

SZAKDOLGOZAT

Rácz Ferenc Endre
Vetőmag-gazdálkodási szakmérnök

Szarvas
2024



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Szent István Campus
Növénytermesztési-tudományok Intézet
Vetőmag-gazdálkodási Szakmérnök képzés

Hibridkukorica anyai vonalak értékelése a fejlesztés korai szakaszában

Belső konzulens: Dr. Kolozsvári Ildikó
tudományos munkatárs
MATE NTTI

Készítette: **Rácz Ferenc Endre**
CZ316C
levelező tagozat

Szarvas
2024

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés és célkitűzések	2
2. Szakirodalmi áttekintés	4
2.1. A kukoricanemesítés története és alapjai	4
2.2. Nemesítési módszerek és technikák	5
2.3. Hibridkukorica elterjedése és gazdasági hatása	5
2.4. A kukoricatermesztés és vetőmagipar kihívásai	6
2.5. A vetőmagtermesztés során felmerülő technológiai és biológiai kihívások	6
2.6. A szelekció hatása a kukoricavonalak morfológiai tulajdonságaira	8
3. Alkalmazott módszerek	9
3.1. A kísérleti területek bemutatása	9
3.2. A kísérleti anyag	10
3.3. Kísérletei dizájn és az alkalmazott agrotechnika	11
3.4. A kísérleti év időjárása	12
3.5. A vizsgált növényi tulajdonságok és a vizsgálat módszere	14
3.6. A kísérleti parcellák minőségének vizsgálata	14
3.7. Statisztikai kiértékelés, adatfeldolgozás	18
4. Eredmények és értékelésük	19
4.1. A vizsgált anyai vonalak termőképességének vizsgálata	19
4.2. A vetőmagelőállítás kockázatok értékelése	21
4.2.1. Kórtani tulajdonságok értékelése	21
4.2.2. A vetőmagtermesztés szempontjából kockázatot jelentő agronómiai tulajdonságok értékelése	23
4.2.3. A termést és az előállítás eredményét közvetlenül befolyásoló tulajdonságok értékelése (meddőség, 1000 szem tömeg, tisztítási veszteség)	25
4.3. Az új anyai vonalak értékelése termés/kockázat mátrix alkalmazásával	28
5. Következtetések és javaslatok	32
6. Összefoglalás	34
7. Irodalomjegyzék	36
8. Mellékletek	39
8.1. Hallgatói nyilatkozat	39
8.2. Konzulensi nyilatkozat	40

1. Bevezetés és célkitűzések

A kukorica (*Zea mays* L.) a FAO statisztikai adatai alapján a második legnagyobb területen termesztett növényfaj. Globális vetésterülete meghaladja a 200 millió hektárt a megtermelt kukorica összes mennyisége pedig az 1,2 milliárd tonnát. A kukorica kulcsszerepet játszik az élelmiszer-ellátásban, az állattenyésztésben, valamint egyre növekvő jelentőséggel bír az ipari felhasználás terén is. Emiatt a globális vetésterület továbbra is növekvő tendenciát mutat.

Hazánkban a trend ettől eltérő és a kukorica vetésterülete most már tartósan 1 millió hektár alá szorult. Ennek oka a globális éghajlatváltozás, mely hazánkat sem kíméli. Az időszakos csapadékhiány, az átlaghőmérséklet és a hőségnapok számának emelkedése jelentős termés kiesést okoz, így a gazdaságos termeszthetőség feltételei bizonyos országrészekben nem adóttak. A hazai vetőmagszükséglet körülbelül 18 ezer tonna, amely 8-10 ezer hektáron állítható elő. Vetőmag termőterületünk ezt jelentősen meghaladja tekintettel az ország adottságaira és szerepére a nemzetközi vetőmag kereskedelemben.

A köztermesztésben a gazdálkodók túlnyomó része beltenyésztéses hibrideket használ melyeket évről évre elő kell állítani annak érdekében, hogy a heterózisban rejlő előnyök realizálhatók legyenek. A vetőmag előállítása nagy szakértelmet és technológiai fegyelmet igényel. A rendelkezésre álló szaktudás és a kedvező éghajlati adottságok miatt hazánknak mindig is kiemelt szerepe volt a hibridkukorica vetőmagpiacon. Az éghajlat változása miatt a vetőmagtermesztés kockázata nagyobb lett, amit csak fokoz bizonyos növényvédőszer hatóanyagok piaci kivonása.

A hibrid vetőmag előállítása során az anya növényeket - címerezés vagy hímsterilitás útján - megfosztjuk beporzó képességüktől az apa növények pollenjét pedig rávirágoztatjuk az anya növények bibéjére. Az így keletkezett F1 vetőmag kerül forgalomba a vetőmag üzemi feldolgozását követően.

A vetőmag termesztés-technológia majd minden elemét a szülői vonalak genetikai tulajdonságai alapján határozzák meg. A termesztés eredményességét számos tényező befolyásolja, melyek közül a legalapvetőbb az apa és anya növények közötti virágzási szinkron biztosítása. Ehhez a szülők virágzásának ismerete szükséges. Vannak azonban olyan tulajdonságok melyek eltérő fontossággal bírnak attól függően, hogy anya vagy apa vonaláról van e szó.

Apai oldalon a legfontosabb ezek közül a megtermelt pollen mennyisége, annak életképessége és a pollenhullatás időtartama.

Az anya vonalaknál a vetőmaghozamot közvetlenül befolyásoló terméspotenciál és a termés stabilitása mellett egyéb kockázati tényezőket is figyelembe kell venni, melyek a termés mennyiségét, minőségét, a technológiát vagy a termesztés költségét befolyásolják.

A modern kukoricanemesítésben a nemesítőházak nagy elemszámmal dolgoznak. A nemesítési szakaszban ezért szükség van olyan „egyszerű” és költséghatékony módszerekre mellyel az apa és anyavonalak alapvető értékmérő tulajdonságai meghatározhatóak, a vonalak pedig ezek alapján osztályozhatók.

Szakedolgozatom célja egy ilyen módszer bemutatása a Syngenta Kft. mezőügyi nemesítő állomásnak 2023-ban kódolt anyai vonalain keresztül, illetve a vonalak értékelése.

2. Szakirodalmi áttekintés

2.1. A kukoricanemesítés története és alapjai

A ma ismert kukoricanemesítés és az erre épülő vetőmagipar egy igazi sikertörténet, ami az 1900-as évek elején kezdődött. Ekkor publikálta G. H. Shull a kukorica beltenyésztéssel és hibridizációval kapcsolatos eredményeit, melyben egy új módszert mutatott be a kukorica fejlesztésére. A módszert 4 egyszerű lépésben vázolta fel. 1. Többszöri öntermékenyítés útján beltenyésztett vonalakat kell létrehozni. 2. Ezeket egymás között keresztezve beltenyésztéses hibridek jönnek létre. 3. A hibrideket ismétléses kísérletekben tesztelve megállapítható azok termőképessége. 4. A legjobb hibridek vetőmagját fel kell szaporítani és a termelők számára elérhetővé kell tenni. Tapasztalatai szerint ugyanis a hibridek termőképessége nagyobb a szabad-elvirágzású fajtákénál (Shull, 1908, 1909a, 1909b.). Ebben az időben növekvő igény mutatkozott a kukoricára, mint állati takarmányra, de terjedésének korlátja volt az akkor termesztett fajták alacsony termőképessége (Hallauer, 2009).

Shull módszere ugyan megoldást kínált a termésmennyiségre, de a beltenyésztett vonalak előállítása nehéz volt, a beltenyésztéses leromlásnak pedig számos negatív hatása volt. Mivel a kétvonalas hibridek előállításának nagyok voltak a költségei és a kockázati, ezért kezdetben a módszer iránt mérsékelt volt az érdeklődés. Áttörést a 4 vonalas hibridek előállításának módszere jelentett, melyet East és Jones publikált 1919-ben.

Mangelsdorf (1975) szerint ugyan már Shull is hozott létre négyvonalas hibrideket évekkel korábban, de nem ismerte fel annak gyakorlati jelentőségét. Ezzel szemben az 1919-ben publikált, de már 1917-ben előállított 4 vonalas hibridekre Jones egyértelműen, mint megoldásra gondolt.

A fordulópontot az jelentette, amikor 1922-ben létrehozták az „Iowa State breeding program-ot” melynek meghatározó szerepe lett a kukoricanemesítésre. Sprague 1939-ben létrehozott egy szintetikus populációt Iowa Stiff Stalk Synthetic néven, amelyből olyan meghatározó vonalak lettek előállítva, mint a B14, B37, B64, B68, B73, B84 (Hallauer, 2009).

Mikel (2008) szerint ezek közül a B73-nak van a legmeghatározóbb szerepe a jelenleg használt beltenyésztett vonalakra, de a B14 és a B37 szerepe is meghatározó.

2.2. Nemesítési módszerek és technikák

A legtöbb nemesítő hasonló módszerekkel dolgozik. A vonalak öntermékenyítése, a hibridek tesztelése és a szelekció egymással párhuzamosan folyik. Lehetnek kisebb eltérések, de rendszertől függetlenül az előállított vonalaknak biztosítaniuk kell a gazdaságos vetőmag előállítását anyaként vagy apaként (Hallauer, 1988). A vonalelőállítás ideje lerövidíthető a DH technikával melynek alapjait Chase publikálta 1969-ben. A módszer ma is széles körben használt, meghatározó nemesítési módszernek számít, mely időközben számos módosításon ment keresztül.

Latha és munkatársai (2020) szerint a legfontosabb anyai tulajdonságok a jó termőképesség, bibeszálak megfelelő fejlődése, egységes virágzás, a címerhányás a nővirágot előzze meg, erős szár és gyökér, alacsony csőeredés, a csövek csuhélevelekkel való jó borítottsága, megfelelő magméret és alak, jó csírázóképeség és vetőmag vigor.

Hoegemeyer és Gutormsen (1996) jelentős genetikai különbségek tapasztaltak a vonalak csírázóképeségében és vigorában hideg és nedves körülmények között. Frey (1981) pedig az anyavonalak hő és szárazságtűrésére hívta fel a figyelmet, ami hozzájárulhat az eltervezett vetőmag mennyiség és minőség eléréséhez.

Becks (2002) az alábbi tulajdonságokat fontosságát emelte ki az anyaként használt vonalaknál: nagy termés, jó vetőmagkihozatal, dőléssel szembeni ellenállás, megfelelő bibefejlődés, egyöntetű virágzás.

2.3. Hibridkukorica elterjedése és gazdasági hatása

Magyarországon és Európában a hibridkukorica időszaka 1953-ban kezdődött, amikor Pap Endre sikeresen regisztrálta az MV5 hibridet, mely szintén 4 vonalas hibrid volt (Marton, 2013).

Már a kezdetekben is nagy jelentősége volt a szülői vonalak vetőmag termőképességnek, de a nemesítők hittek abban, hogy lehetséges olyan jó termőképességű szülői vonalak fejlesztésére, mely a későbbiekben lehetővé teszi a kétvonalas hibridekben rejlő lehetőségek realizálását. MacRobert és munkatársai (2014) is kihangsúlyozzák, hogy általánosságban igaz az, hogy a kétvonalas hibridek termőképessége nagyobb a többi hibridtípusénál.

Végül az agrotechnikai eszközök és gyakorlatok fejlődése és a jobb előállíthatóságú vonalak együttesen vezetett a kétvonalas (SC) hibridek elterjedéséhez.

Az első kétvonalas hibrid az SR52 1960-ban lett regisztrálva Zimbabwe-ben (Musimwa, 2013).

2.4. A kukoricatermesztés és vetőmagipar kihívásai

Amrina és Wardah 2019-ben az Indonéz kukorica ellátási lánc kockázatait vizsgálva arra jutottak, hogy az ellátás biztonságára a 38 figyelembe vett kockázati tényező közül az E9 jelzésű „Low corn productivity” jelenti a második legnagyobb kockázatot az teljes ellátási láncot figyelembe véve. Egyúttal ez volt a legfontosabb kockázati tényező az ellátási lánc vetőmag forgalmazói oldalán. Ennél csak egy nagyobb kockázatot jelentő eseménnyel kell szerintük számolni, ami nem más, mint a végterméket előállító termelőknél a termesztés során jelentkező rovarok okozta kártétel kockázata.

A vetőmagelőállítás során különböző kockázati tényezőkkel kell számolni. A nemesítő feladata olyan jól kombinálódó, nagy termőképességű hibrideket adó vonalak előállítása, melyekkel biztosítani lehet a gazdaságos vetőmagelőállítást.

2.5. A vetőmagtermesztés során felmerülő technológiai és biológiai kihívások

A fattyasodás kérdése széles körben vizsgált és egyetértés van abban, hogy a fattyaknak nincs negatív hatása a termésre, vagy a főnövényre. Szinte az összes hibrid fattyasodással reagál, ha a tápanyag és vízellátottság kedvező, vagy ha alacsony a tőszám. Jégverés és egyéb fizikai sérülés után és megjelenhetnek fattyak (Nielsen 2003, Thomison 2017, Peltier 2020, Carter 2021).

Ennek ellenére a termelők egy része ma sem szereti a fattyas kukoricákat régi beidegződések miatt.

Vetőmagtermesztésben nem kívánatos tulajdonság a fattyasodásra való genetikai hajlam. Az anyavonalak esetében, a fattyak is képezhetnek címert és hullathatnak pollent, ezzel növelik az öntermékenyülés kockázatát, eltávolításuk pedig költséges. Apa vonalak esetében ezzel szemben akár még előnyös is lehet. Így ennek a tulajdonságnak technológia szempontjából van jelentősége.

