

DIPLOMADOLGOZAT

DOMA MIKLÓS
agrármérnök

Kaposvár
2023



MAGYAR AGRÁR- ÉS
ÉLETTUDOMÁNYI EGYETEM

Kaposvári Campus

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

Kaposvári Campus

Osztatlan agrármérnök Szak

**KÖRNYEZETI TÉNYEZŐK HATÁSA A KÜLÖNBÖZŐ
KUKORICAHIBRIDEK FEJLŐDÉSÉRE,
TERMÉSHOZAMÁNAK ÉS NEDVESSÉGTARTALMÁNAK
ALAKULÁSÁRA**

Konzulens: Dr. Hoffmann Richárd

egyetemi docens

Konzulens: Dr. Somfalvi-Tóth Katalin

egyetemi adjunktus

Készítette: Doma Miklós

HAK7C8

Nappali tagozat

Intézet/Tanszék: Növénytermesztési-tudományok Intézet
AgronómiaTanszék

**Kaposvár
2023**

Tartalomjegyzék

Oldal

1. Bevezetés.....	4
1.1. Célkitűzések.....	6
2. Szakirodalmi áttekintés	7
2.1. Kukorica jelentősége és helyzete	7
2.2. A kukorica termesztésének agrotechnikai sajátosságai.....	9
2.3. Hibridnemesítés kukoricában	11
2.3.1. A hibridválasztás szempontjai, kukoricahibridek fontosabb értékmérő tulajdonságai.....	12
2.3.1.1. Tenyészidő hossza.....	12
2.3.1.2. Termőképesség.....	13
2.3.1.3. Alkalmazkodóképesség, koraiság, hő-, stressz-, és szárazságtűrőképesség	13
2.3.1.4. Sűrítetőség.....	15
2.3.1.5. Vízleadó képesség.....	16
3. Saját vizsgálatok.....	17
3.1. Anyag és módszer	17
3.1.1. Fenológiai megfigyelések módszere	23
3.1.2. Időjárási körülmények alakulása a kísérletek idején.....	24
3.1.3. Statisztikai módszerek, felhasznált adatbázis.....	25
3.2. Eredmények és értékelésük	26
3.3. Következtetések és javaslatok	43
4. Összefoglalás.....	44
5. Köszönetnyilvánítás	45
6. Irodalomjegyzék.....	46
Nyilatkozat	50

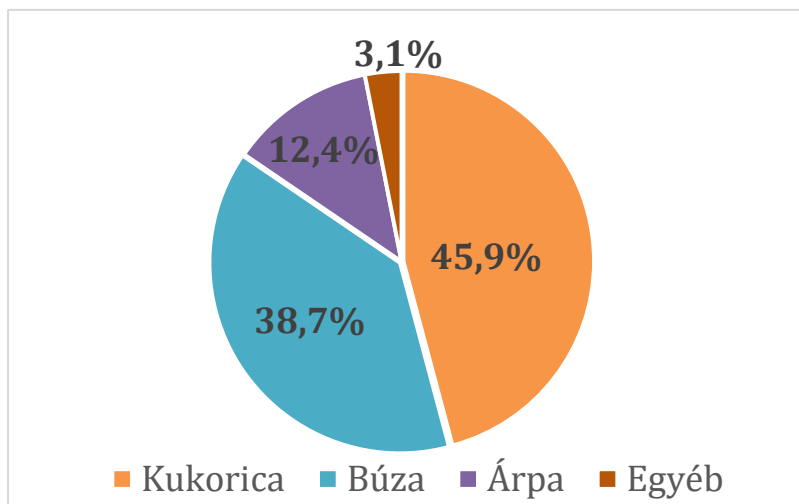
*” Elnézni a kukorica növekedését, a
rügyek kipattanását, megpihenni az
ekevas vagy a kapa fölött; olvasni,
gondolkodni, szeretni, reménykedni,
imádkozni - ezek a dolgok teszik
boldoggá az embereket.”*
John Ruskin (1819-1900)

1. Bevezetés

A világ egyik legnagyobb területén termesztett kultúrája a kukorica (*Zea mays*), világviszonylatban az első három legfontosabb termesztett növény egyike. Meglehetősen sokoldalúan hasznosítható kultúrnövény, mely fontos takarmány, humán élelmiszer és biomassza növény is. A kukorica a takarmányok energiatartalmának hordozója.

A kukorica Magyarországon a kalászos gabonák mögött a második legfontosabb kultúra. Termőterülete 2021-ben 1 076 061 hektár, a betakarított termésmennyiség pedig 6 300 000 tonna volt. Az 1. ábra jól mutatja, hogy Magyarország gabonatermelésének majdnem a felét a kukorica teszi ki. Felhasználása rendkívül széleskörű. Legfontosabb felhasználási formája az állati takarmánykeverékek készítése, melynek a legfontosabb energia összetevője. Abraktakarmányként, zöldtakarmányként vagy erjesztéssel tartósítva kerülhet takarmányozási célú felhasználásra. Közvetlen emberi fogyasztásra is használható, úgy mint édesipari és szeszipari hasznosítás vagy konzerv előállítás. Napjainkban robbanásszerűen fejlődik az alternatív üzemanyagok előállítása, melyben a kukorica bioetanol felhasználása egyre nagyobb hangsúlyt kap.

A kukoricát már régóta termesztik az emberiség. Származási helye feltehetően Közép- és Dél-Amerika. Európába a columbusi felfedezések után, míg Magyarországra 1590 körül került Dalmáciából. Mára a termesztése magas színvonalat ért el, köszönhetően a kimagasló genetikai háttérű hibrideknek és a fejlett termesztés/termelés-technológiának. Ma a beltenyésztéssel előállított hibrideket kiváló termés hozamuk miatt a világ számos területén termesztik. A genetikai fejlődés folyamatos, de a sikeres kukoricatermesztés szinte elképzelhetetlen újabb és újabb hibridek előállítása nélkül, amihez nemesítési technikák fejlesztése is szükséges. A genetikában rejlő hatalmas tartalékok sok kiaknázatlan lehetőséget rejtene magukban. Ezek maximumát csak megfelelő technológiával lehet elérni.



1. ábra A gabonafélék termésmennyiségének megoszlása 2021-ben Magyarországon*
[forrás: KSH]

+ Előzetes adat.

* A kerekítések miatt a százalékos értékek nem adják ki a 100,0%-ot.

A hibridkukorica termesztése során nap mint nap új problémákkal kell szembenéznünk, amelyekre a nemesítőknek folyamatosan megoldást kell találniuk. Itt megemlíthető a klímaváltozás hatása is, hiszen mind a mérések, mind az éghajlati modellek alátámasztják, hogy a csapadék mennyisége és éven belüli eloszlása is változik, nyáron kevesebb a csapadék mennyisége, míg ezzel párhuzamosan fokozatosan nő a forró napok száma, ami az evapotranspiráció intenzitását növelve tovább súlyosbítja a vízhiányos időszakok kártételeit. Ennek következtében a nemesítés során a hozambiztonság és számos más értékes tulajdonság fontossága felértékelődik. Ilyen tulajdonság például a szárazság- és hőtűrés, amelyek a globális felmelegedés miatt előtérbe kerültek. Az esetleges magasabb terméshozam érdekében a gazdák a hosszabb tenyészidejű hibrideket részesítik előnyben, amelyekhez elengedhetetlen a jó vízgazdálkodás.

A növényvédő szerek fokozatos kivonása megnehezíti a kórokozók és kártevők elleni küzdelmet, növelve ezzel a rezisztencia nemesítés értékét. A termésbiztonság javítható erős gyökérrendszerre való nemesítéssel, amely elősegíti a víz és a tápanyagok felvételét a talaj mélyebb rétegeiből is.

A gazdálkodóknak megbízható információkra van szükségük arról, hogy a hibridek saját körülményeik mellett mennyit tudnak teremni (agroökológiai jellemzők, művelési szint, intenzitás stb.). Mindez alapvetően meghatározza a kukoricatermesztés jövedelmezőségét, mert az aktuális felvásárlási árban a minőség csak speciális piaci szegmensekben jelenik meg.

A termelők széles választékból válogathatnak, a Nemzeti Fajtajegyzékben több mint 300 hibrid szerepel, de ezek közül csak 40-50 tekinthető kiemelten népszerűnek és elterjedtnek.

Fontos hangsúlyozni, hogy mindig az adott termőhelyre legmegfelelőbb hibrideket válasszuk ki, amelyek termesztése biztonságos, nagy termés hozamú és gazdaságos. A megfelelő hibrid kiválasztása a sikeres termesztés kulcsa. A fajtavizsgálatok jelentősége továbbra is abban rejlik, hogy mind a termelők, mind a vetőmag-forgalmazók fel tudják fedezni a kiválasztott kukoricahibrid adott körülmények közötti képességét. Jó termés eredménnyel rendelkező hibridet a gazdálkodó kiválasztja következő évre, amely a költségeket figyelembe véve a kívánt termés hozamot adja.

A napjainkban tapasztalható légköri változásokra adható válaszlépések közül az egyik legfontosabb a megfelelő és az új környezeti hatásoknak ellenálló hibridek kiválasztása, ami a mitigáció egyik alapkövét jelentheti a mezőgazdaság számára.

Kutatásom során egyedülálló módon a termelők körében közkedvelt 39 kukoricahibrid termés hozam eredményeit és szemnedvesség értékeit vettem össze a 2021-es év hőmérsékleti, csapadék és légnedvesség adataival. Diplomamunkám során a vizsgálatot két irányba összpontosítottam: egységes tőszámúval megvizsgáltam a különböző termőterületekben a hibridek termésreakcióit. A másik vonal, hogy egy adott termőterületen vizsgáltuk a különböző hibridek bizonyos termésreakcióit a tőszám sűrítés hatásaira.

1.1. Célkitűzések

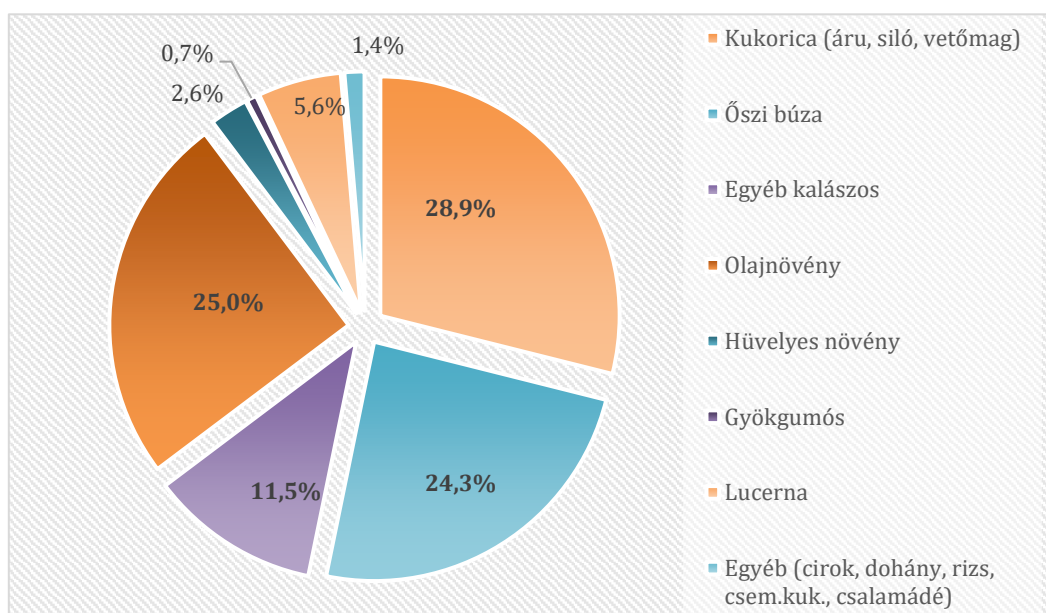
Megfigyeléseim során a következő kérdésekre kerestem választ:

1. A termőhelyi adottságok függvényében, mely éréscsoportok és azon belül mely hibridek termesztése perspektivikus?
2. Mely agrometeorológiai tényezők és milyen mértékben befolyásolják a termés hozamot és a szemnedvesség alakulását?
3. Hogyan és milyen mértékben befolyásolja a tőszám, a termés hozam és szemnedvesség alakulását adott termőhelyen?
4. Melyik hibrid az, amely a leginkább termőhelyfüggetlen?

2. Szakirodalmi áttekintés

2.1. Kukorica jelentősége és helyzete

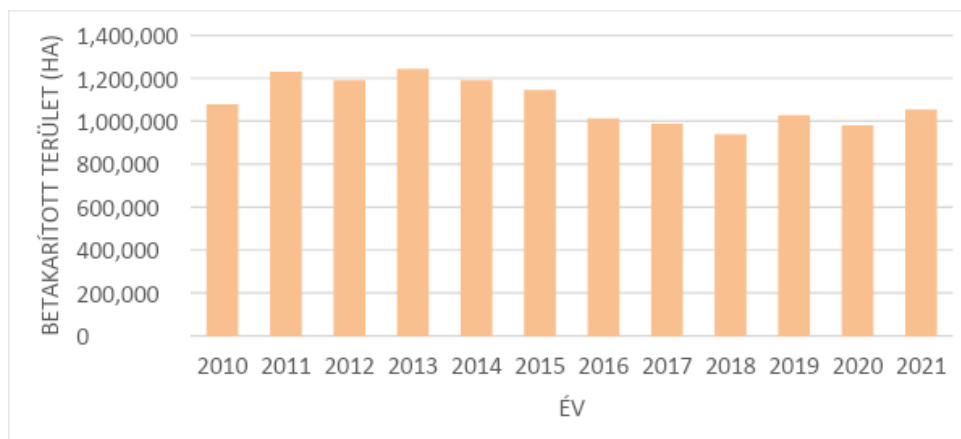
A 8 milliárd népességű bolygónknak egyre több élelmiszerre van szüksége. A termésmennyiség növekedését az éghajlatváltozás és a termőföldek csökkenése hátráltatja. Hazánk szántóterületei a 4,5 millió hektárról 4,3 millió hektárra estek vissza (SÁRVÁRI és FUTÓ, 2019). A kérdés az, hogy a fennmaradó területeken milyen növényeket termesszünk. Magyarország mezőgazdaságában a kukoricatermesztés fontos helyet foglal el (SÁRVÁRI és mtsai, 2008; CSAJBÓK, 2012). A 2. ábrán látható, hogy az őszi búzával együtt a kukorica a legnagyobb területen termesztett növény hazánkban.



2. ábra Szántóföldi növények vetésterülete Magyarországon 2020-ban

[forrás: AKI]

A szántóterületek világszintű csökkenő trendje Magyarországon is megfigyelhető. Szerepe a kukorica betakarított terület nagyságában is megmutatkozik (3. ábra).



3. ábra: Hazánkban betakarított kukorica terület nagysága (KSH, 2021a)

SZÉL (2018) szerint ennek oka részben a termésingadozás, a kukorica olajos magvakhoz képest alacsonyabb jövedelmezősége, valamint a hosszabb száraz időszakok miatti megnövekedett termesztési kockázat. Az időjárás változékonysága megnőtt, a szokásos éghajlati mintázatok átalakulóban vannak, aminek egyik következménye a szélsőségesebb és kiszámíthatatlanabb csapadékhullás, a trendszerűen emelkedő hőségnapok és forró napok száma (30-35°C felett) (**BARTHOLY** és **PONGRÁCZ**, 2007), amely hatások együttes fellépése kedvezőtlen irányba mozdítja el a környezeti feltételeket a kukorica fejlődése szempontjából. **RÁKÓCZI** (2017) rámutat, hogy a KAP 2014-2020 ciklusának mezőgazdasági támogatási előírásai is befolyásolják a vetésszerkezet alakulását.

A gazdasági felhasználás szempontjából a legfontosabb a takarmányozási célú. Nyersanyagként használják izocukor és alkohol előállításához az iparban. Melléktermékei többféle célra felhasználhatók: takarmányozásra, energiafelhasználásra, talaj tápanyag-utánpótlására (**ANTAL** és mtsai, 2007; **SÁRVÁRI** és mtsai, 2008; **MENYHÉRT**, 1985; **FOGARASSY**, 2001). A kukorica hasznosításának további lehetősége a bioetanol és biogáz előállítása. Az előbbi kukoricakeményítő alapú. Minden lisztes endospermiummal rendelkező lófogú kukorica hibrid etanol előállítására is alkalmas (**SZÉL**, 2014). Az élelmiszer-feldolgozás során a gabona endospermium részéből keményítőt állítanak elő. A kondicionálás után elválasztott csírából kiváló minőségű étkezési olajat nyernek. (**IVÁNY** és mtsai, 1994).

