

Doktori (PhD) értekezés tézisei

**A csemegekukorica (*Zea mays* convar. *saccharata* Koern) hibridek
beltartalmi értékelése**

Demeter Cintia

PhD jelölt

Témavezető

Prof. Dr. Nagy János

Professor Emeritus



**DEBRECENI EGYETEM KERPELY KÁLMÁN DOKTORI
ISKOLA**

Debrecen
2024

1. BEVEZETÉS

Magyarországon a csemegekukorica termesztés területe 1993 óta több, mint háromszorosára növekedett. Jelenleg 37288 hektáron termesztik és 2013 óta, változatlanul 30.000 hektár fölött volt a csemegekukorica termőterülete. Ezzel a hazánkban termesztett zöldségfélék közül a legnagyobb betakarított termő területet képviseli és az összes zöldségnövény termesztő felület (72 967 ha) több, mint felén csemegekukorica termesztés folyik. Magyarország Európa legnagyobb csemegekukorica termelője (pozícióját a 2000-es évektől őrzi) és egyben a világ második legnagyobb exportőre. Betakarított termésátlaga a kezdeti 12 t/ha-ról, napjainkban stabilan 15 - 16 t/ha-ra növekedett, köszönhetően a kiváló minőségű csemegekukorica hibrideknek és a megfelelő termesztéstechnológiának. Az évente megtermelt csemegekukorica mennyiségének nagy része, 95%-a exportra kerül.

Munkám során, három évben, eltérő genotípusú csemegekukorica hibridek termésmennyiségét, terméslemeit, beltartalmi értékeit mértem hasonlítottam össze (2020 – 2022). Vizsgálataink során célul tűztük ki: (1) az évjárat, a genotípus x évjárat hatás összefüggéseinek vizsgálatát a csemegekukorica betakarított nedves termés eredményeire (nedves cső + csuhéj), (2) a nedves szemtömeg, nedves csutkatömeg és a csőhossz vizsgálatát, (3) a csemegekukorica növénymagasságának és szárátmérőjének vizsgálatát, (4) az ásványi anyag tartalom elemzését az eltérő genotípusokban, (5) a csemegekukorica cukortartalma és a betakarított termésmennyisége közötti összefüggést, (6) a karotinoidok megoszlását a nedves szem terméseredmények függvényében, különös tekintettel a lutein tartalomra.

2. ANYAG ÉS MÓDSZER

2.1. A kísérlet helye

A kísérletünket a Debreceni Egyetem Agrár Campusán a Bemutatókertben mészelepedékes csernozjom talajon állítottuk be.

	2020	2021	2022
	Hibridek		
1	Messenger (MES)	Messenger (MES)	Messenger (MES)
2	GSS8529 (GSS)	GSS8529 (GSS)	GSS8529 (GSS)
3	Prelude (PRE)	GSS5649(GSB)	GSS5649(GSB)
4	Desert R78 (DES)	Sf1359(SF1)	Sf1359 (SF1)
5	Noa (NOA)	Desert R78 (DES)	Tyson (TYS)
6	Kouatour (KUA)	Noa (NOA)	
7	Kwando (KWA)	Desert R72(DEB)	
8		Honey (HON)	

2.2. Laborvizsgálati módszerek

A minőségi paraméterek meghatározását a betakarításkor vett mintából laboratóriumi körülmények között állapítottuk meg a DE MÉK Agrárműszerközpontjában. A csemegekukorica hibridek beltartalmi értékeinek statisztikai elemzéséhez a mintavételekre véletlenszerűen választottuk ki a növényegyedeket. A laborvizsgálatokhoz a mintákat folyékony nitrogénben szállítottuk, majd feldolgozásig, -84 °C-on, fagyasztva tároltuk.

Elem meghatározás céljából a csemegekukorica szemtermésének szárítása során kíméletes alacsony hőmérsékletet alkalmaztunk. 50 °C fokon szárítottuk, majd 24 °C fokon tároltuk a mintákat feldolgozásig. A minták állományból történő begyűjtése után azonnal megkezdődött a szárítószekrényben (Binder FD 720 hőkamra) történő szárítási folyamat, maximális levegősebességgel (El-Abady, 2014). Csemegekukorica szemminták elemtartalmának meghatározásához az előkészített mintából 0,5 g-ot mértünk be, erre 5 ml desztillált cc. HNO₃-at és 3 ml 30%-os H₂O₂-ot adagoltunk. Lezártuk és ETHOS Plus Milestone mikrohullámú roncsolóval és az Application Note 076 módszerrel négy lépésben roncsoltuk. A roncsolás befejezése után az edényeket lehűtöttük, tartalmukat felnyitás után 50 ml-es mérőlombikba öntöttük. A méréseket induktív plazmagerjesztésű – atomemissziós ICAP 7000 spektrofotométerrel (Thermo Scientific) végeztük.

Mértük csemegekukorica minták nedvességtartalmát. A csemegekukorica mintákat szárazjéggel együtt megdaráltuk, majd a megdarált minta kb. 1/3 részét 40 ml-es EPA fiolába tettük. A szárazjég elszublimálásáig nyitott edényben, szobahőmérsékleten tároltuk. A szobahőmérséklet elérése után azonnal lemértük a fiola tömegét. A fiolákat ezután 70 °C-os vákuumszáritószekrénybe helyeztük, 500 mbar vákuumot alkalmazva, 3 óra elteltével a vákuumot 100 mbar-ra csökkentettük és egy éjszakán át ezen a nyomáson szárítottuk. A szárítószekrényből kivéve légmentesen lezártuk, mikor szobahőmérsékletre lehűlt, lemértük a pontos tömegét.

