagyobb növényvédelmi problémát okozók a rovarok. Ezek a fajok közvetlenül károsítják a kultúrnövényeket táplálkozásukkal, szaporodásukkal. E tevékenységeik nyomán vektorként vírusos fertőzéseket okozhatnak, melyek ellen a jelenlegi növényvédelmi technológiák nem nyújtanak kielégítő kuratív kezeléseket. A növényen okozott sérülések fokozzák a gombás és baktériumos fertőzések kockázatát. Továbbá, az kompetitív növényfajok is komoly stresszt jelentenek a kultúrfajok számára, amelyek versenyhátrányba kerülhetnek a vízáért, fényért és tápanyagért. Ez különösen problémás, amikor az invazív fajok gyorsan terjednek és dominánssá válnak egy adott ökoszisztémában, ezzel kiszorítva a helyi fajokat (Singla and Krattinger, 2016).

Az *abiotikus* stresszfaktorok olyan környezeti tényezők, amelyek negatívan befolyásolják az élőlények növekedését, fejlődését és termésképződését, de nem élő eredetűek. Ezek a tényezők széles skálán mozognak, és magukban foglalják többek között a hőmérsékleti szélsőségeket, a vízhiányt vagy vízterhelést, a sóterhelést, a nehézfém-szennyezéseket, az UV sugárzást és a légszennyezést (Zhang és mtsai., 2023).

A sóstressz, amely főként sós talajokban vagy túlzott műtrágyázás következtében jelentkezik, gátolja a növények vízfelvételét és tápanyagok szívását, ami növekedési zavarokhoz és terméskieséshez vezethet. A levegőszennyezés, különösen az ózonszennyezés, károsíthatja a növényi sejtek fotoszintetikus rendszerét, csökkentve a szervesanyag szintézisét ezáltal a termés mennyiségét. A globális terméskiesések 50%-a abiotikus, míg 30%-a biotikus stresszfaktorok okozzák (Baillo és mtsai., 2019).

Egy 2017-es FAO felmérés szerint az aszály a fejlődő országok mezőgazdasági termelési veszteségének 30%-át okozta, ami több mint 29 milliárd dollárnyi kárt okoz (Nations, 2017).

A stresszhatások jelentősen befolyásolhatják a növények vegetatív és generatív fejlődését. A stresszor vagy stresszorok jelenlétének idejétől és súlyosságától függően átmeneti fejlődési lassulás, maradandó károsodás vagy akár teljes pusztulás is bekövetkezhet. A haszonnövényeinket tekintve, minden olyan tényező, ami eltér az optimálistól stresszként hat és kisebb vagy nagyobb termésvesztést okoz. Haszonnövényeink szántóföldi körülmények között szinte soha nem a tökéletes környezeti feltételek mellett növekednek és hoznak termést. Kollégám szerint: „A kukorica addig tud 30 tonna/hektáros hozamot, amíg a zsákban van.” Teljes mértékben egyetértek ezzel a kijelentésével.

Nem mehetünk el szó nélkül az élőlények számára toxikus fémek mellett. Az ipari szennyezés növekedése miatt a toxikus fémek felhalmozódnak a talajban és a vízben, ami károsítja a növények anyagcsere-folyamatait. A fémtoxicitás oxidatív stresszt okoz, mely a reaktív oxigén formák túltermeléséhez vezet, ami károsítja a sejtalkotókat, például a DNS-t és a fehérjéket (Angulo-Bejarano és mtsai., 2021). A növények különféle védekezési stratégiákat alkalmaznak, például antioxidánsokat, fémkelátokat és másodlagos metabolitokat termelnek, amelyek segítenek csökkenteni a fémstressz káros hatásait. A másodlagos metabolitok fontos szerepet játszanak a növényi védekezésben és a stressztoleranciában (Anjali és mtsai., 2023). Bár a növények mozdulatlanok és nincs immunrendszerük, különféle másodlagos metabolitokat termelnek, amelyek segítik őket a stresszhatások leküzdésében. Mintegy 100 000 másodlagos metabolit található növényekben, három fő kategóriába sorolva: fenolos vegyületek, terpének és nitrogéntartalmú vegyületek. A toxikus fémek kiváltják ezekben a vegyületekben a termelését, amelyek antioxidánsként működnek, és javítják a növények alkalmazkodóképességét és túlélését (Angulo-Bejarano és mtsai., 2021). A növények antioxidáns rendszerét aktiválja a fenilpropanoid útvonal stimulálása, amely fenolos savakat, például kávéssavat, galluszsavat, ferulasavat és vanillinsavat vált ki. A fenilalanin ezen útvonal kiindulási anyaga, ami számos fenolos vegyület, mint flavonoidok, fitolexinek és ligninek bioszintéziséhez szükséges. Az antioxidáns tulajdonságú fenolok szerepe fontos a fémionok megkötésében, ami segít a fémionok felvételének csökkentésében, így védi a növényeket a stressztől és a szabad gyökök kialakulásától. Számos flavonoid képes stabil fémkomplexekeket képezni (Walencik és mtsai., 2024). A DPPH redukciós teszt eredményei azt mutatják, hogy a flavonoid-fém komplexek célpontjai a szabad gyököknek és reaktív oxigénformáknak, antioxidáns hatásuk magasabb, mint a szabad flavonoidoké (Angulo-Bejarano és mtsai., 2021). A növények fémek szekvesztrációját két mechanizmuson keresztül végzik: fémek komplexálása ligandumokkal és eltávolításuk a metabolikusan aktív citoplazmából a vakuólumokba vagy sejtfalakba. A sejtfal vastagságának növekedése és poliszacharidok,

fehérjék, lignin és fenolos vegyületek jelenléte segít a növényeknek a fémekkel szembeni védekezésben. A toxikus fémek a sejtfalba kötődhetnek, miközben a lignin segíti a fémek megkötését. Pektin metilészteráz aktivitása is növekszik, segítve a fémek megkötését és növelve a fémekkel szembeni toleranciát (Anjitha és mtsai., 2021).

A növények fejlődése alatt bizonyos stádiumokban kifejezetten érzékenyek a stresszorokra, míg az életük többi szakaszában kevésbé érzékenyek. Ezekre a stádiumokra kell fokozott figyelmet fordítani és a lehető legnagyobb mértékben csökkenteni a stressz negatív hatásait.

### **2.2.1 Szárazságstressz hatása a növények élettani folyamataira**

A szántóföldi növénytermesztésben a stresszfaktorok közül az átmeneti, vagy tartós vízhiány a leggyakoribb és legnagyobb gazdasági kárt okozó stresszfaktor. Aszályról akkor beszélünk, ha a talaj nedvességtartalma és a levegő relatív páratartalma alacsony, miközben a hőmérséklet magas, továbbá akkor, amikor a növény vízleadása meghaladja a vízfelvételét. Az aszály, mint visszatérő jelenség mindig is problémaként jelent meg.

Az éghajlatváltozásnak köszönhetően egyre gyakoribban lehet számítani, átmeneti vagy tartós vízhiányos időszakokra (INTERNET2). Elsősorban nem az éves csapadék mennyisége okozza a problémát Magyarországon. Természetesen vannak kiugróan csapadékszegény évek, ahogy igen csapadékosak is. Az éven belüli eloszlás egyenletessége, pontosabban annak hiánya okozza a valódi problémát.

A szárazság mértékéről minden olyan tudományban, ahol befolyásoló tényezőként szerepel, más mértékű vízhiányt neveznek annak. A geológusok több évezredes időtávlatban vizsgálják a csapadékhiányos időszakokat és klímaváltozásokat, amik jelentősen befolyásolták a populációnk életét, vándorlását és fejlődését (Araus és mtsai., 2006). A biológiában a szárazság fogalma sokkal rövidebb időtartamokra utal. Sejt szinten a vízhiányos állapotokat mikro- és nanoszekundumokban mérik. Az agrárium szakemberei tenyésztési időszakokat vizsgálnak és azon belül értelmezik az aszályt. Az aszály okozta stresszt, pedig a termésdepresszió keresztül fejezik ki (Passioura, 2006). A kukoricára ez kiemelten igaz. Kukul és Irmak (2019) arról számoltak be, hogy a kukoricának van a legnagyobb terméskülönbsége hagyományos és öntözött körülmények között. Öntözött körülmények között a terméshozam 2,7-szeresére nőtt (Kukul and Irmak, 2019).

Bár a kukorica egész életciklusa alatt érzékeny a vízhiányra, a korai növekedési és fejlődési szakasz kritikus, ugyanis ez az időszak a termésdifferenciálódás ideje. Az aszályos körülmények szekvenciális folyamatokat indítanak el a növényekben. A növények rövid távú

vízstresszre úgy reagálnak, hogy ideiglenes változások lépnek fel a növényi sejtek vízpotenciáljában és turgorában (Martínez-Vilalta and Garcia-Forner, 2017). A sztómák záródása figyelhető meg, ami a gázcsere csökkenéséhez vezet. A látható morfológiai változásokon túl, mint például a növénymagasság és klorofill szint csökkenése. A szöveti vízpotenciál csökkenésével és kritikussá válásával a levelek hervadása és idő előtti öregedéséhez vezethet (Walne és mtsai., 2024). Korábbi tanulmányok arról számoltak be, hogy a csökkent szöveti vízpotenciál csökkent sejtágulási sebességet, fokozott sztómazáródást, csökkent fotoszintetikus sebességet és nagyobb biomassza gyökérrendszerekre való felosztást eredményezi (Lawlor and Tezara, 2009). A kukoricanövények a szárazságra a sztómák bezárásával és a levelek összehajtásával reagálnak, hogy minimalizálják a párologtatást (Sanchez-Diaz and Kramer, 1971). Szárazság esetén kukoricában a sztóma párologtatási sebességnek akár 65%-os csökkenése is előfordulhat (Vennam és mtsai., 2023). Szárazság hatására bizonyos hormonok szintje is megemelkedik, míg más hormonoké csökken.

Az abszizinsav hormon vízhiány hatására megnövekszik a növényekben, aminek hatására lassul a hajtások növekedése, ezzel együtt csökken a citokinin szintje (Rai és mtsai., 2024). Az abszizinsav fontos szerepet játszik a vízhiányra adott komplex válaszegyüttesben. Az egyik ilyen válasz a gyökerek növekedésének a serkentése. A citokinin nevű hormon ezzel szemben gátolja a gyökerek növekedését. A két hormon antagonista viszonyban van egymással. Aszály idején az abszizinsav dominánsabban van jelen, mint a citokinin és serkenti a gyökerek növekedését, hogy mélyebbre hatoljon és több vizet tudjon felvenni a talajból. Továbbá bizonyos szénhidrátok, mint a szacharóz és a trehalóz, szintén fontos szerepet játszanak a szárazságra adott válaszban. Jelző molekulaként működnek, és segítenek a növényeknek a hormonokra adott biokémiai válasz összehangolásában (Kim és mtsai., 2022).

Kiemelt szerepe van a vízhiányra adott válaszban a prolinnak. A prolin egy aminosav, ami a levelekben szintetizálódik és vízhiány hatására megnő a koncentrációja, először a levelekben, majd később a növény többi részébe is transzlokálódik. Az ozmotikus nyomás szabályozásában van fontos szerepe (Hayat és mtsai., 2012).

A mag állapotban lévő növény a legkevésbé érzékeny a vízhiányra. Megkülönböztetünk morfológiailag és fiziológiailag érett állapotot. A morfológiailag érett mag még nem csírázóképes. A magban még olyan folyamatok zajlanak le, amik lehetővé teszik, hogy a mag növényké fejlődhesen (Sripathy and Groot, 2023). Mivel a morfológiai érés után a mag és a növény között, már nincs semmilyen anyagforgalom a vízhiány ilyenkor már nem releváns a mag fejlődése szempontjából. Továbbá valamilyen fajtól függő külső tényezőnek fel kell oldani a dormanciát. Ez általában a mérsékelt égvön nyáron magas vagy télen alacsony hőmérséklet.

A csírázáshoz növényfajonként eltérő körülmények szükségesek. A megfelelő mennyiségű víz az egyetlen tényező, ami a mérséklet övi növények közül mindegyik csírázásához szükséges. A fény és hőmérséklet viszont már igen széles skálán mozog a különböző növényeknél. Csíra állapotban igen érzékeny a növény a víz hiányára. A növény csírázása, ugyan nem indul be, ha nem áll rendelkezésre a megfelelő mennyiségű felvehető víz, viszont a csíraállapotban fellépő vízhiány súlyos következményekkel jár a növényre és ezáltal a hozamra nézve is (Liu és mtsai., 2015).

### **2.2.2 UV stressz hatása a növények élettani folyamataira**

Az ultraviola (UV) sugárzás okozta növényi stressz egyre nagyobb figyelmet kap a klímaváltozás és az ózonréteg vékonyodása miatt. Az UV sugárzás, különösen az UV-B sugárzás, jelentős abiotikus stresszfaktor, amely káros hatással lehet a növényi sejtekre és folyamatokra. Egyre hangsúlyosabb kell, hogy legyen a nemesítők munkájában, hogy minél UV ellenállóbb hibrideket hozzanak létre.

Az ultraibolya-B (ultra violet B: UV-B) sugárzás hullámhossztartománya 280–315 nm. A növények az UV-B-t környezeti jelzésként és lehetséges abiotikus stresszfaktorként érzékelik, amely befolyásolja a fejlődést és az akklimatizációt. Az UV-B szabályozza a fotomorfogenezist, beleértve a hipokotil növekedésének gátlását, a sziklevelek növekedését, valamint a flavonoidok felhalmozódását, de a túl magas intenzitású UV-B károsíthatja a növényeket a DNS károsodása, a reaktív oxigénformák felhalmozódásának is kedvez (ROS) (Shi and Liu, 2021). Az UV-B sugárzás a klorofill molekulák bomlását okozza a fotorendszerekben, ami közvetlenül rontja a fotoszintézis hatékonyságát. Az UV-B változó mértékben befolyásolja a különböző hibridek klorofill tartalmát és ebből kifolyólag a fotoszintézis intenzitását. Néhány hibrid esetében a klorofill koncentráció és a fotoszintézis hatékonysága jelentősen csökkent, míg más hibrideknél kevésbé mérhető a csökkenés (Jovanić és mtsai., 2022).

A növények különböző mechanizmusokat fejlesztettek ki az UV sugárzással szembeni védekezésre. Ezek közé tartozik a UV-abszorbeáló pigmentek, például a flavonoidok és antociánok szintézise, amelyek képesek elnyelni és semlegesíteni az UV sugárzást, védelmet nyújtva a sejteknek és fotoszintetikus rendszernek (Li és mtsai., 2020). Ezenkívül egyes növények megnövelt viasztermeléssel reagálnak, amely csökkenti az UV sugárzás behatolását a levélsejtekbe.

A növények képessége az UV sugárzás által okozott stresszre való reagálásra fajoként és egyedülálló genetikai adottságoktól függően változik. Egyes fajok jobban alkalmazkodtak az UV sugárzáshoz, és hatékonyabb védelmi mechanizmusokkal rendelkeznek, míg mások érzékenyebbek és kevésbé képesek ellenállni ennek a stresszformának (Vanhaelewyn és mtsai., 2020).

A mezőgazdasági gyakorlatokban és növénytermesztésben fontos figyelembe venni az UV sugárzás növekedésének potenciális hatásait, és olyan stratégiákat fejleszteni, amelyek csökkenthetik ennek a stressznek a növényekre gyakorolt hatását. Ez magában foglalhatja a fajtaválasztást, az UV ellenálló hibridek nemesítését, valamint a növényvédelmi technikákat, mint a megfelelő fedőanyagok használata, amelyek képesek csökkenteni az UV sugárzás intenzitását. A növények UV sugárzással szembeni ellenálló képességének növelése a genetikai módosítások és nemesítés révén szintén kulcsfontosságú lehet a jövőbeni mezőgazdasági termelés szempontjából (Ma és mtsai., 2022).

### **2.2.3. Fénystressz hatása a növények élettani folyamataira**

A növények kloroplasztizai napenergia felhasználásával a szén-dioxidot és a vizet szerves anyaggá és oxigénné alakítják. A fény nemcsak a fotoszintézishez szolgáltat energiát, hanem fontos környezeti tényező is, mivel a fény intenzitása és spektrális minősége időbeli és térbeli változást mutat. Ha a fényviszonyok nem megfelelőek a növények növekedéséhez, a fény jelentős abiotikus stressztényezővé válhat (Fiorucci and Fankhauser, 2017). Az alacsony fényintenzitás nem biztosít elegendő energiát a növények növekedéséhez, de a nagy fényintenzitás fénykárosodást okozhat a növényekben, míg az ingadozó fényintenzitás a fotoszintetikus hatékonyságot is csökkentheti. Amikor a növényeket fénystressznek teszik ki, a fotogátlás aktiválódik, ami kiegyensúlyozatlan energiaeoszlást eredményez a Fotorendszer I (photosystem I: PSI) és a Fotorendszer II (photosystem II: PSII) között, és gyorsan csökken a fotoszintetikus hatékonysága (Shi és mtsai., 2022). A fénystresszre való reagálás érdekében a növények különféle önvédelmi mechanizmusokat fejlesztettek ki, mint például a kloroplasztikus reaktív oxigén formák (reactive oxygen species: ROS) előállítását és eltávolítását, a kloroplasztizok mozgását és a sztómák nyitását vagy zárását, antocianinok termelése és a válaszok szisztémás jelátvitel útján történő koordinálása. A fotoszintetikus apparátus könnyen károsodik fokozott fényintenzitás és magas UV sugárzás jelenléte esetén. Ezért olyan módszereket fejlesztettek ki, amelyek segítségével gyorsan reagálhatnak a fénystresszre,

például a tilakoid membránhoz kötött összetett fehérjék szerkezetének és állapotának változtatásának képessége (Zhao és mtsai., 2020).

Fényhiány esetén általában árnyékos körülmények között a növények szármagassága, levélnyel hossza és szárátmérője csökkent, mivel több szén kötődik a szár és a levélnyel megnyúlásához a levelek és a gyökérfejlődés rovására. Egy ilyen szerkezet segíti a növényeket a fénykeresésben árnyékos körülmények között. Az árnyék azonban gyengébb és karcsúbb szárat eredményez, gyenge mechanikai szilárdsággal (Su és mtsai., 2014).

A szár szilárdsága több molekula jelenlététől és azok arányától függ. Ilyen molekula a lignin, a cellulóz, a pektin és a keményítő. A lignin egy összetett szerves polimer a növényekben, és a sejtfal fontos alkotóeleme. A cellulózzal és hemicellulózzal összekapcsolódva olyan egységet hoz létre, ami fokozza a sejtfalak és ezáltal a szár szilárdságát. Az alacsony fényintenzitás korlátozó tényezőként jelenik meg a lignin bioszintézisében. Az alacsony fényintenzitás következtében csökken a fenilalanin-ammónia-liáz (PAL), cinnamil alkohol-dehidrogenáz (CAD), a 4-kumarát-CoA-ligáz (4CL) és peroxidáz aktivitása, ami a fent említett gátlást okozza a lignin szintézisben (Shafiq és mtsai., 2021).

### **2.3 Növénykondicionálók használata és azok hatása a kukorica termesztésben**

A növénykondicionáló készítmények olyan természetes vagy szintetikus anyagok, amelyek javítják a növények növekedését és ellenállóképességét különféle környezeti stresszfaktorokkal szemben, például szárazság, hő vagy talajproblémák. Fő céljuk a növények általános állapotának, tápanyag-hasznosításának és terméshozamának javítása. Növénykondicionálókat gyakran alkalmaznak talajra vagy közvetlenül a növényekre permetezve. Ezek az anyagok lehetnek biostimulánsok, mint huminsavak, aminosavak, tengeri algakivonatok, vagy akár mikrobiális anyagok, mint a hasznos baktériumok és gombák (Sojka és mtsai., 2005).

Ezek a termékek fontos szerepet játszanak a fenntartható mezőgazdaságban, mivel segítenek csökkenteni a műtrágyák és növényvédő szerek használatát, miközben javítják a termés minőségét és mennyiségét.

Sőt, részben helyettesíthetik a műtrágyahasználatot, javíthatják a terméshozamot, növelhetik a szárazsággal, sótartalommal, a túlzott vízellátottsággal és hőterheléssel szembeni ellenállást, és végső soron pozitív hatást gyakorolhatnak a növények növekedésére és élettani folyamataira. Fontos szerepet játszhatnak a növények kártevők és kórokozók okozta biotikus stressz

csökkentésében. A biostimulánsok hatékonysága azonban függ az alkalmazás gyakoriságától és dózisaitól, a növény fenológiai státuszától és az alkalmazáskori állapottól, valamint a piacon elérhető különféle kereskedelmi termékek kémiai összetételétől. Különösen szárazságstressz esetén a biostimulánsok pozitív hatása a növényekre egyes algakivonatok és humuszanyagok citokinintartalmával függ össze, amelyek növelhetik az endogén citokininek szintjét (Pereira és mtsai., 2019).

A kukorica igen nagy tápanyagigényű növény. Különösen fontos a nagy mennyiségű kálium, foszfor, magnézium és kalcium rendelkezésre állása. Mikroelemek közül a cink, mangán, bór és réz, ami elengedhetetlen a megfelelő hozam eléréséhez. Optimális esetben ezeket az anyagokat a talajból fel tudja venni a növény. Sok esetben azonban nem megfelelő mennyiségben, vagy épp a növény számára fel nem vehető, lekötött formában van jelen a talajban (INTERNET3). Ilyenkor van szükség lombtrágyákra vagy növénykondicionálókra.

Az Amalgerol Premium® összetevői az engedélyokirata szerint: algakivonat, növényi kivonatok, növényi illóolajok és ásványi olajok (INTERNET4).

A szántóföldi és a csírázási kísérletben is használt Amalgerol Premium® nem közvetlenül a növény gyökerének növekedésére hat, hanem a növény gyökerén élő mikorrhiza gombák életfeltételei javítja, segíti elő. A mikorrhiza kapcsolatban van a növény gyökérrendszerével és szimbiózist alkotnak. A mikorrhiza gomba behatol a növény gyökérszéljébe és együtt él a növényvel. Kedvező ökológiai feltételek között a növény számára a minél erősebb mikorrhizáltság az előnyös, ugyanis a talajban szétterjedt gombamicélium távolabbi területekről képes a növénynek vizet és tápanyagokat szállítani, cserébe a gazdanövény szerves anyagokat és a gomba aktivitásához szükséges anyagokat szállítja (INTERNET5).