Szintén technológiai okokból van jelentősége a csavarodásra való hajlamnak, amit mi „kardosságnak” az angol nyelvű szakirodalom pedig „buggy whipping-nek”, „twisted whorls-nak” is nevez. A tünetet „rapid growth syndrome” elnevezéssel is illetik, ami találón utal a jelenség

kialakulásának okára. Hideg időt követő meleg időben, főleg nagyobb mennyiségű csapadék után, a növények túlságosan gyors növekedése idézi elő a tüneteket. Licht (2018) szerint ennek előfordulása leggyakrabban V5, V7, de akár V12 fejlettségi stádiumnál fordul elő, de saját tapasztalatom szerint akár még a címerhányás idején vagy a hímvirágzás kezdetén is.

Nielsen (2019) szerint viszont ilyen tünetek leggyakrabban növekedésszabályzók vagy gyomirtószer hatására alakulnak ki.

A jelenség azért problémás, mert akadályoz bizonyos technológiai műveleteket például a címerezést, de korai stádiumban, erős tünetek esetén a kultivátorozást is. Később egyébként a növény ezeket a tüneteket kinövi.

Egy másik problémás morfológiai jelenség, amikor a címer hasban virágzik. „VT” fenofázisról a hivatalos megfogalmazás szerint akkor beszélünk, amikor a címer utolsó oldalága is megjelenik és normál esetben ezt követi az R1 fázis, azaz a bibeszálak megjelenése. A mai modern genotípusoknál azonban előfordul, hogy a bibeszálak már a címer teljes megjelenése előtt láthatóvá válnak. Előfordulhat az is, hogy a portokok már a címer teljes megjelenése előtt a levelek közötti stádiumban felpattannak, pollent hullatnak és a címer hasban elkezd virágozni. Ilyen esetben, ha a nővirág már fogadóképes, akkor öntermékenyülés fordulhat elő, ami nemkívánatos. Az ilyen genotípusok címerezésre különösen oda kell figyelni.

Vetőmagelőállítás során számos betegség is kockázatot jelenthet. A fuzárium fajok (*Fusarium* spp.) már csírákorban károsodást, pusztulást okozhatnak, később pedig szárkorhadást és csőpenészt idéznek elő. Ezek a polifág gyengültségi paraziták a legyengült állapotban lévő állományt könnyen megfertőzik (Horváth et al., 1995).

A vetőmagtermesztésben gyakran előfordul a kukorica utáni kukorica vetése, hiszen erre a jogszabályok lehetőséget adnak, viszont az egyébként is érzékenyebb beltenyésztett vonalak így jobban ki vannak téve a fertőzésnek.

Szőke és munkatársai (2013) vizsgálataik során találtak fuzáriumos csőpenésszel szemben rezisztens genotípusokat, ami rávilágít a szelekciós lehetőségekre. Vizsgálataik során megállapították, hogy a *F. verticillioides* és az *Aspergillus flavus* rezisztencia genetikai háttere hasonló, míg a *F. graminearum* rezisztencia mechanizmusa valószínűleg eltérő.

Napjainkban egyre több problémát okoz a kukorica csíkos mozaik vagy törpülésszerű mozaik vírusa is (MDMV), mióta a *Thiamethoxam* hatóanyagú készítmények nem hozzáférhetők. A kórokozó az egész világon nagy jelentőséggel bír. Terjedésében legnagyobb szerepe a levéltetveknek van. A fertőzés mértéke elérheti a 100%-ot is (Horváth et al., 1995).

Kannan és munkatársai szerint (2018) a termésveszteség mértéke elérheti a 70%-os is.

MDMV rezisztenciaforrásokat sikerült találni trópusi, európai és amerikai genotípusokban is (Jones et al., 2007). Ez lehetőséget teremt a meglévő vonalak konverziójára, valamint a rezisztencia-nemesítésre is.

2.6. A szelekció hatása a kukoricavonalak morfológiai tulajdonságaira

A nemesítés több mint 100 éve alatt a vonalak jelentős morfológiai változásokon mentek át a szelekciónak köszönhetően. A kipróbált módszerek, az újonnan felmerült igények, közvetett vagy közvetlen módon hatottak a nemesítési alapanyag morfológiájára. Egy újonnan felmerülő kritériumnak nem ugyanaz a genotípus fog leginkább megfelelni, vagy a tulajdonságai változáson mennek keresztül a szelekció hatására. Lauer és munkatársai (2012) 78 olyan Pioneer vonalat vizsgáltak, amelyeknek fontos szerepe volt a nemesítésben az 1934-2007 közötti időszakban. 39 növényi tulajdonságról gyűjtöttek adatokat és elemezték a morfológiai változásokat dekádanként. Úgy tapasztalták, hogy a tulajdonságok 61%-ában bekövetkezett valamilyen mértékű változás. A virágzás korábbi lett, az ASI értéke kisebb, csökkent a növénymagasság és a csőeredés magassága, megváltozott a levélállás is. A címer teljes mérete csökkent, de a főág kissé hosszabb lett. Az oldalágak száma kevesebb és állásuk megváltozott, valamint a pollen mennyisége is csökkent. A cső súlya viszont nagyobb lett a hossza az átmérője is megnőtt. A soronkénti szemszám és az 1000 mag tömeg (a cikkben 100mag tömegéről tesz említést) szintén nagyobb lett. A szemek szélesebbé és hosszabbá váltak. Az anya és apa vonalak esetén sok tulajdonság esetén eltérések alakultak ki a vetőmagelőállításban betöltött szerepük szerint.

A morfológia változások érthetőek és a szelekciós tevékenység logikus következményei.

Pinnish és munkatársai (2012) szerint bármely kukorica hibrid gazdaságos előállítása a szülőként használt vonal tulajdonságain múlik. Külön megemlíti a szemtermést, az ezerszem tömeget a cső hosszát és a mag alaki tulajdonságait, mint meghatározó bélyegeket a vetőmag előállíthatóság szempontjából.

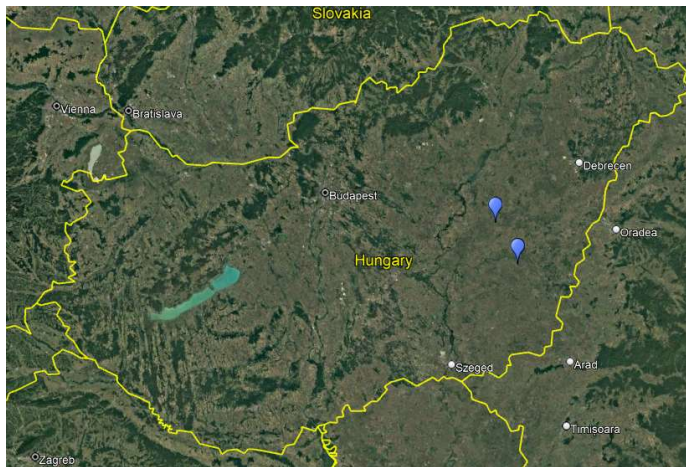
3. Alkalmazott módszerek

3.1. A kísérleti területek bemutatása

A szülői vonalakat Magyarországon 2 helyen Franciaországban pedig 1 helyen teszteltük.

Magyarországon a kísérletek Kisújszálláson és Csárdaszálláson lettek elvetve. Kisújszálláson a Syngenta Kft. nemesítési tenyészkertjében, Csárdaszálláson a vetőmagkutató csoport tenyészkertjében (1. kép).

Franciaországban a kísérlet Nerac-ban volt kivitelezve a francia vetőmagkutató csoport kísérleti területén (2. kép).



1. kép. Kisújszállás és Csárdaszállás helyzete a térképen (Google Earth)



2. kép: Nerac helyzete a térképen (Google Earth)

A területek kiválasztásánál az alábbi szempontokat vettük figyelembe:

- Releváns vetőmagtermesztő körzetben legyen,
- Homogén kiegyenlített terület,
- A területet használó gazdálkodó rendelkezzen modern jó minőségű gépparkkal, mellyel jó minőségben tud talajmunkákat, valamint állománykezeléseket végezni.
- Öntözési lehetőség,
- Állomástól való távolság a gyakori munkavégzés miatt,

3.2. A kísérleti anyag

A kísérletben a Syngenta Kft. középérésű nemesítési programjának 23 új kódolású anyai vonalát teszteltük. Az új vonalak eredményeit 3 standard vonal adataihoz hasonlítottuk.

A vonalak mindegyike a SSS genetikai csoporthoz tartozik. Ezt a csoportot a nemesítésben elsődlegesen anyaként használják a vetőmag előállítás során. A vonalak neve nem publikus ezért azokat kódszámmal láttam el. A vonalak listáját és legfontosabb tulajdonságait az 1. táblázat tartalmazza.

1. táblázat: A vizsgált genotípusok

VONAL KÓD	NEMESÍTÉS ÉVE	NEMESÍTÉSI MÓDSZER	ROKONSÁGI KÖR	STANDARD VONAL
SYN_13	2016	DH	SSS	x
SYN_14	2020	DH	SSS	x
SYN_59	2002	HAGYOMÁNYOS	SSS	x
SYN_76	2023	DH	SSS	
SYN_78	2023	DH	SSS	
SYN_79	2023	DH	SSS	
SYN_80	2023	DH	SSS	
SYN_81	2023	DH	SSS	
SYN_82	2023	DH	SSS	
SYN_83	2023	DH	SSS	
SYN_84	2023	DH	SSS	
SYN_85	2023	DH	SSS	
SYN_86	2023	DH	SSS	
SYN_87	2023	DH	SSS	
SYN_88	2023	DH	SSS	
SYN_89	2023	DH	SSS	
SYN_90	2023	DH	SSS	
SYN_91	2023	DH	SSS	
SYN_92	2023	DH	SSS	
SYN_93	2023	DH	SSS	
SYN_94	2023	DH	SSS	
SYN_95	2023	DH	SSS	
SYN_96	2023	DH	SSS	
SYN_97	2023	DH	SSS	
SYN_98	2023	DH	SSS	
SYN_99	2023	DH	SSS	

3.3. Kísérletei dizájn és az alkalmazott agrotechnika

A kísérleteket 3 helyen vetettük el 2 ismétléses véletlen blokk elrendezésben. A kísérlet részletes adatait a 2. táblázat tartalmazza.

2. táblázat: A kísérleti helyek és a kísérletek adatai

Kísérleti hely	Elrendezés	Vonalak száma	Parcellák száma	Vetés ideje	Betakarítás ideje	Elválasztó út hossza (m)	Parcella nettó hossza (m)	Sortáv (m)	Sorok száma	Betakarított sorok száma	Ismétlések száma	Tőszám (növény/ha)	Betakarított terület (m ²)
FR NERAC	RCB	26	52	5/13/2024	10/12/2024	0.8	5.2	0.8	2	2	2	95000	8.32
HU CSARDASZALLAS	RCB	26	52	5/7/2024	10/8/2024	0.8	5.2	0.76	2	2	2	95000	7.90
HU KISÚJSZALLAS	RCB	26	52	5/3/2024	9/24/2024	0.8	5.2	0.76	4	2	2	82000	7.90

Az elővetemény Kisújszálláson szója, Csárdaszálláson és Nerac-ban kalászos gabona. Mindhárom terület szántásos alpművelést kapott, amit simítóval munkáltunk el. Szántás előtt történt meg az őszi alaptrágya kijuttatása az elővetemény figyelembevételével mellett 8t/ha árukukorica termésre kalkulálva.

A vetést 4 soros GPS vezérelt BAURAL típusú vetőgéppel végeztük a 2. táblázatban megjelölt időpontokban.

Vegyszeres gyomirtás mindegyik területen 2 alkalommal történt. Kelés előtt S-metolaklór és terbutilazin, majd 4-6 leveles állapotban mezotrion és terbutilazin hatóanyagú készítménnyel az engedélyokiratban megjelöltek szerint.

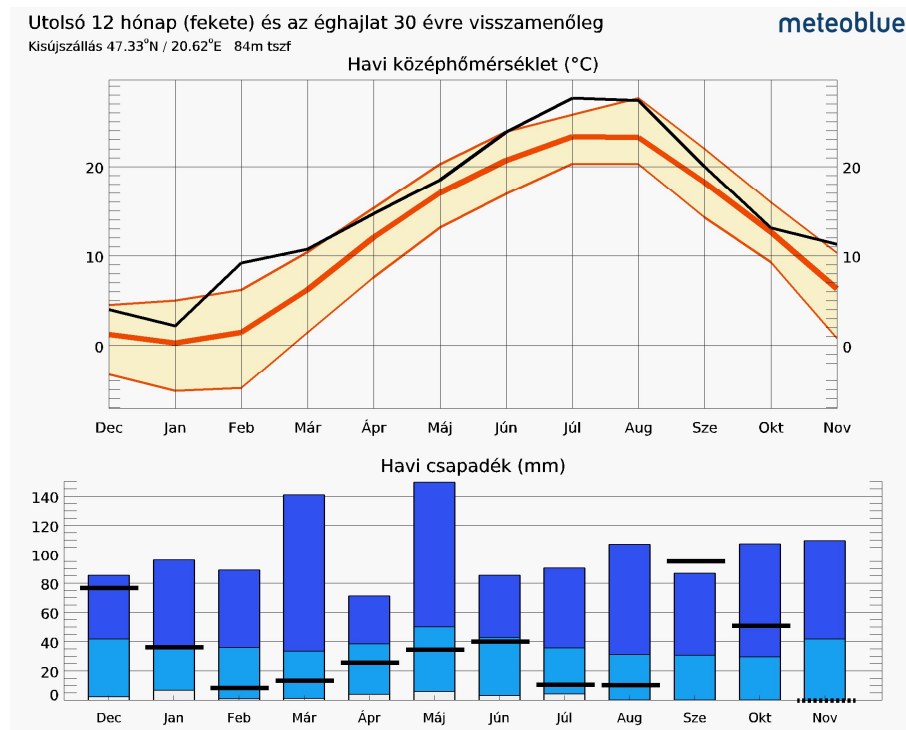
A három terület mindegyikén kultivátorral végeztünk talajművelést, és 60 kg/ha hatóanyag-tartalmú nitrogén műtrágyát juttattunk ki. A szezon során kézi kapálásra is sor került 2 alkalommal.