A megtermelt 6,64 millió tonna kukorica 33%-a takarmányozásra, 18%-a ipari felhasználásra, 1%-a vetőmag-előállításra, 48%-a export piacra került. A magyar kukoricatermesztést exportfüggőség és fokozott ipari felhasználás jellemzi. A kukorica hibridek terméspotenciálja óriási. Hazánk területén elérhető a 16-18 t/ha termésátlag üzemi szinten. Magas terméshozamot csak jelentős input anyag-befektetéssel lehet elérni, ezért

törekedni kell a kukorica élettani követelményeinek minél teljesebb kielégítésére. Ehhez a természet adta feltételeket (talaj termékenysége, időjárás) és a költséghatékony termelési szintet el kell fogadni (SZÉL, 2018).

2.2. A kukorica termesztésének agrotechnikai sajátosságai

A termesztési körülmények között adottak az időjárási, termőhelyi és talajtulajdonságok, míg a gazdálkodók a megfelelő mezőgazdasági technológiai elemek kiválasztásával és szakszerű kivitelezésével javíthatják a kukorica termesztés gazdaságosságát (DÓKA és mtsai, 2019). Azok a jó kukorica elővetemények, amelyek korán lekerülnek a területről, nem szárítják ki a talajt, és kevés szármaradványt hagynak maguk után. A munkálatok időben elkezdődhetnek, így az előkészített talaj alkalmas a kukorica termesztésére (SCHMIDT, 2011). A talajművelés célja a jó talajviszonyok kialakítása, a tápanyagok és műtrágyák talajba juttatása, a jól meglazított és gyommentes talaj előkészítése. Míg közvetlenül segíti a kártevők visszaszorítását, addig közvetve a szaporodási és életkörülményeiket is kedvezőtlené teszi (BIRKÁS, 2006; PEPÓ és SÁRVÁRI, 2011).

A kukorica igényes növény a talajtulajdonságok szempontjából. A megfelelő víz- és hőgazdálkodású, jó tápanyagellátású termékeny talajt kedveli. A termesztés során biztosítani kell a nedvességmegőrzést és a megfelelő tápanyag-utánpótlás feltételeit.

Száraz klímánk indokolja a víztakarékos gazdálkodást, melynek elengedhetetlen eleme a tarlóhántás, amelyet az előző termés lekerülése után mielőbb meg kell tenni. Elősegíti a megmaradt növényi részek gyors lebontását, a kihullott szemek kicsírázását és a tökéletes magágy kialakítását a következő terméshez (CSAJBÓK, 2012). Igényli a mélyművelést a kukorica, valamint jó víz- és légátjárhatóságú termőhelyet igényel, amit a modern művelési módokkal és többféle művelési felfogásban biztosítani lehet. Nagyon érzékeny növény a talaj jó vízáteresztő képességére, ezért az alapművelés mélysége legalább 28-32 cm legyen. Rendszeres mélyművelés is szükséges 3-4 évente, 40-50 cm mélységben lazítva (PEPÓ és mtsai, 2013). A szárazabb talajviszonyok (50% körüli vízkapacitás) azért kívánatosak, hogy ezek az eszközök ki tudják fejteni a megfelelő lazító hatásukat (PEPÓ és SÁRVÁRI, 2011). Az alapművelés végezhető fogatással vagy forgatás nélkül. A korai betakarítású elővetemények után nincs szükség szántásra. Az utóbbi évtizedekben hazánkban is terjednek a szántást teljes mértékben kiiktató takarékos és no till eljárások.

A magágy előkészítését a vetést megelőzően kb. egy héttel készítsük el és zárjuk le a talajt, hogy a magágy laza szerkezetű maradjon és jó vízmegtartó képességét megtartsa. Ez befolyásolja a gyors és egyenletes kelést és kezdeti fejlődést. Segíti a bedolgozott vegyszerek és műtrágyák teljes hasznosulását (**FÚZY**, 2016).

A kukorica harmonikus tápanyagellátást igényel a gazdaságos terméshozam érdekében. Egy tonna termés előállításához 28 kg nitrogént, 11 kg foszfort és 30 kg káliumot kell felhasználni (**MÁTÉ**, 2018). A megtérüléshez legalább 6 t/ha termést kell elérni. A nitrogén az egyik legjelentősebb tényező a kukorica terménynövelésének javításában, de a vízhiány korlátozza a tápanyag-hasznosulását (**BERZSENYI** és mtsai, 2012). A kezdeti és későbbi fejlődéshez szükséges foszfort és káliumot őszi alaptrágyaként juttatjuk ki. A nitrogént minden esetben tavasszal, osztott technológiával kell kijuttatni, különösen laza talajokon és azokban az esetekben, amikor a nitrogén kijuttatási mennyisége meghaladja a 120-140 kg/hektárt. A mennyiség 60-70%-át 1-2 héttel a vetés előtt javasolt kijuttatni, a többit pedig startertrágyaként, vetés után, a kukorica 8-10 leveles állapotában fejtrágyázással, tápkultivátorozással (**HOFFMANN** és mtsai, 2017). A starter műtrágyát 5cm-rel a mag mellé és 5 cm-re alá kell juttatni, speciális csoroszlyával, hogy ne gátolja a vetőmag csírázását a vetőgép azért, hogy kiküszöbölje a korai fejlődés során gyakran előforduló N, P és Zn hiányosságokat. A növény kezdeti fejlődéséhez 15-20 kg/ha elegendő, hideg, tömör talajokon ennél több. Rossz vízgazdálkodású, lassú felmelegedésű és alacsony tápanyagtartalmú talajokon indokolt a használata. (**MENYHÉRT**, 1985). A kukorica számára fontos a cinkellátás is. Hiányában a növekedés korlátozódik, a generatív részek károsodnak, a virágképződés késik vagy hiányzik (**KALOCSAI** és mtsai, 2004; **SZABÓ**, 2017). A foszfor-cink ionok antagonizmusa miatt relatív hiányosságok még jó cinkellátás mellett is előfordulhatnak (**NAGY**, 2011). A mangán-, vas- és magnéziumhiánnyal is számolni kell a gabonatúlsúlyos vetésszerkezetnél (**HOFFMANN**, 2016; **MENYHÉRT**, 1985).

A kukoricának 10-12°C talajhőmérsékletre van szüksége a csírázáshoz. A legjobb vetésidő április 20-tól május 5-ig tart. A jól megválasztott időpontok nagyobb és biztonságosabb terméshozamot tesznek lehetővé (**CSAJBÓK**, 2012). Minél korábban vetjük el a kukoricát, annál hosszabb ideig tart a hibrid tenyészideje, annál magasabb a hozam és annál alacsonyabb a nedvességtartalom. A vetésidő befolyásolja a termés nagyságát, betakarításkori nedvességtartalmát, ezermagtömegét, csírázási idejét és a növény fejlődésének dinamikáját (**SÁRVÁRI** és **FUTÓ**, 2001; **BENE**, 2015).

A későbbi gyomosodás megelőzése érdekében a sorközművelő kultivátorozás javasolt. Ezt a gyomirtással együtt tesszük, hogy ne csökkentsük annak hatékonyságát. A sorközművelés

mellett érdemes a sorköztrágyázást is elvégezni. A kultivatort nem szabad mélyen jártni, mert károsíthatja a kukorica gyökérrendszerét, ezáltal késlelteti annak fejlődését (**PEPÓ és SÁRVÁRI**, 2011; **ANTAL és mtsai**, 2011).

Napjainkban problémát jelent, hogy a preemergensen kijuttatható gyomirtószerek hatásának kifejtéséhez bemosó csapadékra van szükség. Terjednek azok a melegigényes gyomok is, amelyek nyár elején folyamatosan kelnek, és nyár végén magokat hoznak. Számos melegkedvelő gyomfajnak (T4 életforma) kedveznek a forró nyarak, később kelnek, és nyár közepén-végén hoznak magot. Ezek gyakran elkerülik a rövid hatástartamú posztemergens gyomirtók hatását és termés csökkenést okoznak. Az évelő egyszikűek közül a fenyércirok okozza a legnagyobb problémát rezisztenciája miatt (**PEPÓ és SÁRVÁRI**, 2011; **ANTAL és mtsai**, 2011).

Az amerikai kukoricabogár által okozott növekvő károk miatt fontos a cső elhelyezkedése. A károk hektáronként 5-10 mázsától a hervadás miatti teljes termésvesztéséig terjednek. Mind a lárvák, mind az imágók kártevők. Eleinte a leveleket hámozgatja és csökkenti az asszimilációs felületet majd, a címerben a pollent, később a nőivarú virágzaton lévő bibeszálakat fogyasztják. A fő probléma a monokultúra 2. évében jelentkezik először a kár, amely a következő évben fokozódhat kiterjedt gyökérkártétel. Jellegzetes tünete a talaj feletti hattyú nyakas-görbület. A kukorica akár el is fekélykedhet a gyökerekkel táplálkozó lárváknak köszönhetően. A végeredmény a növény teljes elszáradása lehet (**KESZTHELYI**, 2019). A kukoricamolyok okozta szártörés is komoly termés kiesést okozhat (**KESZTHELYI**, 2013; **HORVÁTH**, 2018).

2.3. Hibridnemesítés kukoricában

A legelterjedtebb értelmezés szerint hibridnek nevezzük azt az utódot, amelyet két különböző genotípusú fajta vagy vonal keresztezésével hoznak létre. Beltenyésztett vonalnak nevezzük azt a populációt, amely 5-6 éve önállósult, homozigóta lesz, tulajdonságai kiegyenlítődnek, miközben az életerő csökken. Az egyre kisebb méretű, kevesebb termést hozó vonalak nem romlanak egy idő után tovább. Jobb beltenyésztett vonalak szisztematikusan kiválaszthatók. A heterozis hatás során a genetikailag eltérő homozigóta szülők olyan F1-es generációkat eredményeznek, amelyek bizonyos keresett jellemzők alapján meghaladják a szülők teljesítményét, esetenként pedig a jobb szülő eredményét is. (**KESZTHELYI és HOFFMANN**, 2014).

A 19. század közepéig a sárga, sima szemű, majd később a nagyobb termőképességű lófogú, szabadelvirágzású fajták termesztése került előtérbe (**PEPÓ és SÁRVÁRI, 2011**). Magyarországon Fleischmann állította elő az első fajtahibridet (fajtaheterózis), a Mindszentpusztai fehér és "F" lófogú keresztezésével 1933-34-ben. Ez 31%-kal, illetve 33%-kal magasabb termést eredményezett a szülőknél. A termés hozam ugyan nőtt, de nem terjedt el ez a fajtahibrid. 1948-ban a hibridek előállításában még jelentősebb előrelépés történt. Berzsényi – Janosits vezetésével rendszeresen végeztek kísérleteket Mosonmagyaróváron, az egykori Országos Növénynemesítési Intézetben. Az így létrejött hibridek jelentősen hozzájárultak a kukoricatermés növekedéséhez és a beltenyésztett hibridek elterjedéséhez is. Az Óvári 5 hibridet közel 200 ezer hektáron termesztették és 10-15%-kal többet termelt, mint a szabadon virágzó fajták (**BERKÓ és HORVÁTH, 1993; ANTAL és mtsai, 2011; MARTON, 2013**).

SHULL (1909) alapozta meg a beltenyésztéses hibrid kukorica nemesítését. A négyvonalas hibrideket az 1920-as években vezették be az Egyesült Államokban D. F. Jones javaslatára. A vetőmagtermelés fokozása érdekében az 1970-es évekig termesztették. A termésátlagok az eltelt 50 évben növekedtek (**ANTAL és mtsai, 2011**).

A magyar beltenyésztéses hibridek nemesítése 1937-ben kezdődött Pap Endre munkásságának köszönhetően. Az első beltenyésztett hibrid kukoricát, a Martonvásári 5-öt 1953-ban ismerték el. Elterjedtebbé váltak a hibrid vetőmagtermelő rendszerek a hibrid vetőmagok szárítására, tisztítására és kalibrálására szolgáló nagy hibrid vetőmaggyárak létrehozásával. A Martonvásáron nemesített beltenyésztéses hibridkukoricát 1963-ban már a vetésterületek 90%-án termesztették, és egy évvel később már a 100%-án (**ANTAL és mtsai, 2011; MARTON és SPITKÓ, 2013**).

Napjainkban már 100%-ban beltenyésztett hibrideket vetnek, körülbelül ezek 85%-a kétvonalas (SC), 13%-a háromvonalas (TC) és 2%-a négyvonalas (DC) hibrid. Az F1 generációban a kétvonalas hibridek heterózis hatása a legnagyobb. A vetőmagmennyiség növelése érdekében vezették be a módosított két- és háromvonalas hibrideket (**MARTON, 2013; PEPÓ és SÁRVÁRI, 2011**).

2.3.1. A hibridválasztás szempontjai, kukorica hibridek fontosabb értékmérő tulajdonságai

2.3.1.1. Tenyésztési idő hossza

A tenyésztési idő hosszának megismerésére a legelterjedtebb módszer a FAO-szám szerinti osztályozás. Hazánkban éréscsoportonként különböztetjük meg a hibrideket: korai (300-400

közötti FAO szám), középérésű (400 -500 közötti FAO szám) és későiérésű (500-600 közötti FAO szám) kukoricahibridek (**KESZTHELYI** és **HOFFMAN**; 2014). A déli országrészben a középérésű csoport hibridjeinek termesztése vált be a magas terméshozam miatt. Az ország középső részein a középkorai hibridek, az északi részen és nyugati termőterületeken a rövidebb tenyészidejű hibridek termesztetők magasabb termésbiztonsággal (**MÁTÉ**, 2018; **PEPÓ** és **SÁRVÁRI**, 2011).

Ha kukorica után tervezünk kalászt vetni, érdemes korai 200-as vagy 300-as FAO számú hibridet választani. Így az őszi vetés előtt elegendő idő jut a megfelelő talajmunkára, ráadásul a termés szárításához szükséges idő is jelentősen lecsökken. A kívánt betakarítási nedvességtartalom eléréséhez optimális időben kell elvetni a magokat, ami a talaj hőmérsékletétől függ (**LENGYEL**, 2014).

2.3.1.2. Termőképesség

A hibridekkel szemben támasztott fő követelmény a nagy termőképesség és a jó ökológiai tolerancia. Szoros kapcsolat van a tenyészidőszak hossza és a termőképesség között. A hosszabb tenyészidő megnövekedett asszimilációs periódusokat és magasabb termelékenységet is feltételez (**HORVÁTH**, 2018).

2.3.1.3. Alkalmazkodóképesség, koraiság, hő-, stressz-, és szárazságtűrőképesség

A hibrideknek javult az alkalmazkodóképességük a szélsőséges időjáráshoz, a változó talajtípusokhoz és a technológia különböző szintjeihez (**PEPÓ** és **SÁRVÁRI**, 2011). A hibridnemesítők és gazdák a hibridek a szárazság- és hőtűrését helyezték előtérbe a globális felmelegedés miatt. A kukorica egyes fenológiai fázisaiban eltérő környezeti feltételeket igényel. A virágzás idején tapasztalható szárazság, magas hőmérséklet és az ezzel járó alacsony páratartalom rontja a megtermékenyülést, ezáltal a terméshozamot (**HORVÁTH**, 2018).

Az utóbbi években a kukorica vetési ideje egyre előbbre tolódott. A korai vetés biztosítja a megfelelő vízellátást, míg a keléskori hőmérséklet kockázati tényező. A lassú, egyenetlen csírázás a populáció heterogenitásához vezet, amely a vegetációs időszakot végig kíséri. Hűvösebb talajokhoz csak kiváló minőségű vetőmag ajánlott. A korai vetés másik előnye, hogy a virágzás június utolsó dekádjában következik be, ami azt jelenti, hogy a növények valószínűleg elkerülik a július-augusztusi szárazságot. A kukorica a 20% körüli betakarításra

augusztus második felétől érik be. (SZÉL, 2018; HORVÁTH, 2018; SÁRVÁRI és BOROS, 2010).

Az szuperkorai éréscsoport bevezetésével a vetési idő meghosszabbodott. A terméshozam elérheti akár a 7-10 t/ha-t termőhelytől függően. Ha június elején vetjük el, akkor akár szemesként is betakarítható. Július elején vetve pedig kiváló értékű szilázst adhatnak (SZÉL, 2018).