Jakab Péter és munkatársai (2019) kimutatták, hogy az Amalgerol Premium® jelenléte pozitívan hat ugyan a hozamra, a fehérje és a szárazanyagtartalomra is, viszont egyik esetben sem mutattak ki szignifikáns hatást. Ugyanakkor fontos megjegyezni, hogy a vizsgálatukban minden vizsgált paraméterben az a minta hozta a legmagasabb értékeket, ahol jelen volt az Amalgerol Premium® (Jakab és mtsai., 2019). Goranovska és munkatársai ugyanakkor szignifikáns különbséget mutattak ki az Amalgerolos kezelés és a hozam növekedése között. Fontos körülmény a vizsgálatukban, hogy herbicid hatóanyagokat is vizsgáltak, tehát a gyommentes terület alapvető feltétel, hogy az Amalgerol a lehető legjobban kifejtsa a hatását (Goranovska és mtsai., 2022).

A növénykondicionálók egyre fontosabb és egyre inkább megkerülhetetlen tényező lesznek nem csak a kukorica, hanem a teljes növénytermesztésnek. A túlzott műtrágya használat és a

túlzott talajművelés következtében a talajok szerkezete folyamatosan romlik. Egyre inkább elporosodnak, aminek egyenes következménye az erózió és a defláció. Ha folytatódik ez a tendencia a talajok teljes termőrétegét elveszítjük és ellehetetlenül a mezőgazdasági termelés. A talajvesztés visszafordításának egyik eszköze lehet a növénykondicionálók felhasználása, különös tekintettel a mikrobiológiai készítményekre, melyek javíthatják a talajéletet és a talaj mikrobiomját. A mikrobák tevékenységéhez továbbá biztosítani kell az „üzemanyagot”, lebontható szerves anyagok formájában. A mulcshagyásos technológiák szerencsére egyre elterjedtebbek Magyarországon is, aminek keretében a betakarítás után melléktermékként megjelenő növényi részeket nem távolítják el a talajokról, hanem oda visszadolgozzák vagy egyszerűen csak a talajfelszínen hagyják talajtakarásként így biztosítva a baktériumok és gombák optimális életfeltételeit.

A nem megfelelő talajszerkezet miatt a tápanyagok lehetséges jelenléte esetén nehézségeket okoz, hogy a növények nem, vagy csak igen rossz hatásfokkal tudják felvenni azokat. Erre a problémára is megoldást nyújtanak a mikrobiológiai növénykondicionálók (Rashid és mtsai., 2016).

### **3. Anyag és módszer**

A következő fejezetben bemutatom, a vizsgálat elvégzésének minden elemét és módszertanát. Bemutatom a használt eszközöket és működési elvüket, valamint használt kukorica hibrideket azok teljes fajtatulajdonosi leírásával együtt.

Két kísérletet végeztem a kutatómunkám során. Egyet szántóföldön és egyet kontrollált körülmények között.

#### **3.1. Csírázási kísérlet**

A kísérletben a hibridek csírázási ütemét és a hibridek vigorát vizsgáltam. Mindegyik hibridből 60 magot vizsgáltam 20-as csoportokra osztva. Speciális csíráztató papírt használtam, amit vízbe, 1%-os és 2%-os Amalgerol Premium® oldatba áztattunk majd a magokat ráhelyeztem és felcsavartam, majd mintazacskókba helyeztem és 15 °C, illetve 20 °C-os hőmérsékleten klimatizált kamrában tároltam. A csírázást követő napokban vizsgáltam a gyökérkezdemény hosszúságát tolómérő segítségével.

A kísérlet ütemterve:

A termések elhelyezése a megfelelő kezelésekkel: 2022.március 29.

A mérések időpontja: 2022. március 30, 2022. április 1. és 2022 április 2.

#### **3.2 A szántóföldi kísérlet körülményei**

Kutatómunkám során konzulensem segítségével beállított kísérletet Somogy vármegye észak-keleti részén Somogyegres határában végeztem a 2022. évben.



**1. ábra:** A beállított kísérlet látképe Somogyegresen 2022.06.05-én *(Forrás: saját készítés)*



**2. ábra:** A beállított kísérletről készült légifelvétel 2022.06.28-án *(Forrás: saját felvétel)*

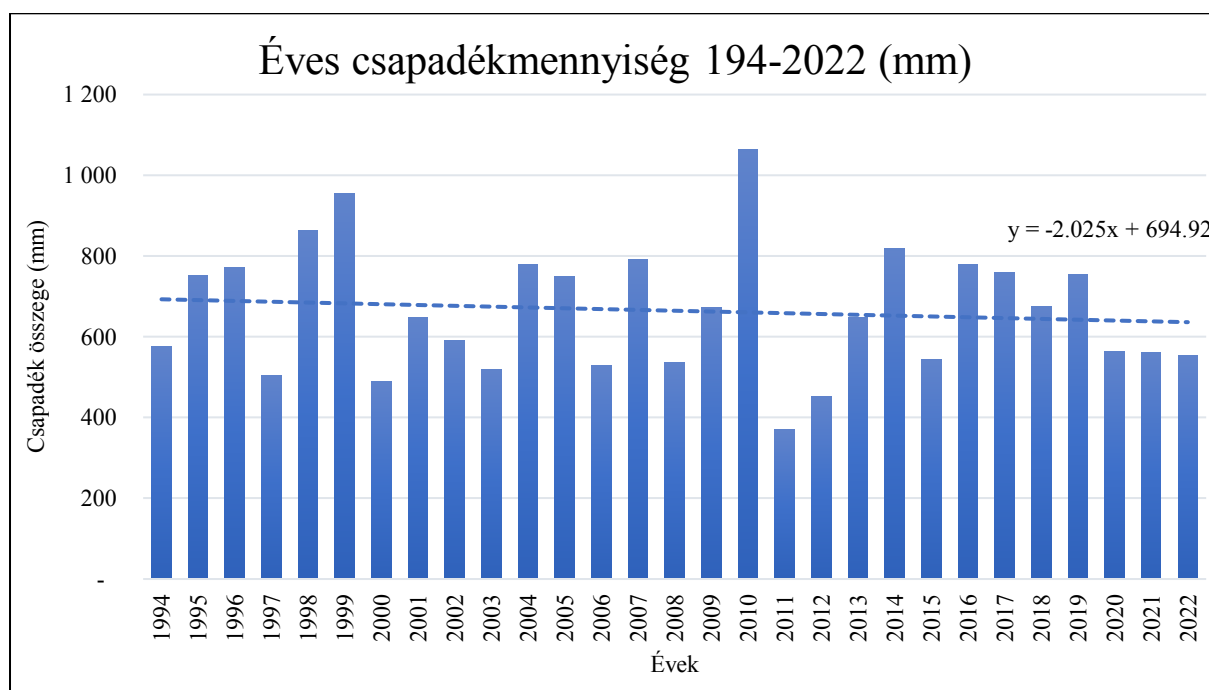
### **3.2.1. A szántóföldi kísérlet meteorológiai viszonyai**

Somogyegres Észak-Kelet Somogy vármegyében található, így az éghajlatát a magyarországi éghajlati viszonyok határozzák meg. Általánosságban elmondható, hogy Somogy vármegyében a kontinentális éghajlati jellemzők érvényesülnek, azaz szárazabb és hidegebb télre, melegebb nyárra lehet számítani.

Az OMSZ honlapján elérhető statisztikák szerint a legmelegebb hónap átlaghőmérséklete Somogy vármegyében júliusban 20-22°C között mozog, míg a leghidegebb hónap, január átlaghőmérséklete – 2°C és - 4°C között van. Az éves középhőmérséklet Somogy megyében általában 10-12°C körül alakul (INTERNET6, INTERNET7).

A cég, ahol dolgozom 1994-ig visszamenőleg rendelkezik napi szintű csapadékadatokkal és a telephelyen működő meteorológiai állomásnak köszönhetően a csapadék mellett hőmérsékleti adatokkal is egészen 2016 júniusától vannak óránkénti adatai. A mért adatok megfelelnek az OMSZ által leírtaknak.

Egyre fontosabb szerepet játszik, nem csak a kísérlet helyszínén és annak régiójában a csapadék, pontosabban annak hiánya és az évről évre csökkenő tendenciája.

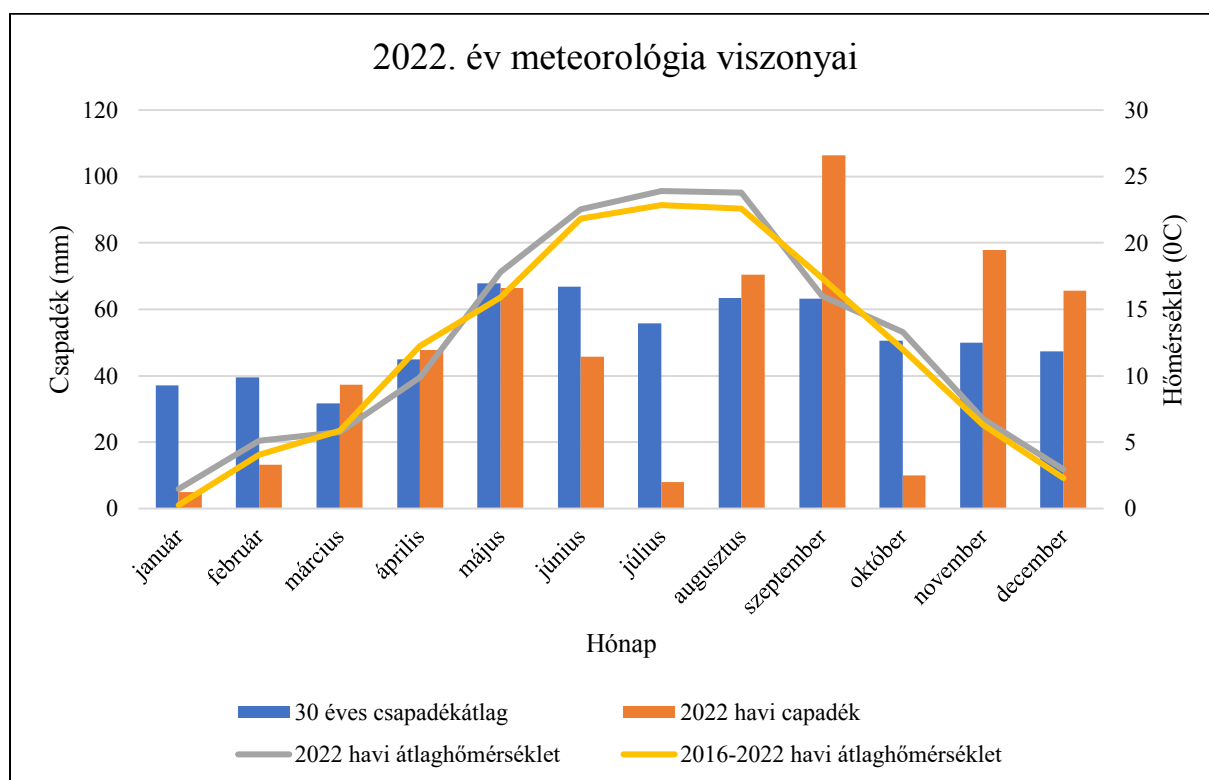


**3. ábra:** Éves csapadékmennyiség 1994-2022 (Forrás: saját szerkesztés, Kányai Mezőgazdasági Zrt. adatai (1994-2022) alapján)

A grafikonon jól látszik, hogy az összes lehullott csapadék mennyiségének trendvonala csökkenést mutat, évente várhatóan 2 miliméterrel, ami elsőre nem tűnhet soknak, de ha a következő 28 év is hasonló mintát követ akkor az éve csapadék mennyisége 500 milliméter környékén lehet, ami a kukorica termesztéséhez elégséges is lehet.

A kísérlet éve igen száraz év volt (3. ábra). A csapadékösszeg éves szinten 110 mm-re volt kevesebb, mint 2021-ben. A kukorica tenyészidejét vizsgálva áprilistól szeptemberig 106 mm-

rel hullott kevesebb csapadék. Az április kiemelkedően csapadékos hónap volt, mintegy 39%-kal volt csapadékosabb, mint a korábbi 28 év átlaga. Ez a csapadékmennyiség igen kedvezően hatott a kukorica kelésére és kezdeti fejlődésére. Májusban 47,9 mm csapadék hullott, ami az áprilishoz hasonlóan elmarad a korábbi évektől, mintegy 33,5%-kal. A június is csapadék deficitet mutatott a korábbi évekhez képest, viszont a virágzáshoz és a pollenképződéshez, valamint a megfelelő megtermékenyüléshez elegendő volt. A csövek szinte teljes potenciáljukat kimerítve a cső teljes hosszában termékenyültek. A nyár folyamán lényegesen kevesebb csapadék hullott, mint ahogy arra szükség lett volna. Júliusban rendkívüli aszály volt. A 28 éves csapadékatlaghoz képest 77%-kal hullott kevesebb csapadékkal kellett számolnunk, ami szélsőséges módon stresszelte a növényeket. Jelentősebb mennyiségű, aszályt enyhítő eső augusztus 20-án hullott, mindösszesen 20 mm. A szeptember kiemelkedően csapadékos hónap volt, mintegy 71%-kal.



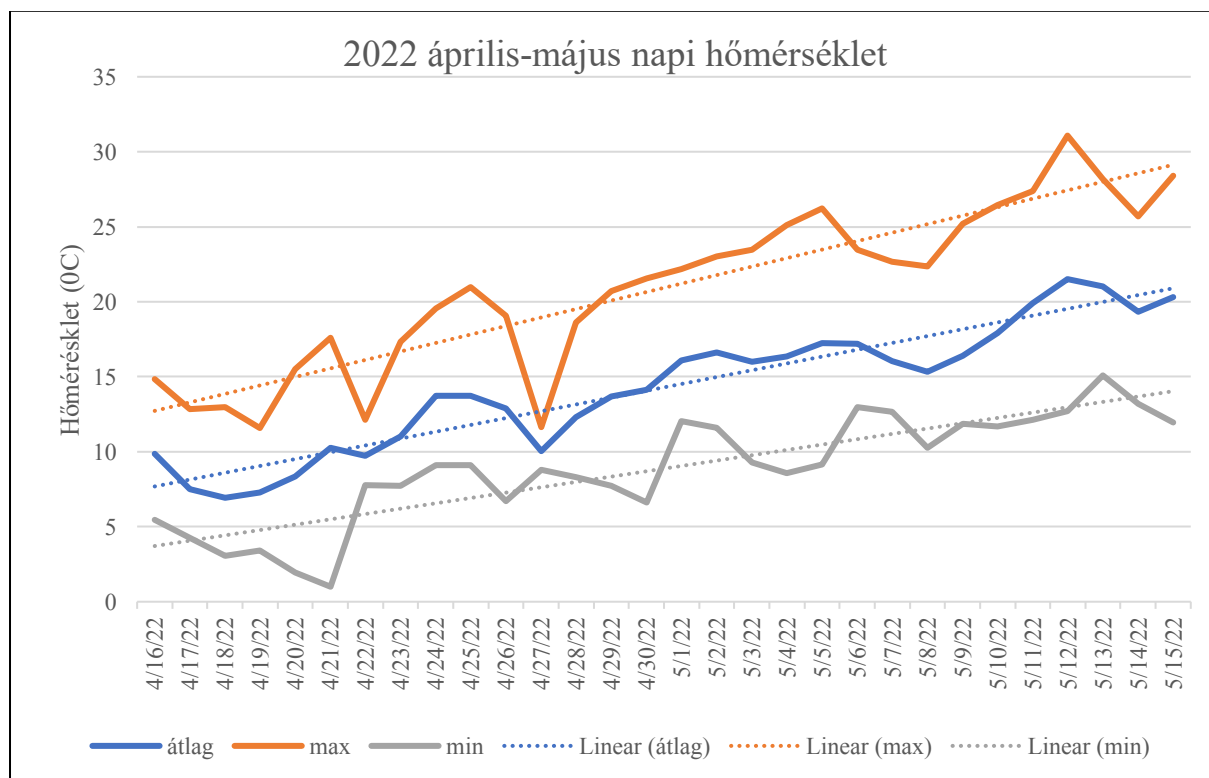
**4. ábra:** A kísérleti év csapadék és hőmérséklet adatai. (Forrás: saját szerkesztés, Kányai Mezőgazdasági Zrt. (2022) adatai alapján)

Hőmérsékletet tekintve a kukorica melegigényes növény, nem csak a vegetatív növekedéshez szükséges magas levegőhőmérséklet, hanem a biztonságos csírázáshoz is viszonylag magas hőmérséklet szükséges. A kutatás szempontjából az április és a május hónapok a relevánsak. Mivel a vetés május 1-én történt, szerencsére a napi minimum hőmérséklet és ennek

következtében a talajhőmérséklet elérte szükséges hőmérsékletet. A május folyamatosan és egyenletesen melegedő hőmérséklettel biztosította a biztonságos fejlődési lehetőséget a növények számára. Júniusban igen megemelkedett a napi középhőmérséklet, ami a májushoz hasonlóan segítette a növények növekedését. A termésdifferenciálódás időszakában minden időjárási körülmény ideális volt, hogy minél több potenciális szemkezdemény alakuljon ki.

A július és augusztus szélsőségesen magas hőmérséklettel érkezett. (5. ábra) Nagyon magas volt a napi középhőmérséklet mindkét hónapban, emellett több nap is volt, amikor a napi minimum hőmérséklet nem csökkent 20 °C alá. A hónap és egyben az év legmelegebb napja július 23-a volt, amikor a maximális hőmérséklet 39,39 °C, a napi középhőmérséklet pedig 29,97 °C volt. Augusztusban 13-tól 19-ig tartó igen erőteljesen és folyamatosan emelkedő hőmérsékletet mértem. Ez a jelenség hőmérsékleti mintáját és időtartamát tekintve rendkívüli módon hasonlított a júliusban megfigyelhető 17-étől 23-áig tartó jelenségre, ugyanakkor már nem érte el azt a hőmérsékleti maximumot.

A szeptemberi hőmérséklet meredeken csökkent az augusztushoz képest. Szeptemberre már kialakul a fekete réteg, ami jelzi a fiziológiai érés állapotát. Ekkorra nyeri el a kukoricaszem a végleges szárazanyagtartalmát. Ezért a hozam és a beltartalmi értékek szempontjából már oly mértékben nem releváns a szeptemberi időjárás.



5. ábra: 2022 április-május napi hőmérsékletek (Forrás: saját szerkesztés, Kányai Mezőgazdasági Zrt. adatai (2022) alapján)

### 3.2.2 A szántóföldi kísérleti parcella talajviszonyai

A kísérleti parcella talajtípusa megfelel a térség talajtípusának, vagyis csernozjom barna erdőtalaj. A barna erdőtalajok az ország mezőgazdasági területének körülbelül 34%-át teszik ki. Ezek a talajtípusok jellemzően erdők, fás területeken alakultak ki, és a speciális mikroklíma, valamint a lehullott levelek és ágak bomlásának köszönhetően szerves anyagokkal gazdagodnak. Az erdőtalajok felső rétegében avart és bomló növényi anyagokat találunk („A0” szint), alatta pedig a barna színű humuszos „A” réteg következik. Ezt követi egy világosabb „E” réteg, majd egy sötétebb „B” réteg, és végül a talajképző közet „C” rétege.

Bár több típusa létezik a barna erdőtalajoknak, általános jellemzőjük a magas humusztartalom és az savanyú pH. Általában ezek a talajok jó vízgazdálkodással rendelkeznek, a magas pórustérfogatnak köszönhetően. Viszonylag könnyen művelhetőek és művelésükre széles időablak áll rendelkezésre. Helytelen agrotechnika esetén a felső réteg porosodhat, ami ronthatja a talaj vízháztartási és művelhetőségi tulajdonságait. Hosszú távon az „A” szint elvesztése is bekövetkezhet a porosodás következtében, amikor a defláció és az erózió egyszerűen elsodorja a növénytermesztés helyéül szolgáló „A” szintet (INTERNET8).

Talajvizsgálati eredmények támasztják alá, hogy a talajviszonyok egyre romlanak, a túlművelésnek, a túlzott műtrágya és növényvédőszer felhasználásnak.

A szerkezet szempontjából a talajt három fázis alkotja. Kijelenthető, hogy az egészséges talajokban kialakult szerkezeti elemek, talajmorzsák, és aggregátumok, amelyekben dominálnak a vékony, víztartó pórusok, felelősek a vízmegtartásért. A morzsák között lévő vastag pórusok, vagyis a gravitációs pórusok, levegővel vannak kitöltve, ezzel biztosítva a megfelelő aerob környezetet. Csak az egészséges, jól szerkezetű talajok képesek mindhárom fázis együttes fenntartására és az egészséges talajélet, valamint oxidációs állapot biztosítására, ami nemcsak a víz- és tápanyagforgalmat, hanem az eróziót is meghatározza (Dobos, 2022).

A kísérleti parcella talajvizsgálati eredményeit az alábbi táblázat tartalmazza. (1. táblázat)

**1. táblázat:** A kísérleti parcellának helyet adó tábla talajvizsgálati eredményei. (Forrás: saját készítés, Kányai Mezőgazdasági Zrt (2022) adatai alapján)

| pH (KCl) | Kötött-ség | Össz. só m/m% | CaCO <sub>3</sub> m/m% | Humusz m/m% | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> mg/kg | K <sub>2</sub> O mg/kg | NO <sub>3</sub> -N mg/kg | Na mg/kg | Mg mg/kg |
|----------|------------|---------------|------------------------|-------------|-------------------------------------|------------------------|--------------------------|----------|----------|
| 7,2      | 43         | 0,03          | 7,2                    | 1,86        | 110                                 | 274                    | 13,7                     | 18,9     | 137      |
| 7,3      | 41         | 0,03          | 18,1                   | 1,37        | 99                                  | 141                    | 6,5                      | 22,7     | 121      |
| 7,3      | 64         | 0,03          | 10,9                   | 1,83        | 104                                 | 217                    | 8,6                      | 21,4     | 145      |
| 7,2      | 53         | 0,03          | 11,0                   | 2,10        | 122                                 | 271                    | 8,2                      | 21,1     | 163      |
| 7,1      | 41         | 0,02          | 10,7                   | 1,01        | 78                                  | 248                    | 2,6                      | 20,7     | 177      |
| 7,2      | 44         | 0,03          | 17,1                   | 1,36        | 253                                 | 262                    | 7,9                      | 23,9     | 120      |
| 7,2      | 43         | 0,02          | 10,9                   | 1,57        | 119                                 | 219                    | 4,0                      | 21,1     | 154      |
| 7,2      | 41         | 0,03          | 15,6                   | 1,27        | 85                                  | 150                    | 5,0                      | 24,1     | 148      |
| 7,4      | 44         | 0,02          | 11,6                   | 2,26        | 116                                 | 227                    | 6,2                      | 25,9     | 132      |
| 7,3      | 44         | 0,04          | 7,4                    | 1,84        | 103                                 | 281                    | 17,9                     | 22,0     | 148      |

Az eredmények alapján megállapítható, hogy a humusztartalom még nem veszett el teljesen és a még feltételezhető a talajbaktériumok megfelelő aktivitása. A pH-t illetően a kukoricának 5,8 és 6,2 közötti az ideális. A talajmintákból látható, hogy a kísérleti parcella talajának értékei bőven meghaladják ezt a tartományt, mintegy 20%-kal. A magas pH bizonyos tápanyagok felvételét nehezíti meg.