Rovarkártevők ellen virágzás kezdetén majd további 1 alkalommal védekeztünk lambda-cihalotrin és klorantraniliprol hatóanyagú készítménnyel az engedélyokiratban megjelöltek szerint.

A betakarítás kézzel történt. A 4 soros kísérlet esetén a 2 középső sor lett betakarítva.

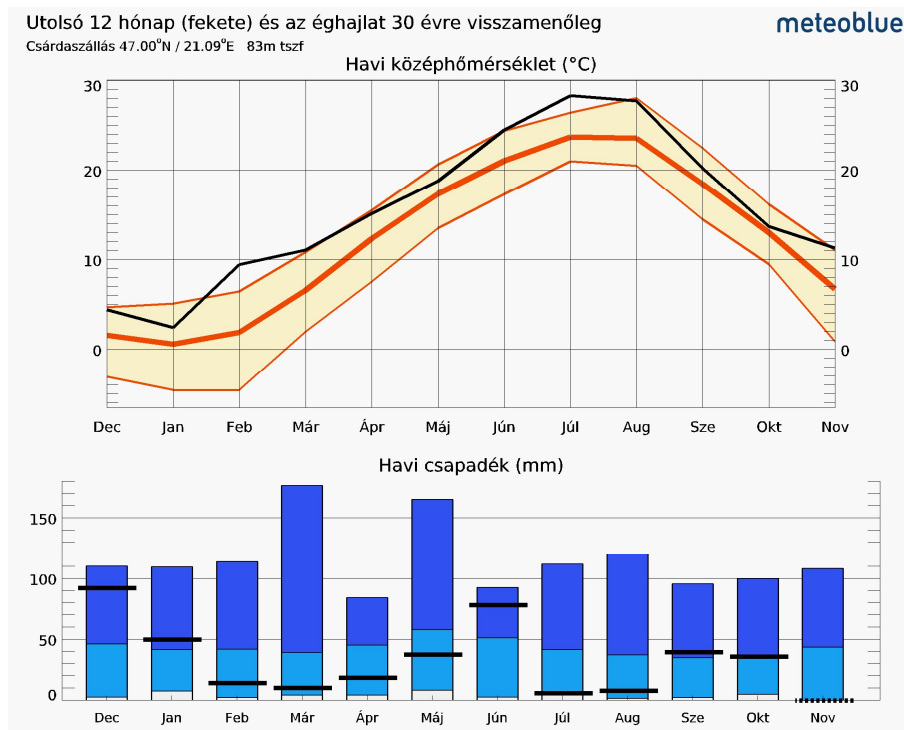
3.4. A kísérleti év időjárása

A 2024-es év időjárási adatainak összefoglalóját a 1., 2. és 3. ábrák tartalmazzák. Az időjárási adatok forrása a Meteoblue meteorológiai szolgálat, akivel cégünknek szerződése van. Az ábrákon a vastag piros vonal a sokéves átlaghőmérséklet alakulását jelzi a sárga sáv pedig az elmúlt 30 év szélső értékeit. A fekete vonal az idei év adatait mutatja. A csapadék ábrán a sötét és világos kék oszlopok találkozási pontja mutatja a 30 éves átlagot. A fekete vízszintes vonal a 2024-es év adatát jelzi, míg a sötét és világos kék oszlopok az elmúlt 30 évben előforduló szélső értékeket mutatják.



1. ábra. Kisújszállási időjárási adatok összefoglaló ábrája (Meteoblue)

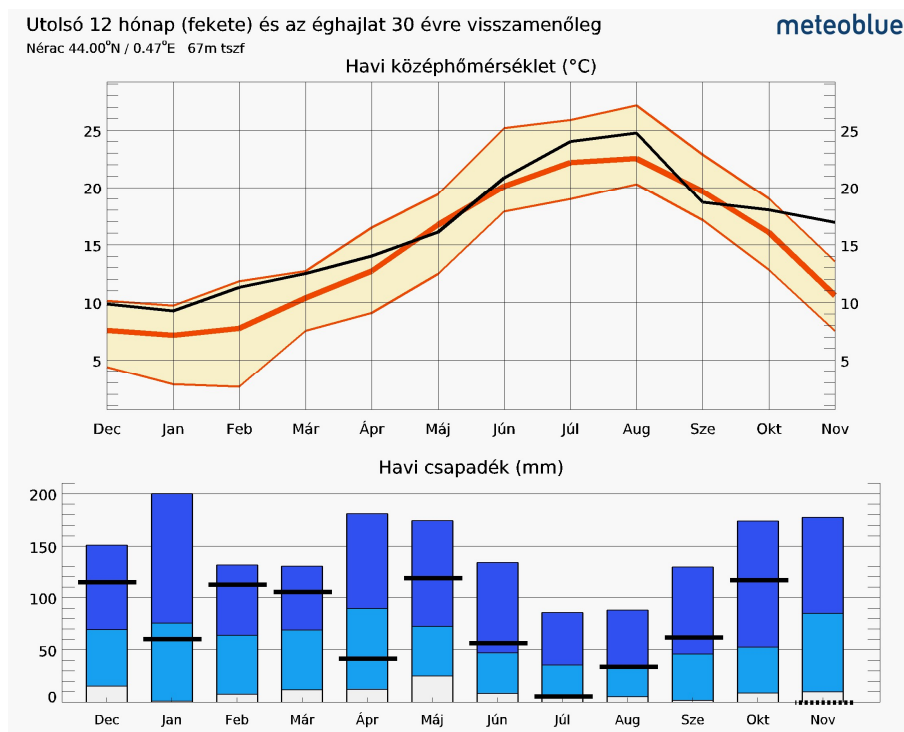
Kisújszálláson és Csárdaszálláson az egész és folyamán magasabb volt a havi átlaghőmérséklet a 30 éves átlagnál az éves csapadékösszeg pedig elmaradt attól. Ez indokoltá tette a vízpótlást azonban a hőségen ez sem tudott változtatni. A havi átlaghőmérséklet a kritikus július hónapban nem csak a sokéves átlagot múlta felül, hanem a valaha mért legmagasabb értéket érte el mindkét magyar lokáción.



2. ábra. Csárdaszállási időjárási adatok összefoglaló ábrája (Meteoblue)

Míg a hőmérséklet hasonlóképpen alakult a magyar kísérleti helyeken a csapadék megoszlásában voltak eltérések. A vetést megelőző hónapokban a sokéves átlagnál kevesebb csapadék hullott, ami még májusra is igaz volt. Júniusban Kisújszálláson átlagos mennyiségű csapadék hullott míg Csárdaszálláson a sokéves átlagot meghaladó mennyiség. Júliusban és augusztusban a valaha mért legkevesebb csapadékösszeget megközelítő csapadék mennyiség volt mérhető mindkét helyen.

A szezon végére a hőmérséklet a sokéves átlaghoz hasonlóan alakult, ahogy Csárdaszálláson a csapadék mennyisége is. Kisújszálláson ezzel szemben csapadékos volt a szeptember.



3. ábra. Nérac-i időjárási adatok összefoglaló ábrája (Meteoblue)

3.5. A vizsgált növényi tulajdonságok és a vizsgálat módszere

A tenyészidőszak során felvételezett növényi tulajdonságokat a felvételezés optimális idejét, valamint a tulajdonságok leírását és az értékelés módját a 3. táblázat tartalmazza. Az általam használt eredeti angol nyelvű megnevezések mellé egy külön oszlopban feltüntettem a tulajdonság rövid magyar megnevezését is. A dolgozat terjedelmi korlátja miatt csak a téma szempontjából legfontosabb tulajdonságokat fogom a későbbiekben részletesen tárgyalni.

3.6. A kísérleti parcellák minőségének vizsgálata

A kelést követően az állomány 6-9 leveles állapotában vizuálisan osztályoztuk a parcellákat a kikelt növényszám és a kelés homogenitása alapján (PLTQR, 1-9-es skála). Virágzást megelőzően megszámoltuk és eltávolítottuk az idegen növényeket különös tekintettel a hibrid növényekre (OFTPN-idegen növények száma. Betakarítást megelőzően megszámoltuk a parcellákban található összes növényt (STD_N-betakarításkori növényszám).

A nem megfelelő minőségű parcellák adatai az elemzés során nem lettek figyelembe véve.

3. táblázat: A kísérletben felvételezett tulajdonságok és leírásuk

Trait code	Observation Stage	Description	Leírás	Data Format	Methodology Summary (check SD trialing handbook for detail)
PLTQR	Pre Flowering	Plot Quality Rating (1 or 9)	Parcelaminőség	Rating	1—No apparent plot damage affecting yield; 5—Moderate plot damage affecting yield; 9—Severe plot damage affecting yield or plants number less 80% of target PLOT TO BE EXCLUDED FROM ANALYSIS.
OFTPN	Pre Flowering/ Flowering	Number of Off-type Plants	Idegen növények száma	Number	Off-type plants count. These off-type plants must be removed.
STD_N	Pre Harvest	Number of plants per plot (2 rows) at harvest	Növényszám betakarítás előtt	Number	Stand count at harvest time
TILLR	Pre Flowering/ Flowering	Tillering Rating	Fattyas növények aránya	Rating	1: No tiller or with very low intensity; 3: Low = tillers lower than 10 cm; 5: Medium = tillers between 10 and 50 cm; 7: High = tillers between 50 cm and silks; 9: Very high = tillers with tassel.
LSCRR	Flowering	Leaf Scrolling Rating	Csavarodás/Kardosság	Rating	1 = no scrolling; 3 = light scrolling; 5 = medium scrolling; 7 = strong scrolling; 9 = very strong scrolling.
POL5D	Flowering	Date to 50% plants pollen shedding	50%-os hímvirágzás ideje	Date	When 50% plants in 2 rows are shedding pollen
SLK5D	Flowering	Date to 50% plants silking	50%-os nővirágzás ideje	Date	When 50% of plants in 2 rows have taken out silks
PLTTN	Flowering	Plant Height	Növénymagasság	Number	Plant Height in cm from the ground until top of tassel
ERHTN	Flowering	Silk Height	Csőeredés magassága	Number	Height (in cm) measured from the ground and the top of the primary (highest) ear (silks level)
SPOWR	Flowering	Shedding pollen in the whorl at date 50% pollen	Hasban virágzás	Rating	At date 50% pollen 1: Good tassel extrusion 5: Tassel sheds in the last leaves = Bad tassel extrusion 9: Sheds in the whorl
MDMVR	Flowering	Maize Dwarf Mosaic Virus disease intensity	Kukorica törpemozaik vírus betegség intenzitása	Rating	Maize Dwarf Mosaic Virus Rating 1: no symptoms 3: Moderate mottling, few plants 5: Heavy mottling on most leaves 7: Heavy mottling and size affected 9: Significant dwarfing in many plants
FIRNR	Flowering	Top fire susceptibility	Top fire-Napégés	Rating	1 = No symptom; 3 = 1-2 leaves/plant burned; 5 = 3-4 leaves/plant burned; 7 = 5 or more than 5 leaves/plant burned; 9 = Tassel is burned or blasted, causing full sterility.
STKLN	Pre Harvest	Stalk lodging	Szárdőlés/Szártörés	Rating	
LRTLN	Pre Harvest	Late root lodging	Késői gyökérdőlés	Rating	
BRNN	Pre Harvest	Number of barren plants	Meddő növények száma	Number	Count the number of barren plants on 2 harvested rows: plants with no ears (are normally red purple) or with Abnormal ears with less than 50 kernels
POPSR	Pre Harvest	Popping Severity Rating	Szemek kipattogása	Rating	1 = No attack or 1-3 contaminated kernels per ear; 3 = 2 to 10% of contaminated kernels—4 to 20k per ear; 5 = 11 to 25% of contaminated kernels—21 to 50k per ear; 7 = 26 to 50% of contaminated kernels—51 to 100k per ear; 9 = 51 to 100% of contaminated kernels—101 to 200k per ear.
FEARR	Pre Harvest	Fusarium liseola disease intensity (starburst included)	Csőfuzárium	Rating	1 = No attack or 1-3 contaminated kernels per ear 3 = 2 to 10% of contaminated kernels—4 to 20k per ear 5 = 11 to 25% of contaminated kernels—21 to 50k per ear 7 = 26 to 50% of contaminated kernels—51 to 100k per ear 9 = 51 to 100% of contaminated kernels—101 to 200k per ear
GWTPN	Harvest	Grain weight per plot (2 rows) in kg	Parcella bruttó termése kg	Number	2 harvested rows grain weight per plot in kg
YGSMN	Harvest	Grain Yield at standard moisture	Parcella termése 13%-os szemnedvesség tartalomnál	Number (Calculated trait from Spirit)	Trait calculation is: $YGSMN = GWTPN * (100 / HRVAR) * ((100 - GMSTP) / 88)$
DSCDP	Post Harvest	Discard % (after cleaning with 6.5 mm round screen)	Tisztítási veszteség %-ban	% (Calculated)	Trait calculation is $(WSDSN - WSDCN) / WSDSN * 100$
K1KMN	Post Harvest	TKW on raw (after cleaning with 6.5Ø round screen) at standard moisture (12%)	1000 mag tömege	Number and calculation	TKW: thousand kernels weight on dry samples; trait calculation is: $K1KMN = TKW \text{ measured} * ((100 - MSTSP) / 88)$
QT5HN	Post Harvest	Yield in 50K unit/Ha	Termés zsák/ha 50.000-es egységben	Number (Calculated)	Trait calculation is: $QT5HN = (YGSMN * 2000) / K1KMN$

A vizsgált beltenyésztett vonalakat 2 alapvető szempont szerint értékeltük:

- Termőképesség vizsgálata,
- Vetőmagelőállítási kockázat vizsgálata,

Első körben megvizsgáltuk, hogy az új beltenyésztett vonalak termése az összehasonlító standard vonalakhoz képest hogyan alakul. Az összehasonlítást a 50 ezer mag/zsák egység alapján

végeztük. Ehhez a parcella 13%-os nedvességtartalomra számított terméséből először kiszámoltuk a hektáronkénti hozamot, majd a vonalak 1000 szem tömege (TKW) alapján meghatároztuk a 50K egységben kifejezett hektáronkénti bruttó vetőmaghozamot (zsák/ha) tisztítási veszteség nélkül. A TKW ugyanis a kockázati tényezők között lett figyelembe véve.