A fiziológiai érettség utáni szántóföldi szárítás hatását a kukorica szárazanyag-tartalmára és a szem minőségére HURBURGH és mtsai értékelték (2020) két iowai helyszínen 2016-ra és 2017-re vonatkozóan. A fehérje és keményítő koncentrációja alig változott a fiziológiai érettség és a betakarítás között.

Kanadában a kukorica hőegységeit (CHU) használják a kukorica (*Zea mays* L.) hibridek érettségének rangsorolására. Az elmúlt évszázad során a kukorica éves tenyészideje a préríken 3-12 nappal nőtt, a legnagyobb növekedés délen és nyugaton figyelhető meg. Ez a változás egybeesik a magasabb tavaszi átlaghőmérséklettel, ami lehetővé teszi a korábbi vetést, illetve a magasabb őszi átlaghőmérséklettel is egybeesik, ami lehetővé teszi a késleltetett betakarítást. A mezőgazdaságban szükség van az éghajlatváltozáshoz való alkalmazkodási stratégiákra. (MAJOR és mtsai, 2020).

A nemzetközi szakirodalomban kevés kutatási eredmény szól az öntözött és öntözetlen kukoricaállományok agrotechnikai változásairól és terméshozam értékeiről. ASSEFA és mtsai (2012) kutatásának célja volt meghatározni a kukorica termesztésében és terméshozamaiban bekövetkező változások nagyságát az 1939-2009 közötti megfigyelések alapján az USA területére vonatkozóan. A múltbéli éghajlatváltozás hozzájárult a terméshozamok növekedéséhez azáltal, úgy, hogy megnövekedett az összcsapadék mennyiség, alacsonyabb lett a márciusi átlag minimum- és maximumhőmérséklet, valamint júliustól szeptemberig alacsonyabb maximumhőmérséklet alakult ki.

Kínában hozamkülönbség azért van, mert a jelenleg elért tényleges élelmiszertermelés nem érte el a becsült terméspotenciált. A kínai kukorica nagy hozamú termesztési öve nagy kelet-nyugati fesztávolságú, ami eltérő napsugárzást és eltérő szemtermést eredményez a különböző régiókban. LIU és mtsai (2021) Több telephelyes kísérleti adatokat, felmért gazdálkodói hozamadatokat alapján, szakirodalomban dokumentált legmagasabb hozam adatokat, valamint hibridkukorica-modellek szimulációit használták a terméskülönbségek felmérésére, valamint a napsugárzás és a növény-sűrűség összehangolásával próbálták a terméskülönbséget összehasonlítani. A kukoricaövezet öt régióra oszlik keletről nyugatra a napsugárzás kumulatív eloszlása alapján. Ez a tanulmány azt jelzi, hogy a kukorica

növényssűrűségének és a napsugárzáshoz való alkalmazkodás hatékony megközelítés a terméskülönbségek csökkentésére Kína különböző régióiban.

2.3.1.4. Sűrítettség

A sűrítettséget a hibrid genetikai adottságai, a termőhely adottságai, az évjárat befolyása, a tápanyag- és vízellátottság határozza meg. Az optimális tőszám kedvezőbb termesztési körülmények között működik. Szélesebb tőszámoptimum intervallum mellett nem okoz terméscsökkenést az állománysűrűség jelentős változása sem (**ANTAL** és mtsai, 2011; **PEPÓ** és **SÁRVÁRI**, 2011).

A tőszám növelésével csökken a szemtermés részaránya és csökken az egységnyi termés, de nő az egységnyi területre jutó össztermés. Ha a tövek száma meghaladja az optimálisat, akkor megnő a meddő tövek száma, és több vizet vesz fel a növény, ezáltal érzékenyeb a szárazságra és érzékenyeb a fuzáriumos szártőkorhadásra (**ANTAL** és mtsai, 2011; **PEPÓ** és **SÁRVÁRI**, 2011).

A szár erőssége megakadályozza, hogy a hibrid a szár közepén meghajoljon és eltörhet, különösen az érettség elérésekor. A gépi betakarítást csak óriási veszteségekkel lehet elvégezni. Állóképességét befolyásolja az állománysűrűség, a nitrogéntrágyázás, valamint a fuzárium előfordulása monokultúrákban (**PEPÓ** és **SÁRVÁRI**, 2011; **ANTAL** és mtsai, 2011).

A kisebb kompenzációs hibrideknél szűkebb az optimális tőtávolság és fix csőtípus, míg a nagyobbak szélesebb az optimális tőtávolságuk és rugalmas csőtípusuk miatt reagálnak a tőszám változására (**PINTÉR** és mtsai, 2019). A régióhoz és technológiához igazodó tőszámok kedvezőtlen években 20-25%-kal növelhetik a termést. Optimálisabb években ez a különbség körülbelül 5-8% körül alakulhat (**PINTÉR** és mtsai, 2019).

A termésmennyiséggel párhuzamosan a kukorica (*Zea Mays* L.) növényssűrűsége is jelentősen megnőtt az évek során. A terméshozamtól eltérően azonban ritkán számoltak be a növényssűrűség változásának mértékéről és annak a kukorica terméshozam növekedéséhez való hozzájárulásáról. **ASSEFA** és mtsai-nak (2018) fő célja az volt, hogy megvizsgálja az agronómiailag optimális növényssűrűség (AOPD) tendenciáit, és számszerűsítse a növényssűrűség hozzájárulását a termésnövekedéshez. 1987 és 2016 között kukoricahibrid vetéskísérleteket végeztek Észak-Amerikában (187 662 adatpont). A növényssűrűség hozzájárulása a kukorica termésnövekedéséhez 8,5% és 17% között mozgott, és a

termésnövekedés részben az AOPD változásával magyarázható, de más forrásként a terméskomponensek pozitív hatásait is azonosították.

A modern kereskedelmi kukorica hibridek terméshozamának folyamatos növeléséhez megnövekedett növény-sűrűségre, jobb nitrogénfelhasználásra és hibridek nemesítésére való szükségesség. **MASTRODOMENICO** és mtsai (2018) tanulmányának az volt a célja, hogy meghatározzák a kereskedelmi hibridek genetikai variációját a növény-sűrűség és a nitrogén (N) műtrágya szintjének megfelelően, hogy segítse a nemesítési programokat a nagy termésstabilitású vagy a termésgazdálkodáshoz alkalmazkodó hibridek kiválasztásában. 2011-től 2014-ig 8 különböző termőhelyi környezetben 101 keresztezést telepítettek két sűrűségben (79 000 és 110 000 tő/ha) és három N arányban (0, 67 és 252 kg N/ha). Az általános örökölhetőség a N arányával és a növény-sűrűséggel nőtt. A hibrid termésstabilitási varianciája nagyobb volt magas nitrogéntartalmú körülmények között. A nagy növény-sűrűséghez és a N-viszonyokhoz alkalmazkodó hibridek átlagon felüli terméspotenciált és hozamingadozást mutattak az egyes környezetekben. A magas hozamú és termésstabilitású hibridek kiválasztása nehézkes lehet, mivel az alacsony nitrogénszint melletti termés fordítottan korrelál a magas nitrogéntartalmú műtrágyázás melletti termésnövekedéssel.

2.3.1.5. Vízleadó képesség

ANTAL és mtsai (2011) kutatása szerint jelentős különbségek mutatkoztak a hibridek között az érés kori vízleadásban. Vannak gyors, közepes és lassú vízleadásúak. A gyorsak a szem víztartalmának 1-1,2%-át, a lassúak 0,4-0,5%-át szabadíthatják fel naponta. A szárítás magas költsége csökkenti a termesztés gazdaságosságát. Figyelembe kell venni, hogy a hosszabb tenyészidejű hibridek potenciális termőképessége a betakarításkor magasabb szemnedvesség-tartalommal jár együtt. Korábban a gabonafélék szárítása nem okozott gondot, de az energiaköltségek növekedése szükségessé tette a megfelelő időben és alacsony szemnedvesség mellett történő betakarítást. Ma már csak a jó vízleadó hibrideket részesítik előnyben a nemesítésben. A tenyészidőben előforduló magasabb hőmérséklet miatt lehetséges, hogy a termést szárítani sem kell.

3. Saját vizsgálatok

3.1. Anyag és módszer

A vizsgálatot a Magyar Kukorica Klub (MKK) segítségével végeztem, melynek támogató tagja vagyok. A megbízott kivitelező a Magyar Kukorica Klub részéről az AgResearch Crop Service Kft. volt. A kísérleteket 4 különböző helyszínen állítottuk be 2021-ben. A helyszínek a következők voltak:

- Mosonmagyaróvár (GPS: 47°49'25N 17°19'5E)
- Bóly (GPS: 45°57'5N 18°31'39E)
- Taktaharkány (GPS: 48°7'37N 21°4'19E)
- Békéscsaba (GPS: 46°37'0N 21°1'3E)

A kísérletek beállítását az AgResearch Crop Service Kft. végezte. A különböző kísérleti területeket gazdától bérelték. Vetésig minden agrotechnikai műveletet a gazda végzett a saját területén. A vetést követően AgResearch Crop Service Kft. és egyes helyeken a gazda, végezte az agrotechnikai műveleteket vagy az ő személyes felügyelete alatt a különböző helyszíneken.

A dolgozatban a terméshozamot és szemnedvességet vizsgáltuk négy különböző helyszínen, 65000 tő/ha-os sűrűséggel. Emellett a bólyi kísérleti helyszínen a tőszám interakciókat is külön vizsgáltuk. Az erre szolgáló célkísérlet 55000 tő/ha; 65000 tő/ha; 75000 tő/ha és 85000 tő/ha növény-sűrűséggel volt beállítva (4. ábra) A négysoros kísérleti parcellákat két éréscsoportban, négy ismétléses randomizált blokk elrendezésben állítottuk be, 75 cm-es sortávolsággal.



4. ábra: Bólyi tőszűrítési kísérlet NDVI képe, (2021.08.11.)

A kísérlet véletlen blokk elrendezésben került beállításra. A 39 hibrid 4 ismétlésben került elvetésre. A parcellák mérete 3 m x 9,2 m volt(27,6 m²), ebből csak 1,5 m x 9,2 m (13,8 m²) került kiértékelésre, azaz a parcellák 2 középső sorát takarították be. Erre azért volt szükség, hogy a szegélyhatást a legkisebb mértékűre csökkenthessük, illetve, hogy csökkentsük a különböző parcellák közti átporzásból fakadó anomáliákat. Az ismétléseket 80 cm-es ellenőrző utak választották el.

A kísérletet 39 Magyarországon közkedvelt hibriddel állítottuk be. A hibridek részben nemesítők, részben a termelők javaslatára kerültek be az összehasonlító kísérletekbe. (1. táblázat).

1. táblázat: 39 vizsgált hibrid listája éréscsoport és forgalmazó vonatkozásában

Sorszám	Hibrid	Éréscsoport	Forgalmazó
1.	Armagnac	közép	KITE
2.	Barington	korai	SAATEN-UNION
3.	Cadixio Duo	közép	RAGT
4.	Cali	korai	SAATEN-UNION
5.	Corassano	közép	Syngenta
6.	Device	késői	Souflet
7.	DKC4391	korai	DEKALB
8.	DKC4590	korai	DEKALB
9.	DKC4709	korai	DEKALB
10.	DKC4897	közép	DEKALB
11.	DKC4943	közép	DEKALB
12.	DKC5092	közép	DEKALB
13.	DKC5542	késői	DEKALB
14.	DKC5685	késői	DEKALB
15.	Extasia	közép	Souflet
16.	Fidencio	közép	KITE
17.	Filea	korai	Souflet
18.	Fornad	közép	KITE
19.	Hypolito	korai	KWS
20.	Kabaretto	közép	SAATEN-UNION
21.	Kalabre	késői	KITE
22.	KWS Inteligens	közép	KWS
23.	Loupiac	korai	KITE
24.	Mendy	közép	SAATEN-UNION
25.	Merida	korai	KITE
26.	Mg440	közép	Marton Genetics
27.	Mv352	korai	Martonvásár
28.	P0023	közép	Pioneer
29.	P0217	késői	Pioneer
30.	P0725	késői	Pioneer
31.	P9363	korai	Pioneer
32.	P9415	korai	Pioneer
33.	P9610	korai	Pioneer
34.	P9903	közép	Pioneer
35.	P9911	késői	Pioneer
36.	P9978	közép	Pioneer
37.	SG167	korai	SeedGenetic
38.	Synopsis	korai	SAATEN-UNION
39.	SyZefir	korai	Syngenta

Az agrotechnikai beavatkozások a 2. táblázatban láthatóak. A tápanyag kijuttatásra még a vetést megelőzően került sor az egyes termőhelyeken, ezért azt nem a AgResearch Crop Service Kft. végezte, hanem azon gazdálkodók aki biztosították a helyszínt a kísérletekhez. Az egyes termőhelyeken a térség talajához, tápanyag-ellátottságához és a termőhelyi adottságokhoz igazodott a mérleg szemléletű tápanyag-utánpótlás. Ugyanis nem volt cél a tápanyag kijuttatást egységesíteni, hanem az adott termőhelyen megszokott tápanyag kijuttatási módot és dózist alkalmazták.

2. táblázat: A négy vizsgált termőhely alkalmazott agrotechnikai műveletek

	Bóly	Békéscsaba	Mosonmagyaróvár	Taktaharkány
Talajtípus	barna erdőtalaj	réti öntéstalaj (homokos)	réti öntéstalaj	mezősségi csernozjom
Elővetemény	őszi búza	őszi búza	őszi búza	őszi búza
Vetésidő	2021.05.02	2021.04.30	2021.04.27	2021.05.05
Talajfertőtlenítés (vetéssel egy menetben)	Sorkezeléssel: Force 1.5G 15 kg/ha (2021.05.02.)	Sorkezeléssel: Force 1.5G 15 kg/ha (2021.04.30.)	Sorkezeléssel: Force 1.5G 15 kg/ha (2021.04.27.)	Sorkezeléssel: Force 1.5G 15 kg/ha (2021.05.05.)
Tápanyag kijuttatás	Tavaszi: N 150 kg/ha	Ősz: N 18 kg/ha; P 78 kg/ha + Tavaszi: N 81 kg/ha	Ősz: K 120 kg/ha + Tavaszi: N 130 kg/ha; K 62,5 kg/ha	Tavaszi: N 108 kg/ha
Gyomirtás	Preemergens: Lumax 4,5 L/ha (2021.05.12.) + Mechanikai: Kultivátor (2021.06.07.)	Preemergens: Lumax 4,5 L/ha (2021.05.03.) + Mechanikai: kultivátor (2021.06.09.)	Preemergens: Lumax 5 L/ha (2021.04.30.) + Mechanikai: Kultivátor (2021.06.03.)	Preemergens: Lumax 5 L/ha (2021.05.06.) + Mechanikai: Kultivátor (2021.06.10.)
Rovarirtás	Posztemergens: Avaunt 150 EC 0,25 L/ha (2021.06.30.)	Posztemergens: Karate Zeon 5CS 0,3 L/ha (2021.05.15.) + Coragen 0,15 L/ha+ Trend (2021.06.29.)	-	Posztemergens: Coragen 0,15 L/ha+ Trend (2021.07.02.)
Betakarítás időpontja	2021.10.20	2021.09.24	2021.10.23	2021.10.18
Károsító	-	-	-	-

A különböző termőhelyeken az alábbiak szerint alakultak a táblán töltött idő: Mosonmagyaróváron 2021.04.27-től 2021.10.23-ig; Bólyban 2021.05.02-től 2021.10.20-ig; Békéscsabán 2021.04.30-tól 2021.09.24-ig és Taktaharkányban pedig 2021.05.05-től 2021.10.18-ig tartott a tenyésztidőszak.

A különböző vizsgálati helyszíneken eltérő időpontban történt a vetés: Mosonmagyaróváron 2021.04.27., Bólyban 2021.05.02, Békéscsabán 2021.04.30. és Taktaharkányban pedig 2021.05.05-én történt a vetés. A sortávolság egységesen mindegyik vizsgált termőhelyen 75 cm, míg a tőtávolság mindegyiknél 20 cm volt. A vetés mindenhol 6 cm mélységben történt. A vetéssel egy menetben a talajfertőtlenítés is megtörtént Force 1.5G készítménnyel, 15 kg/ha dózisban. A vetést egy Trimble TMX2050-nel szerelt Claas Arion 420 -hoz kapcsolt Wintersteiger Dynamic Disc 8R vetőgép végezte. (5. ábra). Ez mindenképpen fontos a kísérlet szempontjából, mivel ez biztosítja a megfelelő egyenes sorvezetést és adott esetben a korrekciót a vetőgép számára.