### 3.3 A szántóföldi kísérlet agrotechnikája

A kísérleti parcellán az elővetemény napraforgó volt. A napraforgó aratását követően a szármaradványok felaprításra kerültek egy speciális hengerrel 2021.09.24-én. A terület érintetlen volt 2022.11.14-éig, amikor kálisó és NPK 10-26-26-os komplex műtrágya került kijuttatásra 100 és 160 kg/ha dózisban. Ez hatóanyagban kifejezve 16 kg nitrogén, 41,6 kg foszfor és 102 kg kálium mennyiséget jelent hektáronként. Ezt követte 2022.11.16-án a terület őszi mélyszántása 30 cm-es mélységben. A telet a terület lezáratlanul vészelte át, majd 2023.02.23-án simítózás keretében lett lezárva. A szükséges nitrogénmennyiséget egy dózisban karbamid formájában juttattam ki 2023.05.01-jén 250kg/ha-os dózisban, ami nitrogénhatóanyagban kifejezve 115 kg/ha-t jelent. A karbamid műtrágya a kiszórással egy napon be is lett dolgozva egy magágykészítő kombinátorral. További nitrogén a tenyészidőszakban már nem került kijuttatásra. A vetés 2022.05.01-én, egy Monosem 6 soros vákuumos elven működő szemenkénti vetőgéppel történt 76,2 cm-es sortávval 4,5 cm-es magmélységben 80 000 csíra/hektáros vetőmagdózissal.

A terület növényvédelme viszonylag hagyományos technológiának mondható. A magágykészítéssel egy mechanikai gyomirtásnak volt alávetve a terület. Ez megakadályozta, hogy a magról kelő és évelő egy- és kétszikűek elérjék a gazdasági kár okozásához szükséges fejlettséget. A további növényvédelmet a Syngenta® Elumis Bang csomagja biztosította. A termékcsomag Elumis-t, Banvelt-t és Fix-pro-t tartalmaz. Hatóanyagban kifejezve Elumis: 30 g/L nikoszulfuront és 75 g/L mezotriont. A Banvel 480 g/L dikambát a Fix-Pro pedig 80% poliéterrel módosított trisziloxán 20% poliétert tartalmaz. A hatóanyagok kombinációja alapján a termék alkalmas a magról kelő és évelő, egy- és kétszikű gyomnövények ellen (INTERNET10). A terméket 2022.05.23-án juttattam ki, a kukorica 4 leveles állapotában.

### **3.4 A szántóföldi kísérlet kísérleti terve**

A kísérleti parcellát 24 sorban vetettük el, így minden hibrid 4 sorban szerepelt. A parcellát 12 sornál elfeleztük. Az egyik 12 sor vetésekor Force+Amalgerol® mikrogranulátumot adagoltunk 12kg/ha dózisban. Az egy zsáknyi készítmény Force 1,5 G-t tartalmaz 20 kg-ot és 4 kg Amalgerol®-t tartalmaz. A másik 12 sorhoz nem adagoltam a készítményt.

Mind a két 12 soros oldalt tovább osztottam 6-6 sorra. Mindegyik kvadránsból az egyiket 2022.június 27-én folyékony Amalgerol®-os kezelésnek vettem alá 2 L/ha dózissal.

A kísérleti parcellát két 10 méteres félre oszt a sorokra merőlegesen és az egyik felét 32g/m<sup>2</sup>-es raschel hálóval takartam le, így biztosítva a fénystresszt a kísérletben, még a másikat takarás nélkül hagytam.

A kísérlet sematikus vázát az alábbi táblázat mutatja be. (2. táblázat)

**2. táblázat:** A kísérlet sematikus ábrája (Forrás: saját készítés)

|                                      | Force+Amalgerol<br>mikrogranulátum starter |                               | Force+Amalgerol<br>mikrogranulátum starter nélkül |                               |
|--------------------------------------|--------------------------------------------|-------------------------------|---------------------------------------------------|-------------------------------|
|                                      | Amalgerolos<br>kezelés                     | Amalgerolos<br>kezelés nélkül | Amalgerolos<br>kezelés                            | Amalgerolos<br>kezelés nélkül |
|                                      | 6 sor                                      | 6 sor                         | 6 sor                                             | 6 sor                         |
| 10 m takarás<br>nélkül               | <i>növény-<br/>állomány</i>                | <i>növény-<br/>állomány</i>   | <i>növény-<br/>állomány</i>                       | <i>növény-<br/>állomány</i>   |
| 10 m Raschel<br>hálóval<br>letakarva | <i>növény-<br/>állomány</i>                | <i>növény-<br/>állomány</i>   | <i>növény-<br/>állomány</i>                       | <i>növény-<br/>állomány</i>   |

### 3.5 A kísérletben résztvevő hibridek

A kísérletben 6 különböző genetikai tulajdonságú és egy hibrid kivételével egy éréscsoportba tartozó hibridet vizsgáltunk. A hibrideket az alábbi táblázat tartalmazza. (3. táblázat)

**3. táblázat:** A kísérletben felhasznált hibridek (Forrás: saját készítés)

| Hibrid   | DKC 5206 | DKC 4943 | P9978   | MV<br>Somodor      | P0216    | KWS<br>Intelligens |
|----------|----------|----------|---------|--------------------|----------|--------------------|
| FAO szám | 480      | 390      | 390     | 410                | 490      | 400                |
| Nemesítő | Monsanto | Monsanto | Corteva | Marton<br>Genetics | Syngenta | Saaten<br>Union    |

### 3.6 Mérések, vizsgálatok

#### 3.6.1 Csírahosszúság

A csírahosszúságot a magok elhelyezését követő 5 napon mértem, hagyományos milliméter pontos tolómérő segítségével. Összesen 1800 mérést végeztem.

### **3.6.2. Növénymagasság (szántóföldi kísérlet)**

Növénymagasságot mértem a tenyészidőszak alatt három alkalommal. Minden sorból kiválasztottunk 10-10 növényt és a talajszinttől a növény legmagasabb pontjáig mértem meg a növényt. Minden alkalommal pontosan ugyanazt a 10 növényen végeztem a méréseket, hogy a véletlenszerűségből adódó pontatlanságokat elkerüljem. A mérések időpontjai: 2022.06.13, 2022.05.18 és 2022.07.02.

### **3.6.3. Klorofill tartalom mérés (szántóföldi kísérlet)**

A fotoszintetikus aktivitás fejezi ki a növény szervesanyag előállítási folyamatainak hatékonyságát. A fotoszintetikus aktivitás egyik lehetséges mérési módszere, hogy a klorofilszintet mérjük. A mérésekhez egy kézi SPAD (Soil and Plant Analysis Development) eszközt használtunk. Az SPAD olyan eszköz, amely a levelek klorofilltartalmának gyors, pontos és noninvazív mérésére szolgál. A SPAD mérőműszer a leveleken áthaladó fény mennyiségének mérésével határozza meg a klorofilltartalmat (Bruschini és mtsai., 2019).

A SPAD műszer két ledet használ a méréshez. Egy vöröset és egy infravöröset. A vörös led fényt bocsát ki a levélre, amelyet a klorofill elnyel. Az infravörös led fényt bocsát ki a levélre, amelyet a klorofill nem nyel el. A mérőműszer méri a visszaverődő fény mennyiségét mindkét ledből. A klorofilltartalom a visszaverődő vörös fény és az infravörös fény arányából számítható ki. Minél több klorofill van a levélben, annál kevesebb vörös fény verődik vissza, és annál több infravörös fény verődik vissza. A mért területen lévő összes klorofill molekulát vizsgálja, nem tesz különbséget az aktív és az inaktív molekulák között (INTERNET12).

A műszer 30 mérésből számít egy átlagot, melyet végül a felhasználónak visszaad. Minden kísérleti egységet két alkalommal vetettünk alá. A májusi méréskor a legfiatalabb, de már teljesen kifejlett levélen, míg augusztusban a cső feletti levélen végeztem a méréseket. Összesen 96 adatpont keletkezett, ami mögött összesen 2 880 mérés történt.

### **3.6.4. Szemtermés beltartalmi vizsgálata (szántóföldi kísérlet)**

A szemtermést beltartalmi vizsgálatnak vetettem alá. A vizsgálathoz egy FOSS Infratec eszközt használtunk. A gabonaanalizátor a közeli infravörös (NIR- Near Infrared) spektroszkópia elvén működik. A NIR spektroszkópia egy olyan analitikai technika, amely a fény és az anyag kölcsönhatását vizsgálja a közeli infravörös tartományban (780-2500 nm). A NIR fény

kölcsönhatásba lép a terményben lévő molekulákkal, és a visszaverődő fény mennyisége és hullámhossza alapján következtetéseket lehet levonni a minta összetételére vonatkozóan

Vizsgáltam a termény víz-, nyersfehérje-, és nyersolajtartalmát, valamint a hektolitertömeget.

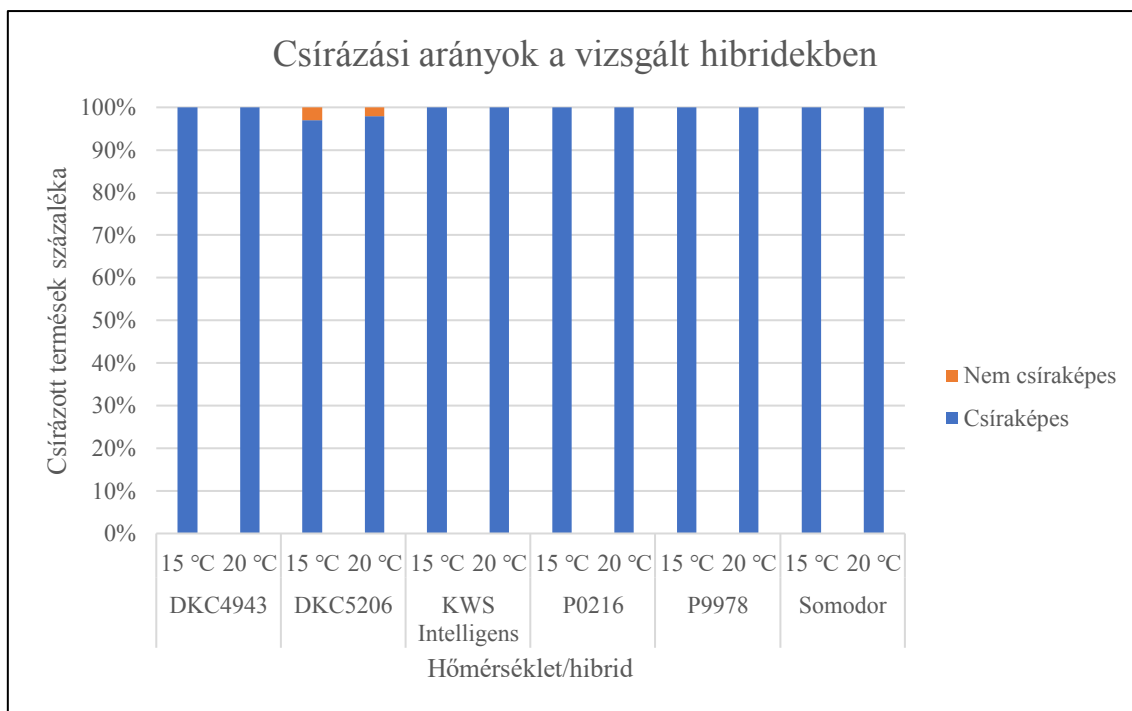
### **3.6.5. A kísérleti adatok elemzésének módszerei**

A kísérletben gyűjtött adatokat Microsoft Excel 16.90.2 számú verziójában gyűjtöttem. Az adatokat Microsoft Excelben és JupyterLab 7.2.2 verziójában python programnyelven Pandas adatelemző modulban elemeztem. Az adatok előzetes vizualizációjához Seaborn és Matplotlib modulokat használtunk. A dolgozatban megjelenő grafikonokat és ábrákat Microsoft Excelben készítettem. Az adatok eloszlásának vizsgálatához Shapiro-Wilk próbát és Kolmogorov-Smirnov próbát használtam. A Shapiro-Wilk próba azt vizsgálja, mennyire illeszkednek az adatok a normális eloszláshoz. Ehhez rendezzük és standardizáljuk a mintát. Ha a mintaadatok tökéletesen illeszkednének egy normális eloszláshoz, akkor a rendezés és standardizálás folyamata után a minta értékei egyenletesen térnének el a standard normális eloszlás kvantilis értékeitől. A statisztika értéke 0 és 1 közötti lesz, ahol az 1 a tökéletes normál eloszlást jelenti. A Kolmogorov-Smirnov próba két változó eloszlásának vizsgálatára alkalmas. Nem csak normál eloszlást lehet vele tesztelni, hanem folytonos eloszlásokat is. Továbbá ellenőrizhető vele a feltételezett eloszlás megléte (King and Eckersley, 2019). Lineáris regressziószámítást is végeztem a kapott adatokkal. A lineáris regressziós modell, melyben egy változó (A) ismeretében megpróbáljuk megjósolni a másik változó (B) várható értékét. Az adathalmaz alapján keressük azt az egyenest és annak egyenletét, ami a legjobban illeszkedik az adathalmazra. A módszerben szereplő determinációs együttható ( $R^2$ ) értéke a magyarázott változó (B) változatosságának azon mértékét fejezi ki, amit az (A) változó magyaráz. A módosított  $R^2$  egy a változók számát figyelembe vevő érték (Bazdaric és mtsai., 2021). Az adatokon végeztem varianciaanalízist (ANOVA) is. Az ANOVA azt vizsgálja, hogy a minták közötti eltérés nagyobb-e, mint a mintákon belüli eltérés, vagyis a mintákban szereplő adatok egymástól való átlagos eltérése és ha igen, akkor nagyobb az esély arra, hogy valamelyik módszer tényleg jobb. Ha nincs jelentős különbség, akkor azt mondhatjuk, hogy a módszerek valószínűleg egyformán hatékonyak (Larson, 2008).

## 4. Eredmények

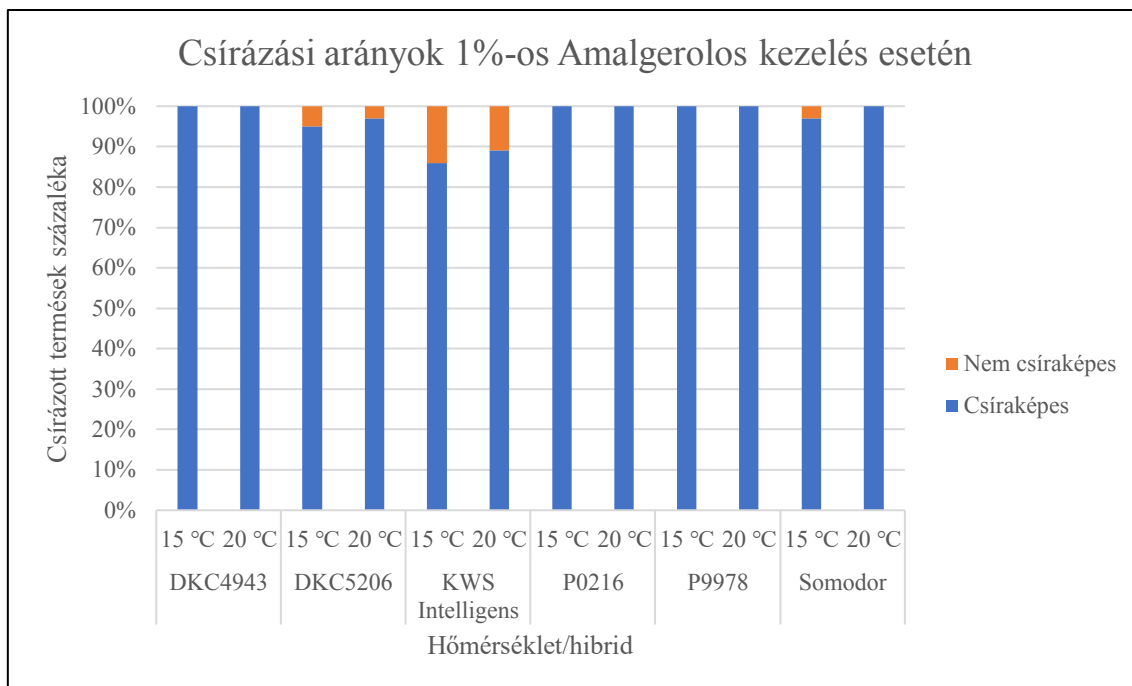
### 4.1 A csíráztatási kísérlet eredményei

Elsőként a magok elhelyezése utáni második napon mért csíraszázalékokat mutatom be.



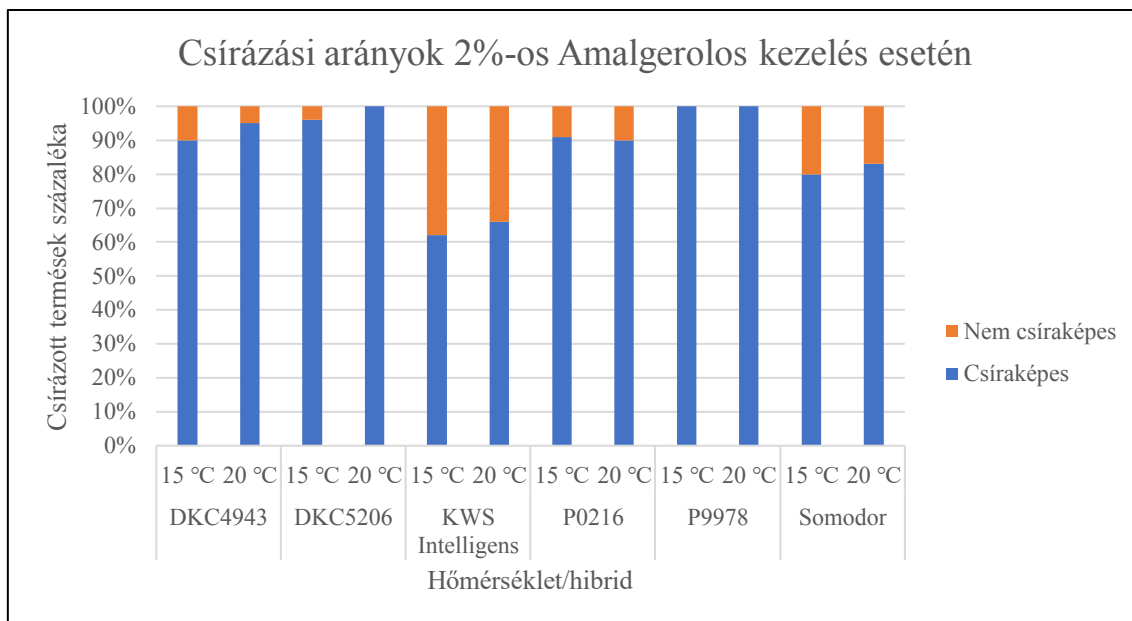
6. ábra: A vizsgálat magok csírázási százaléka (Forrás: saját készítés, saját mérések (2022) alapján)

A diagrammon a csírázási százalékok láthatóak hibridenként kontroll körülmények között. (6. ábra) A vizsgált hibridek közül mindegyik 100%-os csíraszázalékkal bírt a kísérlet során, ez vonatkozik a 15°C és a 20°C hőmérsékleten tartott mintákra is. A közölt adatok a kísérlet 5. napján mért adatok, tehát azok hibridek is csíráképesnek mutatkoztak, amik lassabb fejlődést mutattak és az első mérés alkalmával még nem csíráztak ki. Mivel ez az eredmény validálja a genetikai stabilitást és a megfelelő csíráképesseget ezért a hibridek alkalmasak voltak csíráztatási kísérlet folytatásához.



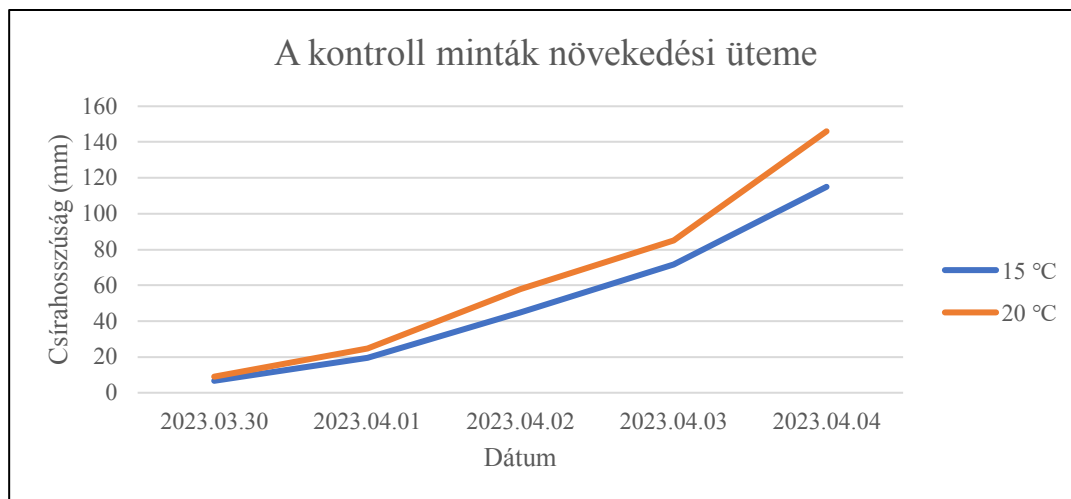
**7. ábra:** 1%-os Amalgerol oldattal csíráztatott minták csírázási százalécai (Forrás: saját készítés, saját mérések (2022) alapján)

A hipotézisemmel ellentétben az 1%-os Amalgerolos kezelés egy hibrid esetében csökkentette a csírázási százalékot. (7. ábra) Az Amalgerol Premium® közvetlen hatása a magra nem kutatott téma. Feltételezésem szerint, mivel az Amalgerol Premium® egy növény- és talajkondicionáló készítmény, olyan anyagokat tartalmaz, amik magba hatolva lassítják, bizonyos esetekben gátolhatják a csírázást. Egyedülként a KWS Intelligens hibridnél állapítottam meg csíráképeségbeli különbséget, mind a 15<sup>0</sup>C és a 20<sup>0</sup>C-on tárolt mintáknál 10 százalékponttal csökkent a csíráképeség. Ha a 240 elemszámú mintát vizsgáljuk, akkor az eredmény nem szignifikáns, vagyis nem bizonyítható egyértelműen, hogy az Amalgerolos kezelés elhagyása növeli a csíraszázalékot. Ha azonban hibridenként vizsgáljuk, akkor a kapott eredmények statisztikailag szignifikánsnak tekinthetők. Ennek ellenére további vizsgálatokkal tisztázni szükséges az 1%-os Amalgerolos kezelés hatását a csírázási képességre.