A karotinoidok mennyiségének meghatározásakor a Moros et al. (2002) módszert alkalmaztuk. A vizsgálatokhoz 0,6 g darált mintát mértünk be 50 ml-es centrifugacsőbe. Hozzáadtunk 6 ml 100%-os etanolt, vortexeltük 30 másodpercig, majd hűtött ultrahang kádban kezeltük 5 percig. Hozzáadtunk 3 ml 10%-os NaCl oldatot és 10 ml hexánt, és vortexeltük 30 másodpercig. Centrifugáltuk 3 percig a fázisok szétválásáig 5000 rpm-en. A felső, hexános fázist átpipettáztuk bepárlócsőbe. A hexános extrakciót még kétszer megismételtük, az alsó, vizes-alkoholos fázis elszíntelenedéséig. Az összegyűjtött hexános frakciókat nitrogénáram alatt szárazra pároltuk szobahőmérsékleten, sötétben. A bepárolt maradékhoz 2 ml 0,1% BHT-t tartalmazó MeOH-t adtunk. Vortex, és ultrahang segítségével feloldottuk, majd az oldatot 0,22 µm-es pórusátmérőjű fecskendőszűrőn át HPLC fiolába szűrtük. HPLC vizsgálatig fagyaszttóban, -18 °C-on tároltuk.

2.3. Statisztikai módszerek

Az egyes értékek közötti szignifikáns különbségek meghatározásához Fisher – féle legkisebb szignifikáns különbség (LSD) tesztet alkalmaztunk. A változók közötti korrelációt a Pearson-féle korrelációs együtthatóval jellemeztük. A PCA alkalmazhatóságát Kaiser–Mayer–Olkin tesztel határoztuk meg. A teszt kritikus értéke 0,5. Ha bármelyik változó MSA (Measure of Sampling Adequacy) értéke meghaladja ezt az értéket, az alkalmas elemzésre. A kísérleti eredmények statisztikai értékelését R 3.2.4. statisztikai környezetben (Teams 2016a), RStudio (Team2016b) grafikus felülettel „gplots” (Warnes et. al., 2015) „car” (Fox és Wesiberh, 2011) és „agricolae” (De Mendiburu, 2016) csomagok felhasználásával és a Minitab LLC., Pennsylvania, USA) statisztikai szoftverekkel végeztük.

3. EREDMÉNYEK

Kutatásaink során értékeltük a csemegekukorica hibridek termés mennyiségének összefüggését, az egyes évjáratokkal és a hibrid x évjárat kapcsolatát. Eredményeink szerint a hibridek termés mennyiségére szignifikáns hatással volt az év ($P < 0,001$), valamint a hibrid x évjárat hatás is statisztikailag igazolható volt ($P < 0,05$). A szemtömeg összefüggéseket vizsgálva eredményeink szerint a szemtömeg mennyiségére szignifikáns hatással volt a hibrid, az évjárat, valamint a hibrid x évjárat hatás ($P < 0,001$). A csutkatömeg mennyiségére a legnagyobb hatása az évjáratnak volt ($P < 0,001$) e mellett a hibridek ($P < 0,01$) között is volt statisztikailag igazolt különbség

1. táblázat: A csemegekukorica hibridek termésmennyiségének összefüggése az évjáratokkal és a hibrid x évjárat kapcsolatok értékelése, Debrecen, 2020-2022

		DF	AdjSS	AdjMS	F-érték	P-érték
Termés	Év	2	73,444	36,7222	133,25	0,000
	Hibrid	1	13,097	13,0966	47,52	0,000
	Hibrid*Év	2	2,311	1,1553	4,19	0,032
Szemtömeg	Év	2	12,894	6,4468	82,28	0,000
	Hibrid	1	16,877	16,8773	215,39	0,000
	Hibrid*Év	2	4,543	2,2716	28,99	0,000
Csutkatömeg	Év	2	32,1414	16,0707	145,46	0,000
	Hibrid	1	0,8292	0,8292	7,51	0,013
	Hibrid*Év	2	0,6343	0,3172	2,87	0,083

2. táblázat: A csemegekukorica hibridek kálium, foszfor, magnézium, kalcium, vas, cink tartalmának összefüggése az évjáratokkal és a hibrid x évjárat kapcsolatok értékelése, Debrecen, 2020-2022

		DF	Adj SS	Adj MS	F-value	P-value
Kálium (mg/kg)	Év	2	90020429	45010215	1811,49	0,000
	Hibrid	1	14725100	14725100	3461,48	0,000
	Hibrid*év	2	21192332	10596166	426,46	0,000
Foszfor(mg/kg)	ÉV	2	9479215	4739608	1114,16	0,000
	Hibrid	1	809603	809603	1732,59	0,000
	Hibrid*év	2	4878945	2439473	573,46	0,000
Magnézium (mg/kg)	Év	2	2368846	1184423	2534,73	0,000
	Hibrid	1	240,67	240,667	163,47	0,000
	Hibrid*Év	2	53678	26839	57,44	0,000
Kalcium (mg/kg)	Év	2	18051,6	9025,79	365,5	0,000
	Hibrid	1	15,042	15,0417	45,11	0,000
	Hibrid*év	2	2227,8	113,88	45,11	0,000
Vas(mg/kg)	Év	2	42,333	21,1667	37,17	0,000
	Hibrid	1	31124315	31124315	1252,64	0,000
	Hibrid*év	2	1,333	0,6667	1,17	0,000
Cik(mg/kg)	Év	2	12,33	6,167	4,19	0,000
	Hibrid	1	240,67	240,667	163,47	0,000
	Hibrid*év	2	52,33	26,167	17,77	0,000