5. ábra: Claas Arion 420 Trimble TMX 2050 sorvezető rendszerrel ellátva végezte a vetést

Wintersteiger Dynamic Disc 8R vetőgépet használunk a kísérlet során, (6. ábra). Ez a vetőgép vontatott kivitelű 8 soros munkaszélességben dolgozik. Ez teljes mértékben megfelel a kivételesen magas teljesítményű, precíziós, szemenkénti kísérletvetés követelményeinek. Kifejezetten a vetőmagok kísérlet beállítására tervezték.



6. ábra: Wintersteiger Dynamic Disc vetőgéppel végeztük a vetést

A vetőmag-adagoló egység biztosítja a pontos vetést és a nagy vetési kapacitást különböző környezeti tényezők között is. A Wintersteiger Dynamic Disc vetőgépet saját fejlesztésű szoftvere irányítja (7. ábra).



7. ábra: Wintersteiger Dynamic Disc vetőgép 6 cm mélységben vetette el a szemet

3.1.1. Fenológiai megfigyelések módszere

Az AgResearch Crop Service Kft. kísérleti jelleggel drónnal is végzett tőszám megállapítást, 5-7 leveles állapotig. Azonban a parcellákon a tőszám ellenőrzése terepi felvételezéssel történt.

A következő fontos megfigyelés a virágzás időpontjának rögzítése. Ez akkor történik, amikor a nővirágzat, azaz a bibének a kezdeménye 2 cm-es hosszúságban megjelenik. Ehhez a kísérleti táblát és az összes parcellát 2 naponta teljes egészében át kell járni és megszámolni a bibekezdeményeket. A megfigyelők azt a dátumot jegyzik fel, amikor a parcellán belül a bibék 50 százaléka megjelent. A címer virágzását (hím virágzat) nem rögzítik. Előfordulhat, hogy a két virágzat megjelenése közötti időtávolság változhat. Ennek különösen az aszályos években van jelentősége. Talán fontos azt is megjegyezni, hogy az egymás melletti parcellák minimálisan beporozhatják egymást, de ez a kísérletünket nem befolyásolta, mivel a parcellák középső kettő sorát értékeltük ki, ezzel igyekezve csökkenteni az átporzás lehetőségét. A 4 helyszín közül csak Bólyban történt meg a virágzás időpontjának rögzítése. Általánosságban elmondható, hogy a virágzás 2021.07.05. és 2021.07.18. között történt. A károsítók elleni fellépés folyamatos volt.

A betakarítás a kísérleti helyszíneken különböző időpontokban történt: Mosonmagyaróváron 2021.10.23., Bólyban 2021.10.20., Békéscsabán 2021.09.24., Taktaharkányban 2021.10.18. A betakarítás alapgépe a Wintersteiger Split NH: New Holland TC4.90-es, amit a Wintersetiger alakított át parcellakombájnná (9. ábra).

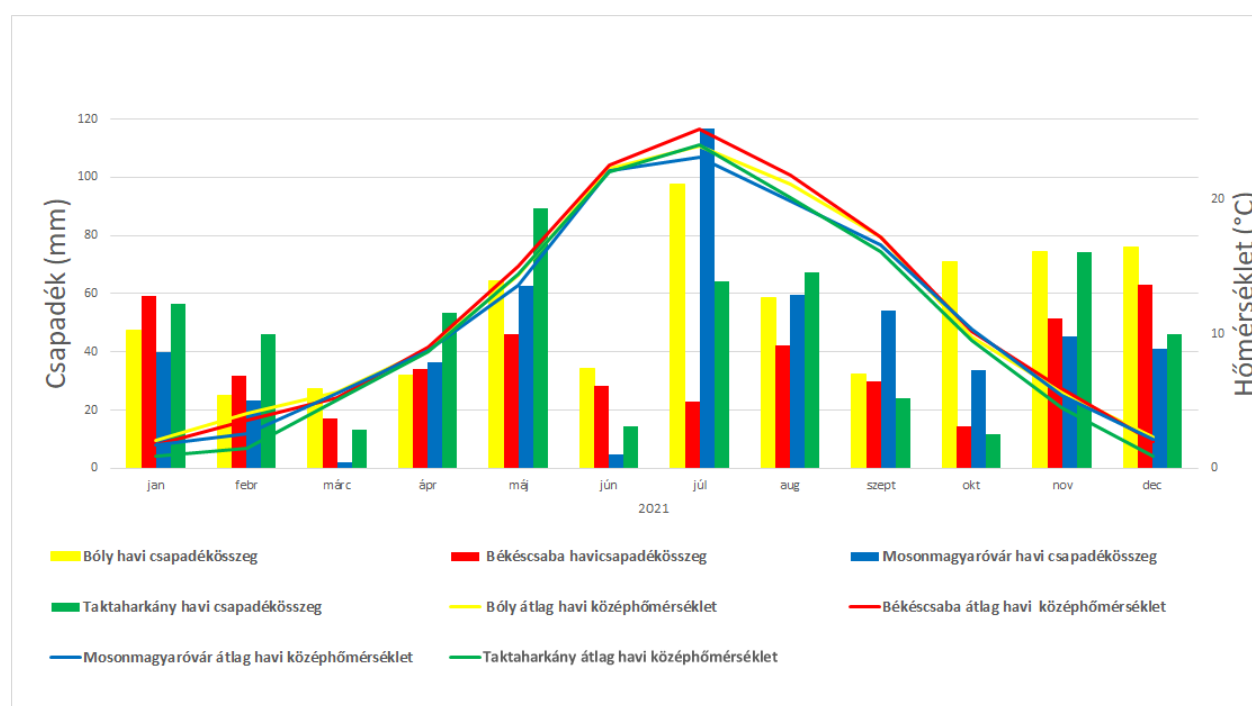


9. ábra: Wintersteiger Split NH: New Holland TC4.90 betakarítógép, ami a Wintersetiger által parcellakombájnná lett átalakítva

Easy Harvest szoftver dokumentálta az adatokat. Ez kapcsolatban áll a mobil betakarítási adatrendszerrel, ami egyetlen művelet során lehetővé teszi a betakarított termés precíz tömeg- és nedvességmérését és a parcellák terméseredményeit rögzítését és dokumentálását. Twin Plot High Capacity Grain Gauge mérlegrendszerrel rendelkezett a parcellabetakarító gép. A fent említett eszközzel és a betakarítási adatrendszerrel gyors méréseket lehet végezni a parcellák végén. A mért adatokat tárolja és az eredményeket pedig exportálja a betakarítás végén. A kombájn minden egyes parcella végén megáll és a gyűjtő ciklon alatti mérleg rendszerben értékeli az adatokat. Leméri a termés súlyát és a nedvességtartalmát kiszámítja. A betakarítást megelőzően a vetéstérképet feltöltik, a kombájn pedig a számítógépes rendszerben és az adatokat rögzíti parcella eredményként, majd a nyers parcella súlyokat adatbázisban meg tudjuk tekinteni.

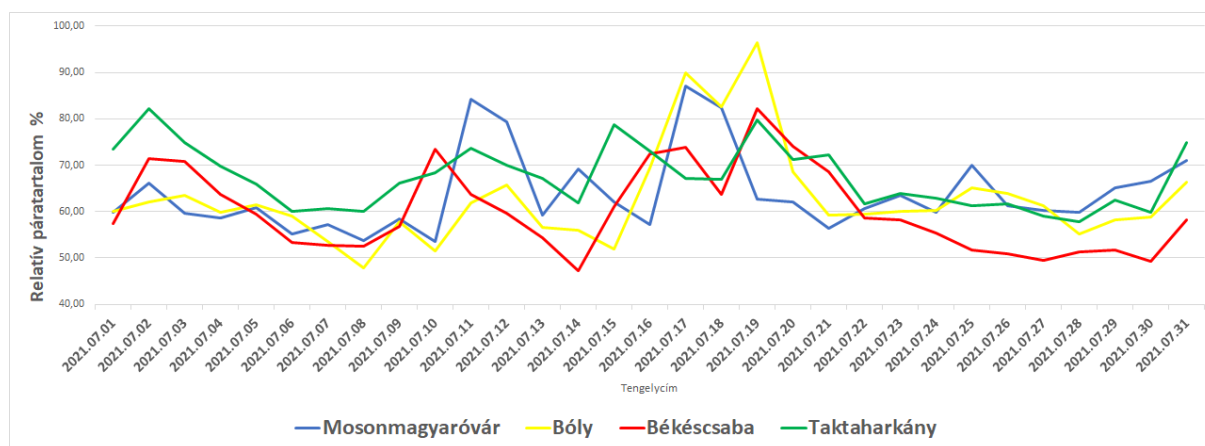
3.1.2. Időjárási körülmények alakulása a kísérletek idején

A kukorica fejlődése szempontjából fontos hatást gyakorol az éves csapadék eloszlása és mennyisége, illetve az éves átlaghőmérséklet, azért mert ezen környezeti tényezők határozzák meg a termés alakulását (10. ábra).



10. ábra: A vizsgált termőhelyek havi csapadékeloszlása és átlaghőmérséklete 2021-ben

Vizsgálatunk alapja a különböző környezeti tényezőkre alapul. Ezek közül az egyik legfontosabb a júliusi relatív páratartalom alakulása, hiszen nagy befolyással bír a betakarított termés hozamra (11. ábra)



11. ábra: Júliusi relatív páratartalom alakulása a vizsgált termőterületeken

3.1.3. Statisztikai módszerek, felhasznált adatbázis

A statisztikai elemzésem során főkomponens analízist (PCA) és többváltozós variancia analízist (ANOVA) alkalmaztam. Az elemzést az R statisztikai program (R Core Team, 2022) segítségével végeztem el.

A statisztikai elemzéshez meteorológiai adatbázist is felhasználtunk. Az Országos Meteorológiai Szolgálat (OMSZ) szabadon elérhető, homogenizált, rácspontra interpolált adatbázisát alkalmaztam (<https://www.met.hu/>). Az adatok térbeli felbontása $0,1^\circ \times 0,1^\circ$ (~10 km x 10 km), az időbeli felbontása napi adatok voltak. A felhasznált meteorológiai változók napi csapadékösszeg (mm), napi átlag hőmérséklet ($^\circ\text{C}$), napi maximum hőmérséklet ($^\circ\text{C}$) és napi átlagos relatív páratartalom (%). Ezekből az adatokból származtatott meteorológiai paraméter a tenyészidőszakra vonatkozó effektív hőösszeg, amely a következőképpen került számításra: $\Sigma(T_{\text{napi}} - T_0)$.

A főkomponens-analízis (PCA) többváltozós adatstruktúrák feltárására szolgál. A diagramok jelentik számunkra a legjobb kiindulási pontot. A pontok helyzetének változatlan tartása mellett az eredeti koordináta-rendszert egy olyan újjal cseréltük ki, amely az első tengely (komponens) legnagyobb változását alkalmazza, és a lehető legkevesebbet hagyja a második komponensnek. A PCA-ban hasonlóképpen járunk el több kezdőváltozónál is: először

megkeressük azt a komponenst, amelyik a variancia legnagyobb hányadát fedi le, majd azt a komponenst, amely a legjobban magyarázza az 1 fennmaradó varianciáját, és így tovább. Néhány új dimenzió azonban teljesen érdektelen lesz számunkra, elhanyagolható varianciapontszámuk miatt. Az átrendeződés a változók közötti pozitív vagy negatív lineáris korrelációkon alapul, de ez a komponensek esetében már nem így van: a lineáris korreláció közöttük nulla.

A többváltozós varianciaanalízis vagy másnéven ANOVA egyszerre több független és függő változót is kezelhet. Több független változó közötti interakciókat is képes kimutatni. Ez segít maximalizálni a mintáinkból kinyert információk mennyiségét, és feltáró elemzésekhez használható.

3.2. Eredmények és értékelésük

Statisztikai elemzésem során 39 hibrid adatait használtam fel éréscsoportok szerint csoportosítva. A betakarítási adatok közül a terméshozamra és a szemnedvességre vonatkozva álltak rendelkezésre adatok. A betakarított parcellák egyenként 13,8 m²-esek voltak. A betakarított parcellánkénti termésmennyiségeket t/ha-ra számoltam át.

3. táblázat: A különböző kukorica hibridek éréscsoportonkénti terméshozama (t/ha), szemnedvessége és származtatott meteorológiai változók közötti korrelációs mátrixa

KORRELÁCIÓ	Éréscsoport	Betakarított terméshozam	Betakarított szemnedvesség
Éréscsoport	1		
Betakarított terméshozam	0,2835	1	
Betakarított szemnedvesség	0,4375	0,3813	1
Hőösszeg vetéstől betakarításig		-0,4852	-0,4438
Csapadék januártól betakarításig		0,4052	0,0798
Csapadék vetéstől aratásig		0,3985	0,2684
Csapadék júliustól augusztusig		0,4390	0,4090
Átlag hőmérséklet szeptembertől októberig		-0,4917	0,0094
Átlagos maximum hőmérséklet szeptembertől októberig		-0,5494	-0,3213
Légnedvesség július		0,5560	0,2618

Rendelkezésre álló meteorológiai alapadatokból kiszámítottam a hőösszeget a tenyészidőszakra, csapadék mennyiséget januártól betakarításig, csapadékmennyiséget vetéstől aratásig, csapadékmennyiséget júliustól augusztusig, átlaghőmérséklet szeptembertől októberig, átlagos maximum hőmérséklet szeptembertől októberig és légnedvességet július hónapra.

Ezen adatoknak az összefüggései, korrelációmátrixa látható a 3. táblázatban. Az eredmények gyenge kapcsolatot mutatnak az éréscsoport és a betakarított hozam között ($R^2=0,2835$). Ez arra enged következtetni, hogy az éréscsoport megválasztása csak kisebb mértékben befolyásolja a várható terméshozamot.

Hasonló megállapítást tehetünk az éréscsoport és a betakarított szemnedvesség között is, viszont itt már erősebb, közepes korrelációt láthatunk ($R^2 = 0,4375$). Ebből arra következtethetünk, hogy az éréscsoport kiválasztása nagyobb befolyással van a betakarított termés szemnedvességre, mint a terméshozamra.

Közepesen erős statisztikai kapcsolat mutatható ki a betakarított terméshozam és a szemnedvesség között ($R^2 = 0,3813$). Ezt úgy értelmezhetjük, hogy ha magasabb a betakarított terméshozam (t/ha), akkor arányosan növekszik a betakarított szemnedvesség is.

4. táblázat: Különböző éréscsoportokhoz (FAO) tartozó optimális hőösszeg, és a vizsgált termőhelyeken számolt hőösszeg

FAO	Hőösszeg optimum	Termőhely	Számolt hőösszeg	Relatív páratart. Július
200-299	1030-1090 °C	Bóly	1524,8 °C	62,90%
300-399	1140-1195 °C	Békéscsaba	1555,72 °C	60,40%
400-499	1250-1305 °C	Taktaharkány	1447,82 °C	67,80%
500-599	1360-1420 °C	Mosonmagyaróvár	1453,07 °C	64,80%

Megvizsgáltuk a vetéstől betakarításig akkumulált hőösszeg kapcsolatát a természhozammal és a szemnedvességgel. A kukorica melegkedvelő növény, azonban a különböző éréscsoportokhoz eltérő hőösszeg optimum tartozik (4. táblázat). Az adatbázis alapján számított értékeink Bólyban 1524,8 °C; Békéscsaba 1555,72 °C; Taktaharkány 1447,82 °C; Mosonmagyaróvár 1453,07 °C. Közepesen erős, negatív korrelációt láthatunk a hőösszeg és a terméshozam között ($R^2 = -0,4852$), illetve a hőösszeg és a szemnedvesség között ($R^2 = -0,4438$). A negatív korrelációs együttható értékekből arra következtethetünk, hogy a 2021-es évben a kukoricát ért hőmennyiség már hátráltatta a kukorica fejlődését, ezért negatívan

befolyásolta az elért terméshozamot és a betakarított szemnedvesség értékeit. A betakarított termés szemnedvességére statisztikailag nincs hatással a januártól betakarításig lehullott csapadékmennyiség ($R^2 = 0,0798$).

A csapadékmennyiség különböző időszakokban a termésmennyiségre és a szemnedvességre is statisztikailag is igazolható hatással volt. A termés különbözőképpen korrelált: januártól a betakarításig közepesen erős a kapcsolat ($R^2 = 0,4052$); a tenyészedőszakban közepesen erős a kapcsolat ($R^2=0,3985$); július és augusztusi időszakban szintén közepesen erős a kapcsolat ($R^2=0,439$) (3. táblázat).