**8. ábra:** 2%-os Amalgerol oldattal csíráztatott minták csírázási százalécai (Forrás: saját készítés, saját mérések (2022) alapján)

A 2%-os kezelés a várakozásaimmal ellentétben negatívan befolyásolta a csírázási százalékokat. (8. ábra) Az 1%-os kezeléshez képest több hibridnél is csökkent a csíráképesesség. Egyedül a DKC5206 és a P9978 adatai nem változtak és maradtak 100%-os értéken. Különböző hibrideknél a két hőmérsékleti tartományban nem volt azonos a csökkenés mértéke és nem határozható meg egyértelműen, hogy a hőmérsékleti különbség növeli vagy csökkenti az eredményt. Egyértelmű következtetésként levonható, hogy az Amalgerol Premium® koncentrációjának növelése igen nagy valószínűséggel csökkenti csíráképeséget. A legnagyobb mértékű negatív hatást a KWS Intelligens hibridre gyakorolta, mintegy 17,5 százalékpontos csökkenést előidézve. Ezzel kijelenthető, hogy a kísérletben résztvevő hibridek közül a KWS Intelligens hibrid a legérzékenyebb az Amalgerol Premium® általi kezelésre. Zorovski és munkatársai az Amalgerol zab csírázására gyakorolt hatását vizsgálták és magasabb csírázási arányt mértek Amalgerolos kezelés esetén (Zorovski, 2021). További vizsgálatok szükségesek, annak érdekében, hogy pontosan meg tudjuk határozni, hogy bizonyos hibridek esetében miért drasztikus a csírásszázalék jelentős csökkenése, míg más hibridek esetében – ebben az esetben a P9978 – nem reagált negatívan a kezelésre.



**9. ábra:** A kontroll minták növekedési üteme, hőmérséklet függvényében (Forrás: saját készítés, saját mérések (2022) alapján)

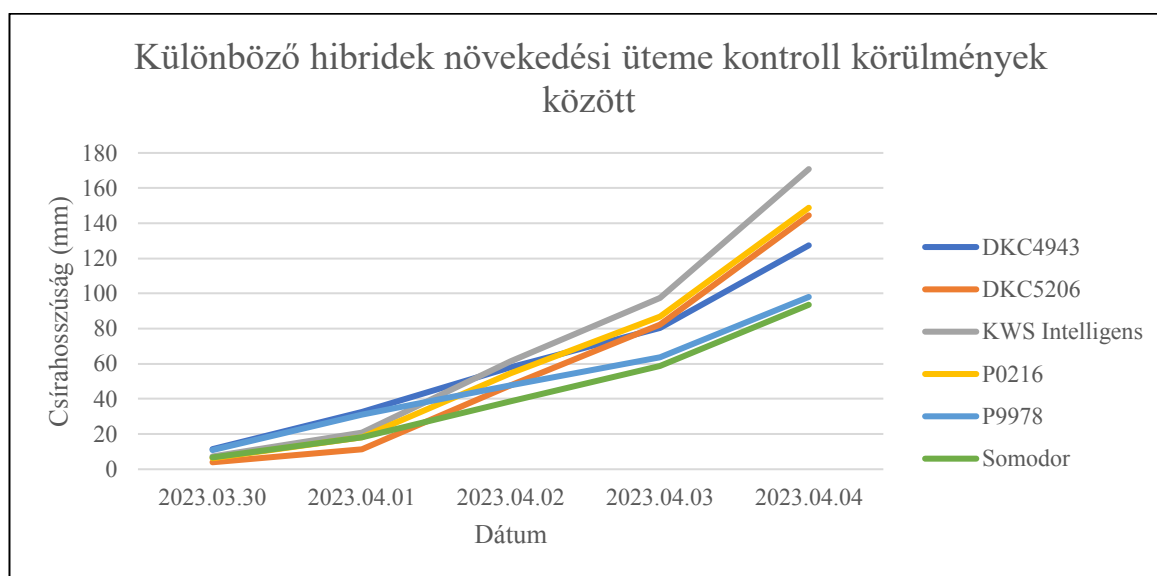
Az ábrán a hibridek összesített csíranövekedési adatai láthatók csíráztatási hőmérséklet függvényében. (9. ábra) Megfigyelhető, hogy a csírázás kezdeti idejében a különböző tartási hőmérsékletek nem okoztak nagy különbséget a csírák hosszúságában. Mindösszesen 2 mm-rel voltak hosszabbak a magasabb hőmérsékleten növekedő csírák, mint az alacsonyabb hőmérsékleten tartott minták. A második napon már átlagosan 6 mm-rel hosszabb a magasabb hőmérsékleten tartott csírák hosszúsága az alacsonyabb hőmérsékleten tartott mintákhoz képest. Ez a különbség tovább növekedett a további kísérleti napokon is. Annak ellenére, hogy az abszolút eltérés folyamatosan növekedett a két minta között, addig az abszolút eltérésről ez már nem mondható el. Amennyiben a 20 °C-on tartott mintát tekintjük bázisnak, úgy a kezdeti 35%-os előny a későbbi napokban 28%-ról egészen 26%-ra csökken. A mérések alapján egy igen alacsony meredekségű kompenzációs trend figyelhető meg. Amennyiben ez a trend folytatódik, úgy relatív különbség folyamatosan csökken a két minta között.

**2. táblázat:** A hőmérséklet és a csírahosszúság közötti korreláció a mérési napokon (Forrás: saját készítés, saját mérések (2023) alapján)

| Dátum      | Korreláció |
|------------|------------|
| 2023.03.30 | 0,25       |
| 2023.04.01 | 0,21       |
| 2023.04.02 | 0,29       |
| 2023.04.03 | 0,26       |
| 2023.04.04 | 0,27       |

A táblázatban szerepelő adatok alapján megállapítható, hogy a hőmérséklet és a csírák hosszúsága közötti pozitív korreláció stabilan fenn állt a kísérlet minden napján. (2. táblázat) Hasonló eredményre jutott Li munkatársaival 2014-es vizsgálatukban. Ők is kimutatták, hogy a csírázási hőmérséklet emelésével a fokozottabb a biomasszaépítés intenzitása (Li és mtsai., 2014).

A hibridek közötti csírázási ütembeni különbségeket, kontroll körülmények között az alábbi ábra szemlélteti.



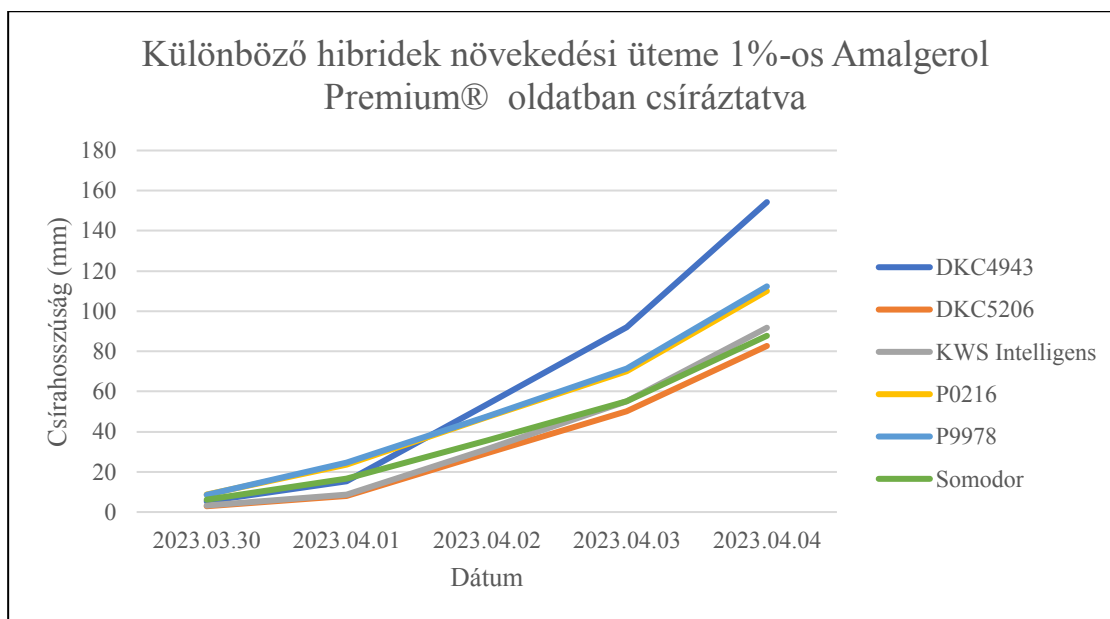
**10. ábra:** Hibridek csírázási üteme kontroll körülmények között (Forrás: saját készítés, saját mérések (2022) alapján)

Az ábrán látható, hogy a csírázás első napján a minta igen inhomogén volt. (10. ábra) Az átlagok terjedelme magas volt. A legalacsonyabb és a legmagasabb mért érték között 17 mm volt a különbség. Mindössze 7,8 mm volt a csíráképes magok átlaga, míg a szórás 3,7 mm-ami 47%-os eltérés, amennyiben az átlagot tekintjük bázisnak. A későbbi napokban külön csoportokra oszthatók a mintát alkotó hibridek. A minta alsó szegmensét a Somodor és a P9978-as hibridek alkották 100 mm alatti átlagos hosszúsággal. A DKC4943, a P0216 és a P0216 hibridek alkották a középső szegmenst 65 és 81 mm közötti csíráhosszúsággal.

**3. táblázat:** A kontroll körülmények között vizsgált hibridek csíráhosszúságának szórása naponta (Forrás: saját készítés, saját mérések (2022) alapján)

| Dátum      | DKC4943 | DKC5206 | KWS Intelligens | P0216 | P9978 | Somodor |
|------------|---------|---------|-----------------|-------|-------|---------|
| 2023.03.30 | 2,6     | 1,8     | 2,7             | 2,3   | 3,2   | 3,1     |
| 2023.04.01 | 6,9     | 5,2     | 7,3             | 5,8   | 8,8   | 8,6     |
| 2023.04.02 | 10,9    | 11,0    | 15,2            | 13,8  | 11,7  | 14,7    |
| 2023.04.03 | 15,5    | 16,6    | 23,3            | 22,8  | 14,8  | 21,1    |
| 2023.04.04 | 23,6    | 29,0    | 38,1            | 37,2  | 22,9  | 32,6    |

A legjobban teljesítő hibrid a KWS Intelligens hibrid volt 170 mm-es átlagos csírahosszúsággal, ugyanakkor a leginkább instabil hibridnek is bizonyult, a maga 38,1 mm-es szórásával. A kontroll körülmények között a leginkább stabil fejlődésű hibrid a P9978 volt, a kísérlet időtartama alatt nem végig volt a legkisebb a szórása, viszont az utolsó mérési napra ez a minta rendelkezett a legalacsonyabb szórással. (3. táblázat)



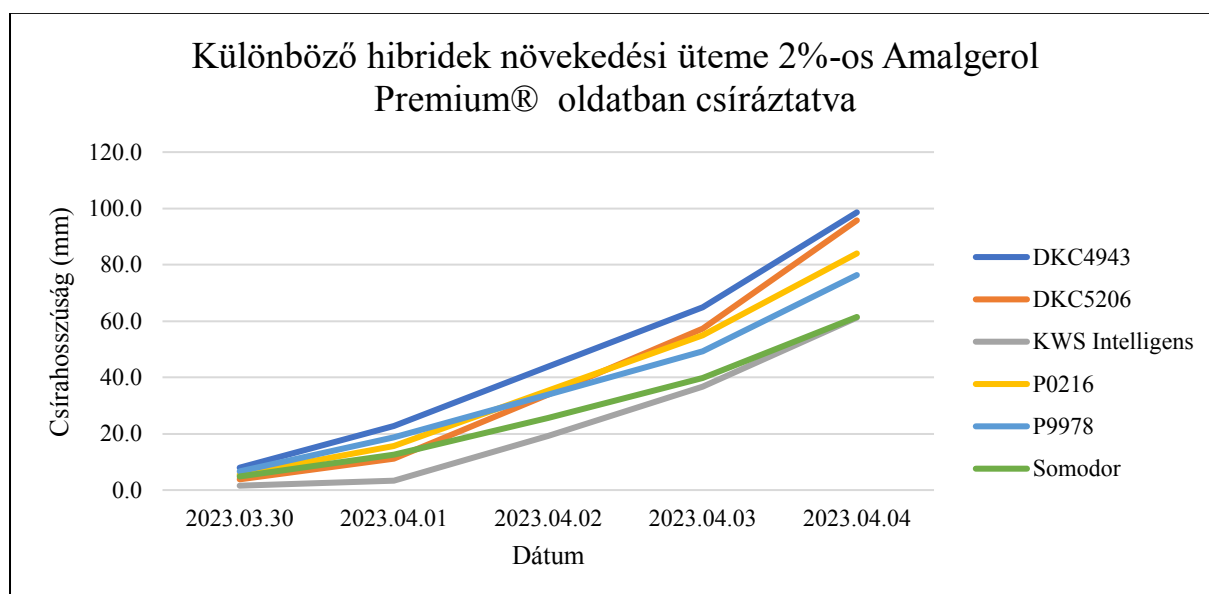
**11. ábra:** Hibridek csírázási üteme 1%-os Amalgerolos kezelés mellett (Forrás: saját készítés, saját mérések (2022) alapján)

Az ábrán látható, hogy a csírázás első napján a minta homogénebb volt, mint a kontroll csoport esetében. Az átlagok terjedelme a kontrollhoz képest alacsonyabb volt: 15 mm (11. ábra). Mindössze 6 mm volt a csíráképes magok átlaga, míg a szórás 3,36 mm-ami 56%-os eltérés, amennyiben az átlagot tekintjük bázisnak, ez 9 százalékponttal magasabb érték a kontrollhoz képest. A későbbi napokban -növekedési ütem alapján - külön csoportokra oszthatók a mintát alkotó hibridek. A minta alsó szegmensét a Somodor, a DKC5206 és a KWS Intelligens hibridek alkották 100 mm alatti átlagos hosszúsággal. A P9978, és a P0216 hibridek alkották a középső szegmenst 110 és 112 mm közötti csírahosszúsággal.

**4. táblázat:** Az 1%-os Amalgerol oldatban csíráztatott magok csírahosszúságának szórása naponta (Forrás: saját készítés, saját mérések (2022) alapján)

| Dátum      | DKC4943 | DKC5206 | KWS Intelligens | P0216 | P9978 | Somodor |
|------------|---------|---------|-----------------|-------|-------|---------|
| 2023.03.30 | 2       | 1       | 1               | 3     | 3     | 3       |
| 2023.04.01 | 5       | 4       | 4               | 9     | 8     | 9       |
| 2023.04.02 | 14      | 9       | 11              | 14    | 10    | 15      |
| 2023.04.03 | 21      | 14      | 17              | 20    | 12    | 22      |
| 2023.04.04 | 39      | 22      | 28              | 29    | 20    | 34      |

A legjobban teljesítő hibrid a DKC4943 hibrid volt 154 mm-es átlagos csírahosszúsággal, ugyanakkor a leginkább instabil hibridnek is bizonyult, a maga 39 mm-es szórásával. (4. táblázat) A kontroll körülmények között a leginkább stabil fejlődésű hibrid a P9978 volt, a kísérlet időtartama alatt nem végig volt a legkisebb a szórása, viszont az utolsó mérési napra ez a minta rendelkezett a legalacsonyabb szórással. A mérések alapján megállapítható, hogy az 1%-os Amalgerolos kezelés az összteljesítményre negatív hatással volt és az inhomogenizációt is növelte. Ugyanakkor a DKC4943 hibrid kiemelkedően jól reagált a kezelésre.



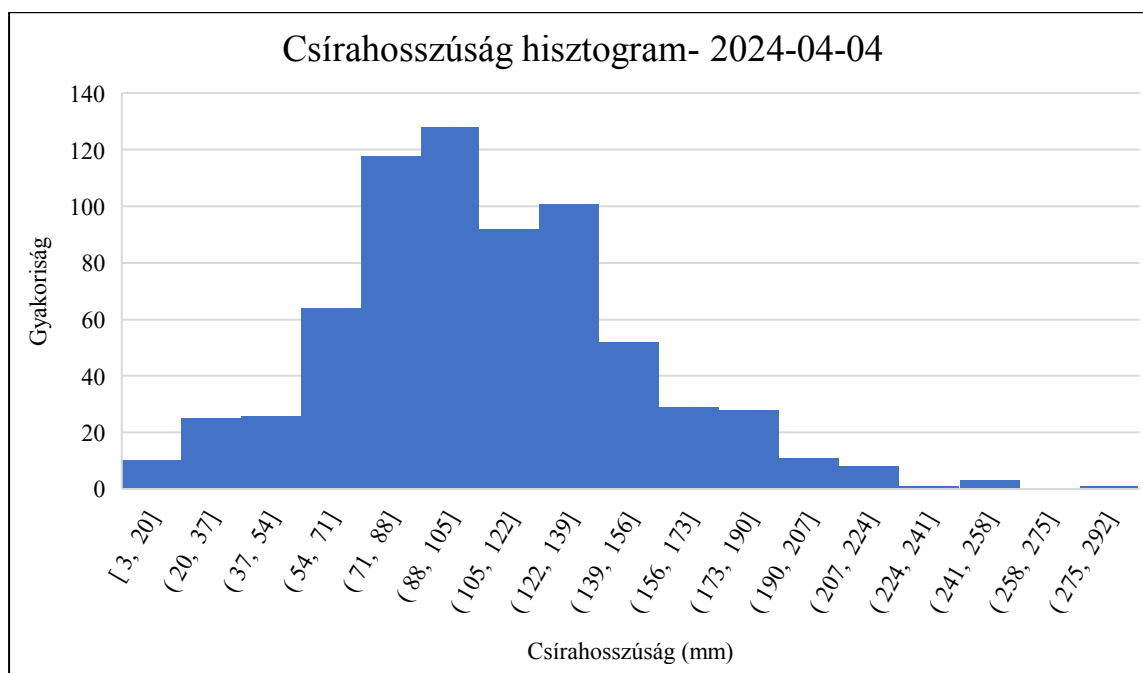
**12. ábra:** Hibridek csírázási üteme 2%-os Amalgerolos kezelés mellett (Forrás: saját készítés, saját mérések (2022) alapján)

A mérések alapján a 2%-os Amalgerolos kezelés hatására volt a legalacsonyabb a kezdeti fejlődési szint. Az első nap méréseinek átlaga 2,3 mm-rel maradt el a kontroll minta ugyanezen időpontjában mért átlagától (12. ábra) A terjedelem 6,8 mm volt, ami a legalacsonyabb a kísérletben kapott adatok közül.

**5. táblázat:** Az 2%-os Amalgerol oldatban csíráztatott magok csírahosszúságok szórása naponta (Forrás: saját készítés, saját mérések (2022) alapján)

| Dátum      | DKC4943 | DKC5206 | KWS Intelligens | P0216 | P9978 | Somodor |
|------------|---------|---------|-----------------|-------|-------|---------|
| 2023.03.30 | 2,7     | 1,9     | 0,7             | 2,2   | 2,1   | 2,5     |
| 2023.04.01 | 7,8     | 5,4     | 1,9             | 5,9   | 5,5   | 7,8     |
| 2023.04.02 | 12,5    | 11,0    | 10,7            | 12,8  | 9,0   | 12,1    |
| 2023.04.03 | 17,0    | 17,0    | 19,8            | 20,1  | 12,4  | 16,6    |
| 2023.04.04 | 24,1    | 27,6    | 35,0            | 35,1  | 19,0  | 25,2    |

Az első napon 5,5 mm volt a csírahosszúságok átlaga, míg az ehhez tartozó szórás 2,8 mm volt. (5. táblázat) Abszolút értékben a 2%-os minta szórása volt a legkisebb, viszont az átlaghoz viszonyítva 50%-os a relatív szórás, ami a kontroll értékéhez képest több, viszont az 1%-os mintáéhoz képest kevesebb. A növekedési intenzitás még alacsonyabb, mint az előző mintában volt. A mintában egyik hibrid sem érte el az átlagos 100 mm-es csírahosszúságot a kísérlet végére. A 2%-os kezelésben a legrosszabbul a Somodor és a KWS Intelligens hibridek teljesítettek. Ezek a fajták érték el a legalacsonyabb átlagos hosszúságot. Valamint kiemelő, hogy a Somodor fajta rendelkezett a legnagyobb szórással a kísérlet alatt. Szórás tekintetében a P9978 hibrid teljesített a legjobban és lett ezzel a legstabilabb hibrid ebben a mintában. Az adatok normális eloszlását Shapiro-Wilk teszttel vizsgáltam, értéke 0,99, P-értéke: 0,99. Ezek alapján megállapítható, hogy nincs elég bizonyíték a normális eloszlás elutasítására. Az alábbi ábrán jól látszik az adatok közel normális eloszlása. (13. ábra)



**13. ábra:** A csírahosszúságok hisztogramja az utolsó kísérleti napon (Forrás: saját készítés (2023), saját adatok alapján)

Összességében kijelenthető, hogy a csírázáskori környezeti hőmérsékleti különbség kimutatható eredményt indukált a minták között. A magasabb hőmérsékleten lévő magok intenzívebben és hosszabb gyökércsírákat fejlesztettek, mint az alacsonyabb hőmérsékleten lévő minták. A relatív szórás kisebb volt a magasabb hőmérsékletű mintában, vagyis homogénebb állományra lehet számítani 20 °C-on, mint 15 °C-on.