A standard vonalak ugyanahhoz a genetikai körhöz tartoznak, mint a vizsgált új vonalak. A 3 standard vonal 3 éréscsoportot reprezentál és ennek megfelelően eltérő terméspotenciállal rendelkezik. A terméskategóriákat ezért minden standard vonal esetében egyedileg határoztuk meg az elvárt relatív termés alapján a 4. táblázat szerint.

Minden új hibrid a 3 összevetés alapján 3 egyedi értéket kap majd ezeket az egyedi értékeket átlagoljuk és az átlag értékből határozzuk meg az új vonal terméspotenciálját mely lehet nagyon alacsony, alacsony, közepes, magas vagy nagyon magas.

A kísérletben mért termésadatok magasabbak a gyakorlatban tapasztaltaknál. Ennek legfőbb oka, hogy egy ilyen kísérletben a vonalak tulajdonképpen 100%-os anya „borítottsággal” vannak elvetve, míg a gyakorlatban az apák is területet foglalnak el. A mért adatokhoz képest a gyakorlatban realizálható termés nagyságrendileg a kísérletben mért érték 50%-a.

4. táblázat: Standard vonalanként relatív terméskategóriák

SYN_59			SYN_13			SYN_14		
Relatív termés	Kategória	Terméspotenciál	Relatív termés	Kategória	Terméspotenciál	Relatív termés	Kategória	Terméspotenciál
0%	1	Nagyon alacsony	0%	1	Nagyon alacsony	0%	1	Nagyon alacsony
75%	2	Alacsony	58%	2	Alacsony	54%	2	Alacsony
88%	3	Közepes	68%	3	Közepes	64%	3	Közepes
96%	4	Magas	74%	4	Magas	69%	4	Magas
110%	5	Nagyon magas	85%	5	Nagyon magas	79%	5	Nagyon magas

Következő lépésben elvégeztük a vetőmagelőállítás kockázatelemzését kilenc az anyai vonalaknál fontos növényi tulajdonság alapján, melyek a következők (5. táblázat):

5. táblázat: A vetőmagelőállítás szempontjából kockázatosnak értékelt növényi tulajdonságok

Kockázati tényező	Kockázat jellege	Tulajdonság kódja
Hasban virágzás	Technológiai kockázat, vetőmag tisztaság	SPOWR
Csavarodás/Kardosság	Technológiai kockázat, vetőmag tisztaság	LSCRR
Fattyas növények aránya	Technológiai kockázat, vetőmag tisztaság, költség	TILLP
Fuzárium liseola	Vetőmagminőség	FEARR
Fuzárium gramineárum	Vetőmagminőség	GBERR
Kukorica törpemozaik vírus betegség intenzitása	Technológiai kockázat, terméscsökkenés	MDMVR
Meddő növények aránya (%)	Terméscsökkenés	BRRNP
1000 mag tömege (g)	Terméscsökkenés, vetőmagminőség	K1KMN
Tisztítási veszteség %-ban	Terméscsökkenés	DSCDP

A kockázat szempontjából 3 csoportba soroltuk a vonalakat melyekhez meghatároztuk a belépési küszöb értékeket minden növényi tulajdonság esetén (6. táblázat):

6. táblázat: Kockázati kategóriák és a küszöbértékek növényi tulajdonságok szerint

Kockázati tényező	Tulajdonság kód	Nem kockázatos	Közepesen kockázatos	Nagyon kockázatos
Hasban virágzás	SPOWR	<3,5	>3,5	>6,5
Csavarodás/Kardosság	LSCRR	<3,5	>3,5	>6,5
Fattyas növények aránya	TILLR	<3,5	>3,5	>6,5
Fuzárium liseola	FEARR	<2	>2	>5
Fuzárium gramineárum	GBERR	<2	>2	>5
Kukorica törpemozaik vírus betegség intenzitása	MDMVR	<3	>3	>6
Meddő növények aránya (%)	BRRNP	<5	>5	>10
1000 mag tömege (g)	K1KMN	>260	<260	<250
Tisztítási veszteség %-ban	DSCDP	<10	>10	>15

A vonalak a különböző növényi tulajdonságokat figyelembe véve eltérő kockázati kategóriákba tartozhatnak. Minden említett növényi tulajdonság esetén elvégeztük a kockázati besorolást majd összegeztük, hogy egy adott vonal hány esetben tartozott egy adott kockázati kategóriába. Ezt felhasználva meghatároztuk a vonal összegzett kockázati besorolását, ahol egy új összesített kategóriát és létrehoztunk annak érdekében, hogy még jobban differenciálni tudjuk a kockázati szinteket. Ezt az új kategóriát „Kockázatos” kategóriának neveztük el.

Miután meghatározásra került a vonalak terméspotenciálja és kockázati besorolása, a 2 érték figyelembevételével egy termés/kockázat mátrixot alkottunk és ez alapján képeztünk végső értékelést a vonalakról (7. táblázat):

7. táblázat. Termés/kockázat értékelő mátrix

Terméspotenciál	Kockázat	Végső érték
Nagyon magas	Nem kockázatos	Kiváló
Nagyon magas	Közepesen kockázatos	Elfogadható
Nagyon magas	Kockázatos	Gyenge
Nagyon magas	Nagyon kockázatos	Nem megfelelő
Magas	Nem kockázatos	Kiváló
Magas	Közepesen kockázatos	Elfogadható
Magas	Kockázatos	Gyenge
Magas	Nagyon kockázatos	Nem megfelelő
Közepes	Nem kockázatos	Elfogadható
Közepes	Közepesen kockázatos	Gyenge
Közepes	Kockázatos	Nem megfelelő
Közepes	Nagyon kockázatos	Nem megfelelő
Alacsony	Nem kockázatos	Gyenge
Alacsony	Közepesen kockázatos	Nem megfelelő
Alacsony	Kockázatos	Nem megfelelő
Alacsony	Nagyon kockázatos	Nem megfelelő
Nagyon alacsony	Nem kockázatos	Gyenge
Nagyon alacsony	Közepesen kockázatos	Nem megfelelő
Nagyon alacsony	Kockázatos	Nem megfelelő
Nagyon alacsony	Nagyon kockázatos	Nem megfelelő

3.7. Statisztikai kiértékelés, adatfeldolgozás

Az adatok minőségének ellenőrzéséhez a Syngenta saját fejlesztésű szoftverét használtuk. Első körben boxplot elemzéssel kizárásra kerültek a kiugró adatok. A nem megfelelő minőségű parcellák adatai (pl, nagy számú idegen növények esetén, vagy ha a növényvédelmi kezelések során taposási kár történt) szintén kizárásra kerültek.

A termés, a meddőség és az 1000 szem tömeg elemzése során szórásanalízist végeztünk és meghatároztuk a variációs koefficiens (CV%). Az adatok statisztikai elemzése során átlagszámítás végeztünk, valamint meghatároztuk a szignifikáns differenciál értékét.

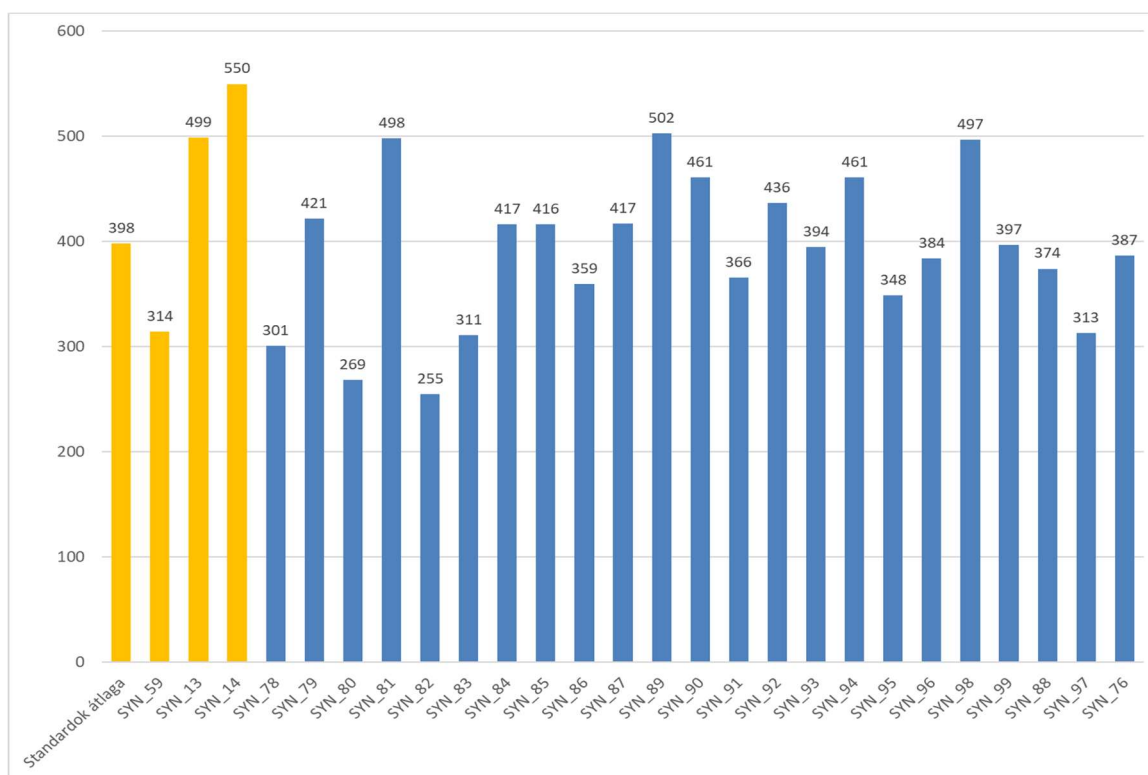
A szubjektív módon (rating/osztályozás) felvételezett tulajdonságok adatainak értékelése az adatok átlagszámításán alapult.

4. Eredmények és értékelésük

4.1. A vizsgált anyai vonalak termőképességének vizsgálata

A beltenyésztett vonalak termését az 1 ha-on megtermett vetőmag egységben (1 unit=1zsák=50.000 mag) hasonlítottuk össze. A 4. ábra a vonalak termését 3 lokáció átlagában mutatja. Látható, hogy a 3 összehasonlító standard vonal termésszintje jelentősen eltér egymástól. A SYN_14-es vonal tulajdonképpen az „ideotípust” testesíti meg, míg a SYN_59-es standard vonal termése jelenti azt a küszöböt, ami alatt nem kerülhet üzemi előállításba a vonal, vagy csak kivételes esetben. Az SzD5% értéke 159,9 unit/ha.

A standardok átlagánál szignifikánsan kisebb termése a SYN_80-as és a SYN82-es vonalaknak volt ezek egyúttal a legalacsonyabb termőképességű SYN_59 standard termésszintjét sem érték el.



4. Ábra. Beletenyésztett anyai vonalak termése (unit/ha) a kísérleti helyek átlagában

A vizsgált vonalak termését mindhárom standard vonal termésével összehasonlítottuk, és az anyag és módszer fejezet 4. táblázata szerint meghatároztuk a terméskategóriákat majd azok átlagát. Az átlagértékek alapján kialakult a vonal végső terméskategóriája (8. táblázat). A többszörös

összevetés alapján a SYN_82-es vonal esetében nagyon alacsony terméspotenciálról beszélhetünk. További 2 vonal a SYN_78 és a SYN_82-es vonalak az alacsony terméskategóriába lettek sorolva. További 3 vonal a közepes (SYN_83, SYN_95, SYN_97) kategóriába tartozik, míg a többi a magas vagy nagyon magas kategóriába.