A csapadék januártól betakarításig statisztikailag nem befolyásolta a betakarított termés szemnedvességét ($R^2 = 0,0798$). A csapadék mennyiség vetéstől aratásig kis mértékben befolyásolta a betakarított termés szemnedvességét ($R^2 = 0,2684$). Júliustól augusztusig terjedő időszakban a lehullott csapadékmennyiség statisztikailag közepes korrelációban áll a betakarított szemnedvességgel ($R^2 = 0,4090$). Gazdasági szempontból a magasabb szemnedvesség kedvezőtlen hatás, a magas szárítási költségek miatt.

A csapadékmennyiséggel szoros összefüggésben áll a légnedvesség. Megvizsgáltuk a júliusi időszakban a légnedvesség (Bóly 62,9%; Békéscsaba 60,4%; Taktaharkány 67,8%; Mosonmagyaróvár 64,8%) terméshozamra gyakorolt hatását ($R^2=0,5560$), mely közepes korrelációt mutat. Júliusban történik a kukorica virágzása és termés megkötés. Minél magasabb a relatív páratartalom, annál sikeresebb a termés megkötés. Azonban gyenge kapcsolat ($R^2=0,2618$) látható a relatív páratartalom júliusi időszakában és a betakarított szemnedvesség között.

Az átlag hőmérséklet szeptember-októberi időszakban és a terméshozam között $R^2 = -0,4917$ értéket láthatunk. Az őszi időszakban tapasztalható magasabb hőmérséklet már csökkenti a várható terméshozamot. Azt feltételezzük, hogy ebben az időszakban a hőmérséklet hatására csökkent a szemnedvesség is. Azonban a betakarított termés szemnedvessége és az átlaghőmérséklet szeptember-októberi időszaka között nincs statisztikai korreláció ($R^2 = 0,009$).

Az átlagos maximum hőmérséklet szeptember-októberi időszaka és a termésmennyiség között ($R^2 = -0,5494$) korreláció van, míg átlagos maximum hőmérséklet szeptember-októberi időszaka és a szemnedvesség között ($R^2 = -0,3213$) a korreláció. A következtetés az, hogy a termés szemnedvességét csökkenti a maximum hőmérséklet szeptember-októberben, mely pozitív gazdasági szempontból. De ez összefüggésben áll az összes termésmennyiség csökkenésével is.

5. táblázat: Bóly összehasonlító elemzése a terméshozamra és szemnedvességre vonatkozóan a különböző hibrid, éréscsoport függvényében (3-tényezős ANOVA)

	F-érték	p-érték	Szemnedvesség %	F-érték	p-érték
Hibrid	6,041	0,0141*	Hibrid	170,475	<0,001***
Éréscsoport	35,042	<0,001***	Éréscsoport	268,966	<0,001***
Tőszám	53,315	<0,001***	Tőszám	2,143	0,1438
Hibrid : Tőszám	0,042	0,9588	Hibrid : Tőszám	3,346	0,0678
Hibrid : Éréscsoport	0,005	0,9423	Hibrid : Éréscsoport	69,336	<0,001***
Tőszám : Éréscsoport	2,576	0,0765	Tőszám : Éréscsoport	0,71	0,4921
Hibrid : Tőszám : Éréscsoport	0,026	0,9745	Hibrid : Tőszám : Éréscsoport	0,371	0,6904

Az 5. táblázat vizsgálva látható, hogy a **terméshozamra** mely tényezők voltak hatással. A legnagyobb befolyást a tőszám, éréscsoport egyenként majd a tőszám és éréscsoport együttes hatása okozta ($R^2 = <0,001***$). A táblázatból kiderül, hogy önmagában a hibrid is hatással volt a terméshozamra ($R^2 = 0,0141*$). Együttesen a hibrid választás és a tőszám nem befolyásolta a terméshozamot ($R^2 = 0,9588$). Az együttes hatások, mint a hibrid és éréscsoport nem voltak statisztikailag kimutatható hatással a terméshozamra ($R^2 = 0,9423$). Továbbá ezt a megállapítást tehetjük, amikor együttesen vizsgáljuk a hibrid, tőszám és éréscsoport hatását a termésmennyiségre ($R^2 = 0,9745$).

A 5. táblázat eredményeit tovább elemezve, a **szemtermésre** gyakorolt hatásokat, a következő megállapításokat tehetjük. A szemnedvességet leginkább befolyásoló tényezők a tőszám, az éréscsoport és együttesen a hibrid és éréscsoport ($R^2 = <0,001***$). A tőszám viszont nem volt hatással a szemnedvességre ($R^2 = 0,1438$). Együttesen a hibrid és a tőszám ($R^2 = 0,0678$), a tőszám és éréscsoport ($R^2 = 0,4921$), illetve a három együttes tényező ($R^2 = 0,6904$) sem tudott hatást gyakorolni.

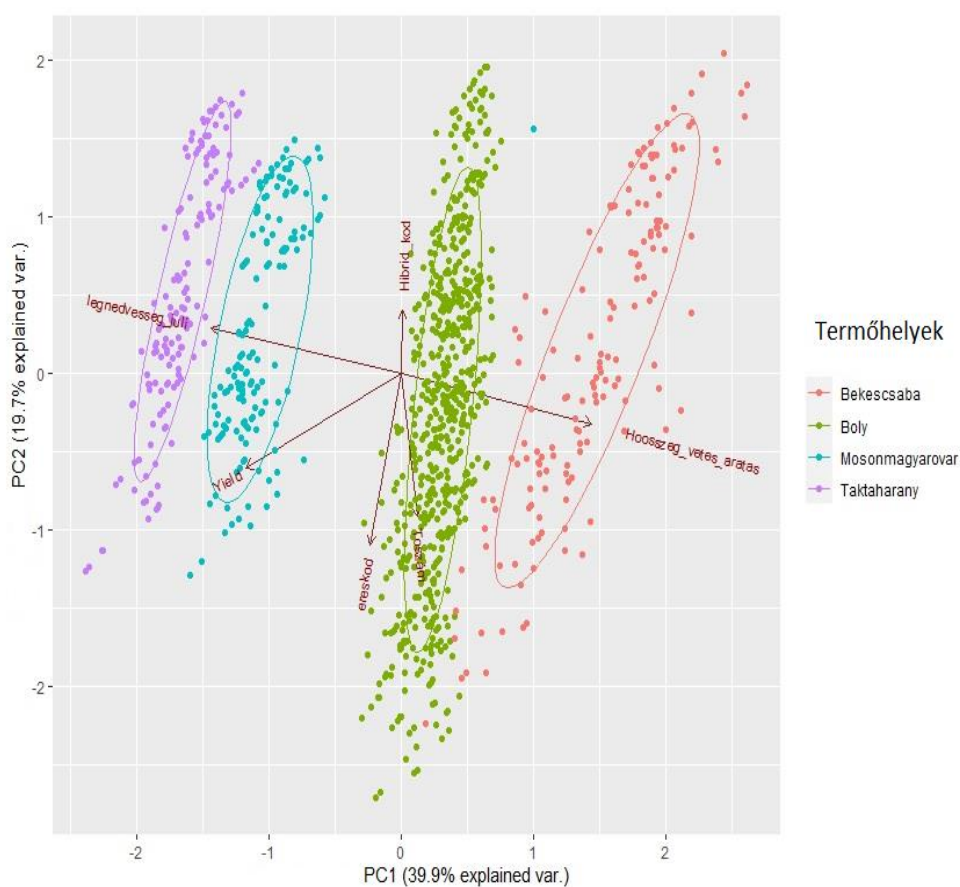
6. táblázat: Különböző termőhelyek összehasonlító elemzése a terméshozam és szemnedvesség vonatkozásában a különböző hibrid, éréscsoport, illetve a termőhely függvényében (3-tényezős ANOVA)

Terméshozam	F-érték	p-érték	Szemnedvesség %	F-érték	p-érték
Hibrid	10,71	0,011**	Hibrid	138,154	<0,001***
Éréscsoport	62,118	<0,001***	Éréscsoport	420,403	<0,001***
Termőhely	272,629	<0,001***	Termőhely	652,292	<0,001***
Hibrid : Éréscsoport	0,075	0,92806	Hibrid : Éréscsoport	66,244	<0,001***
Hibrid : Termőhely	4,714	0,00283**	Hibrid : Termőhely	8,758	<0,001***
Éréscsoport : Termőhely	18,721	<0,001***	Éréscsoport : Termőhely	16,244	<0,001***
Hibrid : Termőhely : Éréscsoport	0,98	0,4375	Hibrid : Termőhely : Éréscsoport	1,559	0,156

A 6. táblázat elemzésénél a **terméshozam** alakulására a következő tényezők voltak hatással: legnagyobb mértékben a termőhely, illetve az éréscsoport befolyásolta a termés hozamot ($R^2 < 0,001^{***}$). Együttes hatásként a termőhely és az éréscsoport nagymértékben befolyásolta a termés hozamot ($R^2 < 0,001^{***}$). A hibrid választás befolyással volt a termés hozamra ($R^2 = 0,001^{**}$). Összetett hatásként a választott hibrid és a termőhely ($R^2 = 0,00283^{**}$) nagy mértékben befolyásolta a betakarított hozamot. A hibrid és Együttes hatása a hibrid, termőhely és éréscsoportnak statisztikai szempontból nem befolyásolta a termés hozamot ($R^2 = 0,4375$).

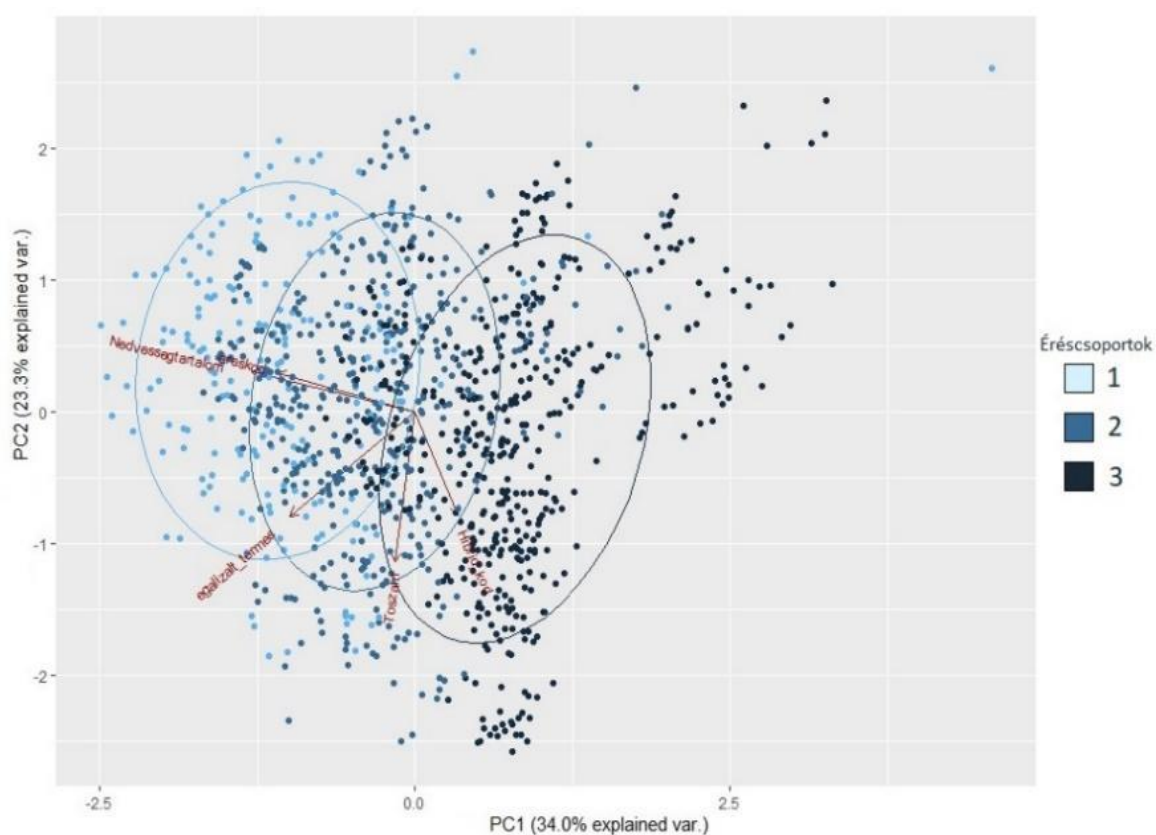
A 6. táblázat további elemzése során láthatjuk, hogy a **szemnedvességet** a következő tényezők befolyásolták: A hibrid, termőhely és éréscsoport egyaránt nagy hatást gyakorolt a betakarított szemnedvességtartalom alakulására ($R^2 < 0,001^{***}$). Komplex hatásként elmondható, hogy a hibrid és termőhely ($R^2 < 0,001^{***}$), illetve a hibrid és éréscsoport ($R^2 < 0,001^{***}$), termőhely és éréscsoport ($R^2 < 0,001^{***}$) egyaránt nagymértékben befolyásolták a szemtermés nedvességtartalmát. Egyedül a hibrid, termőhely és éréscsoport hármas hatás nem tudott érvényesülni a szemnedvesség alakításában ($R^2 = 0,156$).

A főkomponens analízis (PCA) során azt szerettem volna bizonyítani, hogy mely komponensek vannak a legnagyobb hatással az adatok szórására. Két szempont szerint vizsgáltam az eseteket. Először figyelembe vettük a termőhelyre vonatkozó meteorológiai információkat és a termőhely nevével fémjelzett egyéb helyi hatásokat. Ez alapján egyértelműen kimondható, hogy a termőhely megválasztása és az ott uralkodó meteorológiai viszonyok döntően befolyásolják a várható termés hozamot. A variancia 40%-ért ezek a tényezők felelnek (12. ábra). A fontossági sorrendben ezt követik az agrotechnikai tényezők, mint a hibrid, az éréscsoport, illetve a tőszám megválasztása 20% varianciával.



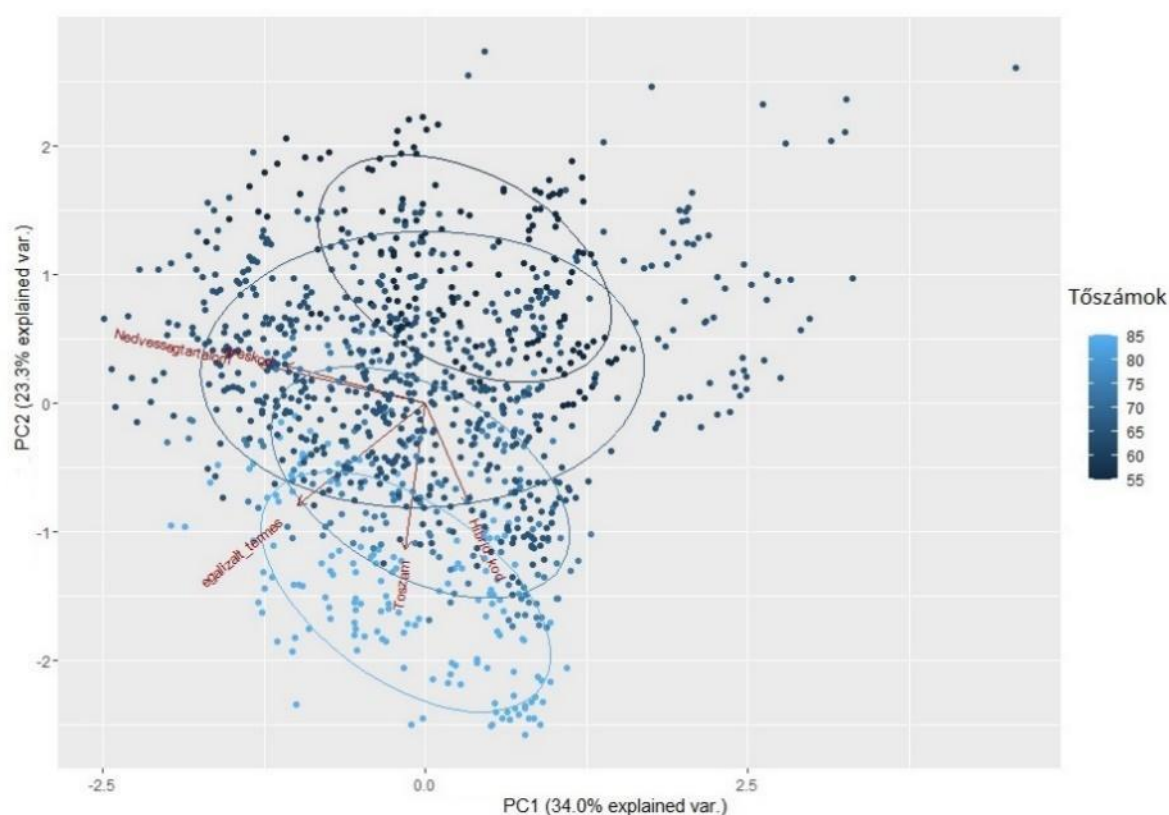
12. ábra: Főkomponens elemzés (PCA), termőterületek szerint

Második lépésként kizártuk a számításokból a statisztikailag legerősebb környezeti tényezőket annak érdekében, hogy megvizsgáljuk a agrotechnikai értelemben választható és módosítható (hibrid, éréscsoport, tőszám) paramétereket. A 13. ábrán láthatjuk, hogy az adatok legnagyobb szórását (PC1, 34%) az éréscsoport okozza. Az ellipszisek egyértelmű csoportokra osztják az egyes éréscsoportokat (1: korai, 2: középkorai, 3: kései) az x-tengely mentén.