Az Amalgerolos kezelés és töménységének növelése negatívan befolyásolta a minták fejlődésének ütemét és homogenitását is. A csírák lassabban növekedtek, rövidebb hosszúságot

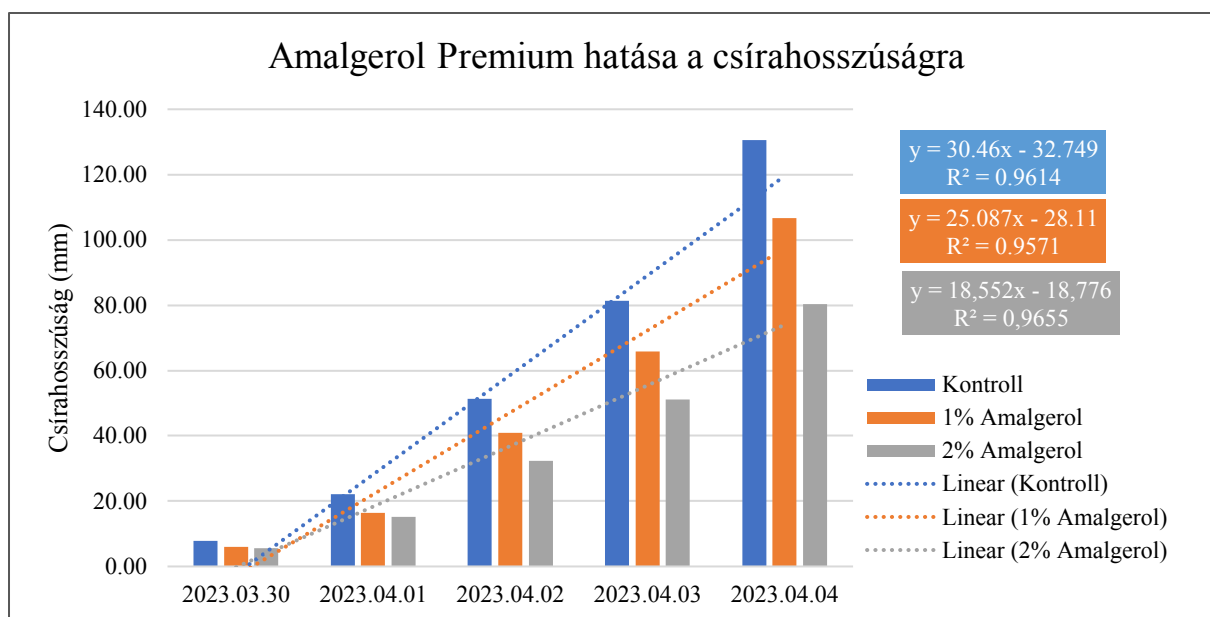
érték el és kevésbé volt egyenletes a hibrideken belüli állomány. A KWS Intelligens hibrid a legérzékenyebb az Amalgerol Premium-ra. Ennél a hibridnél tapasztalható a legnagyobb visszaesés a kontrollhoz képest. A DKC4943 hibrid kifejezetten jól ragált az 1%-os Amalgerolra, magasabb átlagot elérve, mint a kontroll mintában (14., 15. ábra).



**14. ábra:** KWS Intelligens hibrid magjai a csíráztatás 4. napján 2%-os Amalgerol Premium® mellett 20 °C-on (Forrás: saját készítés)



**15. ábra:** KWS Intelligens hibrid magjai a csíráztatás 4. napján Amalgerol Premium®-os kezelés **nélkül** 20 °C-on (Forrás: saját készítés)



**16. ábra:** Csírahosszúságok a kísérleti napokon különböző töménységű Amalgerol Premium® jelenlétében a kísérlet egyes mintavételi napjain (Forrás: saját adatok alapján (2023), saját készítés).

A 16-ábrán bemutatott csírahosszúság eredmények megmutatják a kukorica csíranövények növekedési ütemét a kísérlet vizsgálati napjain a kontroll, az 1% és a 2%-os Amalgerollal kezelt magvak esetében. A meredekségek is az Amalgerol negatív hatását mutatják. Minél töményebben alkalmazzuk az Amalgerolt, annál laposabb lesz a trendvonal meredeksége (16. ábra).

**6. táblázat:** Az Amalgerol Premium® jelenlétének és a csírahosszúság koncentrációjának korrelációja a kísérletinapokon (Forrás: saját adatok alapján (2023), saját készítés)

| Dátum      | Korreláció |
|------------|------------|
| 2023.03.30 | -0,35      |
| 2023.04.01 | -0,35      |
| 2023.04.02 | -0,49      |
| 2023.04.03 | -0,49      |
| 2023.04.04 | -0,50      |

A táblázatban is jó látszik, hogy egyértelműen negatívan hat a kezelés a csírahosszúságra. (16. ábra)

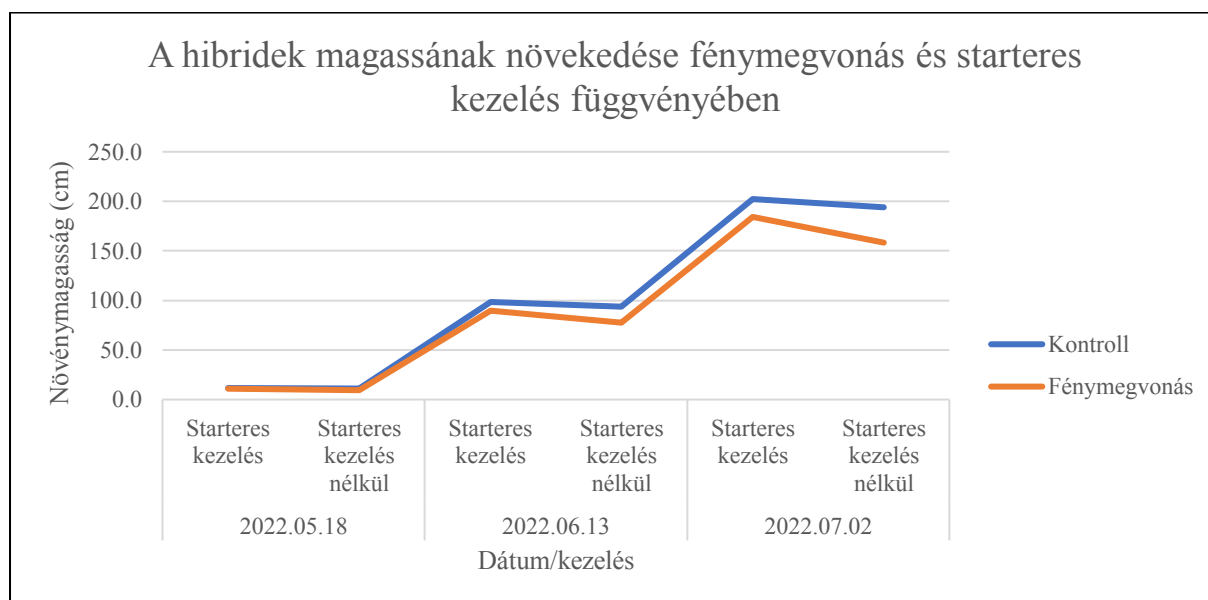
A kísérlet eredményei alapján levonható az a következtetés, hogy közvetlen csírázó mag közelébe nem célszerű helyezni az Amalgerol Premium®-ot, mert visszaveti a csírák fejlődésének sebességét és mértékét. A különböző hibridek eltérő mértékben reagálnak a változó töménységben megjelenő Amalgerol Premium® -ra, de kijelenthető, hogy a vizsgált

minták egyike sem reagált rá pozitív módon. További, elsősorban analitikai vizsgálatok szükségesek annak érdekében, hogy ezen jelenség okait felderíthessük.

## 4.3 A szántóföldi kísérlet eredményei

### 4.3.1. Tenyészidőszak alatti vizsgálatok eredményei

A szántóföldi kísérlet körülményeit tekintve kedvezőek voltak a körülmények a mérések idején. Az állomány jól fejlődött, nem volt nyoma semmilyen fitopatogén fertőzésnek, sem pedig rovarkártételnek, amik veszélyeztették volna a kísérlet sikerét. Az augusztusi hőhullám és aszály viszont igen depresszíven hatott a terméshozamra. Ez a körülmény csökkentette bizonyos mértékben a kísérlet eredményeinek értékét.



**17. ábra:** A hibridek magasságának változása starteres kezelés és fénymegvonás függvényében (Forrás: saját készítés, saját mérések (2022) alapján)

Jól látható különbség állapítható meg, mind a starteres kezelés és a starter nélküli állomány között, továbbá a fénymegvonás alá helyezett és a kontroll állomány között. (17. ábra) Az első mérési időpontban már jelentkeztek kimutatható különbségek a minták között. A starter és a starter nélküli minták közötti különbség 8% mértékben volt jelen, míg fénymegvonás hatására az állomány 12,5%-kal alacsonyabb értékeket mutatott.

**7. táblázat:** Az állomány mért magasságainak szórása a fénymegvonás és a starterműtrágya jelenlétének függvényében  
(Forrás: saját készítés, saját mérések (2022) alapján)

| Dátum      | Starter              | Kontroll     | Fénymegvonás | Minta szórása |
|------------|----------------------|--------------|--------------|---------------|
| 2022.05.18 | Starteres kezelés    | 1,15         | 1,35         | 1,33          |
|            | Starter nélkül       | 0,94         | 1,57         | 1,55          |
|            | <b>Minta szórása</b> | <b>1,08</b>  | <b>1,60</b>  | <b>1,51</b>   |
| 2022.06.13 | Starteres kezelés    | 10,08        | 11,44        | 11,58         |
|            | Starter nélkül       | 7,85         | 13,95        | 13,75         |
|            | <b>Minta szórása</b> | <b>9,39</b>  | <b>14,01</b> | <b>13,33</b>  |
| 2022.07.02 | Starteres kezelés    | 21,85        | 25,09        | 25,12         |
|            | Starter nélkül       | 20,67        | 30,05        | 31,35         |
|            | <b>Minta szórása</b> | <b>21,64</b> | <b>30,41</b> | <b>29,51</b>  |

Szórás alapján a starter és fénymegvonás nélküli minta volt a leghomogénebb 0,94 cm-es értékkel. (7. táblázat) A leginstabilabb állomány a starter nélküli fénymegvonással érintett minta volt, ennek szórása 1,57 cm-volt. Ha önállóan vizsgáljuk a starter műtrágya jelenlétének hatását, levonható a következtetés, hogy a kezdeti fejlődésben egyöntetűbb állományt eredményez a starter műtrágya használata. A fénymegvonás összességében a fejlődés kezdeti szakaszában inhomogénebb állományt eredményez.

A második mérési napon a különbségek továbbra is jelen voltak a különböző minták között. Kimutatható volt, hogy a növekedés mértéke a starterrel kezelt fénymegvonás nélküli mintában volt a legnagyobb 98,2 cm-es átlaggal és 10,08 cm-es szórással, ami mérés napján közepesnek mondható. Megállapítható, hogy a fénymegvonásnak nagyobb negatív hatása van a növények magasságára, mint a starter műtrágya elhagyásának. A leginkább inhomogén állományt továbbra is a starter műtrágya elhagyása és a fénymegvonásnak való alávetés okozza, itt a szórás 13,95 cm-volt, míg a többi minta 12 cm alatti. A fénymegvonás önmagában igen differenciálttá teszi az állományt. Ha együtt vizsgáljuk a starterrel kezelt és a starterrel nem kezelt mintákat és a két mintára együtt számoljuk a szórást, megállapítható, hogy a fénymegvonás önmagában jelentős tényező az inhomogenitásban.

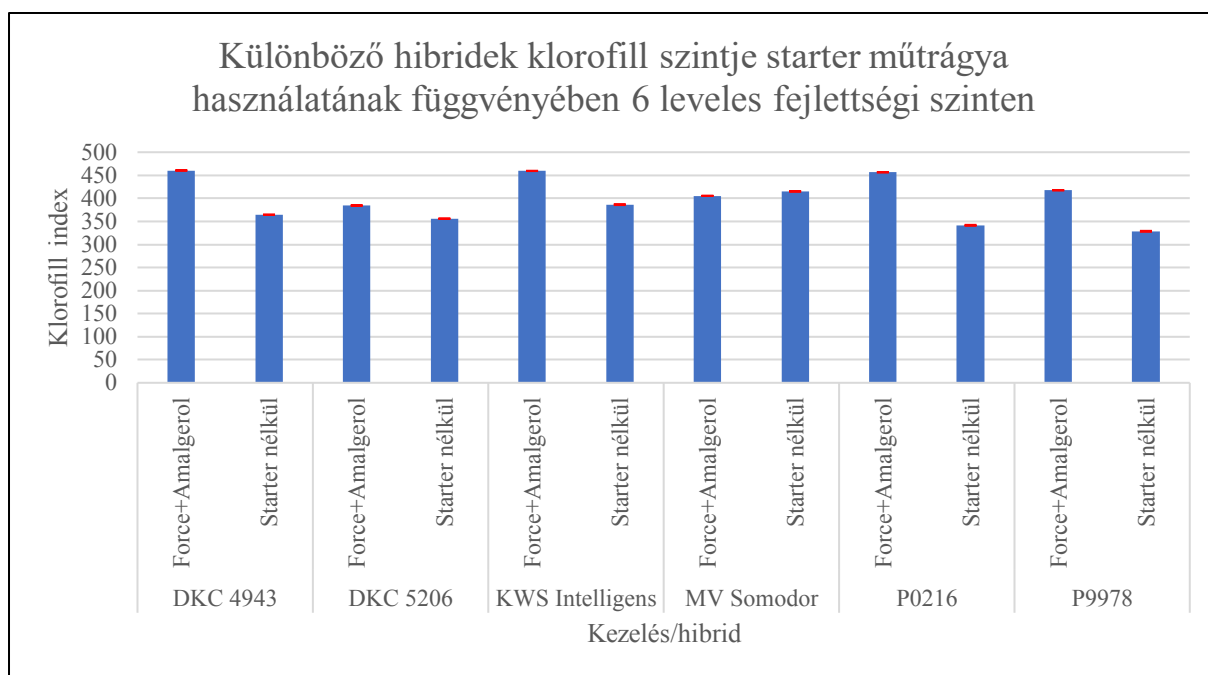
A harmadik mérési alkalommal kapott eredmények tovább folytatják korábbi trendet, ugyanakkor jelentősen megnőtt a fénymegvonás szerepe. Továbbra is a starter műtrágyával

kezelt és fénymegvonásnak ki nem tett minta produkálta a legjobb eredményt. 202,3 cm-es állományi átlaggal és 21,85%-os szórással. A legalacsonyabb növényeket a fénymegvonással kezelt és a starter műtrágya nélküli mintában mértem 184,3 cm-es átlagos magasságot és 30,05 cm-es szórást, ami a legnagyobb volt a mérési napon. Ezen a napon volt a legnagyobb relatív különbség a fénymegvonással érintett és a kontroll minta között 16,2%. Liu és munkatársai szója-kukorica termesztésben vizsgálták a kukorica által vetett árnyék hatását a szójára nézve. Eredményül kapták, hogy a növénymagasság és a levélfelület növekedett, viszont a növény így sem tudta pótolni a hiányzó fénymennyiségből adódó energiadeficitet, ami a termésmennyiség csökkenéséhez vezetett (Liu és mtsai., 2017).

Összességében kijelenthető, hogy a fénymegvonás nem csak csökkenti az átlagos növényállományi magasságot, hanem az inhomogenitást is fokozza. A starterműtrágya alkalmazásával kapcsolatos eredmények alapján megállapítható, hogy az alkalmazása, mint fénymegvonásos, mind kontroll körülmények között javította a növénymagasságot és a homogenitást. Egyre inkább bevett technológiai elemként tanácsos használni szántóföldi termesztésben is.

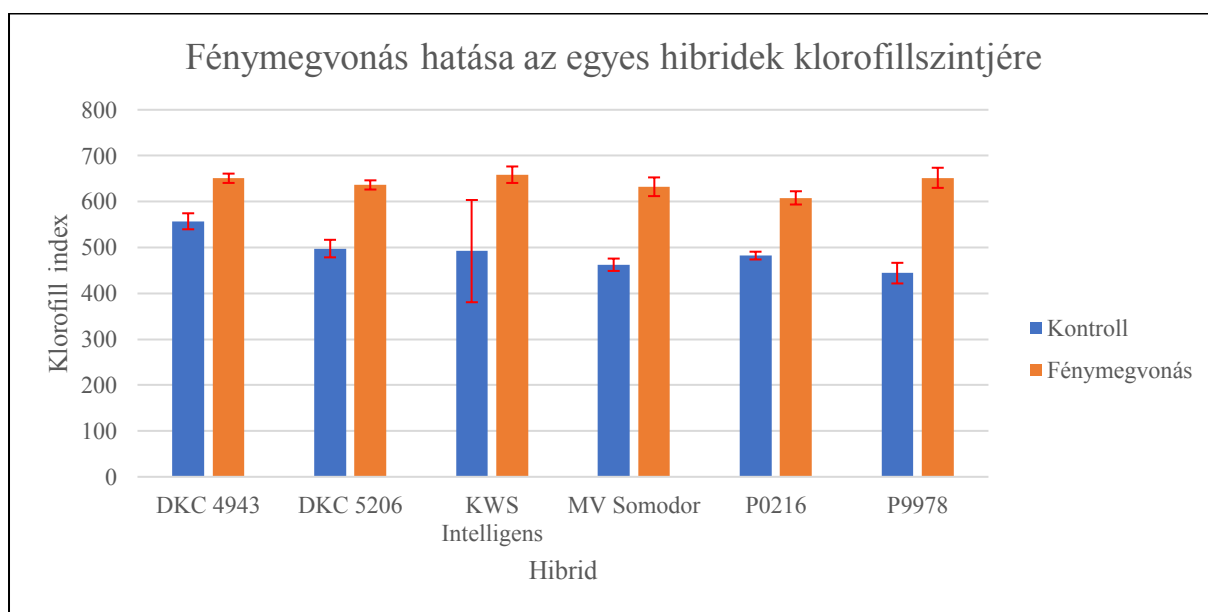
A klorofillszintet három alkalommal vizsgáltam az állományban a fentebb leírt módon. A folyékony Amalgerolos kezelés 2022. július 17-én végeztem 2L/ha-os dózissal a kijelölt mintákon.

Az mért adatokon pontbiszeriális korrelációs számítást végeztem. A fénymegvonás és a klorofillszint között + 0,78 korreláció áll fenn. Ez egy igen szoros pozitív együttmozgást jelez. Ha fénymegvonásnak tesszük ki a kukorica növényeket, akkor 75%-os valószínűséggel emelkedik a klorofillszint. A starterműtrágya alkalmazása és a klorofillszint közötti korreláció: -0,11. Igen gyenge ellentétes irányú kapcsolatot jelez a két érték között. Tehát nincs valódi kapcsolat a két érték között. Ez a mérés időpontjának tudható be, mert mikor a mérések történtek addigra a starterműtrágyának köszönhető véleményezett extra energiatöbblet már elfogy, és nem mutatható ki. A folyékony Amalgerolos kezelés és a klorofill szint közötti korreláció: + 0,21. Enyhe pozitív kapcsolatról van szó, vagyis, ha alkalmazunk folyékony Amalgerolt, akkor 21%-os valószínűséggel emelkedik meg a levelek klorofill szintje. Fontos megjegyezni, hogy a pontbiszeriális korreláció, csakúgy, mint a korreláció nem igazol ok-okozati kapcsolatot, pusztán a két változó együtt mozgásának szorosságát fejezi ki.



**18. ábra:** Különböző hibridek klorofillszintje starter műtrágya függvényében (Forrás: saját készítés, saját mérések (2022) alapján)

Mivel kelés után nem sokkal történt a fenti ábra alapjául szolgáló mérés ezért jól látható a starter műtrágya hatása a hibridek klorofill szintjeire. (18. ábra) Igen jelentős különbségek mutathatók ki a starter műtrágyával kezelt és a kontroll állomány között. Átlagosan 18%-kal emelte meg a klorofill szintet a starter használata. A legnagyobb pozitív reakciót a P0216 hibrid adta, 33,6%-ot. Egyetlen hibrid volt, ami negatív reakciót adott a kezelésre. A Somodor, aminek a klorofill szintje 2,3%-kal csökkent a kezelés nyomán.

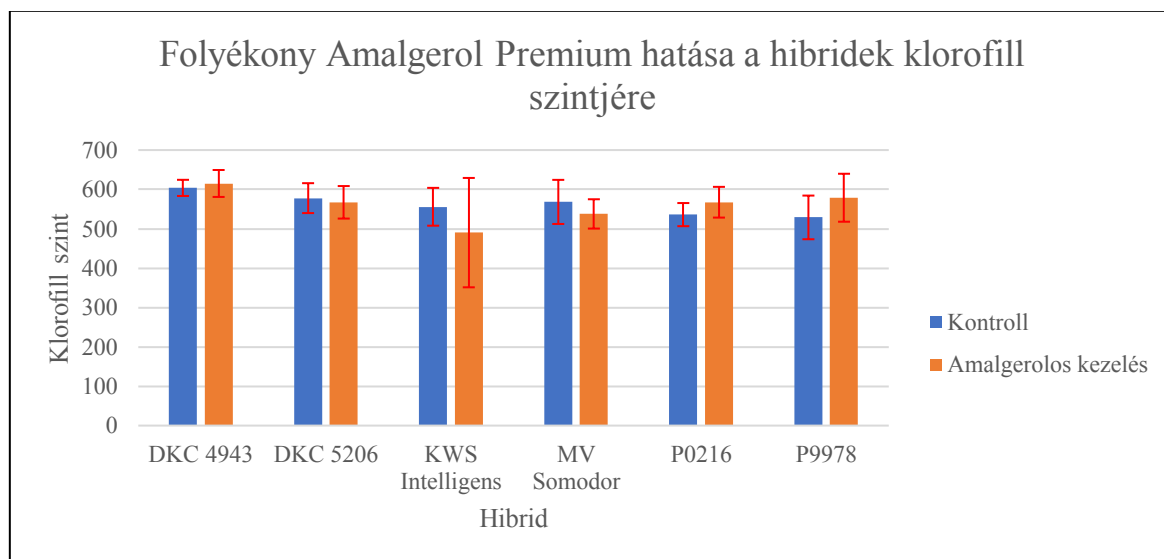


**19. ábra:** Fénymegvonás hatása a különböző hibridek klorofill szintjére (Forrás: saját készítés, saját mérések (2022) alapján)

Az ábrán egyértelműen látszik, hogy fénymegvonás hatására jelentősen megnövekszik a klorofill molekulák szintje a levelekben. (19. ábra) Muhidin és munkatársai vörös rizsen vizsgálták, hogy a klorofill szint eltérően változik, attól függően, hogy milyen mértékű az árnyékolás. Arra jutottak, hogy enyhe árnyékban a legmagasabbak a klorofill szintek (Muhidin és mtsai., 2018).