8. táblázat. A vizsgált vonalak %-os termése és terméskategória

Vonal kódja	% SYN_59	Terméskategória: SY_59	% SYN_14	Terméskategória: SYN_14	% SYN_13	Terméskategória: SYN_13	Terméskategóriák átlaga	Terméskategória
SYN_78	100%	4	54%	1	58%	1	2	Alacsony
SYN_79	140%	5	75%	4	81%	4	4	Magas
SYN_80	89%	3	48%	1	52%	1	2	Alacsony
SYN_81	165%	5	89%	5	96%	5	5	Nagyon magas
SYN_82	85%	2	46%	1	49%	1	1	Nagyon alacsony
SYN_83	103%	4	56%	2	60%	2	3	Közepes
SYN_84	138%	5	74%	4	80%	4	4	Magas
SYN_85	138%	5	74%	4	80%	4	4	Magas
SYN_86	120%	5	64%	3	69%	3	4	Magas
SYN_87	139%	5	74%	4	80%	4	4	Magas
SYN_89	167%	5	90%	5	97%	5	5	Nagyon magas
SYN_90	153%	5	82%	5	89%	5	5	Nagyon magas
SYN_91	122%	5	65%	3	70%	3	4	Magas
SYN_92	145%	5	78%	4	84%	4	4	Magas
SYN_93	131%	5	71%	4	76%	4	4	Magas
SYN_94	153%	5	82%	5	89%	5	5	Nagyon magas
SYN_95	116%	5	62%	2	67%	2	3	Közepes
SYN_96	128%	5	69%	3	74%	3	4	Magas
SYN_98	165%	5	89%	5	96%	5	5	Nagyon magas
SYN_99	132%	5	71%	4	76%	4	4	Magas
SYN_88	124%	5	67%	3	72%	3	4	Magas
SYN_97	104%	4	56%	2	60%	2	3	Közepes
SYN_76	129%	5	69%	4	74%	4	4	Magas

4.2. A vetőmagelőállítási kockázatok értékelése

A kilenc vizsgált kockázati tényező átlag adatait a 9. táblázatban tartalmazza figyelembe véve mindhárom kísérleti hely adatát. A tulajdonságok közül 6 esetében vizuális értékelést végeztünk és látottakat 1-9-es skálán értékeltük, ahol 1=jó, 9=rossz.

9. táblázat. A beltenyésztett vonalak kockázati vizsgálatának összefoglaló adatai

Vonal kódja	Fattyasodás (rating 1-9)	Hasban virágzás (rating 1-9)	Csavarodás/ Kardosság (rating 1-9)	Kukorica törpe mozaik vírus (rating 1-9)	F. liseola (rating 1-9)	F. Graminearum (rating 1-9)	Meddőség %	1000 szem tömeg (g)	Tisztítási veszteség %
SYN_78	1.00	8.00	1.00	1.00	2.50	2.82	10.97	324.62	2.57
SYN_79	1.00	4.00	1.00	1.00	1.50	1.00	3.78	246.61	7.45
SYN_80	1.00	3.50	1.00	4.50	3.07	3.67	10.15	288.21	5.35
SYN_81	5.00	4.52	1.04	3.00	2.47	1.57	3.73	272.35	2.01
SYN_82	2.00	6.00	1.00	2.50	2.50	1.00	17.40	268.71	7.50
SYN_83	1.00	7.75	1.00	3.00	3.75	3.00	4.52	340.42	2.43
SYN_84	1.25	4.25	1.00	3.00	2.38	1.00	2.38	279.35	3.35
SYN_85	1.00	4.50	1.00	3.00	2.38	1.00	4.59	282.34	2.16
SYN_86	1.00	4.52	1.04	4.00	3.48	1.97	4.93	309.08	2.38
SYN_87	2.00	3.75	1.00	1.00	1.63	1.00	2.46	307.76	3.58
SYN_89	2.00	5.00	1.00	2.00	1.88	1.00	3.81	254.18	7.58
SYN_90	1.00	4.75	1.00	1.00	3.13	2.33	2.08	296.18	2.17
SYN_91	3.00	5.51	1.00	1.00	2.87	1.33	3.45	278.73	2.71
SYN_92	2.33	3.83	1.05	1.00	2.40	1.67	6.19	279.15	3.44
SYN_93	3.67	7.16	1.05	1.00	2.40	2.33	2.87	301.71	2.96
SYN_94	2.33	4.16	1.05	1.00	1.73	2.33	2.69	251.92	4.91
SYN_95	1.00	4.75	1.00	1.00	2.50	1.67	3.55	308.85	1.94
SYN_96	1.00	4.16	1.05	1.00	1.73	1.00	3.86	295.03	2.07
SYN_98	2.00	3.25	1.00	1.00	1.88	1.00	5.97	234.56	20.25
SYN_99	2.33	3.16	1.05	7.00	3.07	1.00	8.02	258.02	2.78
SYN_88	1.00	6.75	1.00	4.50	3.63	1.00	14.48	286.22	3.85
SYN_97	1.00	4.49	1.05	5.00	2.40	1.00	4.38	244.75	7.10
SYN_76	1.00	4.75	1.00	2.50	1.38	1.00	3.31	305.75	1.94
SYN_59	1.00	1.75	1.50	3.00	2.38	2.67	8.13	252.18	4.47
SYN_13	2.00	4.00	1.00	1.00	3.13	2.33	1.77	272.61	3.90
SYN_14	1.00	6.00	1.25	1.00	2.38	1.00	3.26	295.42	4.69
Standardok átlaga	1.33	3.92	1.25	1.67	2.63	2.00	4.39	273.40	4.35
Kísérlet átlaga	1.69	4.78	1.04	2.31	2.48	1.64	5.49	282.10	4.44

4.2.1. Kórtani tulajdonságok értékelése

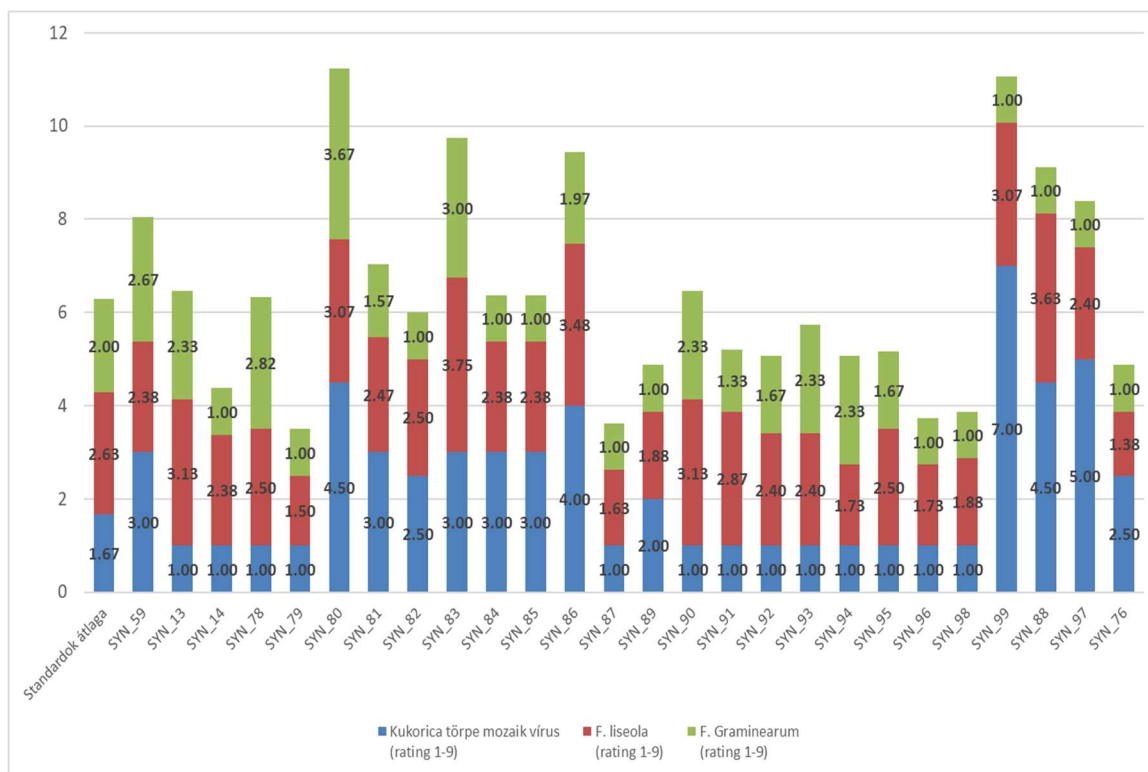
Az alkalmazott „rating” skálán az 5-6-os értéktől felfelé kell komoly kórtani kockázatra gondolni mindhárom betegség esetén.

Kukorica törpe mozaik vírus esetén a SYN_99-es vonal mutatott magas értéket (7) annak ellenére, hogy a kísérleti átlag alacsony volt. További 3 vonal esetében tapasztaltunk 5-ös vagy azt megközelítő fogékonyságot (SYN_97, SYN_88, SYN_80), míg a többi vonal nem, vagy csak közepes mértékben mutatott érzékenységet a vírusfertőzéssel szemben (9. táblázat).

A *Fusarium* fajok közül a *F. liseola* fertőzöttség nem volt nagy a kísérletben. A kísérleti átlag 2,48. Egyik vizsgált új vonal esetén sem tapasztaltunk 5-ös értéket meghaladó fogékonyságot, az adatok a kísérleti átlag körül szórtak.

F. graminearummal kapcsolatos megfigyeléseket érdemben csak Nerac-ban tudtunk végezni, a hazai száraz és meleg időjárás mellett a betegségnek nem volt lehetősége tüneteket okozni. A fertőzöttség mértéke Nerac-ban is átlagosan alacsony volt (9. táblázat). A vonalak egyedi értékei megvizsgálva közepesnél kockázatosabb értékelés (6. táblázat szerint) egyik esetben sem volt megállapítható.

A kórtani tulajdonságokat önmagukban értékelve nem állapítottunk meg jelentős kockázatot egy esetet kivéve (SYN_99 vonal MDMV érzékenysége), ugyanakkor meg kell említeni, hogy az évjáratnak erre minden bizonnyal jelentős befolyása volt. Ezt figyelembe véve döntöttem úgy, hogy a különböző kórtani kockázati értékeket összegezve is ábrázolom, így létrehozva egyfajta kumulatív kockázati profilt. A három tulajdonság értékeléséből a maximálisan $3 \times 9 = 27$ -es érték jöhet ki. Az 5. ábrán látható, hogy a maximális kumulatív érték így sem éri el a 12-öt, viszont egy olyan évjáratban, ahol jelentősebb fertőzöttséggel kell számolni, bizonyos vonalak kockázatosak lehetnek. Ezek közé sorolom a SYN_80, SYN_83, SYN_86, SYN_88, SYN_99, és a SYN_97-es vonalakat.



5.ábra. A vizsgált vonalak összesített kórtani értékei a kísérleti helyek átlagában

4.2.2. A vetőmagtermesztés szempontjából kockázatot jelentő agronómiai tulajdonságok értékelése

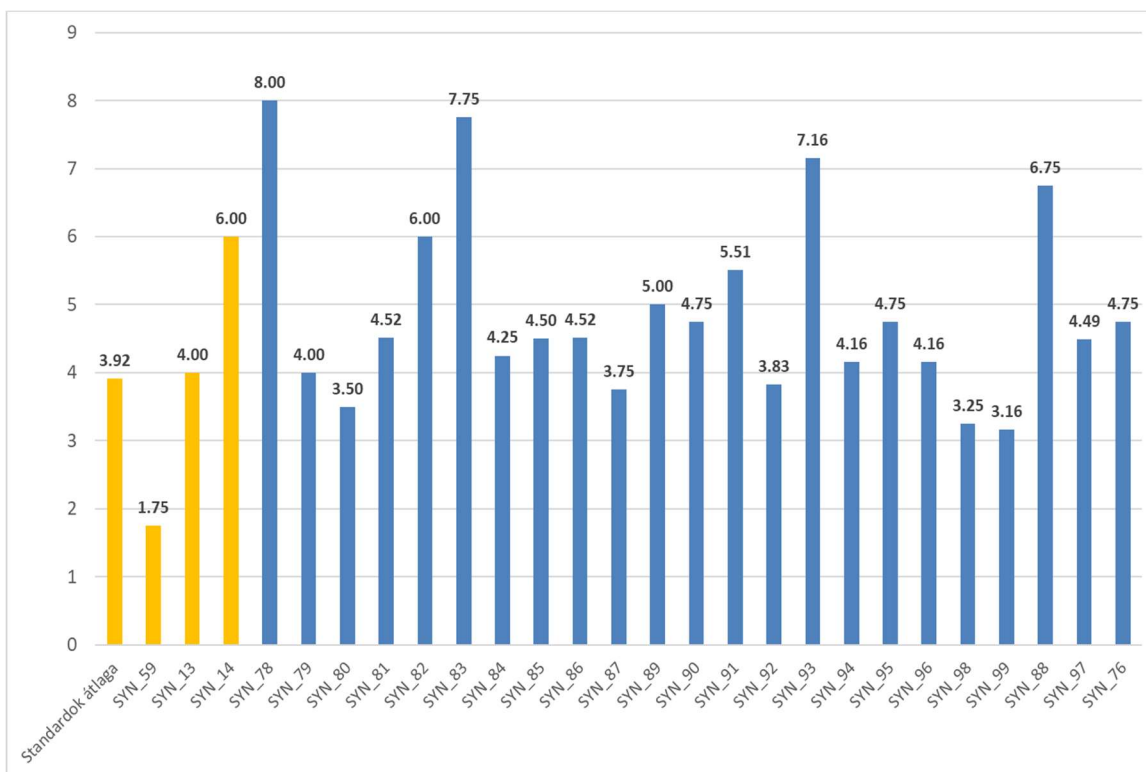
Vetőmagtermesztés szempontjából a fattyasodás/tillering (elsősorban az anyáknál), a hasban virágzás (anyáknál és apáknál egyaránt) valamint a növények csavarodásra/buggy whipping való genetikai hajlama (anyáknál és apáknál egyaránt) előállítási kockázatot jelent. Az említett tulajdonságok a szokásos 1-9-es skálán lettek értékelve mindhárom lokáción. Az átlagértékeket a 9. táblázat tartalmazza.