13. ábra: Főkomponens elemzés (PCA), éréscsoport szerint csoportosítva

A második legnagyobb varianciát a tőszám okozza (14. ábra), amely szintén az ellipszisek alapján készült csoportosításból tűnik ki. A 14. ábrán ugyanazok a pontok láthatók, mint a 8. ábrán, csak a csoportosítás szempontját változtattuk, így megkaptuk a második főkomponens menti varianciát (y-tengely). A hibridhatást vizsgálva kijelenthetjük, hogy nem különíthetők el statisztikailag szignifikánsan eltérő csoportok a PCA segítségével, így ennek a tényezőnek a hatása elhanyagolható a másik kettő (érés csoport, tőszám) mellett.



14. ábra: Főkomponens elemzés (PCA), tőszám

7. táblázat: Korai éréscsoport átlagos egalizált hozama (t/ha) a különböző termőterületeken

	Barington	Cali	DKC4391	DKC4590	DKC4709	Filea	Hypolito	Loupiac	Merida	Mv352	P9363	P9415	P9610	SG167	Synopsis	SyZefir	Átlag
Bekescsab	9,4	8,4	8,6	7,3	8,9	6,7	9,6	9,2	9,3	8,3	10,7	9,2	10,0	6,9	10,4	7,6	9,0
Boly 65	12,0	12,2	12,8	11,7	13,3	12,6	13,9	12,3	12,8	12,0	13,2	13,6	13,2	14,1	12,6	13,4	13,1
Mosonma	12,4	12,0	12,7	12,2	13,4	13,1	14,3	12,4	13,1	11,5	13,4	13,8	12,9	13,5	13,5	12,7	13,1
Taktahark	12,0	13,6	14,8	13,1	14,4	13,9	16,0	13,5	14,2	11,9	14,7	13,7	14,5	15,2	14,0	14,1	14,0
Átlag	11,5	11,6	12,2	11,1	12,5	11,6	13,4	11,9	12,4	10,9	13,0	12,6	12,7	12,4	12,6	11,9	12,1

8. táblázat: Korai éréscsoport betakarított átlagos szemnedvességtartalma (%) a különböző termőterületeken

	Barington	Cali	DKC4391	DKC4590	DKC4709	Filea	Hypolito	Loupiac	Merida	Mv352	P9363	P9415	P9610	SG167	Synopsis	SyZefir	Átlag
Bekescsab	14,5	16,7	14,1	14,1	16,3	15,1	15,5	15,5	16,3	17,6	16,4	13,4	15,0	13,1	16,4	14,9	15,3
Boly 65	18,1	18,9	18,9	18,3	19,6	18,5	17,2	20,3	19,1	22,4	17,8	16,6	18,8	17,5	18,6	19,9	18,8
Mosonma	24,9	24,8	24,7	26,5	26,2	26,0	26,0	25,9	27,2	28,1	27,0	24,4	25,6	27,4	25,7	28,2	26,6
Taktahara	17,4	18,0	17,2	18,4	19,2	17,2	16,4	20,7	17,3	23,8	17,0	15,9	17,5	16,6	17,4	20,3	18,3
Átlag	18,7	19,6	18,7	19,3	20,3	19,2	18,7	20,6	20,0	23,0	19,5	17,6	19,2	18,6	19,5	20,8	19,6

9. táblázat: Közép éréscsoport átlagos egalizált hozama (t/ha) a különböző termőterületeken

	Armagnac	Cadixxio	C Corassanc	DKC4897	DKC4943	DKC5092	Extasia	Fidencio	Fornad	Kabaretto	KWS Inteli	Mendy	Mg440	P0023	P9903	P9978	Átlag
Bekescsab	11,1	9,8	12,1	12,5	11,1	13,3	11,5	12,8	11,4	11,3	11,9	9,9	12,3	10,6	9,1	10,8	10,8
Boly 65	11,4	11,7	12,1	13,5	12,7	13,2	12,0	13,0	11,9	13,1	13,0	12,5	13,5	12,5	12,3	13,0	12,8
Mosonma	13,4	13,3	13,7	14,8	13,5	14,4	13,7	15,0	14,3	13,8	14,8	14,0	14,6	14,2	13,8	14,4	14,2
Taktahara	14,0	13,7	14,4	15,3	14,7	16,0	14,1	15,0	14,3	15,5	15,2	14,9	15,1	14,2	15,0	15,4	15,0
Átlag	12,5	12,1	13,1	14,0	13,0	14,2	12,8	14,0	13,0	13,4	13,7	12,8	13,9	12,9	12,6	13,4	13,2

10. táblázat: Közép éréscsoport betakarított átlagos szemnedvességtartalma (%) a különböző termőterületeken

	Armagnac	Cadixxio	Corassanc	DKC4897	DKC4943	DKC5092	Extasia	Fidencio	Fornad	Kabaretto	KWS	Inteli	Mendy	Mg440	P0023	P9903	P9978	Átlag
Bekescsab	19,7	18,5	23,8	17,5	17,9	18,5	21,2	20,2	19,0	17,0	20,9	17,5	19,6	18,4	16,3	16,4	18,0	
Boly 65	22,7	21,5	23,9	20,7	18,1	23,5	22,1	21,6	22,0	20,9	20,0	19,3	22,8	20,4	19,0	17,7	20,0	
Mosonma	27,7	28,2	28,2	27,9	25,2	27,7	28,1	27,7	27,3	27,3	27,6	27,0	27,8	27,3	26,4	25,2	26,9	
Taktahara	23,8	21,7	24,4	20,7	18,3	23,2	22,5	22,7	20,6	19,5	20,0	18,7	23,4	20,0	18,6	17,9	19,7	
Átlag	23,5	22,5	25,1	21,7	19,9	23,2	23,5	23,0	22,2	21,2	22,1	20,6	23,4	21,5	20,1	19,3	22,0	

A 7.-10 táblázatokban a különböző termőhelyeken mért termés mennyiség alakulását láthatjuk éréscsoportonkénti bontásban. A hozamot 13,5 % nedvesség-tartalomra egalizáltuk.

7. táblázat Hypolito hibrid a terméshozama volt a legnagyobb a négy helyszín átlagában. Kiegyenlített teljesítménye azt mutatja, hogy kevésbé érzékeny a termőhelyre. A következő hibrid a P9363 volt mely megközelítőleg 400 kg/ha-al kisebb termést adott. Az éréscsoport átlagához (12,1 t/ha) képest pozitív variánsok voltak a Pioneer hibridek, valamint a Synopsis, az SG167.

8. táblázatot nézve láthatjuk, hogy a korai éréscsoport nedvességtartalmának alakulását. Az éréscsoport átlaga 19,6% volt, melyet nagymértékben növelt a Mosonmagyaróvári helyszín. A többi termőhely nedvességtartalmának átlaga a teljes éréscsoport átlaga alatt maradt. A legkedvezőbb nedvességtartalommal a P9363 hibrid rendelkezett. Ezt követően négy hibrid is megközelítőleg azonos nedvességtartalommal bír (Barington, DKC4391, Hypolito, SG167).

9. táblázatban a középérésű hibridek hozamát láthatjuk. Ebben az éréscsoportban több hibrid is kielégítő termés mennyiséget adott (13,9-14,2 t/ha) és kis különbséggel (0,3 t/ha) négy hibrid emelhető ki, a DKC4897, a DKC5092, a Fidencio, és az Mg440. Átlagosan 13,2 t/ha egalizált termést sikerült betakarítani ebben az éréscsoportban. A három éréscsoport közül ez a csoport adta a legnagyobb termés mennyiséget.

10. táblázatban a közép éréscsoport betakarításkori nedvességtartalma látható. Átlagosan 22% nedvességtartalommal tudtuk betakarítani ezt az éréscsoportot. Ez a korai éréscsoportnál 2,4%-kal magasabb volt. Három hibrid kis eltéréssel megfelelően alacsony volt a betakarítási szemnedvessége (DKC 4943, P9903, P9978).

11. táblázat: Késői éréscsoport átlagos egalizált hozama (t/ha) a különböző termőterületeken

	Device	DKC5542	DKC5685	Kalabre	P0217	P0725	P9911	Átlag
Bekescsaba	12,3	8,4	14,1	12,0	10,1	12,4	11,9	11,6
Boly 65	11,5	11,0	13,5	12,4	12,5	13,9	12,4	12,5
Mosonma	11,8	12,3	14,1	12,4	13,1	13,5	12,0	12,7
Taktahara	14,3	14,7	16,8	14,6	15,2	16,0	15,2	15,3
Átlag	12,5	11,6	14,6	12,9	12,7	14,0	12,9	13,0

11. táblázatban a kései éréscsoport termésmennyiségét láthatjuk. Megállapítható, hogy az éréscsoport átlaghozama jelentős 13 t/ha volt. Közülük két hibridre a DKC5685, és a P0725-re hívnám fel a figyelmet, előbbi hozama volt a legnagyobb az összes éréscsoport mind a 39 hibridje közül. A vizsgált éréscsoportok közül Taktaharkányban sikerült a legtöbb hozamot realizálni (15,3 t/ha). Ugyancsak megállapítható, hogy a gyengébb termőhelyi adottságokkal rendelkező területen, mint Békéscsaba, a késői éréscsoporttal lehetett elérni a legmagasabb hozamot.

12. táblázat: Késői éréscsoport betakarított átlagos szemnedvességtartalma (%) a különböző termőterületeken

	Device	DKC5542	DKC5685	Kalabre	P0217	P0725	P9911	Átlag
Bekescsaba	23,6	24,1	27,0	26,8	17,5	26,9	21,8	23,9
Boly 65	23,8	24,5	26,6	24,5	20,1	23,4	19,5	23,2
Mosonma	28,5	29,8	31,0	30,4	27,9	30,6	29,4	29,6
Taktahara	24,9	24,6	26,5	24,2	20,3	24,2	19,1	23,4
Átlag	25,2	25,7	27,8	26,5	21,5	26,3	22,4	25,0

12. táblázatot vizsgálva láthatjuk, hogy a legnagyobb szemnedvesség ebben az éréscsoportban volt átlagosan 25%. Azonban ebben az éréscsoportban is találhatóak 20% nedvességtartalomhoz közeli értékek a P0217 és a P0725 esetében.

13. táblázat: Bóly korai éréscsoport átlagos egalizált terméshozama (t/ha) különböző tőszámoknál

	Barington	Cali	DKC4391	DKC4590	DKC4709	Filea	Hypolito	Loupiac	Merida	Mv352	P9363	P9415	P9610	SG167	Synopsis	SyZefir	Átlag
Boly 55	11,3	11,4	11,8	10,8	11,9	11,2	13,4	11,4	12,5	10,8	12,2	12,1	12,0	13,0	11,8	11,2	11,9
Boly 65	12,0	12,2	12,8	11,7	13,3	12,6	13,9	12,3	12,8	12,0	13,2	13,6	13,2	14,1	12,6	13,4	13,1
Boly 75	12,2	12,2	12,9	12,4	12,8	12,2	14,0	12,2	12,6	11,5	13,0	13,2	12,5	13,3	13,2	13,3	12,9
Boly 85	12,2	13,0	13,4	12,6	14,0	13,2	14,6	12,2	13,3	12,1	14,1	13,7	13,8	13,7	13,3	13,5	13,5
Átlag	11,9	12,2	12,7	11,9	13,0	12,3	14,0	12,0	12,8	11,6	13,1	13,2	12,9	13,5	12,7	12,8	12,7

14. táblázat: Bóly korai éréscsoport átlagos szemnedvességtartalma (%) különböző tőszámoknál

	Barington	Cali	DKC4391	DKC4590	DKC4709	Filea	Hypolito	Loupiac	Merida	Mv352	P9363	P9415	P9610	SG167	Synopsis	SyZefir	Átlag
Boly 55	18,2	18,4	18,0	18,8	19,7	18,2	17,0	20,0	19,0	22,5	18,1	16,3	19,1	18,1	18,1	20,1	18,9
Boly 65	18,1	18,9	18,9	18,3	19,6	18,5	17,2	20,3	19,1	22,4	17,8	16,6	18,8	17,5	18,6	19,9	18,8
Boly 75	17,8	18,4	18,5	18,7	19,6	18,6	17,6	21,2	17,9	22,8	17,3	16,7	18,8	17,2	18,4	19,4	18,7
Boly 85	17,6	18,1	18,3	18,3	19,1	18,4	17,1	20,5	17,5	20,9	16,9	16,4	18,3	16,9	18,4	18,6	18,1
Átlag	17,9	18,4	18,4	18,5	19,5	18,4	17,2	20,5	18,3	22,1	17,5	16,5	18,7	17,4	18,4	19,5	18,6

15. táblázat: Bóly közép éréscsoport átlagos egalizált terméshozama (t/ha) különböző tőszámoknál

	Armagnac	Cadixxio	Corassanc	DKC4897	DKC4943	DKC5092	Extasia	Fidencio	Fornad	Kabaretto	KWS Inteli	Mendy	Mg440	P0023	P9903	P9978	Átlag
Boly 55	11,4	11,7	11,5	13,5	11,6	12,8	11,6	13,1	11,8	13,0	12,7	12,8	13,3	12,7	12,7	12,6	12,8
Boly 65	11,4	11,7	12,1	13,5	12,7	13,2	12,0	13,0	11,9	13,1	13,0	12,5	13,5	12,5	12,3	13,0	12,8
Boly 75	12,1	12,6	12,7	14,6	13,2	14,8	12,6	14,2	13,0	13,3	14,1	13,0	14,3	13,2	13,2	14,1	13,6
Boly 85	13,1	13,0	13,5	14,7	14,1	15,4	13,4	14,5	13,5	14,7	14,7	14,0	15,2	14,0	13,7	14,2	14,3
Átlag	12,0	12,3	12,4	14,1	12,9	14,0	12,4	13,7	12,5	13,5	13,6	13,1	14,1	13,1	12,9	13,5	13,1

16. táblázat: Bóly közép éréscsoport átlagos szemnedvességtartalma (%) különböző tőszámoknál

	Armagnac	Cadixxio	Corassanc	DKC4897	DKC4943	DKC5092	Extasia	Fidencio	Fornad	Kabaretto	KWS Inteli	Mendy	Mg440	P0023	P9903	P9978	Átlag
Boly 55	21,5	22,3	23,4	20,4	18,9	22,8	22,8	21,4	21,3	20,3	19,4	19,0	21,8	20,4	19,1	17,9	19,7
Boly 65	22,7	21,5	23,9	20,7	18,1	23,5	22,1	21,6	22,0	20,9	20,0	19,3	22,8	20,4	19,0	17,7	20,0
Boly 75	22,3	22,6	24,6	20,5	18,6	23,1	22,8	22,0	22,7	20,1	20,1	19,5	22,5	19,4	19,3	17,5	19,8
Boly 85	23,3	21,3	24,8	20,5	18,0	23,5	21,7	22,4	21,3	20,0	19,9	18,9	23,0	19,3	17,6	17,5	19,4
Átlag	22,4	21,9	24,2	20,5	18,4	23,2	22,3	21,9	21,8	20,3	19,9	19,2	22,5	19,9	18,7	17,7	20,9

13.-16. táblázatot elemezve megfigyelhetjük a különböző hibridek tőszám sűrítésének hatását, az egalizált hozamra és a szemnedvességre a bólyi termőhelyen.

A 13. táblázatban a korai éréscsoport átlag egalizált terméshozamát (t/ha) láthatjuk. Ez a csoport átlagosan 12,7 t/ha terméshozamot ért el. A termésmennyiségben különbséget figyelhetünk meg, a nagyobb a tőszámmal történő vetés esetén, a terméskülönbség átlagosan 1,6 t/ha volt. Találtunk köztük olyan hibrideket is, amelyek kiegyenlítően magas termésre voltak képesek tőszámtól függetlenül, mint a Hypolito és SG167.