A legjelentősebb növekedés a KWS Intelligens hibridben volt tapasztalható, ahol 73%-kal mértem magasabb értéket a kontrollhoz képest. Sevik és munkatársai kimutatták, hogy a fényintenzitásra adott reakció klorofill szint tekintetében növényfajonként igen változó. Azt az eredményt kapták, hogy általánosságban a fényintenzitás csökkenésével, több kloroplasztisz tartalmaznak a levelek, viszont kisebb méretűek, mint nagy fényintenzitás esetén. Ennek következtében a fotoszintézis intenzitása is alacsonyabb gyengébb fényviszonyok mellett (Sevik és mtsai., 2015).

A folyékony Amalgerolnak nem volt szignifikánsan kimutatható hatása a klorofill szintre, ezt az alábbi ábra szemlélteti. (20. ábra) Ez az eredmény cáfolta a hipotézisemet, melyben egyértelmű eredményeket feltételeztem arra vonatkozóan, hogy az Amalgerolos kezelés tartósan és szignifikánsan emelni fogja a növények klorofill szintjét. Az általam áttekintett szakirodalomban nem találtam arra vonatkozó publikációt, ami a klorofill szint és az Amalgerol alkalmazása közötti összefüggéseket vizsgálta volna.

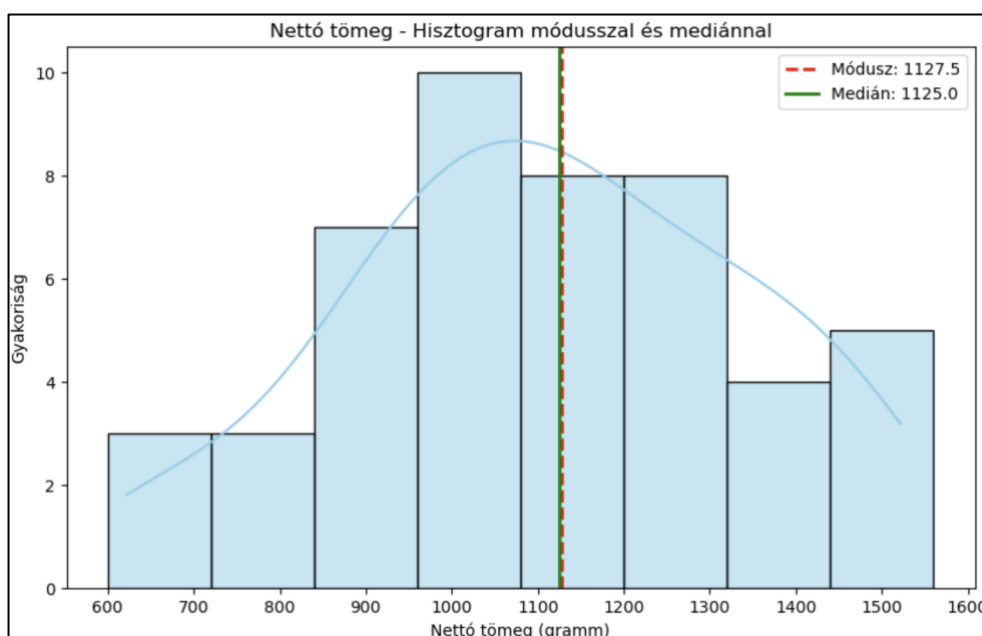


**20. ábra:** Folyékony Amalgerolos kezelés hatása a hibridek klorofill szintjére (Forrás: saját készítés, saját mérések (2022) alapján)

A klorofilltartalomról a mérések alapján a következő megállapításokat tettem. Az enyhe árnyék jelentősen emeli a növények levelében a klorofill szintjét. A starter műtrágya bizonyos ideig szintén emeli, míg az állománybeli folyékony Amalgerolos kezelésről nem sikerült kimutatni, hogy pozitív vagy negatív irányba mozdítaná a növények klorofill szintjét. A műtrágyázás alacsony hatását a klorofill szintre Széles és munkatársai is igazolták. Vizsgálatukban megállapították, hogy a trágyázásnak igen kicsi hatása van a klorofill szintre (Széles és mtsai., 2023).

#### 4.3.2. Termésmennyiségek és beltartalmi vizsgálatok

A learatott és csépelt terményen több statisztikai vizsgálatot végeztem el. Az első ezek közül egy eloszlás vizsgálat volt átlag és medián számítással (21. ábra).



**21. ábra:** A termésmennyiség eloszlás vizsgálata (Forrás: saját készítés, saját mérések (2022) alapján)

Az hisztogram értelmezésének megkönnyítéséhez további statisztikai teszteket végeztem. Ezek a következők voltak: ferdeségi és csúcsossági vizsgálat, Shapiro-Wilk teszt és a Kolmogorov-Smirnov teszt.

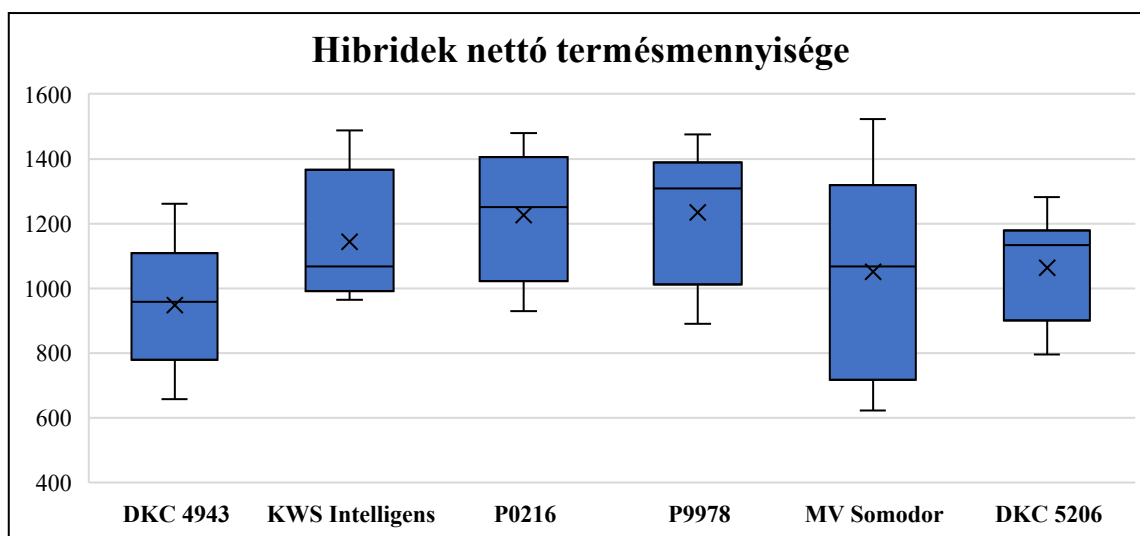
Ferdeségvizsgálat eredménye: -0,14. A ferdeség az eloszlás aszimmetriáját jellemzi. A negatív ferdeség arra utal, hogy az adatok eloszlása kissé balra tolódik, vagyis a 'farok' az eloszlás bal oldalán hosszabb. A hisztogramon ez nem egyértelműen beazonosítható, ami arra utalhat, hogy az adatsor mérsékelten ferde, de ez az eltérés nem nagyon szembetűnő.

A csúcsosság vizsgálat eredménye: 2,35. A csúcsosság azt méri, hogy az adatok mennyire csoportosulnak a középpont körül a normál eloszláshoz képest. A normál csúcsosság értéke 3. A 2,35 érték azt mutatja, hogy az adatok csúcsossága kisebb, mint a normál eloszlásé, tehát az eloszlás laposabb és szélesebb 'vállakkal' rendelkezik, és az értékek kevésbé koncentrálnak a középpont körül.

Shapiro-Wilk teszt eredménye: 0,97, p értéke 0,4. A Shapiro-Wilk teszt a normál eloszlás egyik leggyakoribb tesztje, amelyet kis mintaszám esetén alkalmazunk. A statisztikai érték 1-hez közel esik, ami jó jel, és a magas p-érték azt jelzi, hogy nincs statisztikailag szignifikáns okunk elutasítani a normális eloszlás hipotézisét. Ebben az esetben a p-érték nagyobb, mint a szokásos szignifikanciaszint (5%), tehát az adatokat normálisnak tekinthetjük.

Kolmogorov-Smirnov teszt eredménye: 0,05, p értéke 0,99. A Kolmogorov-Smirnov teszt szintén azt méri, hogy az adatok egy adott eloszlás mintáját követik-e, ebben az esetben a normális eloszlást. A statisztika értéke kicsi, amiből az esetben megerősíti a korábbi tesztek eredményét, és a p érték rendkívül magas, ami azt jelzi, hogy a teszt alapján az adatokat nem kell eltérőnek tekintenünk a normál eloszlástól.

Az adatok valószínűleg enyhén balra ferde eloszlásúak, kissé laposabbak, mint a normál eloszlás, de a Shapiro-Wilk és Kolmogorov-Smirnov tesztek alapján az adatok nem térnek el jelentősen a normális eloszlástól. A hisztogram és a statisztikák azt sugallják, hogy az adatokat kezelhetjük úgy, mintha normális eloszlásúak lennének.



22. ábra: Hibridek nettó termésmennyiségének alakulása (Forrás: saját készítés, saját mérések (2022) alapján)

Minden doboz az adott hibrid nettó termésmennyiségének negyedelési pontjait ábrázolja. Az "X" jel a dobozokban a mediánt jelöli. A medián kevésbé mértékben érzékeny a szélső értékekre, mint az átlag, ennek ellenére a diagramokon az átlagok is láthatók a dobozoka merőlegesen elvágó egyenes formájában. A bajuszok: A függőleges vonalak, amelyek a dobozokból kiindulnak, a minimum és maximum értékeket jelölik (kivéve az outliereket).

DKC 4943: Ez a hibrid rendelkezik a legalacsonyabb középértékkel, melyet a doboz mediánja mutat. Az átlag alacsonyabb, mint a medián, ami a ferdeség enyhe pozitív mivoltát jelzi. DKC Átlagosan 947,5 gramm tömeget ért el, medián hozama 957,5 gramm volt. A szórás 203,64 gramm, ami az adatok széles elterjedését mutatja. A ferdeség + 0,10, ami enyhe jobbra hajlást jelent, azaz az adatok eloszlása enyhén a magasabb hozamok felé tolódik. Számomra meglepetés volt, hogy ez a hibrid szerepelt a leggyengébben a kísérletben, mert a cégnél, ahol dolgozom évek óta az egyik legnagyobb és legstabilabb hozammal termesztik.

KWS Intelligens: Közepes eloszlást mutat a medián körül, szűkebb dobozzal, ami azt jelenti, hogy kevésbé szórnak a hozamok, mint a DKC 4943 esetében. Szórása 205,8 gramm. Medián értéke 1067,5 gramm, ami alacsonyabb, mint az átlag 1144,06 gramm. Vagyis a minta nagyobb mértékben ferde, mint bármelyik másik vizsgált hibrid nettó hozamadata. Ferdesége: 1,19.

P0216: Szintén közelít a KWS Intelligens értékeihez, az átlaga 1225,31 gramm és mediánja 1251,25 gramm közel van egymáshoz, ami szimmetrikus eloszlásra utal. Hasonlóan teljesített, mint a KWS Intelligens és a P9978 hibridek. Ferdesége - 0,34, ami egy közepesebb ferdeséget jelez jobb oldali irányban. Szórása 198,83 gramm volt, ami a második legalacsonyabb. Ebben az esetben egy stabil hozamú hibridről van szó.

P9978: Magas mediánértékekkel 1308,75 gramm és szélesebb dobozzal rendelkezik, ami azt jelenti, hogy a hozamok változatosabbak, amit szórás igazol 210,65 gramm. Az átlag 1233,44 gramm itt is közel van a mediánhoz. Ferdesége -0,88, ami egy jelentősebb baloldali ferdeség.

MV Somodor: Ezen hibridnek a második legalacsonyabb a mediánja 1066,25 és az átlaga 1050,00. Nagy az adatok szórása 316,51. Ferdeség - 0,06, ami a legalacsonyabb a mintában. Ez arra enged következtetni, hogy ez a hibrid konzisztensen gyengén teljesít, függetlenül a körülményektől és a kísérleti faktoroktól.

DKC 5206: Ennél a hibridnél az átlag 1062,5 gramm alacsonyabb a mediánnál 1133,75 gramm, ami arra utal, hogy az alacsonyabb hozamértékek nagyobb gyakorisággal fordulnak elő, ami a negatív ferdeségben is megmutatkozik. A vizsgált hibridek közül a legalacsonyabb a szórás 168,93 gramm, ami kevesebb változékonyságot jelez, mint többi hibrid esetében, Ferdesége - 0,49, ami egy közepes bal oldali ferdeség.

A mintáról elmondható, hogy jól kimutathatóak a hibridek közötti különbségek. A DKC 4943 hibrid átlagosan a leggyengébben teljesített a teszt során, mediánértéke enyhén magasabb az átlagnál, ami pozitív ferdeséget jelez. A KWS Intelligens és a P0216 hibridek viszonylag magas átlagértékkel és mediánnal rendelkeznek, míg a P0216 hibrid enyhén jobbra hajló eloszlást mutat, a KWS Intelligens pedig jelentős pozitív ferdeséget, ami a többi hibridhez képest nagyobb változékonyságot jelez. A P9978 hibridnek szintén magasak az értékei, de a negatív ferdesége az alacsonyabb hozamok nagyobb előfordulását sugallja. Az MV Somodor stabilan alacsony teljesítményt mutat, minimális ferdeséggel, míg a DKC 5206 hibrid alacsonyabb szórással rendelkezik, ami kisebb változékonyságot jelez a hozamokban, de a negatív ferdesége arra utal, hogy itt is gyakoribbak az alacsonyabb hozamértékek.

Ahhoz, hogy megtudjam a különböző kísérleti faktorokra hogyan reagáltak a hibridek hozamai pontbiszeriális korrelációs számítást végeztem. A következő eredményeket kaptam. Ha az árnyékolást vizsgáltam 0,07. Az érték pozitív, ami arra utal, hogy van egy gyenge, de pozitív kapcsolat árnyékolás alkalmazása és a nettó tömeg között. Tehát azok a növények, amelyeket árnyékolás általi fényhiány ért, hajlamosak lehetnek egy kicsit többet teremni, de ez a kapcsolat nagyon gyenge, szinte elhanyagolható. A kísérlet évében augusztusban szélsőségesen magas volt a hőmérséklet. Azért lehetséges pozitív korreláció a két tényező között mert az árnyékolás miatt kevésbé érvényesült az aszály hatása, ugyanakkor ez a hatás továbbra is nagyon alacsony szintű.

Starter műtrágya használatát vizsgálva az eredmény: - 0,16. Az érték negatív, ami arra utal, hogy a starter kezelés és a nettó tömeg között van egy gyenge negatív kapcsolat. Ez azt sugallja, hogy a starter műtrágyás kezelésben részesült állomány kevesebb nettó hozamot ér el. Azonban ez a kapcsolat szintén gyenge és a negatív érték azt jelzi, hogy a kapcsolat iránya negatív. Ezt az értéket magyarázhatja, hogy mikor a termésdifferenciálódás zajlik, addigra a starterműtrágya hatóanyagtartalmát már feléli a növény. Drazic és munkatársai több éven át tartó (2016-2018) kísérletében arra a következtetésre jutottak, hogy csak nagy dózisú starter műtrágyának van szignifikánsan kimutatható hatása a nettó termáshozamra (Drazic és mtsai., 2020).

Folyékony Amalgerolos kezelést, mint tényezőt vizsgálva az eredmény: - 0,23 Ez a korreláció is negatív, és valamivel erősebb, mint a 'Starter' változóé, de még mindig viszonylag gyenge. Ez arra utal, hogy az Amalgerolos kezelés, mint változó és a nettó tömeg között van egy gyenge negatív együtt mozgás.

Milev és munkatársai talajon vetés előtt tarlóra permetezve vizsgálták az Amalgerol hatását az őszi búza termésmennyiségére nézve. Ők sem tudták kimutatni, hogy az Amalgerolnak szignifikánsan pozitív hatása van a hozamra (Milev és mtsai., 2015).

Elvégeztem a pontbiszeriális korrelációs számítást fehérje tartalomra, nedvességre és keményítő tartalomra is.

Fehérje esetében a fénymegvonással kapcsolatban mutattam ki jelentősebb összefüggést. A korreláció mértéke - 0,60. Az érték engedi feltételezni, hogy ha fénymegvonásnak tesszük ki a kukorica növényt, akkor csökkenni fog a szemtermés fehérje tartalma. A starter műtrágya használata és az Amalgerolos kezelésekre számított érték 0,04 és 0,08. Mindegyik pozitív ugyan, viszont igen gyenge, szinte elhanyagolható kapcsolat van a változók között.

Fontosnak tartom megjegyezni, hogy a korreláció bármely formája nem fejez ki ok-okozati kapcsolatot, pusztán a változók kapcsolatának szorosságát fejezi ki. A pontbiszeriális korrelációs számítás eredményeit a 3. számú melléklet tartalmazza.

Nedvesség esetében a fénymegvonással kapcsolatban érdekes megállapítás tehető az adott kísérleti évre vonatkozólag. Az érték - 0,51, ami alapján levonható a következtetés, hogy amennyiben fénymegvonásnak tesszük ki az állományt, úgy a nagy valószínűséggel a nedvesség tartalom is csökken. Ezzel megdőlt az a hipotézisem, hogy az árnyékban növekedett növények szemtermésének nedvességtartalma magasabb lesz. A starteres kezeléssel kapcsolatos érték - 0,31. Közepesen gyenge negatív irányú kapcsolatról van szó, míg az Amalgerolos kezelés esetében ez az érték még alacsonyabb, de szintén negatív irányú: -0,1839. Keményítő esetében a következő eredményeket kaptam. Fénymegvonás esetén 0,56, amikor aktív a fénymegvonás, akkor fokozottabb a növény keményítő beépítési tevékenysége a szemtermésbe. De ugyanez a következtetés vonható le starterműtrágya és Amalgerol jelenlétében is, igaz nem ilyen szorosak a kapcsolatok. Starter esetében 0,26, míg Amalgerol esetében 0,11.

Jakab Péter és munkatársai is végeztek kispárcellás kísérletet 2021-ben, ami csapadék szempontjából lényegesen szerencsésebb év volt. A tápanyaghasználatuk hasonló volt az enyémhez: 200 kg/ha NPK 2021 tavaszán 40 kg/ha nitrogén fejtrágya került kijuttatásra. A lombtrágyákat szintén háti permetezővel juttatták ki a gyártók által javasolt dózisban. Az Amalgerol Premium®-ot tartalmazó növénykondicionálónál mérték a legnagyobb terméstöbbletet (0,7 t/ha) (Jakab, 2023).

A lineáris regresszió számítás a következő eredményeket hozta a nettó tömegre vonatkozóan.  $R^2$  értéke 0,085, ami azt jelenti, hogy a nettó tömegre változékonyságát 8,5%-ban magyarázzák a kísérleti faktorok, a starter műtrágya, az Amalgerolos kezelés és a fénymegvonás. Ez igen alacsony, ugyanakkor az általános 5%-os szignifikancia szintet meghaladja. A módosított  $R^2$  0,023 vagyis 2,3%. Ennek a mutatónak a számításakor figyelembe vesszük a változók számát.

A kapott érték így még alacsonyabb, mint korábban kapott érték. E mutató alapján még kisebb a körülmények hatása a változóra.

Az F-próba azt teszteli, hogy a modellben lévő összes magyarázó változó együttesen jelentős-e. Ebben az esetben az F-próba eredménye 1,362, ami viszonylag alacsony, és a hozzá tartozó p-érték 0,267 magasabb, mint az általánosan elfogadott szignifikancia szint. Ez azt jelenti, hogy nincs elegendő bizonyíték arra, hogy a modell jelentős összefüggéseket mutatna.

$P > |t|$  paraméter teszteli az egyes magyarázó változók jelentőségét. Ebben az esetben minden egyes változó (Fénymegvonás, Starteres kezelés, Amalgerolos kezelés) p-értéke magasabb, mint 0,05, ami azt jelenti, hogy egyikük sem mutat szignifikáns hatást a függő változóra egyenként nézve. Összességében a lineáris regressziós elemzés nem mutatott összefüggést a különböző kezelések és a nettó termésmennyiség között. A lineáris regresszió számítás eredményeit a 4. számú melléklet tartalmazza.

Elvégeztem a számítást fehérjetartalomra, nedvességtartalomra és keményítőtartalomra is.

Fehérjetartalomra a következő eredményeket kaptam.  $R^2$  értéke: 0,378. Itt ez az érték 37,8%, ami azt jelenti, hogy a modell a változékonyság majdnem 38%-át képes magyarázni a megadott független változók segítségével. Módosított  $R^2$ : 0,336 A módosított  $R^2$  figyelembe veszi a modellben lévő változók számát, és ennek megfelelően módosítja az  $R^2$  értéket. Itt ez az érték 33,6%, ami szintén jelzi, hogy a modell viszonylag jól magyarázza a változatosságot.

F-próba: 8,920, F próba p értéke:  $9,89 \times 10^{-5}$ . Az F-statisztika értéke magas és a hozzá tartozó p-érték jelentősen alacsony, ami azt igazolja, hogy a modell változói együtt szignifikánsan befolyásolják a fehérje tartalmat.

Egyes változók: const értéke 10,0458, ami azt jelenti, hogy ha minden független változó értéke 0, akkor a várható fehérje tartalom körülbelül 10,05% lenne. Standard hiba (0,145), t-érték (69,231), és p-érték ( $< 0,001$ ) mind szignifikánsnak mutatják ezt az értéket. Fénymegvonás: együtthatója - 0,7417, ami negatív kapcsolatot jelent: a fénymegvonás jelenléte csökkenti a fehérje szintet. Standard hiba (0,145), t-érték (- 5,111), és p-érték ( $< 0,001$ ) is jelzi, hogy ez a változó szignifikánsan befolyásolja a fehérje tartalmat.

Starter: Együtthatója 0,0583, ami gyenge pozitív kapcsolatot jelez, bár statisztikailag nem szignifikáns ( $p=0.690$ ).

Amalgerolos kezelés: Együtthatója 0,1000, ami szintén gyenge pozitív kapcsolatot jelez, de ez sem szignifikáns ( $p=0,494$ ).