Fattyasodás szempontjából a SYN_81 (rating=5) és a SYN_93 (rating=3,67) esetén kell közepes kockázattal számolni. A többi vonal fattyasodás szempontjából nem kockázatos.

A csavarodás/kardosság kísérleti átlaga nagyon alacsony mindössze 1,25. A 3 vizsgált agronómiai tulajdonság közül a legalacsonyabb. Kivétel nélkül minden új vonal kockázatmentesnek tekinthető e tulajdonsággal kapcsolatba.

Az adatok alapján a legnagyobb kockázatot jelentő agronómiai tulajdonság a hasban virágzásra való genetikai hajlam, ami már a kísérleti átlagból is szembe tűnik (9. táblázat, illetve 6. ábra). A kísérlet átlag 4,78 a standardoké 3,92. A standard vonalak értékei 1,75 (SYN_59) és 6 (SYN_14) között széles skálán szórnak. Az új vonalak közül a SY_78, SYN_83, SYN_93, SYN_88 vonalak még a legmagasabb standard értékét is meghaladó mértékben bizonyultak hasban virágzásra hajlamosnak, mely növeli az öntermékenyülés kockázatát ezáltal rontva a vetőmag genetikai tisztaságát.

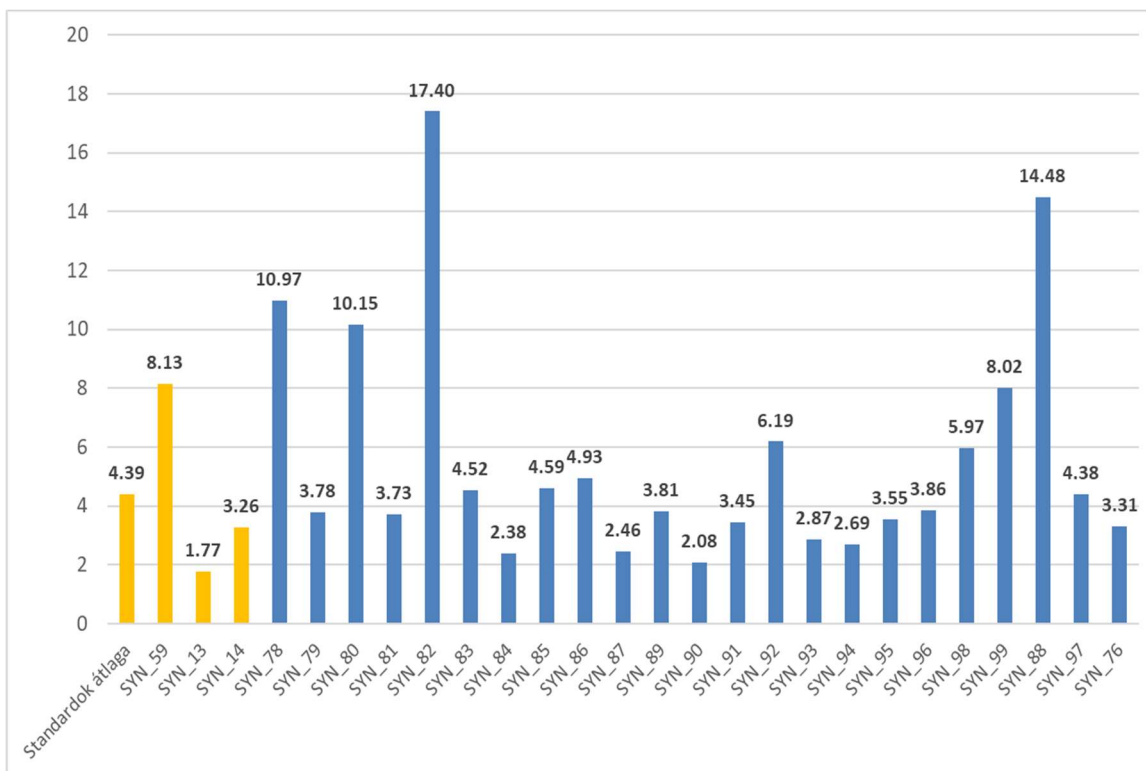
Kifejezetten alacsony értéket egyik vonal esetében sem rögzítettünk. Legkedvezőbb értéket e tulajdonság esetén a SYN_80, SYN_87, SYN_92, SYN_98, SYN_99-es vonalaknál tapasztaltunk, de még ezek az értékek épp csak a standard átlag alatt vannak, ami azt jelenti, hogy ezen a területen nem mutatkozik érdemi genetikai előrehaladás.



6. ábra. A vizsgált vonalak hasban virágzásának értékei a kísérleti helyek átlagában

4.2.3. A termést és az előállítás eredményét közvetlenül befolyásoló tulajdonságok értékelése (meddőség, 1000 szem tömeg, tisztítási veszteség)

A meddő növények %-os arányában jelentős különbségek vannak a vizsgált genotípusok között. A kísérlet átlaga 5,49% (9. táblázat, 7. ábra), a standard vonalaké 4,39%. Az SzD5% mértéke 9,35%. A SYN_82 és SYN_88-as vonalak meddő növényeinek aránya szignifikánsan nagyobb a standardok átlagánál, megközelítette vagy meghaladta a 15%-ot. Ez ideihez hasonló években jelentős terméskiesést eredményezhet és piaci bevezetés esetén ellátási kockázatot jelenthet. Több vonal az extrém magyarországi időjárás ellenére kiváló eredménnyel zárt. 16 vonal esetében a meddő növények aránya nem érte el az 5 %-ot, míg öt vonal esetében a meddőség 3% alatt volt (SYN_84, SYN_87, SYN_90, SYN_93, SYN94). Ez rendkívüli toleranciát feltételez elsősorban a hő-stresszel szemben. Megvizsgáltam a meddőség és hektáronként bruttó vetőmaghozam közötti kapcsolatot és jelentős közepes mértékű lineáris kapcsolatot tapasztaltam. A korreláció mértéke - 0,6.



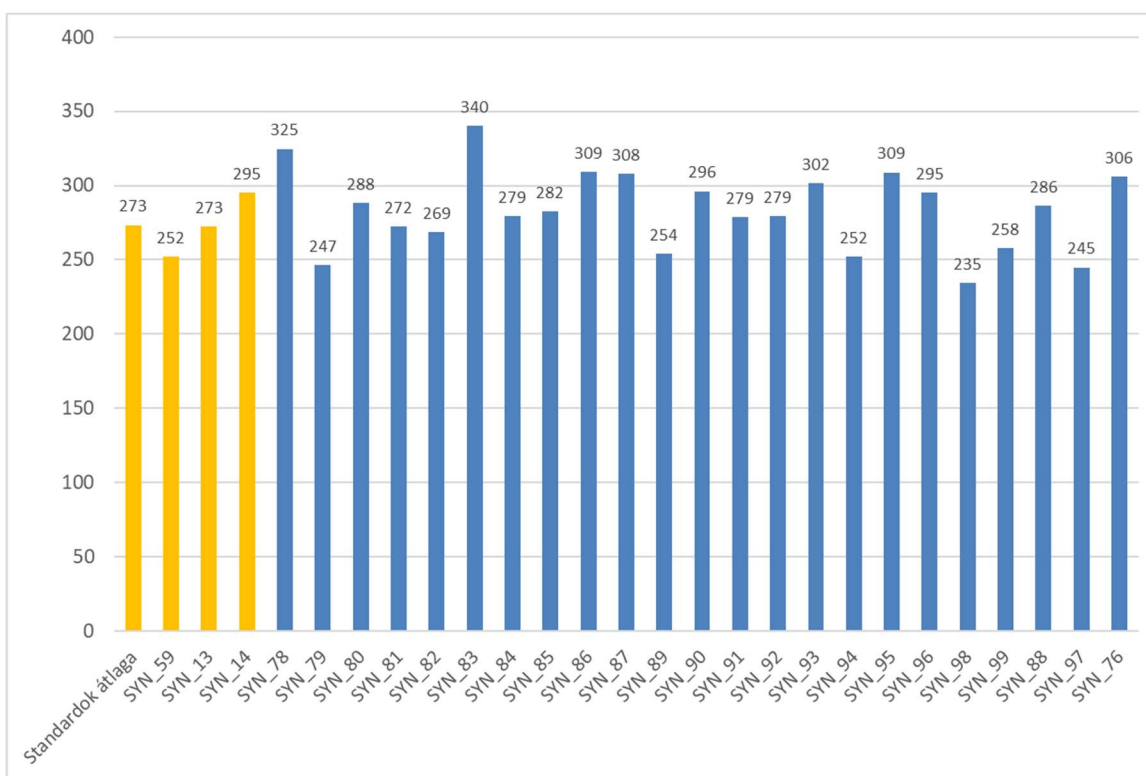
7. ábra. Meddő növények %-os aránya a kísérleti helyek átlagában

A vizsgált vonalak ezer szem tömegei között szignifikáns eltéréseket tapasztaltunk. A kísérlet átlaga 282,1g volt. A standard vonalaké pedig átlagosan 273,4g. Az SzD5% mértéke 23g.

Össességében a kísérlet átlagos 1000 szem tömege alacsonynak mondható, ennek oka természetesen a szemtelítődés időszakában tapasztalt hőstressz volt, amit a kiegészítő öntözés ne tudod kellőképpen ellensúlyozni. Az 1000 szem tömeg és a hektáronkénti vetőmaghozam között biztos, de gyenge negatív korrelációt állapítottunk meg melynek mértéke -0,28.

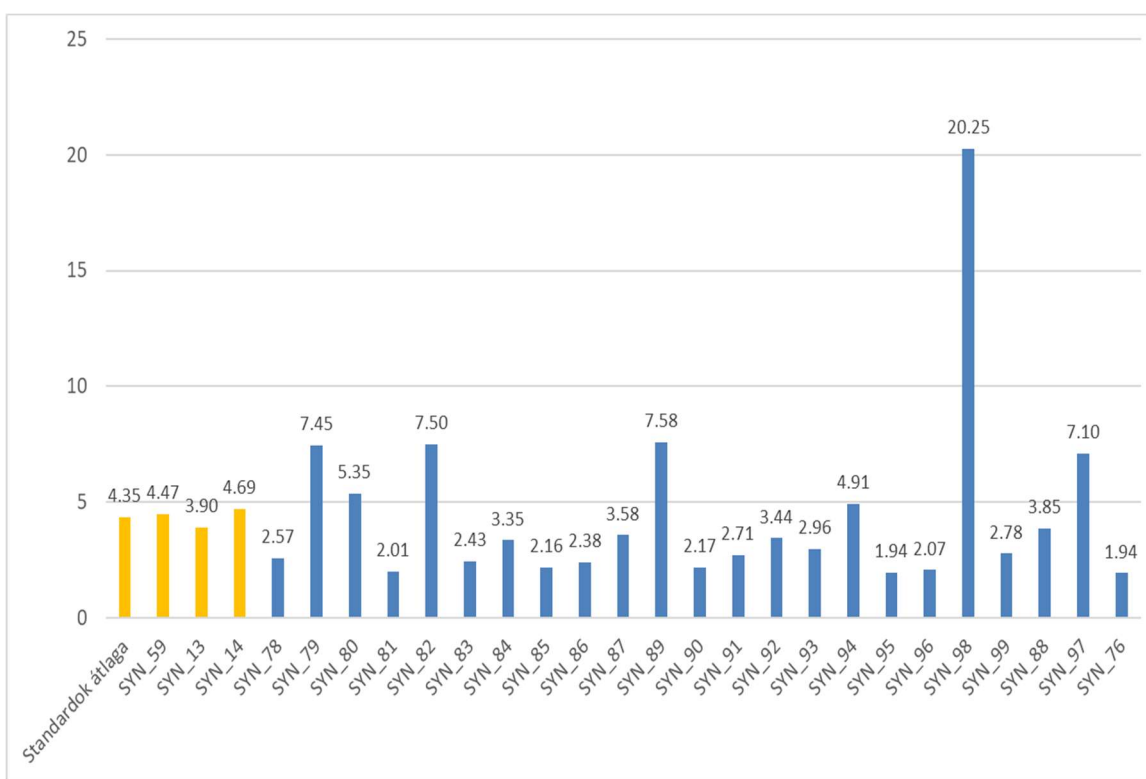
Néhány vonal 1000 szem tömege az augusztusi hőstressz ellenére is megfelelően alakult. 300g/1000szem fölötti értéket mértünk összesen 7 any a vonal esetében (SYN_78, SYN_83, SYN_86, SYN_87, SYN_93, SYN_95, SYN_76). Elfordult ugyanakkor nagyon alacsony 250g/1000 szem alatti érték is 3 vonal esetén (SYN_79, SYN_97, SYN_98).

Az alacsony 1000 szem tömeg az egyik legfőbb oka a tisztítási veszteségnek. Ezt a mi adataink is alátámasztják. Az 1000 szem tömeg és a tisztítási veszteség közötti korreláció -0,62, azaz minél nagyobb az 1000 szem tömege annál kisebb a tisztítási veszteség.