A korai éréscsoport átlag szemnedvességtartalma (%) látható a 14. táblázatban. Átlagosan 18,6 % nedvességtartalommal tudtuk betakarítani ezt az éréscsoportot. A nagyobb tőszám hatására alacsonyabb szemnedvességgel lehet betakarítani a termést. Az 55.000 tő/ha és a 85.000 tő/ha közötti tőszámsűrűség terméshozambeli különbsége 0,8% volt. A P9415 hibrid 16,5% nedvességtartalommal teljesített optimálisabban a többi hibridhez képest.

15. táblázatban a középérésű csoport átlag egalizált terméshozamát (t/ha) láthatjuk. A táblázatot elemezve a következők állapíthatók meg. Magasabb terméshozamot tudtunk realizálni a korai éréscsoporthoz képest, ez átlagosan 13,1 t/ha-t jelent. Az éréscsoportban voltak kiemelkedő hibridek, úgymint a DKC4897, DKC5092, Mg440, átlagosan 14 t/ha átlagterméssel. A tőszámsűrítés hatására 2,6 t/ha termés többletünk lett DKC5092 hibridnél, ez is rávilágít arra, hogy gazdasági szempontból átgondolandó a magasabb tőszám alkalmazása.

Bóly középérésű csoport átlag szemnedvességtartalma (%) látható különböző tőszámoknál a 16. táblázatban. Ezt elemezve láthatjuk, hogy itt már magasabb a betakarított termés szemnedvességtartalma a korai éréscsoporthoz képest, átlagosan 20,9%. Voltak kedvezőbb szemnedvesség tartalmú hibridek, mint a P9978 hibrid, amelynek a nedvességtartalma 17,7 % volt. Itt nem figyelhető meg egységes tendencia, de voltak olyan hibridek, amelyeknél a tőszámsűrítés hatására alacsonyabb nedvességet értünk el, mint például a DKC4943 hibridnél, 0,9%-kal.

17. táblázat: Bóly késői éréscsoport átlag egalizált terméshozama (t/ha) különböző tőszámoknál

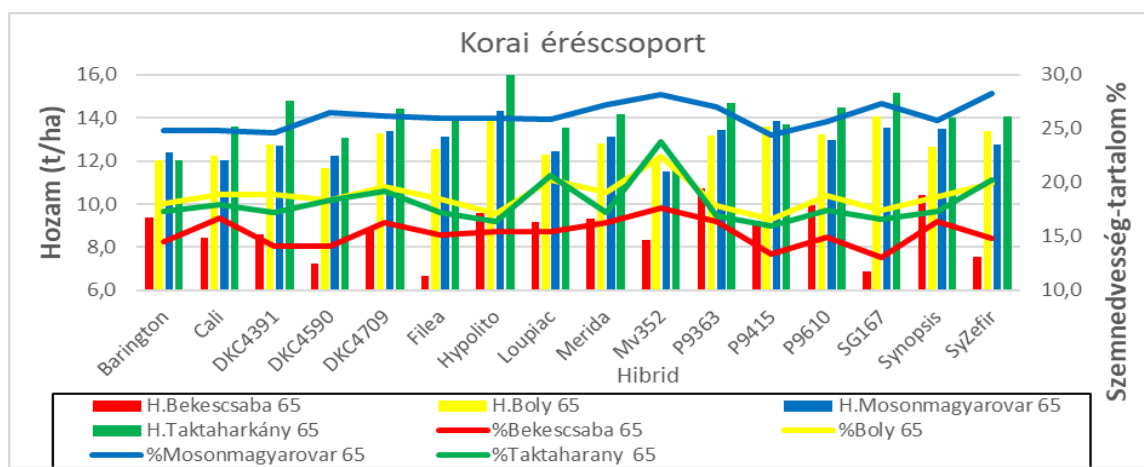
	Device	DKC5542	DKC5685	Kalabre	P0217	P0725	P9911	Átlag
Boly 55	12,5	12,5	13,7	11,9	12,9	13,8	13,0	12,9
Boly 65	11,5	11,0	13,5	12,4	12,5	13,9	12,4	12,5
Boly 75	13,3	11,9	14,7	13,6	13,7	14,3	13,1	13,5
Boly 85	12,7	11,9	13,9	13,0	13,2	14,5	12,8	13,1
Átlag	12,5	11,8	13,9	12,7	13,1	14,1	12,8	13,0

A késői éréscsoport átlag egalizált terméshozamát (t/ha) láthatjuk a *17. táblázatban*. Látható, hogy átlagosan 13 t/ha átlagtermést értünk el, kissé elmaradva a középső éréscsoporttól. Azonban az éréscsoporton belül is voltak kiemelkedő hibridek, úgy mint a DKC5685 és a P0725 hibrid. Nem minden hibrid reagált a nagyobb tőszámra magasabb hozammal, de van olyan ami 1,1 t/ha-ral nagyobb hozamot eredményezett (Kalabre).

18. táblázat: Bóly késői éréscsoport átlagos szemnedvességtartalma (%) különböző tőszámoknál

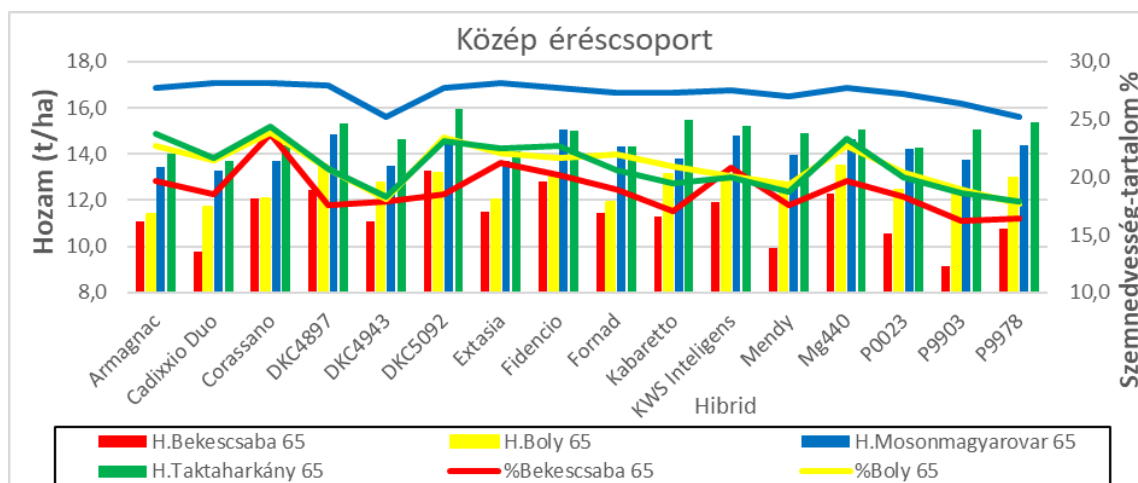
	Device	DKC5542	DKC5685	Kalabre	P0217	P0725	P9911	Átlag
Boly 55	23,2	24,4	25,8	22,7	19,4	23,0	19,3	22,6
Boly 65	23,8	24,5	26,6	24,5	20,1	23,4	19,5	23,2
Boly 75	22,8	23,7	26,3	24,4	19,4	23,0	19,0	22,7
Boly 85	22,9	23,3	26,3	23,9	18,7	22,0	19,1	22,3
Átlag	23,2	24,0	26,2	23,9	19,4	22,9	19,2	22,7

18. táblázatot megtekintve láthatjuk, hogy a késői éréscsoportot 22,7% átlagos nedvességtartalommal sikerült betakarítani. Ez a nedvességtartalom a középső éréscsoporthoz képest magasabb 1,8%-kal. Kettő hibridet azonban ez alatt sikerült betakarítani (P0217 és P9911).



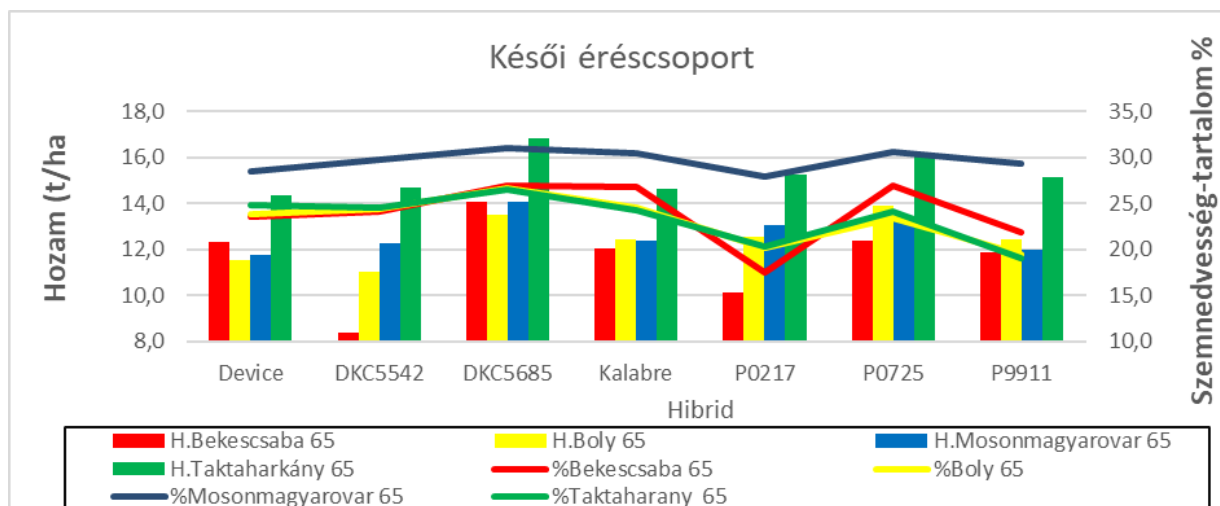
15. ábra: Korai éréscsoport átlag egalizált hozama (t/ha) és szemnedvességtartalma (%) alakulása a különböző termőterületek

15. ábrát vizsgálva láthatjuk a különböző hibridek egalizált hozamát és a szemnedvesség tartalmának (%) alakulását a különböző helyszíneken. Látható, hogy egyes hibridek kevésbé érzékenyek a gyengébb termőhelyi adottságokra. Ilyen hibrid a P9610, P9610 és a Synopsis. Azonban vannak olyan hibridek is, amelyek terméshozamot tekintve kevésbé tolerálják a számukra kedvezőtlen feltételeket (DKC4509, Filea, SG167).



16. ábra: Közép éréscsoport átlagos egalizált hozama (t/ha) és szemnedvességtartalma (%) alakulása a különböző termőterületeken

16. ábra a közép éréscsoport átlag egalizált hozamának (t/ha) és szemnedvességtartalmának (%) alakulását mutatja a különböző termőterületeken. Látható, hogy itt összességében magasabb hozamokat értek el a hibridek, mint a korai éréscsoportban lévők. Ebben az éréscsoportban is vannak olyan hibridek, amelyek a stresszt jobban tolerálták és kiegyenlítetten tudtak fejlődni a különböző termőhelyeken. Ilyen hibrid a DKC4897, a DKC5092, a Fidencio és a Fornad. Azonban voltak olyan hibridek, amelyek eltérő terméshozammal reagáltak a különböző adottságú termőterületekre. Ilyen hibrid volt a Cadixio Duo, a Mendy és a P9903.



17. ábra: Késői éréscsoport átlagos egalizált hozama (t/ha) és szemnedvességtartalma (%) alakulása a különböző termőterületeken

17. ábrán a késői éréscsoport átlag egalizált hozamát (t/ha) és szemnedvességtartalmának (%) alakulását figyelhetjük meg a különböző termőterületek függvényében. Ezt vizsgálva láthatjuk, hogy késői éréscsoport termés alakulását. Kiegyenlítő hibridek amelyek a különböző termőhelyi adottságokra kevésbé reagáltak egyenletesen termettek. Ezen hibridek Device, DKC5685, Kalabre. és egy hibrid kiemelkedően érzékeny a termőhelyi adottságokra ez a DKC5542.

Összefoglalva az eddig bemutatott ábrákat, a következők mondhatóak el:

A vizsgált termőhelyek közül Taktaharkányban volt a legnagyobb a kísérletek termésátlaga. Azon belül is itt a késői érés csoport teljesített jobban. Összességében Bólyban és Mosonmagyaróváron hasonlóan jó volt a terméshozam. Azonban Bólyt azért sorolnám előrébb, mivel a szemnedvesség tartalma alacsonyabb volt a mosonmagyaróvári területekhez képest. Békéscsaba terméshozamot vizsgálva az utolsó helyen végzett minden csoportban, de a szemnedvessége a vizsgált települések közül a legjobb volt. Magyarázat a kis termésre és szemnedvesség tartalomra lehet a júniusi csapadékösszeg (10. ábra) és ezzel összefüggésben a relatív páratartalom alakulása (11. ábra).

A vizsgált éréscsoportok közül átlagosan a késői (13,1 t/ha) és a középső (13,3 t/ha) éréscsoport teljesítette a legmagasabb hozamot. Ebben az évben a vizsgát hibridekkel és termőhelyeken a korai érés csoport (13,3 t/ha) átlagosan egy tonnával teljesített gyengébben a másik kettő csoporthoz képest.

Vizsgálatunk során kiderül, hogy a korai éréscsoport volt szemnedvességben a legkedvezőbb (19,1%), azonban a középső (21,5%) éréscsoport 2,5%-kal magasabb

víztartalommal rendelkezett. A késői éréscsoportból volt a legkedvezőtlenebb az szemnedvességtartalom (24%).

Összességében kijelenthető, hogy a középső és késői csoport teljesített gazdasági szempontból jobban a vizsgálati évben.

A bolyi termőterületeket tekintve a tőszám sűrítése szempontjából a korai és középső éréscsoportban 1,5 t/ha egalizált szemtermés különbséget mértünk. A késői éréscsoportban 0,6 t/ha egalizált szemtermés különbséget tapasztaltunk. A szemnedvességet nagymértékben nem tudtuk befolyásolni, de pár százalékponttal kevesebb nedvességtartalommal tudtuk betakarítani. Összességében kijelenthető, hogy a vizsgált 55.000 tő/ha és 85.000 tő/ha közötti növénytűrség hatással van a szemtermésre hozamára.

A hibrideket vizsgálva eltérő terméseredményeket kaptunk. Egyértelműen fontos a megfelelő éréscsoport kiválasztása is, habár statisztikailag nem a hibridhatást találtuk a legerősebbnek, de az éréscsoportokon belül azért vannak különbségek a terméshozamot és szemnedvességet tekintve a hibridek között. Terméshozamot tekintve a korai érés csoportban a Hypolito hibrid teljesített optimálisan. Szemnedvességre vonatkozva a P9415 hibrid produkálta a legjobb eredményeket.

P0217 és DKC5685 hibrid a késői csoportból kiemelkedően teljesített a terméshozamban, de a szemnedvességben a P0217 és P9911 hibrid volt legoptimálisabb.

3.3. Következtetések és javaslatok

Főkomponens analízis alapján egyértelműen arra a következtetésre jutottam, hogy a termőhely és különös tekintettel a termőhely időjárási viszonyai jelentős hatást gyakorolnak vagy jelentősen befolyásolják a termés hozamot és szemnedvességet. Második legjelentősebb hatásnak tekinthető az éréscsoport megválasztása. A főkomponens analízis alapján egyértelműen megállapítható, hogy adott termőhelyen melyik érés csoportot és melyik hibridet válasszuk a termesztés során. Korai éréscsoportból a Hypolito , közép éréscsoportból DKC 5092, késő éréscsoportból DKC 5685 termesztése javasolt.

A tőszám kísérlet rámutatott arra, hogy a magasabb tőszám termésmennyiség növekedéssel és nedvességtartalom csökkenéssel jár együtt. A tőszám növelése adott talaj- és klimatikus körülmények között a termés mennyiségét egyenes arányban növeli 85.000 tő/ha-ig, amely gazdasági szempontból előnyös. A nedvességtartalom csökkenése a szállítási költségekre vonatkoztatva is igen gazdaságos lehet. Így a 2021 évben mindenképpen a nagyobb tőszámú vetés bizonyult perspektivikusnak.

Az agrometeorológiai körülmények összefüggéseiből kiderül, hogy a csapadékmennyiség a szemtermés mennyiség és nedvességtartalmára is hatással van, valamint a júliusi légnedvesség alakulása. Ezenkívül megállapítható, hogy az éven belüli csapadékeloszlás nagyobb hatást gyakorol a termésmennyiség és termés nedvesség alakulására, mint az egész éves csapadékmennyiség különösen a július és augusztusi csapadékösszeg tekintjük.