Összességében ez a modell megbízhatóan jelzi a fénystressz jelentős negatív hatását a fehérje szintre, míg a Starter és az Amalgerolos kezelések hatása nem bizonyult statisztikailag szignifikánsnak.

A nedvességtartalomra a következő eredményeket kaptam a lineáris regresszió számítását követően.  $R^2$  értéke 0,40. A modell által magyarázott változékonyság mértéke az összes változatossághoz képest 40,1%. Ez azt jelenti, hogy a modell viszonylag jól magyarázza a változatosságot. Módosított  $R^2$  értéke: 0,36, tehát, ahogy az  $R^2$ , úgy a módosított  $R^2$  is magyarázza a változatosságot. F-próba: 9,82, p-értéke: 0,00004. Magas érték és igen alacsony p értéket kaptam, tehát a modell változói szignifikánsan befolyásolják a nedvesség tartalmát. A koefficiens értékek változónként: fénymegvonás - 1,02, vagyis a fénymegvonás jelenléte csökkenti a nedvességtartalmat. Starter koefficiens - 0,62, tehát a starter jelenléte is nagy valószínűséggel csökkenti a nedvességtartalmat. Az Amalgerolos kezelés esetén az összefüggés nem szignifikáns, mivel a p érték 0,12. Az általam áttekintett szakirodalomban nem volt olyan publikáció, ami vizsgálta volna a starterműtrágya, a fénymegvonás vagy az Amalgerol alkalmazását a nedvességtartalomra nézve.

Keményítőtartalom esetén az eredmények a következők.  $R^2$  értéke 0,39. A modell által magyarázott változékonyság mértéke az összes változatossághoz képest 39,1%. Ez azt jelenti, hogy a modell viszonylag jól magyarázza a változatosságot. Módosított  $R^2$  értéke: 0,35 vagyis a modell viszonylag jól magyarázza a változatosságot. F-próba: 9,43, p-értéke: 0,00006. Magas érték és igen alacsony p értéket kaptam, tehát a modell változói együttesen szignifikánsan befolyásolják a keményítő tartalmát. A koefficiens értékek változónként: fénymegvonás 1,28, vagyis a fénymegvonás jelenléte növeli a keményítőt, továbbá statisztikailag szignifikáns. Starter koefficiens 0,58, vagyis szintén pozitív, de kevésbé erős hatás, mint a fénymegvonás. Statisztikailag szintén szignifikáns. Az Amalgerolos kezelés esetén az összefüggés nem erős (0,27) és nem szignifikáns, mivel a p érték 0,32.

A modell azt mutatja, hogy a fénymegvonás és a starter faktorok pozitív, statisztikailag szignifikáns hatással vannak a keményítő szintre, míg az Amalgerolos kezelés hatása nem szignifikáns. Az eredmények összhangban vannak a pontbiszeriális korrelációs adatokkal, amelyek szintén pozitív kapcsolatot mutatnak ezek között a változók és a keményítő tartalom között.

Végezetül, pedig végeztem egy egytényezős ANOVA vizsgálatot termésmennyiségre, keményítőre, nedvességre és fehérjére. A részletes eredményeket az 5. számú melléklet tartalmazza. A fénymegvonásnak volt érdemben kimutatható hatása a vizsgált változókra. Mindegyikre jelentős hatást gyakorolt. A fénymegvonás jelentősen csökkenti a nedvességtartalmat a növényekben. A nagyon alacsony p-érték (jelentősen alatta az 0,05 szintnek) azt jelzi, hogy ez a hatás statisztikailag szignifikáns, tehát megbízhatóan igazolható a vizsgált mintán belül. Keményítő esetében:  $F=20,90$ , p érték 0,0000364, tehát a fénymegvonás szintén jelentős hatással van a keményítő szintre, jelentősen növelve azt. Ez is nagyon alacsony p-értékkal rendelkezik, ami szintén statisztikailag megbízható eredményt mutat. Fehérje esetében  $F=26,92$ ,  $p=0,00000465$ , tehát fénymegvonás jelentős hatással van a fehérje szintre is, nagymértékben növelve azt. Ez a faktor rendelkezik a legmagasabb szignifikancia szinttel a vizsgált paraméterek közül.

Shi és munkatársai is vizsgálták a fénymegvonás hatását a kukorica keményítőtartalmára. Ők nem említik, hogy a keményítő mennyisége változott volna kevesebb fény hatására. Azt az eredmény kapták, hogy a keményítő szerkezete változik jelentős mértékben. Megnö az amilopektin aránya a szemtermésben (Shi és mtsai., 2018).

Az általam áttekintett szakirodalomban nem volt olyan publikáció, ami az Amalgerol hatását vizsgálta volna a beltartalmi paraméterekre.

A kapott eredmények értékét csökkentette a szélsőséges csapadékhiány a nyári hónapokban.

## **5 Következtetések és javaslatok**

### **5.1 Csírázási kísérlettel kapcsolatos következtetések és javaslatok**

A csíráztatási kísérlet rendkívül hasznos eredményeket hozott, melyekről az alábbi következtetéseket lehet levonni.

Minden vizsgált hibrid magas csírázási arányt mutatott kontroll körülmények között. A magasabb hőmérséklet általában előnyösebb volt a csíráképesség szempontjából, amit a csírázás kezdeti gyorsasága is igazol. Az Amalgerolos oldatban való csíráztatás hatása: az 1%-os és 2%-os Amalgerol oldattal végzett kezelések különböző hatással voltak a hibridekre. Az 1%-os koncentráció általában csökkentette a csírázási arányokat, különösen a KWS Intelligens hibridnél. A 2%-os koncentráció még erőteljesebben negatív irányba mozdította csírázási arányokat és a növekedési ütemet, különösen a Somodor és KWS Intelligens hibrideknél.

A hibridek teljesítményéről kijelenthető, hogy igen eltérő reakciókat mutattak az Amalgerolos csíráztatásra. A DKC4943 hibrid viszonylag jól tolerálta az 1%-os kezelést, míg a KWS Intelligens és Somodor hibridek különösen érzékenyek voltak a magasabb Amalgerol Premium® koncentrációra. Megállapítható, hogy növekedési ütem jelentősen függ a hőmérséklettől, a magasabb hőmérsékletű minták gyorsabban és hosszabb csírást fejlesztettek. A kísérlet alapján megállapítható, hogy a hőmérséklet és az Amalgerol Premium® jelenléte és különböző koncentrációja jelentős hatással van a csírázásra és a növekedésre. További vizsgálatok szükségesek az Amalgerol Premium® hatásainak pontosabb megértésére csíráélettani szempontból. A kísérlet megdöntötte a hipotézisemet, miszerint az Amalgerol Premium® serkenteni fogja a csírák fejlődési sebességét. Igazolta azt a hipotézisemet, miszerint a hibridek között csírázási sebességben jelentős különbségek vannak.

Az általunk áttekintett szakirodalomban nem volt arra utaló megállapítás, hogy a germinatív folyamatokat részben gátló hatás pontosan milyen élettani folyamatok működését gátolja.

### **5.2 Szántóföldi kísérlettel kapcsolatos következtetések és javaslatok**

A 2022-es év rendkívüli módon szélsőséges időjárása miatt a kísérlet nem olyan módon zárult, ahogy korábban terveztem. A hozam adatok nagyon sokat veszítettek értékükből, szinte teljesen megsemmisültek a növények a hóhullám és aszály miatt. Ennek ellenére a keményítő, fehérje és nedvességtartalom tekintetében értékelhető eredmények születtek. A tenyészidőszak alatti vizsgálatok eredményei ennek fényében felértékelődtek.

A fénymegvonás jelentősen csökkentette a növények átlagos magasságát és klorofillszintjét, míg a starter műtrágya javította ezeket a paramétereket. Az Amalgerolos kezelésnek nem volt szignifikáns hatása a növények magasságára. Ennek oka, hogy a kezelés akkor történt, mikor a növények már közel 100%-os magassági fejlettségi szinten álltak.

Statisztikai elemzések alapján megállapítható volt, hogy a keményítő, fehérje és nedvességtartalomra szignifikáns hatást gyakoroltak a különböző kísérleti faktorok. Az eloszlások vizsgálatától kezdve, az átlagok és mediánok számítása mellett, ferdeség és csúcsosság méréseket is végeztem, amelyek segítségével jobban megérthető volt, hogy az egyes faktorok hogyan hatnak a különböző paraméterekre.

A hisztogramok és a Shapiro-Wilk teszt alapján arra jutottam, hogy a termésmennyiségek eloszlása közel áll a normális eloszláshoz, amit a magas p-értékek is alátámasztanak.

A különböző hibridek vizsgálata során érdekes megfigyelni, hogy bár a termésátlagok között vannak eltérések, ezek az eltérések nem mutatnak jelentős ferdeséget, ami azt jelzi, hogy a hibridek általános teljesítménye viszonylag kiegyensúlyozott. A legnagyobb meglepetést számomra a DKC 4943 hozta, amely a szántóföldi termesztésben stabilan magas termésmennyiséget eredményezett, de a kísérletben várározáson alul teljesített. Továbbá a különböző kezelések, mint az árnyékolás és a starter műtrágya használata, csak gyenge kapcsolatot mutattak a termésmennyiséggel.

Számomra az igazán nagy meglepetést a beltartalmi értékek reakciói okozták. A fénymegvonás jelentős pozitív hatást gyakorolt a keményítőtartalomra, növelte a keményítő beépülését a szemtermésbe. A starter műtrágya használata szintén pozitív hatással volt, bár ez kevésbé volt erős, mint a fénymegvonásé, de statisztikailag még mindig szignifikáns volt. Az Amalgerolos kezelés hatása viszont nem bizonyult statisztikailag szignifikánsnak.

A fehérjetartalomra gyakorolt legjelentősebb hatást a fénymegvonás okozta, amely jelentősen csökkentette a fehérjetartalmat. Ez a hatás a legmagasabb szignifikancia szinttel bírt a vizsgált tényezők közül. A starter és az Amalgerolos kezelések hatása ebben az esetben nem bizonyult statisztikailag szignifikánsnak. A nedvességtartalom esetében a fénymegvonás és a starter műtrágya használata negatív hatást gyakorolt, vagyis csökkentették a nedvességtartalmat. Az Amalgerolos kezelés hatása itt sem volt szignifikáns.

Az árnyékolással kapcsolatban van értelme további vizsgálatokat folytatni, annak okán, hogy a kukorica keményítő célú felhasználása fontos szerepet játszik a termesztési célok között. Ahhoz, hogy értékelhetőbb hozam adatokat kapjunk az egész kísérletet célszerű lenne megismételni. Továbbá a beltartalmi értékekre vonatkozóan is szükség lenne ismétléses kísérletre

## 6. Összefoglalás

A kukorica ahogy eddig is, megkerülhetetlen lesz az emberi populáció ételmezésében és fogyasztási igényének kielégítésében. A globális felmelegedéshez a növénytermesztésnek alkalmazkodnia kell.

Munkánk során célul tűztem, ki, hogy megvizsgáljuk a különböző kezelések hatását a termésmennyiségre és beltartalomra nézve, ezzel is lehetséges megoldást keresve a klímaváltozás okozta problémákra. A kísérletek során a kapott adatok elemzésére több statisztikai tesztet alkalmaztunk, köztük eloszlás-, ferdeség-, csúcosság-, Shapiro-Wilk, és Kolmogorov-Smirnov teszteket. Eredményeink szerint a hibridek hozamadatai kis mértékben ferde eloszlásúak és kissé laposabbak a normál eloszláshoz képest. A kapcsolódó agronómiai tényezők, mint az árnyékolás, a starter műtrágya használata és az Amalgerolos kezelés hatása a termésmennyiségre alacsony és gyengén jelentős, bár az árnyékolás gyenge pozitív hatását mutattam ki. Az elemzés során lineáris regresszióval és ANOVA teszttel is értékeltem a tényezők hatását, amelyek megerősítették a korrelációs elemzés eredményeit. A vizsgálatok azt mutatták ki, hogy a fénymegvonás jelentős hatással van a kukorica nedvesség- és keményítőtartalmára, valamint a fehérjetartalmára is. A kutatás eredményei hozzájárulhatnak a mezőgazdasági termelés hatékonyságának javításához a kukorica termesztésben.

További módszer lehet a hatékonyabb termelési szintek eléréshez a korszerű hibridek előállítása, melyek sokkal jobban képesek a rendelkezésre álló vizet hasznosítani, ugyanakkor aszályos időjárásban tovább életben tudnak maradni. Fontos kritérium kell, hogy legyen a nemesítő cégek munkája során az UV ellenállóság, ugyanis egyre szélsőséesebb UV sugárzást kell, hogy átvészeljenek a növények. További technológia lehet az ültetvények árnyékolása, hiszen a kutatásból kiderült, hogy jelentős pozitív hatása lehet a keményítőtartalomra, továbbá az UV sugárzásnak is kevésbé lennének kitéve és mivel a talajt kevésbé éri közvetlen napsugárzás ezért kevésbé melegszik fel és ezáltal lassabban veszíti el a vizet párologtatás formájában. A vízmegtartásra remek megoldás a takarónövények alkalmazása, melyet szerencsére egyre több hazai gazdálkodó is alkalmaz. A takarónövények védik a talajt a direkt sugárzástól és javítják a talaj szerkezetét, továbbá védik a termőréteget az eróziótól és a deflációtól is.

Szántóföldi termesztésben kiemelt fontosságú a remek genetikai állományú hibrid választása. És mint a kutatásból kiderült nem minden esetben a régi bevált fajta lehet a legalkalmasabb. Célszerű lehet minden gazdálkodónak egy kis területen minden évben fajta sorokat vetnie és megfigyelni, hogy az adott területen melyik genetikájú hibridek termelnek a legstabilabban.

## 6.1 Köszönetnyilvánítás

Köszönettel tartozom Dr. Jócsák Ildikó témavezetőmnek tanácsaiért, szakmai irányításért, mely nélkül jelen dolgozat nem készülhetett volna el.

Szeretném kifejezni hálámat Dr. Gergác Zoltánnak a Kányai Mezőgazdasági Zrt. ügyvezető igazgatójának, hogy biztosította a kísérlet helyszínét, a felhasznált vetőmagot és a kiértékeléshez szükséges eszközöket.

Köszönettel és tisztelettel tartozom Dóra Tibornak a Kányai Mezőgazdasági Zrt. növénytermesztési ágazatvezetőjének és Vörös Józsefnek, a Kányai Mezőgazdasági Zrt. növénytermesztési vezetőjének, hogy segítségemre voltak a kísérlet területének kiválasztásában és a kísérletnek megfelelő előkészítésben.

Köszönöm Halász Dórának, a Kányai Mezőgazdasági Zrt. növényorvosának, hogy hatalmas tudásából morzsákat osztott meg velem és segítette, hogy a kísérleti parcella gyom és kártevő mentes legyen.

Hatalmas tisztelettel köszönöm meg feleségem Dr. Matyék Barbara lelki támaszát, türelmét és noszogatását a dolgozatom befejezése kapcsán.

Szeretettel és tisztelettel köszönöm szüleimnek a támogatást, a feltétel nélküli bizalmat, a természet szeretetét és tiszteletét.

## 7. Felhasznált irodalom

- ANGULO-BEJARANO, P. I., PUENTE-RIVERA, J. & CRUZ-ORTEGA, R. 2021. Metal and Metalloid Toxicity in Plants: An Overview on Molecular Aspects. *Plants (Basel)*, 10.
- ANJALI, KUMAR, S., KORRA, T., THAKUR, R., ARUTSELVAN, R., KASHYAP, A. S., NEHELA, Y., CHAPLYGIN, V., MINKINA, T. & KESWANI, C. 2023. Role of plant secondary metabolites in defence and transcriptional regulation in response to biotic stress. *Plant Stress*, 8, 100154.
- ANJITHA, K. S., SAMEENA, P. P. & PUTHUR, J. T. 2021. Functional aspects of plant secondary metabolites in metal stress tolerance and their importance in pharmacology. *Plant Stress*, 2, 100038.
- ARAUS, J., FERRIO, J., BUXÓ, R. & VOLTAS, J. 2006. The historical perspective of dryland agriculture: lessons learned from 10 000 years of wheat cultivation. *Journal of Experimental Botany*, 58, 131-145.
- BAILLO, E. H., KIMOTHU, R. N., ZHANG, Z. & XU, P. 2019. Transcription Factors Associated with Abiotic and Biotic Stress Tolerance and Their Potential for Crops Improvement. *Genes (Basel)*, 10.
- BAZDARIC, K., SVERKO, D., SALARIC, I., MARTINOVIC, A. & LUCIJANIC, M. 2021. The ABC of linear regression analysis: What every author and editor should know. *European Science Editing*, 47.
- BRUSCHINI, C., HOMULLE, H., ANTOLOVIC, I. M., BURRI, S. & CHARBON, E. 2019. Single-photon avalanche diode imagers in biophotonics: review and outlook. *Light: Science & Applications*, 8, 87.
- DOBOS, E. 2022. A talajok és a talajdegradáció szerepe a szélsőséges vízgazdálkodási helyzetek kialakulásában. *Vízügyi Közlemények*, CIV.
- DRAZIC, M., GLIGOREVIC, K., PAJIC, M., ZLATANOVIC, I., SPALEVIC, V., SESTRAS, P., SKATARIC, G. & DUDIC, B. 2020. The Influence of the Application Technique and Amount of Liquid Starter Fertilizer on Corn Yield. *Agriculture*, 10, 347.
- FIORUCCI, A.-S. & FANKHAUSER, C. 2017. Plant Strategies for Enhancing Access to Sunlight. *Current Biology*, 27, R931-R940.
- GORANOVSKA, S., KALINOVA, S. & YANEV, M. 2022. Influence of herbicides and foliar fertilizers on the yield, the structural elements of yield and technological qualities of the maize grain. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 137-144.

- HAYAT, S., HAYAT, Q., ALYEMENI, M. N., WANI, A. S., PICHTEL, J. & AHMAD, A. 2012. Role of proline under changing environments. *Plant Signaling & Behavior*, 7, 1456-1466.
- JAKAB, P., GÁBOR, Z., FESTŐ, D. & KOMAREK, L. 2019. The effect of foliar fertilization on the yield and quality parameters of maize grain. *Review on Agriculture and Rural Development*, 6.
- JAKAB, P., GYÖRGYI CSONTOS, MIHÁLY SÁRVÁRI, MELINDA TAR, AND ISTVÁN KRISTÓ 2023. Improving of Maize Yield Stability With Foliar Fertilizers. *Review on Agriculture and Rural Development*, 12, 40-43.
- JOVANIĆ, B. R., RADENKOVIĆ, B., DESPOTOVIĆ-ZRAKIĆ, M., BOGDANOVIĆ, Z. & BARAC, D. 2022. Effect of UV-B radiation on chlorophyll fluorescence, photosynthetic activity and relative chlorophyll content of five different corn hybrids. *Journal of Photochemistry and Photobiology*, 10, 100115.
- KESZTHELYI, S. D. 2020. A kukorica termesztése 1.
- KIM, G., RYU, H. & SUNG, J. 2022. Hormonal Crosstalk and Root Suberization for Drought Stress Tolerance in Plants. *Biomolecules*, 12.
- KING, A. P. & ECKERSLEY, R. J. 2019. Chapter 7 - Inferential Statistics IV: Choosing a Hypothesis Test. In: KING, A. P. & ECKERSLEY, R. J. (eds.) *Statistics for Biomedical Engineers and Scientists*. Academic Press.
- KUKAL, M. S. & IRMAK, S. 2019. Irrigation-limited yield gaps: trends and variability in the United States post-1950. *Environmental Research Communications*, 1, 061005.
- LARSON, M. G. 2008. Analysis of Variance. *Circulation*, 117, 115-121.
- LAWLOR, D. W. & TEZARA, W. 2009. Causes of decreased photosynthetic rate and metabolic capacity in water-deficient leaf cells: a critical evaluation of mechanisms and integration of processes. *Ann Bot*, 103, 561-79.
- LI, W., TAN, L., ZOU, Y., TAN, X., HUANG, J., CHEN, W. & TANG, Q. 2020. The Effects of Ultraviolet A/B Treatments on Anthocyanin Accumulation and Gene Expression in Dark-Purple Tea Cultivar 'Ziyan' (*Camellia sinensis*). *Molecules*, 25.
- LI, X., MU, C. & LIN, J. 2014. The germination and seedlings growth response of wheat and corn to drought and low temperature in spring of Northeast China. *J. Anim. Plant Sci*, 2121, 3212-3222.
- LIU, M., LI, M., LIU, K. & SUI, N. 2015. Effects of Drought Stress on Seed Germination and Seedling Growth of Different Maize Varieties. *Journal of Agricultural Science*, 7.

- LIU, X., RAHMAN, T., SONG, C., SU, B., YANG, F., YONG, T., WU, Y., ZHANG, C. & YANG, W. 2017. Changes in light environment, morphology, growth and yield of soybean in maize-soybean intercropping systems. *Field Crops Research*, 200, 38-46.
- MA, Y., FREITAS, H. & DIAS, M. C. 2022. Strategies and prospects for biostimulants to alleviate abiotic stress in plants. *Frontiers in Plant Science*, 13.
- MARTÍNEZ-VILALTA, J. & GARCIA-FORNER, N. 2017. Water potential regulation, stomatal behaviour and hydraulic transport under drought: deconstructing the iso/anisohydric concept. *Plant, Cell & Environment*, 40, 962-976.
- MILEV, G., ILIEV, I. & IVANOVA, A. 2015. Treatment of post harvest residues with cellulose decomposing preparations. I. Effect on grain yield from wheat. *Agricultural Science and Technology*, 7, 77-82.
- MUHIDIN, SYAM'UN, E., KAIMUDDIN, MUSA, Y., SADIMANTARA, G. R., USMAN, LEOMO, S. & RAKIAN, T. C. 2018. The effect of shade on chlorophyll and anthocyanin content of upland red rice. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 122, 012030.
- NATIONS, F. A. A. O. O. T. U. 2017. The impact of disasters and crises on agriculture and food security.
- PASSIOURA, J. 2006. The drought environment: physical, biological and agricultural perspectives. *Journal of Experimental Botany*, 58, 113-117.
- PEREIRA, C., DIAS, M. I., PETROPOULOS, S. A., PLEXIDA, S., CHRYSARGYRIS, A., TZORTZAKIS, N., CALHELHA, R. C., IVANOV, M., STOJKOVIĆ, D., SOKOVIĆ, M., BARROS, L. & I, C. F. R. F. 2019. The Effects of Biostimulants, Biofertilizers and Water-Stress on Nutritional Value and Chemical Composition of Two Spinach Genotypes (*Spinacia oleracea* L.). *Molecules*, 24.
- RAI, G. K., KHANDAY, D. M., CHOUDHARY, S. M., KUMAR, P., KUMARI, S., MARTÍNEZ-ANDÚJAR, C., MARTÍNEZ-MELGAREJO, P. A., RAI, P. K. & PÉREZ-ALFOCEA, F. 2024. Unlocking nature's stress buster: Absciscic acid's crucial role in defending plants against abiotic stress. *Plant Stress*, 11, 100359.
- RASHID, M. I., MUJAWAR, L. H., SHAHZAD, T., ALMEELBI, T., ISMAIL, I. M. I. & OVES, M. 2016. Bacteria and fungi can contribute to nutrients bioavailability and aggregate formation in degraded soils. *Microbiological Research*, 183, 26-41.
- SANCHEZ-DIAZ, M. F. & KRAMER, P. J. 1971. Behavior of Corn and Sorghum under Water Stress and during Recovery 1. *Plant Physiology*, 48, 613-616.
- SELYE, H. 1956. *The Stress of Life*, McGraw-Hill.