Összességében a kísérleti eredményeink alapján megállapítottuk, hogy a vizsgálatban szereplő két csemegekukorica hibrid a termésmennyiség, szentömeg, mikro -mezo-makro elem tartalmának tekintetében szignifikánsan különbözött. Az évjárat összehasonlításában (2020; 2021; 2022) a termés, szentömeg, kalcium, vas, kálium, foszfor tartalmak megbízhatóan különböztek. Csutka tömeget tekintve, a 2020 és a 2021 – es évjárat hasonlóságot mutatott. A magnéziumkoncentráció a három évjáratban különbözött és a 2020 – 2021 évjáratban kismértékben tért el. A cink tartalom különbözött, 2022 – ben a cink tartalma a 2021 – es évjáratához hasonlított és a 2020 – as évjáratban különbözött.

A két hibrid eredményeinek statisztikai értékelése értékes összefüggéseket tett lehetővé a 3 különböző évjáratban.

Kísérletünkben a betakarításkor mért terméselemek arányai évjáratonként kis mértékben különböztek,

hasonló következtetésre jutottak Xiong et al. (2017) a csemegekukorica termésmennyiség eredményeket elemezve. Ásványi anyag tartalom összehasonlításában a MES csemegekukorica a vasat és kalciumot leszámítva több mennyiségű ásványi anyagot tartalmazott. Gu et al. (2015) állításaival egyezően megállapítottuk, hogy a kukoricaszemekben található makro és mikroelemek tartalma szignifikáns összefüggést mutat a környezettel, a talaj típusával, a csapadék mennyiségével, valamint a hőmérséklettel. Összességében megállapítottuk, hogy a három év közül mindkét hibrid esetében 2022-ben a kedvezőtlen évjáratban volt a legkevesebb a betakarított termés mennyisége, ugyanakkor 2020-ban szignifikánsan magasabb volt. A GSS csemegekukorica esetében 2020-hoz viszonyítva, 2021-ben mindössze 4%-kal, 2022-ben azonban 21%-kal szignifikánsan volt kevesebb a termés mennyisége. A MES csemegekukorica esetében 2020-hoz viszonyítva, 2021-ben 13% -kal, 2022-ben 17%-kal volt szintén kevesebb a nyers termés mennyisége.

Li et al. (2021) vizsgálati eredményeivel megegyezően bizonyítottuk az öntözővíz mennyiségének fontosságát a természetes csapadék kiegészítéseként, a tenyészidőszak során. Vizsgálatainkban a nagyobb mennyiségű öntözővíz késleltette fenológiai fejlődést és elhúzódó vegetatív növekedési szakaszt eredményezett, míg a kevesebb kijuttatott öntözővíz mennyiséggel a vegetatív fejlődési szakasz jelentősen lerövidült és korai érettséghez vezetett. Saját kutatási eredményeink alapján bizonyítottuk, hogy ezzel szemben az évjárat hatás elsődleges és szignifikáns. A hatékony precízióskukoricatermesztés alapja a tápanyag és a vízgazdálkodás összehangolása és a szántóföldi tartamkísérletekben elért új tudományos eredmények gyakorlati alkalmazása (Nyéki et al. 2021, Széles et al 2018, 2019). Egy csúcsfajta értékét nem csak a termőképessége határozza meg, hanem az is, hogy a csúcstermést képes-e szélsőséges körülmények között is „lábba kihordani”. A tartamkísérletek jelentősége szempontjából kiemelkedő fontosságúak a különböző agrotechnikai tényezők és az időjárási feltételek talajra gyakorolt komplex hatásainak pontos meghatározása, nyomon követése. A talajbeli változások nemcsak agronómiai, hanem ökológiai, környezetvédelmi szempontból is rendkívül fontosak. Pepo et al. (2020) vizsgálataival megegyezően megállapítottuk, a kukorica ökológiai érzékenységet mely az évjáráthatás megnövekedett (11 %) értéke bizonyította.

4. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

A csemegekukorica korszerű termesztés technológiájának elengedhetetlenül fontos eleme a precíziós gazdálkodás mellett az optimális tápanyagellátottság biztosítása, a megfelelő mennyiségű és minőségű csemegekukorica eléréséhez. Kutatásaink során az elmúlt 3 évben vizsgáltuk a csemegekukorica termésmennyiségére és minőségére ható tényezőket az évjárat, hibrid, évjárat és hibrid kölcsönhatásának befolyását a termésmennyiségre, ásványi anyag tartalomra. Az eredményeinket három eltérő évjáratban elemeztük.

2020-ban a tenyészidőszakban igen nagy mennyiségű csapadék hullott (447 mm) mely jelentősen meghaladta a sokévi átlagot, mindehhez a csapadék is kifejezetten kedvező volt. A vízellátottság optimális volt a termés szempontjából meghatározó fenológiai fázisokban (virágzás, terméskötés, szemtelítődés).

A 2021-es tenyészidőszak elején az évszakhoz képest hűvös időjárás uralkodott. Júniusban határozott fordulat következett be az időjárás jellegében. A nyár első hónapját lényegesen melegebb időjárás jellemezte kevés csapadékkal. A térség nagy részétől eltérően a kísérleti területen a júliusi csapadék (70 mm) kissé meghaladta a sokévi átlagot. A tenyészidőszak hátralevő része is száraz volt. Súlyos aszály kialakulásában fontos szerepe volt a nyári magas hőmérsékletnek. A június után a július 3,3 °C-kal volt melegebb a sokévi átlagnál és augusztus első felében is folytatódott a kánikula.