A kísérletek során megállapítható, hogy a 2021. évben a közép és kései éréscsoport hibridjei használták ki leginkább a talaj és időjárási adottságokat.. A négy helyszín átlagában DKC5685 volt.

A jelenlegi gáz- és energia árakat tekintve a legperspektivikusabb a korai és a középérésű csoport termesztése különös tekintettel nedvességtartalomra és hozamra.

2021-ben az effektív hőösszeg a késői érés csoport termesztésének kedvezett. Ez azonban nem jelenti azt, hogy minden évjáratban biztonsággal beérnek ezen éréscsoport hibridjei.

4. Összefoglalás

A Hazai kukoricatermesztés számára komoly kihívást jelentenek a hibridek alkalmazkodóképességét oly sokszor próbára tevő szélsőséges időjárási körülmények. A termelők számára nagyon fontos a termésbiztonság, sok múlik az adott termőhelyi viszonyokhoz legjobban alkalmazkodó éréscsoport, hibrid, vagy a megfelelő tőszám megválasztásán. A klasszikus „üzemi fajtasorok” nem adnak kellő információt az egyes hibridek termesztetőségéről, különösen nem az eltérő termőhelyi viszonyokhoz való alkalmazkodási képességükről. Ezért fontosak az olyan kísérletek, melyek tudományos precizitással kerülnek beállításra olyan szervezetek közreműködésével, mint a Magyar Kukorica Klub. Vizsgálataink során arra kerestük a választ, hogy a jelenkor agrotechnikai kihívásai és a klímaváltozás hatásai mellett hogyan lehet a kukoricát hatékonyabban termesztetni. Vizsgáltuk, hogy hazánkban a különböző termőhelyi adottságok mellett mely éréscsoportok és azon belül mely hibridek termesztése lehet perspektivikus. Továbbá vizsgáltuk azt is, hogy az egyes agrometeorológiai tényezők hogyan befolyásolják a termés hozam és a szemnedvesség alakulását. A kísérletek 2021-ben négy ismétléses véletlen blokk elrendezésben az országban négy helyszínen kerültek beállításra, három éréscsoportban 39 hazánkban jelentősebb vetésterülettel rendelkező hibriddel. Vizsgáltuk a termésmennyiség és a betakarításkori szemnedvesség alakulását, valamint egy helyszínen a tőszám hatását a fenti paraméterekre. A kapott eredményeket többtényezős varianciaanalízissel, valamint főkomponens analízissel (PCA) értékeltük. Vizsgálataink során arra jutottunk, hogy a termőhely és különös annak időjárási viszonyai jelentős hatást gyakorolnak a termés hozamra és szemnedvességre. A főkomponens analízis alapján egyértelműen megállapítható, hogy adott termőhelyen melyik érés csoportot és melyik hibridet érdemes választani, adott esetben milyen tőszámmal. Korai éréscsoportból a Hypolito, közép éréscsoportból DKC5092, késő éréscsoportból DKC5685 termesztése javasolt. Megállapítható volt az is, hogy az éven belüli csapadékeloszlás nagyobb hatást gyakorol a termésmennyiségre és a termés nedvességtartalmának alakulására, mint az éves csapadékmennyiség, különösen a júliusi és augusztusi csapadékösszeg. A tőszám kísérletünk rámutatott arra, hogy a magasabb tőszám termésmennyiség növekedéssel és nedvességtartalom csökkenéssel jár együtt. A jelenlegi gáz- és energia árakat tekintve a legperspektivikusabb a korai és a középérésű csoport termesztése különös tekintettel nedvességtartalomra és hozamra.

5. Köszönetnyilvánítás

Ezúton szeretném hálás köszönetemet kifejezni témavezetőimnek, Dr. Somfalvi-Tóth Katalin egyetemi adjunktus asszonynak és Dr. Hoffmann Richárd egyetemi docens úrnak, akik mindig építő kritikával illettek és rengeteg szakmai segítséget adtak.

Köszönetemet fejezem ki a Magyar Kukorica Klub munkatársainak, akik biztosították számomra a vizsgálatomhoz szükséges adatokat, valamint az ideális vizsgálati feltételeket. Külön köszönet a Magyar Kukorica Klub elnökének, Dr. Szieberth Dénesnek, aki a dolgozatom elkészítéséhez rendkívül nagy mértékben hozzájárult és támogatott.

Hálás köszönet a kísérlet kivitelezőjének, az AgResearch Kft.-nek, akik minden lehetőséget biztosítottak a szakmai és tudományos ismereteim bővítésére. Külön köszönet Megyeri Csaba cégvezető úrnak a készséges segítségéért.

Köszönetemet fejezem ki a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Növénytermesztéstudományok Intézetének kaposvári tanárainak és munkatársainak, akiktől nagyon sokat tanultam, és akik segítségére mindig számíthattam.

Mindent nagyon köszönök a Családomnak és a Szeretteimnek, akik minden élethelyzetben mellettem álltak és támogattak!

A kutatás a Technológiai és Ipari Minisztérium "A körforgásos gazdaságra történő átállás előkészítési feladatai a mezőgazdasági és zöldhulladékok esetében" című, KEHOP-3.2.1-15-2021-00037 azonosítószerű Környezet és Energiahatékonysági Operatív Program támogatásával valósult meg.



6. Irodalomjegyzék

1. ANTAL J., BIRKÁS M., HIDVÉGI SZ., IZSÁKI Z., IVÁNYI I., JOLÁNKAI M., KAJDI F., KISMÁNYOKY T., KÉSMÁRKI I., KRUPPA J., NAGY J., PEPÓ P., SÁRVÁRI M., SIMONNÉ K. I., SZABÓ M., TÓTH Z. (2007): Növénytermesztés. Debrecen, 60-61. p.
2. ASSEFA, J., ROOZEBOOM, K.L., STAGGENBORG, S.A., JUAN DU (2012): Dryland and Irrigated Corn Yield with Climate, Management, and Hybrid Changes from 1939 through 2009. *Agronomy Journal*. 104(2):473-482.
3. ASSEFA, J., CARTER, P., HINDS, M., BHALLA, G., SCHON. R., JESCHKE, M., PASZKIEWICZ, S., SMITH, S., CIAMPITTI, I. (2018): Analysis of Long Term Study Indicates Both Agronomic Optimal Plant Density and Increase Maize Yield per Plant Contributed to Yield Gain. *Scientific Reports*. 4937(8):1-11.
4. BARTHOLY J., PONGRÁCZ R. (2007): Regional analysis of extreme temperature and precipitation indices for the Carpathian Basin from 1946 to 2001. *Global and Planetary Change*. 57(1-2):83-95.
5. BERKÓ J., HORVÁTH J. (1993): A hibridkukorica magyarországi elterjedésének és a kukorica vetőmagipar kialakulásának története. Budapest, MTESZ, 206 p.
6. BIRKÁS M. (2006): Földművelés, földhasználat. Mezőgazda Kiadó, 65 p.
7. DÓKA L., SZABÓ É., SZABÓ A. (2019): A kukoricatermesztés agrotechnikai elemeinek vizsgálata. *Mezőhír*. 23(2):54-58.
8. FOGARASSY CS. (2001): Energianövények a szántóföldön. Gödöllő. 45 p.
9. FÜZY J. (2016): A kukoricatermesztés tavaszi talaj-előkészítése és vetésének gépei I. *Őstermelő gazdálkodók Lapja*. 20(1):47-52
10. LIU, G., LIU, W., HOU, P., MING, B., YANG, Y., GUO, X., XIE, R., WANG, K., LI, S-K. (2021): Reducing maize yield gap by matching plant density and solar radiation. *Journal of Integrative Agriculture*. 20(2):363-370.
11. HOFFMANN R. (2016): A kukorica trágyázása. *Agrofórum Extra* 67:62-64.
12. HOFFMANN R., KARIKA A., VARGA CS. (2017): A kukorica trágyázásról. *Agrofórum Extra* 72: 46-48.

13. HURBURGH, C.R., PARVEJ, R., HANNA, H.M., LICHT, M.A. (2020): Dynamics of corn dry matter content and grain quality after physiological maturity. *Agronomy Journal*. 112(2):998-1011.
14. IVÁNY K., KISMÁNYOKY T., RAGASITS I. (1994): *Növénytermesztés*. Mezőgazda Kiadó
15. KALOCSAI R., SCHMIDT R., SZAKÁL P. (2004): A kukorica cinkhiányát kiváltó okok és a gyógyítás lehetőségei. *Agro Napló*. 8(4):35-36.
16. KESZTHELYI S., HOFFMANN R. (2014): Fenntartható növénytermesztéstan „E-tananyag” az Ökológiai gazdálkodási mérnök MSc szak hallgatói számára. Kaposvári Egyetem – Pannon Egyetem – Szegedi Gabonakutató Nonprofit Kft. p.31-34.
17. KESZTHELYI S. (2013): A kukoricamoly és kártételének visszaszorítása. *Agro Napló*. 17(12): 44-45.
18. MAJOR, D.J., MCGINN, S.M., BEAUCHEMIN, K.A. (2020): Climate change impacts on corn heat unit for the Canadian Prairie provinces. *Agronomy Journal*. 113(2):1852-1864.
19. MARTON L. CS., SPITKÓ T. (2013): Hatvan éves a magyar hibridkukorica. *Pannon Növény- biotechnológiai Egyesület*. 9-13. p.
20. MASTRODOMENICO, A.T., HAEGELE, J.W., SEEBAUER, J.R., BELOW, F.E. (2018): Yield Stability Differs in Commercial Maize Hybrids in Response to Changes in Plant Density, Nitrogen Fertility, and Environment. *Crop Science*. 58(1):230-241.
21. MENYHÉRT Z. (1985): A kukoricatermesztés kézikönyve. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 29-32, 559 p.
22. PEPÓ P., TÓTH Z., KOCSISNÉ M. G., KOCSIS L., KOVÁCS J. (2013): Növénytermesztési és kertészeti termékek termelése. Debreceni Egyetem Agrár- és Gazdálkodástudományok Centruma. 98-115. p.
23. PEPÓ P. (2005): Korszakváltás a hazai mezőgazdaságban: A modern Növénytermesztés alapjai. Debrecen, 123 p.
24. PINTÉR J., BÓDI Z., HAJDU A. (2019): Tőszámkérdés, avagy mekkora a tét hektáronként? *Agro Napló*. 23(2):41-43.
25. RÁKÓCZI A. (2017): Az agrártámogatások előírásainak hatásai a vetésszerkezetre, a területpihentetés elterjedésére Békés megyében. *Gazdálkodás*. 61(5):423-436.

26. SÁRVÁRI M. (1995): A tőszám szerepe a fajtaspecifikus kukoricatermesztési technológiában, Növénytermelés. 44(3):261-270.
27. SÁRVÁRI M., BOROS B. (2010): Összefüggés a tápanyagellátás, a vetésidő és az eltérő kukoricahibridek termése között 2010-ben. Agroforum Extra 21(37):62-67.
28. SÁRVÁRI M., FUTÓ Z. (2001): Összefüggés a kukoricahibridek vetésideje, produkciója és a betakarításkori nedvességtartalma között csernozjom talajon. Agrártudományi közlemények. 2001(1):32-41.
29. SÁRVÁRI M., FUTÓ Z. (2019): A kukoricahibridek megválasztásának szempontjai. Mezőhír: Országos Agrárinformációs szaklap. 23(3):32-36.
30. SCHMIDT R. (2011): Földműveléstan. Debreceni Egyetem, Nyugat-Magyarországi Egyetem, Pannon Egyetem, 37-45. p.
31. SHULL (1909): A Pure-line Method in Corn Breeding. Journal of Heredity. 5(1):51-59.
32. SZABÓ M. (2017): Lombtrágyázás gyakorlata és hatása a három meghatározó szántóföldi növény termesztésében. Östermelő gazdálkodók lapja. 21(2):27-29.
33. SZÉL S. (2007): A kukoricatermesztés feltételei, termesztési technológiák és a fajták kölcsönhatása. Agro Napló. 2007/4., XI(4):33-35.

ONLINE FORRÁSOK

1. BENE E. (2015): A vetésidő szerepe a hibridspecifikus kukoricatermesztési technológiák fejlesztésében. PhD értekezés, 19-23. p.
https://dea.lib.unideb.hu/dea/bitstream/handle/2437/220055/Bene_Eniko_PhD_ertekezés.pdf?sequence=1&isAllowed=y
 letöltve: 2022.09.15.
2. BERZSENYI Z., ÁRENDÁS T., BÓNIS P., MICSKEI GY., SUGÁR E. (2012): A növénytermesztési tényezők tartamhatásának vizsgálata a kukorica produktivitására eltérő évjáratokban. 70 p.
https://napok.georgikon.hu/hu/cikkadatbazis/cikkek-2012/doc_view/51-berzsenyi-zoltan-arendas-tamas-bonis-peter-micskei-gyorgyi-sugar-eszter-a-novenytermesztési-tényezők-tartamhatásának-vizsgálata-a-kukorica-produktivitására-eltero-evjaratokban
 letöltve: 2022.09.04.

3. CSAJBÓK J. (2012): Szántóföldi növények termesztése és növényvédelme. Jegyzet. Debrecen.
http://www.agr.unideb.hu/ebook/szantofoldinovenyek/szrmazsa_jelentsge_felhasznlsa7.html
letöltve: 2022.09.25.
4. HORVÁTH T. (2018): Korszerű és eredményes kukoricatermesztés.
<https://agrarium7.hu/cikkek/1139-korszeru-es-eredmenyes-kukoricatermesztes>
letöltve: 2022.09.17.
5. KESZTHELYI S. (2019): Veszélyes kártevők: Amerikai kukoricabogár.
<https://agroforum.hu/szakcikkek/novenyvedelem-szakcikkek/veszelyes-kartevok-amerikai-kukoricabogar/>
letöltve: 2022.09.14.
6. KSH (2021a): Hazánkban betakarított kukorica terület nagysága, 2021.
<https://www.ksh.hu/docs/hun/xftp/stattukor/fobbnoveny/2021/index.html>
letöltve: 2022.09.18.
7. KSH (2021): A gabonafélék termésmennyiségének megoszlása Magyarországon 2021.
<https://www.ksh.hu/docs/hun/xftp/stattukor/fobbnoveny/2021/index.html>
letöltve: 2022.09.10.
8. LENGYEL J. (2014): Milyen kukoricát válasszunk? Agrárium 7.
<https://agrarium7.hu/cikkek/43-milyen-kukoricat-valasszunk>
letöltve: 2022.09.11.
9. MÁTÉ A. (2018): A kukorica termesztése, kukorica termesztés Magyarországon.
<https://www.agraroldal.hu/kukorica-termesztes.html>
letöltve: 2022.09.11.
10. PEPÓ P., SÁRVÁRI M. (2011): Gabonanövények termesztése. Debreceni Egyetem, Nyugat- Magyarországi Egyetem, Pannon Egyetem. 3. fejezet.
https://dtk.tankonyvtar.hu/bitstream/handle/123456789/8751/0010_1A_Book_09_Gabonanovenyek_termesztese.pdf?sequence=2&isAllowed=y
letöltve: 2022.09.12.
11. SZÉL S. (2018): A kukoricatermesztés és a hozzávaló hibridek. Agroforum Online. Extra 77.XXVIII(12).
<https://agroforum.hu/lapszam-cikk/a-kukoricatermesztes-es-a-hozza-valo-hibridek/>
letöltve: 2022.09.09.

Nyilatkozat

NYILATKOZAT

a diplomadolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: Doma Miklós
A Hallgató Neptun kódja: HAK7C8
A dolgozat címe: Környezeti tényezők hatása a különböző kukoricahibridek fejlődésére, terméshozamának és nedvességtartalmának alakulására
A megjelenés éve: 2023
A konzulens tanszék neve: Növénytermesztési-tudományok Intézet
AgronómiaTanszék

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

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

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

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

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

Kelt: 2023 év ÁPRILIS hó 13 nap


Hallgató aláírása

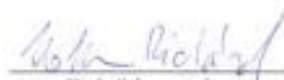
KONZULTÁCIÓS NYILATKOZAT

Doma Miklós (név) (hallgató Neptun azonosítója: *HAK7C8*) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a *diplomadolgozatot* áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A *diplomadolgozatot* a záróvizsgán történő védeésre javaslom / nem javaslom.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem

Kelt: 2023 év APRILIS hó 13 nap


Belső konzulens


Belső konzulens