8. ábra. A vizsgált vonalak 1000 szem tömege (g) a kísérleti helyek átlagában

A tisztítási veszteséget a bruttó termés százalékában határoztuk meg. A vizsgált vonalak tisztítási veszteségében jelentős különbségeket tapasztaltunk (9. ábra). A kísérletben az átlagos tisztítási veszteség 4,44% volt a standardok átlaga is ehhez hasonló (4,35%) volt. A legtöbb vizsgált vonallal kapcsolatban megállapítható, hogy előrelépést jelentenek a standardokhoz képest. Néhány esetben azonban a tisztítási veszteség jelentősen nagyobb volt, de szignifikáns eltérést csak a SYN_98-as vonal esetében tapasztaltunk (SzD5%=5,9%). A SYN_98-as vonal termőképessége ugyan kiváló, de a csövön lévő apró szemek aránya meghaladta a 20%-ot, ami előállítási kockázatot jelent.



9. ábra. A vizsgált vonalak tisztítási vesztesége (%) kísérleti helyek átlagában

4.3. Az új anya vonalak értékelése termés/kockázat mátrix alkalmazásával

Az anyag és módszer fejezetben ismertetett módon a beltenyésztett anya vonalakat mindhárom standard vonal termésével összehasonlítottuk és kategóriákba soroltuk, majd az egyedi összevetések értékeit átlagoltuk. Az átlag értékek alapján meghatároztuk a vizsgált vonalak végső termés kategóriáját (8. táblázat).

A kockázati tényezők esetében minden vonal egyedi átlag értékét (9. táblázat) összevetettük a 6. táblázatban szereplő küszöb értékekkel és meghatároztuk a vonalak kockázati besorolását minden tulajdonság esetén. Ezt követően attól függően, hogy a vonalak hány alkalommal szerepeltek a különböző kockázati kategóriákban, meghatároztuk az összesített kockázati érték kategóriát (10. táblázat).

Vonal kódja	Hasban virágzás	Csavarodás/ Kardosság	Fatnyarodás	F. illeola	F. Graminearum	Kulorica törpe mozaik vírus	Meddőség	1000 szem tűnésg	Tisztítási veszteség	Összesített kockázati kategória
SW_78	Negyon kockázatos	Nem kockázatos	Nem kockázatos	Közepesen kockázatos	Közepesen kockázatos	Nem kockázatos	Negyon kockázatos	Nem kockázatos	Nem kockázatos	Kockázatos
SW_79	Közepesen kockázatos	Nem kockázatos	Nem kockázatos	Nem kockázatos	Nem kockázatos	Nem kockázatos	Nem kockázatos	Negyon kockázatos	Nem kockázatos	Közepesen kockázatos
SW_80	Nem kockázatos	Nem kockázatos	Nem kockázatos	Közepesen kockázatos	Közepesen kockázatos	Közepesen kockázatos	Negyon kockázatos	Nem kockázatos	Nem kockázatos	Kockázatos
SW_81	Közepesen kockázatos	Nem kockázatos	Közepesen kockázatos	Közepesen kockázatos	Nem kockázatos	Nem kockázatos	Nem kockázatos	Nem kockázatos	Nem kockázatos	Közepesen kockázatos
SW_82	Közepesen kockázatos	Nem kockázatos	Nem kockázatos	Közepesen kockázatos	Nem kockázatos	Nem kockázatos	Negyon kockázatos	Nem kockázatos	Nem kockázatos	Közepesen kockázatos
SW_83	Negyon kockázatos	Nem kockázatos	Nem kockázatos	Közepesen kockázatos	Közepesen kockázatos	Nem kockázatos	Nem kockázatos	Nem kockázatos	Nem kockázatos	Közepesen kockázatos
SW_84	Közepesen kockázatos	Nem kockázatos	Nem kockázatos	Közepesen kockázatos	Nem kockázatos	Nem kockázatos	Nem kockázatos	Nem kockázatos	Nem kockázatos	Nem kockázatos
SW_85	Közepesen kockázatos	Nem kockázatos	Nem kockázatos	Közepesen kockázatos	Nem kockázatos	Nem kockázatos	Nem kockázatos	Nem kockázatos	Nem kockázatos	Nem kockázatos
SW_86	Közepesen kockázatos	Nem kockázatos	Nem kockázatos	Közepesen kockázatos	Nem kockázatos	Közepesen kockázatos	Nem kockázatos	Nem kockázatos	Nem kockázatos	Közepesen kockázatos
SW_87	Közepesen kockázatos	Nem kockázatos	Nem kockázatos	Nem kockázatos	Nem kockázatos	Nem kockázatos	Nem kockázatos	Nem kockázatos	Nem kockázatos	Nem kockázatos
SW_89	Közepesen kockázatos	Nem kockázatos	Nem kockázatos	Nem kockázatos	Nem kockázatos	Nem kockázatos	Nem kockázatos	Közepesen kockázatos	Nem kockázatos	Nem kockázatos
SW_90	Közepesen kockázatos	Nem kockázatos	Nem kockázatos	Közepesen kockázatos	Közepesen kockázatos	Nem kockázatos	Nem kockázatos	Nem kockázatos	Nem kockázatos	Közepesen kockázatos
SW_91	Közepesen kockázatos	Nem kockázatos	Nem kockázatos	Közepesen kockázatos	Nem kockázatos	Nem kockázatos	Nem kockázatos	Nem kockázatos	Nem kockázatos	Nem kockázatos
SW_92	Közepesen kockázatos	Nem kockázatos	Nem kockázatos	Közepesen kockázatos	Nem kockázatos	Nem kockázatos	Közepesen kockázatos	Nem kockázatos	Nem kockázatos	Közepesen kockázatos
SW_93	Negyon kockázatos	Nem kockázatos	Közepesen kockázatos	Közepesen kockázatos	Közepesen kockázatos	Nem kockázatos	Nem kockázatos	Nem kockázatos	Nem kockázatos	Kockázatos
SW_94	Közepesen kockázatos	Nem kockázatos	Nem kockázatos	Nem kockázatos	Közepesen kockázatos	Nem kockázatos	Nem kockázatos	Közepesen kockázatos	Nem kockázatos	Közepesen kockázatos
SW_95	Közepesen kockázatos	Nem kockázatos	Nem kockázatos	Közepesen kockázatos	Nem kockázatos	Nem kockázatos	Nem kockázatos	Nem kockázatos	Nem kockázatos	Nem kockázatos
SW_96	Közepesen kockázatos	Nem kockázatos	Nem kockázatos	Nem kockázatos	Nem kockázatos	Nem kockázatos	Nem kockázatos	Nem kockázatos	Nem kockázatos	Nem kockázatos
SW_98	Nem kockázatos	Nem kockázatos	Nem kockázatos	Nem kockázatos	Nem kockázatos	Nem kockázatos	Közepesen kockázatos	Negyon kockázatos	Negyon kockázatos	Közepesen kockázatos
SW_99	Nem kockázatos	Nem kockázatos	Nem kockázatos	Közepesen kockázatos	Nem kockázatos	Negyon kockázatos	Közepesen kockázatos	Közepesen kockázatos	Nem kockázatos	Kockázatos
SW_88	Negyon kockázatos	Nem kockázatos	Nem kockázatos	Közepesen kockázatos	Nem kockázatos	Közepesen kockázatos	Negyon kockázatos	Nem kockázatos	Nem kockázatos	Kockázatos
SW_97	Közepesen kockázatos	Nem kockázatos	Nem kockázatos	Közepesen kockázatos	Nem kockázatos	Közepesen kockázatos	Nem kockázatos	Negyon kockázatos	Nem kockázatos	Kockázatos
SW_76	Közepesen kockázatos	Nem kockázatos	Nem kockázatos	Nem kockázatos	Nem kockázatos	Nem kockázatos	Nem kockázatos	Nem kockázatos	Nem kockázatos	Nem kockázatos

10. táblázat. A vizsgált anyai vonalak tulajdonságonkénti és összesített kockázati kategóriái

Ez alapján 6 vonal tekinthető kockázatosnak (SYN_78, SYN_80, SYN_93, SYN_99, SYN_88, SYN_97), 9 közepesen kockázatosnak (SYN_79, SYN_81, SYN_82, SYN_83, SYN_86, SYN_90, SYN_92, SYN_94, SYN_98), míg 8 vonal nem kockázatos (SYN_84, SYN_85, SYN_87, SYN_89, SYN_91, SYN_95, SYN_96, SYN_76).

Az összesített terméskategória (8. táblázat) és kockázati kategória (10. táblázat utolsó oszlopa) besorolások együttesen határozzák meg az anyai vonalak vetőmagelőállítási érték kategóriáját a 7. táblázatban bemutatott mátrix alapján. A 23 vizsgált vonal esetén ez a következőképpen alakult (11. táblázat).

Vonal kódja	Terméskategória	Összesített kockázati kategória	Végző érték
SYN_78	Alacsony	Kockázatos	Nem megfelelő
SYN_79	Magas	Közepesen kockázatos	Elfogadható
SYN_80	Alacsony	Kockázatos	Nem megfelelő
SYN_81	Nagyon magas	Közepesen kockázatos	Elfogadható
SYN_82	Nagyon alacsony	Közepesen kockázatos	Nem megfelelő
SYN_83	Közepes	Közepesen kockázatos	Gyenge
SYN_84	Magas	Nem kockázatos	Kiváló
SYN_85	Magas	Nem kockázatos	Kiváló
SYN_86	Magas	Közepesen kockázatos	Elfogadható
SYN_87	Magas	Nem kockázatos	Kiváló
SYN_89	Nagyon magas	Nem kockázatos	Kiváló
SYN_90	Nagyon magas	Közepesen kockázatos	Elfogadható
SYN_91	Magas	Nem kockázatos	Kiváló
SYN_92	Magas	Közepesen kockázatos	Elfogadható
SYN_93	Magas	Kockázatos	Gyenge
SYN_94	Nagyon magas	Közepesen kockázatos	Elfogadható
SYN_95	Közepes	Nem kockázatos	Elfogadható
SYN_96	Magas	Nem kockázatos	Kiváló
SYN_98	Nagyon magas	Közepesen kockázatos	Elfogadható
SYN_99	Magas	Kockázatos	Gyenge
SYN_88	Magas	Kockázatos	Gyenge
SYN_97	Közepes	Kockázatos	Nem megfelelő
SYN_76	Magas	Nem kockázatos	Kiváló

11. táblázat. A vizsgált beltenyésztett vonalak termés és kockázati besorolása, valamint végző értéke

Négy beltenyésztett vonal (SYN_78, SYN_80, SYN_82, SYN_97) anyaként való használata nem javasolt döntően az előállítási kockázatok miatt, de 3 esetben a termőképesség sem volt megfelelő (SYN_78, SYN_80, SYN_82).

További négy vonal "gyenge" végső értéket kapott (SYN_83, SYN_93, SYN_99, SYN_88) mivel a közepes vagy nagy termést csak számottevő kockázatok mellett tudnánk csak realizálni. Ezek a vonalak szintén nem javasoltak a továbbiakban anyaként történő használatra.

Nyolc vonal végső értéke „elfogadható” (SYN_79, SYN_81, SYN_86, SYN_90, SYN_92, SYN_94, SYN_95, SYN_98).

Hét vonal (SYN_84, SYN_85, SYN_87, SYN_89, SYN_91, SYN_96, SYN_76) végső értéke kiváló. Ezek nagy termőképességgel rendelkeznek és használatuk nem jár kockázattal.

5. Következtetések és javaslatok

23 DH (dihaploid) technikával előállított homozigóta beltényesztett kukorica vonalat, 3 velük azonos SSS rokonsági körhöz tartozó standard vonalhoz hasonlítva az alábbi megállapításokra jutottunk:

- Az azonos rokonsági kör ellenére a vonalak termőképességében jelentős, esetenként szignifikáns eltérések voltak tapasztalhatók. Ez a vonalak azonos vagy hasonló általános kombinálódóképessége mellett lehetőséget ad a további szelekcióra a gazdaságosabb vetőmagelőállítás érdekében. Egyetértek Pinnish és munkatársai (2012) azon megállapításával, hogy a gazdaságos vetőmagelőállítás alapja a jó szülői vonal.
- A termés elemzése alapján megállapítottuk, hogy a SYN_82-es vonal terméspotenciálja nem megfelelő. A többi vizsgált vonal terméskategóriája is meghatározásra került.
- A termés adatokat 3 lokáció átlagában határoztuk meg. Ezt a fejlesztés jelen szakaszában elégségesnek gondolom. A hálózatban egyéb kísérleti helyek is voltak, de a dolgozat elkészítésnek időpontjában azok az adatok még nem álltak rendelkezésre. Azokat is figyelembe véve még pontosabb elemzésre lesz lehetőség a későbbiekben.
- A fejlesztés következő szakaszában, amikor az előállítás helyét/régióját is meg kell határozni részletesebb, lokáció szintű elemzés lehet indokolt. A kísérleti helyek meteorológiai adatait felhasználva főkomponens analízissel környezeti klaszterek meghatározását javaslom és a további elemzéseket azoknak megfelelően végezném el. A klaszter analízis segítségével az is megállapítható lenne, ha valamelyik környezet alul reprezentált.
- A bruttó termést t/ha helyett unit/ha-ban hasonlítottam össze, amit a gyakorlati értelmezés szempontból helyesnek gondolok. A „unit” nagysága azonban a piac különböző szereplőinél eltérő lehet, ami az adat értelmezését nehezítheti.
- A termés objektív összehasonlítása érdekében érdemes lenne a jövőben a bruttó termés összehasonlítása mellett a nettó (tisztítás utáni) termést is összehasonlítani.
- A kilenc vizsgált kockázati tényező eltérő mértékben befolyásolta a végső kockázati érték alakulását. A tulajdonságok átlagértékei alapján a meddőség és a hasban virágzás jelentette

a legnagyobb problémát, amit az ezerszemtömeg követett. Ezek okai véleményünk szerint részben környezeti jellegűek tekintettel az évjáráti hatásra.