2022-ben még az előző évinél is súlyosabb aszály alakult ki. Az április átlagosan csapadékos, ezt követően azonban augusztusig minden hónap igen száraz volt. A vízhiányt és annak káros hatásait fokozta, hogy az időjárás a szokásosnál lényegesen melegebb volt. A nyári hónapok rendre 3,4; 2,4; 2,9 °C-os pozitív hőmérsékleti anomáliát mutattak.

A három év évjáráthatását figyelembe véve a 2020-as év volt a legkiemelkedőbb a csemegekukorica termesztés szempontjából. Az aszálykár és a csapadékhiány jelentős terméscsökkenést eredményezett a 2021 és 2022-es tenyészévben, mindkét hibrid esetében.

A két csemegekukorica hibrid eredményeinek külön-külön összefoglaló statisztikai értékelése három különböző évjáratban értékes összefüggések feltárását tette lehetővé és azok alkalmazását a hibrid specifikus technológiában.

A GSS Hibrid 2020-ban termés eredménye pozitív korrelációt mutatott a szemtömeg és a csutka mennyiségével, szárátmérő, csőhossz, csőátmérő méretével, valamint a Ca, Fe tartalmával. Negatív volt a korreláció a termés mennyisége, a növénymagasság és a K, Mg, Zn, P koncentráció között. A szemtömeg pozitív korrelációt mutatott a csutka mennyiségével, szárátmérővel, csőhosszal, csőátmérővel, Ca, Fe tartalommal ugyanakkor negatív volt a korreláció a növénymagasság, K, Mg, Zn, P koncentráció között. A csutka mennyisége

pozitívan korrelált a csőhosszal, Ca, Fe, K – tartalommal és negatív volt a korreláció a csutka tömege

és a növénymagasság, szárátmérő, csőátmérő, K, Mg, Zn, P tartalom között. A növénymagasság pozitívan korrelált a szárátmérő, csőátmérővel, K; Mg tartalommal nagyon szorosan korrelál és negatív korreláció volt a csőhossz, Ca, Fe, Zn, P tartalom és a növénymagasság között. A szárátmérő pozitívan korrelált a csőhossz, csőátmérő, Ca, Fe, szintekkel. Negatív korrelációt állapítottam meg a szárátmérő és a K, Mg, Zn, P koncentráció között. A csőhossz pozitív korrelációt mutatott, a csőátmérővel, nagyon szorosan korrelált a Ca, Fe tartalommal. Negatív korrelációt állapítottam meg, a K, Mg, Zn, P koncentrációja és a csőhossz között. A csőátmérő pozitívan korrelált a Ca, Fe tartalommal és negatív korrelációt figyeltem meg a csőátmérő és a K, Mg, Zn, P tartalom között. A Ca tartalom pozitívan korrelált a Fe tartalommal és negatív volt a korreláció a K, Mg, Zn, P tartalom között. A Fe tartalom nem függött semmitől, negatíván korrelált a K, Mg, Zn, P tartalommal. K tartalom szorosan korrelált a Mg, Zn, P tartalommal. A Mg tartalom pozitívan korrelált a Zn, P tartalommal. A Mg pozitívan korrelált a Zn, P tartalommal. A Zn tartalom pozitívan korrelált a P tartalommal.

2021-ben a termésmennyisége pozitívan korrelált a szentömeggel, növénymagassággal, szárátmérővel, Fe, K, Zn, P tartalommal. Negatív volt a korreláció a termésmennyiség és a csutka mennyisége, csőhossza, csőátmérő, Ca és Mg tartalom között. A szentömeg pozitív korrelációt mutatott a Fe, Zn, P tartalom és a csőhossz között. Negatív korrelációt figyeltem meg a szemtermés és a csutka tömege, növénymagasság, szárátmérő, csőátmérő Ca, K, Mg tartalom között. A csutka tömege pozitív korrelációt mutatott a csőhossz, csőátmérő, Ca, Fe, Mg, Zn tekintetében. Negatív korrelációt figyeltem meg a csutka tömege és növénymagasság, K, P tartalom között. A növénymagasság pozitívan korrelált a szárátmérővel, K, P tartalommal. Negatív korrelációt figyeltem meg a csőhossz és a csőátmérő, Ca, Fe, Mg, Zn tartalom között. A csőhossz tekintetében pozitív korrelációt figyeltem meg a Ca, Mg tartalom között. Ugyanakkor negatív volt a korreláció a csőhossz és a csőátmérő, Fe, K, Zn, P tartalom között. A Ca tartalmat illetően pozitív volt a korreláció a Mg és a Fe tartalommal. Negatív korrelációt figyeltem meg a Ca tartalom és a K, Zn, P tartalom között. A Fe tartalmat vizsgálva pozitívan korrelált a Mg, Zn mennyiségével és negatíván a K, P tartalommal. A K tartalmat vizsgálva pozitív korrelációt figyeltem meg a P tartalommal és negatív korrelációt a Mg, Zn mennyiségével. A Mg tartalom negatíván korrelált a Zn, P tartalommal. A Zn tartalom negatíván korrelált a P tartalommal.