- SEVIK, H., SAKICI, C. & AYAN ÇEVEN, E. 2015. The change of chlorophyll content in *Syringa vulgaris* L. depending on shadow and duration. 3, 392-396.
- SHAFIQ, I., HUSSAIN, S., RAZA, M. A., IQBAL, N., ASGHAR, M. A., RAZA, A., FAN, Y.-F., MUMTAZ, M., SHOAIB, M., ANSAR, M., MANAF, A., YANG, W.-Y. & YANG, F. 2021. Crop photosynthetic response to light quality and light intensity. *Journal of Integrative Agriculture*, 20, 4-23.
- SHI, C. & LIU, H. 2021. How plants protect themselves from ultraviolet-B radiation stress. *Plant Physiol*, 187, 1096-1103.
- SHI, K., GU, X., LU, W. & LU, D. 2018. Effects of weak-light stress during grain filling on the physicochemical properties of normal maize starch. *Carbohydrate Polymers*, 202, 47-55.
- SHI, Y., KE, X., YANG, X., LIU, Y. & HOU, X. 2022. Plants response to light stress. *Journal of Genetics and Genomics*, 49, 735-747.
- SINGLA, J. & KRATTINGER, S. G. 2016. Biotic Stress Resistance Genes in Wheat. *Reference Module in Food Science*. Elsevier.
- SOJKA, R. E., ENTRY, J. A. & ORTS, W. J. 2005. CONDITIONERS. In: HILLEL, D. (ed.) *Encyclopedia of Soils in the Environment*. Oxford: Elsevier.
- SRIPATHY, K. V. & GROOT, S. P. C. 2023. Seed Development and Maturation. In: DADLANI, M. & YADAVA, D. K. (eds.) *Seed Science and Technology: Biology, Production, Quality*. Singapore: Springer Nature Singapore.
- SU, B., SONG, Y., SONG, C., CUI, L., YONG, T. & YANG, W. 2014. Growth and photosynthetic responses of soybean seedlings to maize shading in relay intercropping system in Southwest China. *Photosynthetica*, 52.
- SZÉLES, A., HORVÁTH, É., SIMON, K., ZAGYI, P. & HUZSVAI, L. 2023. Maize Production under Drought Stress: Nutrient Supply, Yield Prediction. *Plants*, 12, 3301.
- VANHAELEWYN, L., VAN DER STRAETEN, D., DE CONINCK, B. & VANDENBUSSCHE, F. 2020. Ultraviolet Radiation From a Plant Perspective: The Plant-Microorganism Context. *Frontiers in Plant Science*, 11.
- VENNAM, R. R., RAMAMOORTHY, P., POUDEL, S., REDDY, K. R., HENRY, W. B. & BHEEMANAHALLI, R. 2023. Developing Functional Relationships between Soil Moisture Content and Corn Early-Season Physiology, Growth, and Development. *Plants*, 12, 2471.
- WALENCIK, P. K., CHOIŃSKA, R., GOŁĘBIEWSKA, E. & KALINOWSKA, M. 2024. Metal-Flavonoid Interactions—From Simple Complexes to Advanced Systems. *Molecules*, 29, 2573.

- WALNE, C. H., THENVEETIL, N., RAMAMOORTHY, P., BHEEMANAHALLI, R., REDDY, K. N. & REDDY, K. R. 2024. Unveiling Drought-Tolerant Corn Hybrids for Early-Season Drought Resilience Using Morpho-Physiological Traits. *Agriculture*, 14, 425.
- WANG, J. & HU, X. 2021. Research on corn production efficiency and influencing factors of typical farms: Based on data from 12 corn-producing countries from 2012 to 2019. *PLoS One*, 16, e0254423.
- ZHANG, Y., XU, J., LI, R., GE, Y., LI, Y. & LI, R. 2023. Plants' Response to Abiotic Stress: Mechanisms and Strategies. *Int J Mol Sci*, 24.
- ZHAO, C., ZHANG, H., SONG, C., ZHU, J.-K. & SHABALA, S. 2020. Mechanisms of Plant Responses and Adaptation to Soil Salinity. *The Innovation*, 1, 100017.
- ZOROVSKI, P. 2021. Development, productivity and quality of naked oat grain after treatment with biofertilizer in the conditions of organic agriculture. *Scientific Papers. Series A. Agronomy*, 64.
- [INTERNET1]: [http://nttt.mkk.szie.hu/oktatas/jegyzet/jegyzet\\_kuk.pdf](http://nttt.mkk.szie.hu/oktatas/jegyzet/jegyzet_kuk.pdf) [Online]. [Letöltve: 2023.01.11.].
- [INTERNET2]: Az éghajlatváltozás következményei [Online]. Available: [https://climate.ec.europa.eu/climate-change/consequences-climate-change\\_hu](https://climate.ec.europa.eu/climate-change/consequences-climate-change_hu) [Letöltve: 2024.03.02.].
- [INTERNET3]: Corn Nutrition - What should maize conditioner contain? [Online]. Available: <https://www.dr-green.eu/corn-nutrition-what-should-maize-conditioner-contain> [Letöltve: 2024.02.02.].
- [INTERNET4]: Engedélyokirat [Online]. Available: <https://portal.nebih.gov.hu/documents/10182/287690/amalgerol.pdf/b5a69415-91df-4420-b829-20c7b74b71b8> [Letöltve: 2023.12.21.].
- [INTERNET5]: Amalgerol® hatása a gyökérképződésre [Online]. Available: [https://hechta.hu/termek/12/amalgerol\\_hatasa\\_gyokerkepzesre](https://hechta.hu/termek/12/amalgerol_hatasa_gyokerkepzesre) [Letöltve: 2024.04.06.].
- [INTERNET6]: Magyarország éghajlata [Online]. Available: [https://www.met.hu/eghajlat/magyarorszag\\_eghajlata/altalanos\\_eghajlati\\_jellemzes/felhasznalt\\_adatok/](https://www.met.hu/eghajlat/magyarorszag_eghajlata/altalanos_eghajlati_jellemzes/felhasznalt_adatok/) [Letöltve: 2024.02.14.].
- [INTERNET7]: Magyarország hőmérsékleti viszonyai [Online]. Available: [https://www.met.hu/eghajlat/magyarorszag\\_eghajlata/altalanos\\_eghajlati\\_jellemzes/homerseklet/](https://www.met.hu/eghajlat/magyarorszag_eghajlata/altalanos_eghajlati_jellemzes/homerseklet/) [Letöltve: 2024.02.12.].

[INTERNET10]: *Elumis Bang* [Online]. Available: <https://www.syngenta.hu/gyomiro-szer-elumisbang-gyujtocsomag> [Letöltve: 2024.02.19.].

[INTERNET12]: *Using a Chlorophyll Meter to Improve N Management* [Online]. Available: <https://extensionpubs.unl.edu/publication/g1632/html/view> [Letöltve: 2024.02.22.].

## Mellékletek

**1. melléklet:** A kísérleti év meteorológiai adatai

| Év   | Hónapok    | Havi csapadék | 30 éves csapadék átlag (mm) | Havi átlaghőmérséklet (°C) | 2016-2022 havi átlaghőmérséklet (°C) |
|------|------------|---------------|-----------------------------|----------------------------|--------------------------------------|
| 2022 | Január     | 5             | 38,80                       | 1,48                       | 0,26                                 |
| 2022 | Február    | 13,2          | 41,88                       | 5,12                       | 4,03                                 |
| 2022 | Március    | 21            | 35,05                       | 5,76                       | 5,84                                 |
| 2022 | Április    | 64            | 46,21                       | 9,89                       | 12,25                                |
| 2022 | Május      | 47,9          | 72,03                       | 17,82                      | 15,88                                |
| 2022 | Június     | 58,5          | 74,25                       | 22,50                      | 21,81                                |
| 2022 | Július     | 13,8          | 60,80                       | 23,90                      | 22,84                                |
| 2022 | Augusztus  | 59,5          | 68,06                       | 23,77                      | 22,57                                |
| 2022 | Szeptember | 115,1         | 67,34                       | 16,00                      | 17,37                                |
| 2022 | Október    | 5,7           | 53,61                       | 13,29                      | 12,01                                |
| 2022 | November   | 67,7          | 53,48                       | 6,75                       | 6,30                                 |

**2. melléklet:** Hibridek betakarítás után vizsgált paramétereinek statisztikája (Forrás: saját mérések (2022) alapján, saját készítés)

| Hibrid          | Nettó tömeg átlaga (gramm) | Nettó tömeg mediánja (gramm) | Nettó tömeg módusza (gramm) | Nettó tömeg szórása (gramm) |
|-----------------|----------------------------|------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| DKC 4943        | 947,5                      | 957,50                       | 657,5                       | 203,64                      |
| DKC 5206        | 1062,5                     | 1133,75                      | 1140,0                      | 168,93                      |
| KWS Intelligens | 1144,06                    | 1067,50                      | 965,0                       | 205,80                      |
| MV Somodor      | 1050,0                     | 1066,25                      | 622,5                       | 316,51                      |
| P0216           | 1225,31                    | 1251,25                      | 930,0                       | 198,83                      |
| P9978           | 1233,44                    | 1308,75                      | 890,0                       | 210,65                      |

| Hibrid          | Hasznos tömeg (nettó tömeg/bruttó) | Hasznos tömeg (nettó tömeg/bruttó) szórása |
|-----------------|------------------------------------|--------------------------------------------|
| DKC 4943        | 0,87                               | 0,01                                       |
| DKC 5206        | 0,87                               | 0,01                                       |
| KWS Intelligens | 0,87                               | 0,02                                       |
| MV Somodor      | 0,87                               | 0,01                                       |
| P0216           | 0,88                               | 0,01                                       |
| P9978           | 0,88                               | 0,01                                       |

| Hibrid          | Nedvességtartalom (%) | Nedvesség százalékos szórása (százalékpont) |
|-----------------|-----------------------|---------------------------------------------|
| DKC 4943        | 14,23                 | 0,83                                        |
| DKC 5206        | 14,86                 | 1,12                                        |
| KWS Intelligens | 15,00                 | 1,06                                        |
| MV Somodor      | 14,58                 | 1,18                                        |
| P0216           | 14,88                 | 1,04                                        |
| P9978           | 15,23                 | 0,65                                        |

| Hibrid          | Keményítő tartalom (%) | Keményítő tartalom szórása (százalékpont) |
|-----------------|------------------------|-------------------------------------------|
| DKC 4943        | 63,46                  | 1,13                                      |
| DKC 5206        | 63,33                  | 1,41                                      |
| KWS Intelligens | 62,61                  | 1,17                                      |
| MV Somodor      | 62,99                  | 1,10                                      |
| P0216           | 62,54                  | 1,31                                      |
| P9978           | 62,50                  | 0,62                                      |

| Hibrid          | Fehérje tartalom (%) | Keményítő tartalom szórása (százalékpont) |
|-----------------|----------------------|-------------------------------------------|
| DKC 4943        | 10,175               | 0,49                                      |
| DKC 5206        | 9,225                | 0,56                                      |
| KWS Intelligens | 9,725                | 0,53                                      |
| MV Somodor      | 9,925                | 0,70                                      |
| P0216           | 9,9                  | 0,46                                      |
| P9978           | 9,575                | 0,64                                      |

**3. melléklet:** Pontbiszériális korrelációs számítások eredménye (Forrás: saját adatok alapján, saját készítés)

| Korrelációs kapcsolat                    | Korreláció értéke     |
|------------------------------------------|-----------------------|
| Fénymegvonás - Nettó tömeg               | 0,07089251511831983   |
| Starter műtrágya – Nettó tömeg           | - 0,1672163134378147  |
| Amalgerolos kezelés – Nettó tömeg        | - 0,22798132639637456 |
| Fénymegvonás - Fehérje                   | - 0,6076111673530583  |
| Starter műtrágya - Fehérje               | 0,04778964237608344   |
| Amalgerolos kezelés - Fehérje            | 0,08192510121614278   |
| Fénymegvonás – Keményítő                 | 0,5589490967732595    |
| Starter műtrágya – Keményítő             | 0,255728344928942     |
| Amalgerolos kezelés - Keményítő          | 0,1690438625323042    |
| Fénymegvonás – Nedvesség tartalom        | - 0,5177598497818083  |
| Starter műtrágya – Nedvesség tartalom    | - 0,31488252088771207 |
| Amalgerolos kezelés – Nedvesség tartalom | - 0,18385757931027497 |

**4. melléklet:** Lineáris regresszió számítás eredményei (Forrás: saját adatok alapján, saját számítás)

|                     |               |                     |          |       |          |         |
|---------------------|---------------|---------------------|----------|-------|----------|---------|
| Dep. Variable:      | Nettó tömeg   | R-squared:          | 0,085    |       |          |         |
| Model:              | OLS           | Adj. R-squared:     | 0,023    |       |          |         |
| Method:             | Least Squares | F-statistic:        | 1.362    |       |          |         |
| Date:               | 2023 12 13    | Prob (F-statistic): | 0,267    |       |          |         |
| Time:               | 20:39:48      | Log-Likelihood:     | - 283,32 |       |          |         |
| No. Observations:   | 48            | AIC:                | 574,6    |       |          |         |
| Df Residuals:       | 44            | BIC:                | 582,1    |       |          |         |
| Df Model:           | 3             |                     |          |       |          |         |
| Covariance Type:    | nonrobust     |                     |          |       |          |         |
|                     | coef          | std err             | t        | P> t  | [0,025   | 0,975]  |
| const               | 474,2083      | 26,699              | 17,761   | 0,000 | 420,400  | 528,016 |
| Fénymegvonás        | 13,1250       | 26,699              | 0,492    | 0,625 | - 40,683 | 66.933  |
| Starteres kezelés   | - 30,9583     | 26,699              | - 1,160  | 0,252 | - 84,766 | 22,850  |
| Amalgerolos kezelés | - 42,2083     | 26,699              | - 1,581  | 0,121 | - 96,016 | 11,600  |
| Omnibus:            | 0,216         | Durbin-Watson:      | 1,954    |       |          |         |
| Prob(Omnibus):      | 0,898         | Jarque-Bera (JB):   | 0,366    |       |          |         |
| Skew:               | - 0,135       | Prob(JB):           | 0,833    |       |          |         |
| Kurtosis:           | 2,669         | Cond. No.           | 3,73     |       |          |         |

**5. melléklet:** ANOVA eredmények (Forrás: saját adatok alapján, saját készítés)

| Vizsgált változók                      | f one way | p value |
|----------------------------------------|-----------|---------|
| Amalgerolos kezelés-hozam              | 2,52      | 0,11    |
| Starteres kezelés-hozam                | 1,32      | 0,26    |
| Fénymegvonás-hozam                     | 0,23      | 0,63    |
| Amalgerolos kezelés-nedvességtartalom  | 1,6       | 0,21    |
| Starteres kezelés-nedvességtartalom    | 5,06      | 0,03    |
| Fénymegvonás-nedvességtartalom         | 16,84     | 0,00016 |
| Amalgerolos kezelés-keményítő tartalom | 0,63      | 0,43    |
| Starteres kezelés-keményítő tartalom   | 3,21      | 0,08    |
| Fénymegvonás-keményítőtartalom         | 20,9      | 3,64    |
| Amalgerolos kezelés-fehérjetartalom    | 0,31      | 0,58    |
| Starteres kezelés-fehérjetartalom      | 0,1       | 0,74    |
| Fénymegvonás-fehérjetartalom           | 26,92     | 4,65    |

## Ábrajegyzék

|                                                                                                                                                                                                             |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>1. ábra:</b> A beállított kísérlet látképe Somogyegresen 2022.06.05-én (Forrás: saját készítés).                                                                                                         | 18 |
| <b>2. ábra:</b> A beállított kísérletről készült légifelvétel 2022.06.28-án (Forrás: saját felvétel).....                                                                                                   | 18 |
| <b>3. ábra:</b> Éves csapadékmennyiség 1994-2022 (Forrás: saját szerkesztés, Kányai Mezőgazdasági Zrt. adatai (1994-2022) alapján).....                                                                     | 19 |
| <b>4. ábra:</b> A kísérleti év csapadék és hőmérséklet adatai. (Forrás: saját szerkesztés, Kányai Mezőgazdasági Zrt. (2022) adatai alapján).....                                                            | 20 |
| <b>5. ábra:</b> 2022 április-május napi hőmérsékletek (Forrás: saját szerkesztés, Kányai Mezőgazdasági Zrt. adatai (2022) alapján).....                                                                     | 21 |
| <b>6. ábra:</b> A vizsgálat magok csírázási százaléka (Forrás: saját készítés, saját mérések (2022) alapján).....                                                                                           | 28 |
| <b>7. ábra:</b> 1%-os Amalgerol oldattal csíráztatott minták csírázási százaléka (Forrás: saját készítés, saját mérések (2022) alapján).....                                                                | 29 |
| <b>8. ábra:</b> 2%-os Amalgerol oldattal csíráztatott minták csírázási százaléka (Forrás: saját készítés, saját mérések (2022) alapján).....                                                                | 30 |
| <b>9. ábra:</b> A kontroll minták növekedési üteme, hőmérséklet függvényében (Forrás: saját készítés, saját mérések (2022) alapján).....                                                                    | 31 |
| <b>10. ábra:</b> Hibridek csírázási üteme kontroll körülmények között (Forrás: saját készítés, saját mérések (2022) alapján).....                                                                           | 32 |
| <b>11. ábra:</b> Hibridek csírázási üteme 1%-os Amalgerolos kezelés mellett (Forrás: saját készítés, saját mérések (2022) alapján).....                                                                     | 33 |
| <b>12. ábra:</b> Hibridek csírázási üteme 2%-os Amalgerolos kezelés mellett (Forrás: saját készítés, saját mérések (2022) alapján).....                                                                     | 34 |
| <b>13. ábra:</b> A csírahosszúságok hisztogramja az utolsó kísérleti napon (Forrás: saját készítés (2023), saját adatok alapján).....                                                                       | 35 |
| <b>14. ábra:</b> KWS Intelligens hibrid magjai a csíráztatás 4. napján 2%-os Amalgerol Premium® mellett 20 °C-on (Forrás: saját készítés).....                                                              | 36 |
| <b>15. ábra:</b> KWS Intelligens hibrid magjai a csíráztatás 4. napján Amalgerol Premium®-os kezelés nélkül 20 °C-on (Forrás: saját készítés).....                                                          | 36 |
| <b>16. ábra:</b> Csírahosszúságok a kísérleti napokon különböző töménységű Amalgerol Premium® jelenlétében a kísérlet egyes mintavételi napjain (Forrás: saját adatok alapján (2023), saját készítés)...... | 37 |
| <b>17. ábra:</b> A hibridek magasságának változása starteres kezelés és fénymegvonás függvényében (Forrás: saját készítés, saját mérések (2022) alapján).....                                               | 38 |
| <b>18. ábra:</b> Különböző hibridek klorofillszintje starter műtrágya függvényében (Forrás: saját készítés, saját mérések (2022) alapján).....                                                              | 41 |
| <b>19. ábra:</b> Fénymegvonás hatása a különböző hibridek klorofill szintjére (Forrás: saját készítés, saját mérések (2022) alapján).....                                                                   | 41 |
| <b>21. ábra:</b> Folyékony Amalgerolos kezelés hatása a hibridek klorofill szintjére (Forrás: saját készítés, saját mérések (2022) alapján).....                                                            | 42 |
| <b>22. ábra:</b> A termésmennyiség eloszlás vizsgálata (Forrás: saját készítés, saját mérések (2022) alapján).....                                                                                          | 43 |
| <b>23. ábra:</b> Hibridek nettó termésmennyiségének alakulása (Forrás: saját készítés, saját mérések (2022) alapján).....                                                                                   | 44 |

## NYILATKOZAT

### a záródolgozat/szakdolgozat/diplomadolgozat/portfólió<sup>1</sup> nyilvános hozzáféréseiről és eredetiségéről

A hallgató neve: Réder György  
A Hallgató Neptun kódja: FW274I  
A dolgozat címe: Fénymegvonás, starterműtrágya és növénykondicionáló hatásának vizsgálata különböző kukorica hibrideken  
A megjelenés éve: 2024  
A konzulens intézetének neve: Növénytermesztési-tudományok Intézet  
A konzulens tanszékének a neve: Agronómia tanszék

Kijelentem, hogy az általam benyújtott záródolgozat/szakdolgozat/diplomadolgozat/portfólió<sup>2</sup> 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 mindenkori szellemitulajdon-kezelési szabályzatában megfogalmazottak érvényesek.

Tudomásul veszem, hogy dolgozatom elektronikus változata feltöltésre kerül a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem MATER Hallgatói Dolgozatok repozitóriumába. Tudomásul veszem, hogy a megvédett és

- nem titkosított dolgozat a védelmet követően
- titkosításra engedélyezett dolgozat a benyújtásától számított 5 év eltelté után nyilvánosan elérhető és kereshető lesz az Egyetem MATER Hallgatói Dolgozatok repozitóriumában.

Kelt: 2024. november 09.



Hallgató aláírása

---

<sup>1</sup> A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

<sup>2</sup> A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

## NYILATKOZAT

Réder György (hallgató Neptun azonosítója: FW274I) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfóliót<sup>1</sup> áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfóliót a záróvizsgán történő védésre javaslom / nem javaslom<sup>2</sup>.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem<sup>\*3</sup>

Kelt: 2024. november 9.



---

belső konzulens

---

<sup>1</sup> A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

<sup>2</sup> A megfelelő aláhúzendő.

<sup>3</sup> A megfelelő aláhúzendő.