- Hasonlóan évjáráti hatással magyarázható az is, hogy a betegségek átlag értékei alacsonyak voltak. Az összesített kórtani érték alkalmazásával azonban így is kirajzolódtak a különbségek a genotípusok között.
- Úgy gondoljuk, hogy a fattyasodás és a csavarodás alacsony értékei a hatékony szelekció következménye.
- Közepes erősségű lineáris kapcsolatot állapítottunk meg a meddőség és a termés (-0,6), valamint az ezerszem tömeg és a tisztítási veszteség között (-0,62).
- A tisztítási veszteség nem volt jelentős kockázati forrás, de a SYN_98-as vonal esetében 20% feletti tisztítási veszteséggel kell számolni.
- Egy termés/kockázati mátrixot alkalmazva meghatároztuk a vonalak végső vetőmag-előállítási értékét. Az alkalmazott mátrix gyakorlati szempontból használhatónak bizonyult. Segítségével azonosítottuk a „nem megfelelő” (SYN_78, SYN_80, SYN_82, SYN_97) és „gyenge” (SYN_83, SYN_93, SYN_99, SYN_88) előállíthatóságú vonalakat, melyeket nem javasoljuk tovább vinni a fejlesztés következő szakaszába.
- Bizonyos kockázati tényezők nem voltak jelentős hatással a végső érték alakulására. A jövőben fontos lehet annak tisztázása, hogy egyszeri esetről van-e a szó, aminek évjáráti okai lehetnek, vagy pedig arról, hogy a tulajdonság időközben már nem számít kockázatosnak az eredményes nemesítői munka következtében. Környezeti hatás esetén indokolt lehet a kísérleti hálózat felülvizsgálata, hiszen minden évben választ kell kapnunk a szakmai kérdésekre. Ha pedig a kockázatot jelentő tulajdonság jelentősége változott, akkor a tulajdonságok listáját lehet indokolt felülvizsgálni és a kockázati mátrixok módosítani.

6. Összefoglalás

A kukorica (*Zea mays* L.) a világ egyik legfontosabb és legszélesebb körben termesztett növényfaja, melynek szerepe kiemelkedő mind az élelmiszerellátásban, mind az állattenyésztésben és ipari felhasználása is jelentős. A FAO legutóbbi statisztikai adatai szerint a kukorica a második legnagyobb területen termesztett növényfaj a világon. Globális vetésterülete meghaladja a 200 millió hektárt, és a megtermelt össz mennyisége évente körülbelül 1,2 milliárd tonnára tehető.

A modern kukoricatermesztésben a gazdálkodók túlnyomó része beltenyésztéses hibrideket használ, melyek vetőmagját minden évben újra elő kell állítani annak érdekében, hogy a heterózis, azaz a hibrid életerő előnyei teljes mértékben megnyilvánuljanak. A heterózis a termésnövelésben és a stressztűrő képesség fokozásában játszik szerepet, így növelve a hibridkukorica terméshozamát és gazdaságosságát. A vetőmag előállítása magas szintű szakértelmet, precíziós technológiát és szigorú minőségi ellenőrzést igényel, mivel a termelés során minden egyes lépés alapvetően meghatározza a végső terméseredményt.

A vetőmagtermesztés során a termesztés-technológia szinte minden elemét a szülői vonalak genetikai tulajdonságai alapján határozzák meg. A termesztés eredményességét számos tényező befolyásolja, ideértve a környezeti viszonyokat, az agrotechnikai megoldásokat, valamint a szülői vonalak genetikai tulajdonságait és terméspotenciálját is. Az anyai vonalak esetében különösen fontos a vetőmaghozamot közvetlenül befolyásoló tényezők, például a terméspotenciál és a termésstabilitás ismerete. Emellett kockázati tényezőkkel is számolni kell, amelyek közvetlenül vagy közvetve befolyásolhatják a termés mennyiségét, minőségét, a technológiai folyamatokat és a termesztés költségeit.

A kísérletben a Syngenta Kft. középérésű nemesítési programjának 23 új kódolású anyai vonalát teszteltük, melyek mindegyike a Stiff Stalk Synthetic (SSS) genetikai csoporthoz tartozik. Ez a genetikai csoport kiemelten fontos a hibridkukorica vetőmag-előállításában, mivel az SSS háttérű vonalakat elsődlegesen anyaként használják a nemesítési programokban.

A vizsgálat két magyarországi és egy francia kísérleti helyszínen, két ismétléses, véletlen blokk elrendezésű kísérletben zajlott, amely lehetővé tette a vonalak teljesítményének és stabilitásának összehasonlítását.

A kísérlet célja elsősorban az új kódolású anya vonalak vetőmagtermesztési értékének megállapítása volt. Ehhez egy termés/kockázati mátrixot hoztunk létre, amely figyelembe vette mind a termés hozamokat, mind a különféle kockázati tényezőket. Ez a mátrix lehetővé tette, hogy a vonalak értékelése során átfogó képet kapjunk a termésbiztonságról és a gazdaságosságról, valamint arról, hogy mely vonalak mutatkoznak ígéretesnek a jövőbeni hibridkukorica-nemesítési programokban.

7. Irodalomjegyzék

- Amrina, E., Wardah, Y. A. (2019): Risk assessment of supply chain of hybrid corn. *IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng.* 505, Paper 012013. doi:10.1088/1757-899X/505/1/012013
- Beck, D. (2002): *Management of Hybrid Maize Seed Production*. CIMMYT Mexico. p. 68.
<http://hdl.handle.net/10883/3778>
- Carter, P. (2021): *Corn Tillers: Causes and Influence on the Main Plant*. Pioneer honlapja, letöltés dátuma: 2024.11.08. <https://www.pioneer.com/ca-en/agronomy/corn-tillers-causes-and-influence-on-the-main-plant.html>
- Chase, S. (1969): Monoploids and Monoploid-Derivatives of Maize (*Zea mays* L.) Botanical Review 35, no. 2 (1969): 117–67.
- East, E. M., Jones, D. F. (1919): Inbreeding and Outbreeding: Their Genetic and Sociological Significance. In: *Monographs on Experimental Biology* (Eds.: Loeb J., Morgan T.H., Osterhout W.J.V.) J. B. Lippincott Company, The Washington Square Press, Philadelphia, p. 285.
- FAO: fao.org/faostat/en/#data
- Frey, N.M. (1981): Environmental influences on corn seed quality and production. In: *Proceedings of the 4th Ann. Seed Technology Conference*. (Ed.: Burris J.S.) Seed Science Center, Ames, Iowa, pp. 71-80.
- Hallauer, A. R. (2009): Corn Breeding. *Iowa State Research Farm Progress Reports*. Paper 475.
http://lib.dr.iastate.edu/farms_reports/549
- Hallauer, A. R., Russel, W. A., Lamkey, K. R. (1988): Corn breeding. In: *Corn and Corn Improvement*. (Eds.: Sprague G. F., Dudley J. W.) ASA, CSSA, SSSA Book Series: Agronomy Monograph, pp. 463-564. ISBN: 9780891180999, DOI:10.2134/agronmonogr18.3ed
- Hoegemeyer, T.C., Gutormsen, T.J. (1996): Identifying females which have innately better seed quality. In: *Proceedings of the 51st Ann. Corn and Sorghum Ind. Res. Conf. 1996. Amer. Seed Trade Assoc. (ASTA)* (Ed.: Wilkinson D.) Washington, pp. 220-226.

- Horváth, J., Fischl, G., Kadlicskó, S., Kiss, E., Pintér, Cs. (1995): *A szántóföldi növények betegségei* (Horváth J. szerk.) Mezőgazda Kiadó ISBN 963 7362 21 5.
- Jones, M. W., Redinbaugh, M. G., Louie, R. (2007): The Mdm1 locus and maize resistance to Maize dwarf mosaic virus. *Plant Dis.* 91(2), 185-190. doi: 10.1094/PDIS-91-2-0185
- Kannan, M., Ismail, I., Bunawan, H. (2018): Maize Dwarf Mosaic Virus: From Genome to Disease Management. *Viruses.* 10(9), 492. doi: 10.3390/v10090492.
- Latha, V. S., Lone, A., Ahmed, Z. (2020): Maize breeding manual. SKUAST-K. <https://www.skuastkashmir.ac.in>
- Lauer, S., Hall, B. D., Mulaosmanovic, E., Anderson, S. R., Nelson, B., Smith, S. (2012): Morphological Changes in Parental Lines of Pioneer Brand Maize Hybrids in the U.S. Central Corn Belt. *Crop Sci.* 52 (3), 1033-1043. <https://doi.org/10.2135/cropsci2011.05.0274>
- Licht, M. (2018): *Twisted whorls, buggy whipping, yellow leaves*. Iowa State University honlapja, letöltés dátuma: 2024.11.08. <https://crops.extension.iastate.edu/blog/mark-licht/twisted-whorls-buggy-whipping-yellow-leaves>
- MacRobert, J.F., Setimela, P.S., Gethi, J., Worku, M. (2014): *Maize Hybrid Seed Production Manual*. Mexico, D.F.: CIMMYT. pp: 1-26. ISBN: 978-607-8263-26-4. <http://hdl.handle.net/10883/4026>
- Mangelsdorf, P. C. (1975): Donald Forsha Jones 1890-1963. Biographical Memoirs. National Academy of Sciences, Washington D.C. pp. 135-156.
- Marton, L. C. (2013): Hybrid maize in Hungary is 60 years old. In: 60 Years of Hungarian Hybrid Maize; Pannonian Plant Biotechnology Association: Tolna County, Hungary, pp. 10-16. <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/pdf/10.5555/20143241325>
- Meteoblue: <https://syngenta.meteoblue.com/en/>
- Mikel, M. A. (2008): Genetic Diversity and Improvement of Contemporary Proprietary North American Dent Corn. *Crop Sci.* 48, 1686-1695. <https://doi.org/10.2135/cropsci2008.01.0039>

- Musimwa, T. R. (2013): *Why SR52 is such a great maize hybrid?* BSc Crop Science (Hons.) (UZ), College of Agriculture, Engineering & Science, University of KwaZulu-Natal, Pietermaritzburg. p. 143. <http://hdl.handle.net/10413/10991>
- Nielsen, R.L. (2003): *Tillers or “suckers” in corn: good or bad?* Purdue University honlapja, letöltés dátuma: 2024.11.08. <http://www.kingcorn.org/news/articles.03/Tillers-0623.html>
- Nielsen, R.L. (2019): *Yellow Tops and Twisted Whorls in Corn*. Purdue University honlapja, letöltés dátuma: 2024.11.08. <https://www.agry.purdue.edu/ext/corn/news/timeless/TwistedWhorls.html>
- Nielsen, R.L. (2020): *Tassel Emergence & Pollen Shed*. Purdue University honlapja, letöltés dátuma: 2024.11.08. <http://www.kingcorn.org/news/timeless/Tassels.html>
- Peltier, A. (2020): *Tillering in small grains yes, but corn? Cropping Issues in Northwest Minnesota*. University of Minnesota honlapja, letöltés dátuma: 2024.11.08. <https://blog-nwcrops.extension.umn.edu/2020/06/tillering-in-small-grains-yes-but-in.html>
- Pinnish. R., Mowers, R., Trumpy, H., Walejko, R., Bush, D., (2012): Evaluation of maize (*Zea mays* L) inbred lines for yield component traits and kernel morphology. *Maydica* 57(1):1-5
- Shull, G. H. (1908): The composition of a field of maize. *Am. Breed. Assoc. Rept.* IV, 296-301.
- Shull, G. H. (1909a): A pure-line method in corn breeding. *Am. Breed. Assoc. Rept.* V, 51-59.
- Shull, G. H. (1909b): Hybridization methods in corn breeding. *Am. Breed. Assoc. Rept.* VI, 63-72.
- Szőke, Cs., Micskei, Gy., Nagy, Z., Spitkó, T., Marton, L. C. (2013): Pathological studies on maize (*Zea mays* L.) in Martonvásár. In: 60 Years of Hungarian Hybrid Maize; Pannonian Plant Biotechnology Association: Tolna County, Hungary, pp. 68-73.
- Thomison, P.R. (2017): *Corn growth and development: Does tillering affect hybrid performance?* The Ohio State University honlapja, letöltés dátuma: 2024.11.08. <https://agcrops.osu.edu/newsletter/corn-newsletter/2017-24/does-tillering-impact-corn-yield>

8. Mellékletek

8.1. Hallgatói nyilatkozat

NYILATKOZAT

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

A hallgató neve: Rácz Ferenc Endre
A Hallgató Neptun kódja: CZ316C
A dolgozat címe: Hibridkukorica anyai vonalak értékelése a fejlesztés korai szakaszában
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/portfólió² 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 szellemi tulajdon-kezelési szabályzatában megfogalmazottak érvényesek.

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

- nem titkosított dolgozat a védést követően
- titkosításra engedélyezett dolgozat a benyújtásától számított 5 év eltelte után

nyilvánosan elérhető és kereshető lesz az Egyetem könyvtári repozitori rendszerében.

Kelt: Budapest _____ év November _____ hó 8 _____ nap


Hallgató aláírása

¹ A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törölendő.

² A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törölendő.

8.2. Konzulensi nyilatkozat

NYILATKOZAT

Rácz Ferenc Endre (név) (hallgató Neptun azonosítója: CZ 316C)
konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a
záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfóliót¹ 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 javaslom².

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem^{*3}

Kelt: Szeptember év 11 hó 08 nap


belső konzulens