2022-ben a termésmennyisége pozitívan korrelált a szem tömeggel, a növénymagassággal, csőátmérővel, Ca, K, P tartalommal. Negatív volt a korreláció a termés mennyiség és a csutka mennyisége, a szárátmérő, csőhossz, Fe, Mg, Zn tartalom között. A szemtermés mennyisége pozitív összefüggést mutatott a csőátmérővel, Ca, Fe, Zn, P tartalommal és negatív a korreláció

a szemtermés és a csutka mennyisége, növénymagasság, szárátmérő, csőhossz, K, Mg tartalom között. A csutka mennyiségét tekintve pozitív korrelációt állapítottam meg, a szárátmérő, Ca, Mg, P tartalom

között és negatív a korreláció a csutka mennyisége a növénymagasság, csőhossz, Fe, K, Zn tartalom között. A növénymagasságot tekintve pozitív volt a korreláció a szárátmérő, csőhossz, csőátmérő, K, Mg tartalom között. Negatív korrelációt állapítottam meg a növénymagasság és a Ca, Fe, Zn tartalom között. A csőhossz tekintetében pozitív volt a korreláció a Fe, K, Mg, Zn mennyiségével és negatív volt az összefüggés a csőátmérő, Ca, P mennyiségével. A csőátmérő pozitív korrelációt mutatott a Ca, K, Mg, P tartalommal és negatív volt a korrelációja a Fe, Zn tartalommal. A Ca tartalom pozitívan korrelál a P tartalommal és a Mg tartalommal, valamint negatívan korrelált a Fe, K, Mg, Zn tartalommal. A Fe tartalom pozitívan korrelált a Zn tartalommal és negatív volt a korreláció a K, Mg, P tartalommal. A Mg tartalom nem mutatott összefüggést a Zn és P tartalommal. A Zn tartalom negatívan korrelált P tartalommal.

A MES Hibrid 2020-ban a korreláció analízis eredménye alapján pozitív korreláció volt a termés mennyisége a csutka tömeg, szárátmérő, növénymagasság, csőhossz, Ca, K tartalom között. Ugyanakkor negatív korreláció volt a termés mennyisége és a szemtermés, csőhossz, csőátmérő, Fe, Mg, Zn, P tartalom összefüggése. A szemtermés mennyisége pozitívan korrelált a csutka mennyiségével, a szárátmérővel, a csőhossz és negatív a korreláció a szemtermés kapcsolata a csőátmérő, Ca, Fe, K, Mg, Zn, P tartalom között. A csutka mennyisége pozitív korrelációt mutatott, a szárátmérő és a csőhosszal. Negatív korrelációt állapítottam meg, a csutka tömege és a növénymagasság, csőátmérő, Ca, Fe, K, Mg, Zn, P tartalom között. A növénymagasság szorosan összefügg a csőátmérő, Fe, Mg tartalommal és negatív korreláció volt a növénymagasság és a szárátmérő, csőhossz, Ca, K, Zn, P tartalom között. A szárátmérő pozitív korrelációt mutatott a csőhosszal Ca, K, P tartalommal és negatív volt a korreláció a szárátmérő és a csőátmérő, Fe, Mg, Zn tartalom között. A csőátmérő pozitív korrelációt mutatott a Fe, Mg tartalommal és negatív a Ca, K, Zn tartalommal. A Ca tartalom vizsgálatában pozitív volt az összefüggés a Ca tartalom és a K, P tartalom között ugyanakkor negatív volt az összefüggés a Fe, Mg tartalommal. A Fe tartalmat elemezve pozitív korrelációt állapítottam meg, a K, Mg, Zn tartalom között és negatív a P tartalommal. A Mg tartalom negatívan korrelált a Zn, P tartalommal. A Zn tartalom pozitívan korrelált a P tartalommal.

2021 – ben a termés mennyiségének pozitív volt a korrelációja a szemtermés mennyiségével, a csutka tömegével, a szárátmérővel, csőhosszal, csőátmérővel, Fe, Mg, Zn tartalommal. Negatív korrelációt állapítottam meg a termés mennyisége és a növénymagasság, Ca, K, P tartalom között. A szemtermés mennyiségét tekintve pozitív korrelációt állapítottam meg, a csutka tömeggel, szárátmérővel, csőhossz, csőátmérővel, Fe, Mg, Zn, P tartalommal. Negatív a

korreláció a szemtermés mennyisége és a növénymagasság, Ca tartalom között. A csutka mennyiségét tekintve pozitív korrelációt állapítottam meg a csőhossz és a Mg tartalmat illetően, negatív volt viszont a korreláció a csutka mennyisége növénymagasság, szárátmérő, csőátmérő, Ca, Fe, K, Zn, P tartalom között. A növénymagasság tekintetében pozitív volt a korreláció szárátmérő,

csőátmérő, Fe, P tartalom között és negatív a korreláció a csőhossz, Ca, K, Mg, Zn tartalom között. A szárátmérő statisztikai elemzése alapján pozitív volt a korreláció a csőhossz, csőátmérő, Fe, K, Mg, Zn, P tartalom között. Negatív volt a korreláció a szárátmérő és a Ca mennyisége között. A csőhossz tekintetében pozitív korrelációt állapítottam meg a Ca, Fe, K, Mg, Zn, P tartalom között és negatív a csőátmérőt illetően. A csőátmérő eredményei alapján pozitív volt a korreláció a Fe és P tartalom között, valamint negatív az összefüggés a Ca, K, Mg, Zn tartalom között. A Ca tartalom pozitívan korrelál a K, Mg, Zn, P tartalommal és nincs összefüggés a Fe és Ca tartalom között. A Fe tartalom összefüggést mutatott a K, Mg, Zn, P tartalommal. A Mg pozitívan korrelált a Zn és P tartalommal. A Zn pozitívan korrelált a P tartalommal.

A termésmennyisége 2022-ben pozitívan korrelált Fe, K, P tartalommal. A termés mennyisége negatíván korrelált a szemtermés mennyiségével, csutka tömegével, a növénymagassággal, a szárátmérővel, csőhosszal, csőátmérővel, Ca, Mg, Zn tartalommal. A szemtermés mennyisége pozitív korrelációt mutatott a csutka mennyiségével, a növénymagassággal, szárátmérővel, csőátmérővel, Mg, Zn, P tartalommal. Negatív korrelációt mutatott a szemtermés a csőhosszal, a Ca, Fe, K tartalommal. A csutka tömege pozitívan korrelált a szárátmérővel, csőátmérővel, Mg, Zn tartalommal. Negatív a korreláció volt a növénymagasság, csőhossz, Ca, Fe, K P tartalommal. A növénymagasság pozitív korrelációt mutatott a szárátmérővel, csőhosszal, Ca, Fe, K, Mg, Zn, P tartalommal. Negatív volt a korreláció a növénymagasság és a csőátmérő és a növénymagasság között. A szárátmérő pozitív korrelációt mutatott a csőhosszal, csőátmérővel, Ca, Mg, Zn tartalommal. Negatív volt a korreláció a Fe, K, P tartalom és a szárátmérő között. A csőhossz tekintetében pozitív volt korreláció a Ca, Fe, K, tartalom között és nincs összefüggés a csőhossz mérete és a csőátmérő, Mg, Zn, P tartalom között. A csőátmérő eredményei alapján megállapítottam, hogy pozitív volt a korreláció a Mg, Zn között és negatív a korreláció a Ca, Fe, K, P tartalom között. A Ca tartalmat illetően, a Fe, K pozitív korrelációt mutatott és a Mg, Zn, P tartalom negatívát. A Fe tekintetében pozitív volt a korreláció K és a P tartalom között és nincs összefüggés a Mg, Zn tartalom között. A K tartalmat illetően pozitív volt az összefüggés a P tartalommal és nem találtam összefüggést a Mg, Zn között. A Mg pozitívan korrelált a Zn tartalommal és negatíván a P tartalommal. A Zn pozitív korrelációt mutat a P tartalommal.

A koncentráció csökkenések ellenére a hektáronkénti elemhozam növekedett. Megállapítottuk, hogy a szárazság és a hő stressz egyidejű előfordulása súlyos volt a csemegekukorica növekedésére, fejlődésére és terméseredményeire egyaránt.

Összességében megállapítottuk, hogy a három év közül mindkét hibrid esetében 2022-ben a kedvezőtlen évjáratban volt a legkevesebb a betakarított termés mennyisége, ugyanakkor 2020-ban szignifikánsan magasabb volt. A GSS csemegekukorica esetében 2020-hoz viszonyítva, 2021-ben mindössze 4%-kal, 2022-ben azonban 21%-kal szignifikánsan volt kevesebb a termés mennyisége. A

MES csemegekukorica esetében 2020-hoz viszonyítva, 2021-ben 13% -kal, 2022-ben 17%-kal volt szintén kevesebb a nyers termés mennyisége.

A csemegekukorica hibridek eredményeinek összefüggése az évjáratokkal és a hibrid x évjárat kapcsolatok értékelése

Kutatásaink során értékeltük a csemegekukorica hibridek termés mennyiségének összefüggését, az egyes évjáratokkal és a hibrid x évjárat kapcsolatát. Eredményeink szerint a hibridek termés mennyiségére szignifikáns hatással volt az év ($P < 0,001$), valamint a hibrid x évjárat hatás is statisztikailag igazolható volt ($P < 0,05$). A szemtömeg összefüggéseket vizsgálva eredményeink szerint a szemtömeg mennyiségére szignifikáns hatással volt a hibrid, az évjárat, valamint a hibrid x évjárat hatás ($P < 0,001$). A csutkatömeg mennyiségére a legnagyobb hatása az évjáratnak volt ($P < 0,001$) e mellett a hibridek ($P < 0,01$) között is volt statisztikailag igazolt különbséget.

A növénymagasság statisztikai eredményei alapján megállapítottuk, hogy a legnagyobb hatást a magasságra az évjárat ($P < 0,001$) gyakorolta és igazoltuk a hibrid hatást is ($P < 0,05$). Szárátmérő statisztikai eredményei alapján megállapítottuk, hogy a szárátmérőt a hibrid befolyásolta ($P < 0,001$). Statisztikai vizsgálataink során a csőhosszt vizsgálva megállapítottuk, hogy az évjárat volt a legnagyobb hatással a csőhossz méretére ($P < 0,001$) és kisebb mértékben a hibridnek ($P < 0,01$) is volt hatása a csőhosszra. Csőátmérő statisztikai vizsgálatok eredményei bizonyították, hogy azok hibrid specifikusak ($P < 0,001$).

A Ca, a Fe, a K, a P és a Mg tartalmat értékelve statisztikai vizsgálatunk során megállapítottuk, hogy mindegyik esetben az elemek mennyiségére, mind a hibrid, az évjárat, valamint a hibrid x évjárat kölcsönhatásának szignifikáns hatása ($P < 0,001$) volt. A cink koncentráció statisztikai elemzése során megállapítottuk, hogy a mennyiségre szignifikánsan legnagyobb hatással a hibrid, valamint a hibrid x évjárat ($P < 0,001$) volt, kisebb mértékben az évjárat hatása is igazolható ($P < 0,05$) szignifikancia szinten.

Összességében a kísérleti eredményeink alapján megállapítottuk, hogy a vizsgálatban szereplő két csemegekukorica hibrid a termésmennyiség, szemtömeg, növénymagasság, szárátmérő, csőhossz, csőátmérő, mikro -mezo-makro elem tartalmának tekintetében szignifikánsan különbözött. Az évjárat összehasonlításában (2020; 2021; 2022) a termés, szemtömeg,

növénymagasság, csőhossz, kalcium, vas, kálium, foszfor tartalmak megbízhatóan különböztek. Csutka tömeget, csőátmérőt tekintve, a 2020 és a 2021 – es évjárat hasonlóságot mutatott. A magnéziumkoncentráció a három évjáratban különbözött és a 2020 – 2021 évjáratban kismértékben tért el. A cink tartalom különbözött, 2022 – ben a cink tartalma a 2021 – es évjáratához hasonlított és a 2020 – as évjáratban különbözött.

A fenometriai paramétereket tekintve a GSS csemegekukorica magasabbra nőtt és ehhez nagyobb szárátmérő, csőhossz és csőátmérő párosult. Terméseredmények tekintetében a GSS csemegekukorica

betakarított termésmennyisége is több volt, a MES-hez képest. Kísérletünkben a betakarításkor mért terméselemek arányai évjáratonként kis mértékben különböztek, hasonló következtetésre jutottak Xiong et al. (2017) a csemegekukorica termésmennyiség eredményeket elemezve. Ásványi anyag tartalom összehasonlításában a MES csemegekukorica a vasat és kalciumot leszámítva több mennyiségű ásványi anyagot tartalmazott. Gu et al. (2015) állításaival egyezően megállapítottuk, hogy a kukoricaszemekben található makro és mikroelemek tartalma szignifikáns összefüggést mutat a környezettel, a talaj típusával, a csapadék mennyiségével, valamint a hőmérséklettel.

5. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

Kutatási eredményeink alapján megállapítottuk, hogy a csemegekukoricahibridek termés mennyiségére (nedves cső + csuhéj) szignifikáns hatással volt az évjárat és igazoltuk a hibrid x évjárat kölcsönhatást. A GSS betakarított termése a MES-hez képest az évjárathatás szerint 2020-ban 9%, 2021-ben 10% és 2022-ben 4%-kal több volt.

Bizonyítottuk, hogy a nedves szemtömeg mennyiségére 2020–2022 -ben (9,516-13,210 t/ha)) szignifikáns volt a hibrid, az évjárat, valamint a hibrid x évjárat hatás. Megállapítottuk, hogy ettől eltérően, a nedves csutkatömeg mennyisége (5,485 és 9,387(t/ha) között volt, a MES-hez képest a GSS 2020-ban 2%, 2021-ben 15%, 2022-ben 4%-kal volt több.

A MES-hez képest a GSS csemegekukorica nedves szemtömege 2020-ban 19%, 2021-ben 24% és 2022-ben 5%-kal volt több. Statisztikai vizsgálataink alapján megállapítottuk, hogy az évjárat a jelentős hatással volt a csőhossz méretére is. A vizsgált két hibrid csőátmérője 2020-2022 között 50 mm és 54 mm (MES-GSS) volt. A MES-hez képest a GSS csemegekukorica csőátmérője 2020-ban 7%, 2021 és 2022- ben 6%-kal vastagabb volt.

Megállapítottuk, hogy a csemegekukorica hibridek növénymagasságára (minimum -maximum érték) legnagyobb hatása az évjáratnak volt. Ugyanakkor, vizsgálatainkban igazoltuk, hogy a szárátmérő a hibrid genotípusától függött.

Igazoltuk, hogy a csemegekukorica Ca, Fe, K, P, Mg tartalmára hatással volt hibrid, az évjárat, valamint a hibrid x évjárat kölcsönhatás. A két eltérő genotípus adatai jelentős mértékben és megbízhatóan különböztek. A legnagyobb különbséget a két hibrid között a csemegekukorica hibridek kálium tartalmában mértük 2020- ban (9858-13875 mg/kg). A MES-hez képest a GSS csemegekukorica kálium tartalma 2020-ban 29 %-kal kevesebb volt.

Vizsgálataink bizonyították, hogy betakarításkor a csemegekukorica hibridek cukor koncentrációit kis mértékben befolyásolta az évjárat és a hektáronkénti cukorhozam elsősorban a termésmennyiség függvénye. 2020-ban a csemegekukorica hibridek fruktóz tartalma 1,13 – 2,78 g/ 100g, 2021-ben 2,6 és 9,5 g/100g volt.

Bizonyítottuk, hogy a csemegekukorica lutein tartalma (2020-ban 3,84-9,57 mg/kg és 2021-ben 2-13,9 mg/kg volt) elsősorban genetikailag meghatározott és nem csökkent a terméseredmények növekedésével. Új eredmény, hogy a lutein mellett, zeaxantin, β -cryptoxanthin, β -karotin koncentrációja sem csökkent a termés növekedésével, ami megerősíti a csemegekukorica hibridek kiválasztásának fontosságát, az egészséges táplálkozás szempontjából.

6. GYAKORLATBAN HASZNOSÍTHATÓ EREDMÉNYEK

Kísérleti eredményeink alapján megállapítottuk, hogy a GSS és a MES hibridek nedves szentömeg értékei (13210, 10 668 t/ha) kiemelkedtek a többi csemegekukorica hibridhez képest, ez fontos a feldolgozóipar számára.

Vizsgálatainkban a csemegekukorica hibridek terméseredménye MES, GSS (16,765-22,060 t/ha között volt) jelentősen különbözött.

A csemegekukorica hibridek cukortartalmát meghatározza a betakarítási ideje. Vizsgálatainkban a csemegekukorica hibridek cukor tartalma eltérő volt. A korábbi betakarítási időpontban mért cukor tartalom (2020.08.10-én 1,13 – 2,78 g/100g) alacsonyabb volt.

A termesztett csemegekukorica hibridek karotinoid tartalma jelentős. A csemegekukorica céltermesztése indokolt az értékes xantofilok iránti igények miatt is. Vizsgálatainkban a csemegekukorica hibridek nagy mennyiségű luteint (2- 6,9 mg/kg) tartalmaztak. Jelentős, a feldolgozóipar számára gyakorlatban hasznosítható eredmény, hogy a csemegekukorica hozamok növelése nem csökkenti a lutein felhasználás lehetőségeit.

IRODALOMJEGYZÉK

1. De Mendiburu, F.:2016.Agricolae:Statistical Procedures for Agricultural Research R package version1.2-4.<http://CRAN.R-project.org/package=agricolae>
2. Fox, J.-Weisberg, S.:2011.An {R} Companion to Applied Regression, Second Edition. Thousand Oaks CA:Sage. <http://socserv.socsci.memaster.ca/jfox/Books/Companion>
3. Gu R.- Chen F.-Liu B.-Wang X.-Liu J.-Li P.-Pan Q.- Pace J.-Soomro A. A.-Lübberstedt T.- Mi G.-Yuan L.:2015. Comprehensive phenotypic analysis and quantitative trait locus identification for grain mineral concentration, content, and yield in maize (*Zea mays* L.) *Theor Appl. Genet.*128:1277-1789.
4. Li, Y.-Cui, S.- Zhang, Z.- Zhuang, K.- Wang Z.- Zhang, Q.:2020.Determining effect of water and nitrogen input on maize (*Zea mays*) yield, water- and nitrogen use efficiency: A global synthesis. *Scientific Reports.* 10:9699 | <https://doi.org/10.1038/s41598-020-66613-6>
5. Moros, E.E.-Darnoko, D.-Cheryan, M.-Perkins, E.G.-Jerrell, J.:2002. Analysis of Xanthophylls in Corn by HPLC. *J. Agric. Food Chem.*50. 5787–5790.
6. Nyéki, A.- Kerepesi, C.- Daróczy, B.- Benczúr, A.- Milics, G.- Nagy, J.- Harsányi, E.- Kovács, A.- Neményi, M.:2021. Application of spatio- temporal data insite specific maize yield prediction with machine learning methods. *Precision Agriculture.*22:1397-1415.
7. Pepó P.:2020.Termesztéstechnológiai tényezők kölcsönhatásainak vizsgálata őszi búza és kukorica tartamkísérletekben.Növénytermelés.69. 1. 53-72
8. Széles, A.- Horváth, É.- Vad, A.- Harsányi E.:2018. The impact of environmental factors on protein content and yield of maize grain at different nutrient supply levels. *Emirates Journal of Food Agriculture.*764-777.
9. Széles, A.-Nagy, J.- Rátonyi, T.- Harsányi, E.:2019. Effect of differential fertilisation treatments on maize hybrid quality and performance under environmental stress condition in Hungary, *Maydica* 64.2:14.
10. Team, R. 2016b.Rstudio:Integrated Development for R. Rstudio, Inc., Boston, MA,USA, URL:<http://www.rstudio.com/>
11. Team, R.:2016.a R: a language and environment for statistical computing. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing.R Foundation for Statistical Computing.URL:<http://www.R-project.org/>
12. Xiong, H.F.; Xiong, Y.S.; Zhang, G.B.; Peng, Z.D.; He, S.H.; Xu, D.B.; Liu, W.:2017.Effects of Nitrogen, Phosphorus and Potassium on Yield of Sweet Corn. In *Proceedings of the International Conference on Material Science.Energy and Environmental Engineering (MSEEE 2017).*Volume 125, pp
13. Warner, G. R.-Bolker, B. -Bonebakker, L.-Gentleman, R.-Liaw, W. H. A. -Lumley, T.-Maechler, M.-Magnusson, A.-Moeller, S. -Schwartz, M. -Venables, B. :2015. Gplots:Various R Programming Tools for Plotting Data. R Package version 2.17.0.<http://CRAN.R-project.org/package=gplots>.



UNIVERSITY of
DEBRECEN

UNIVERSITY AND NATIONAL LIBRARY
UNIVERSITY OF DEBRECEN

H-4002 Egyetem tér 1, Debrecen

Phone: +3652/410-443, email: publikaciok@lib.unideb.hu

Registry number:

DEENK/483/2023.PL

Subject:

PhD Publication List

Candidate: Cintia Demeter

Doctoral School: Kálmán Kerpely Doctoral School

MTMT ID: 10081302

List of publications related to the dissertation

Hungarian scientific articles in Hungarian journals (4)

1. **Demeter, C.:** A Messenger csemegekukorica (Zea mays L. convar. saccharata Koern) hibrid termésminőség elemzése 2020-2021-ben.
Növénytermelés. 71 (1), 1-20, 2022. ISSN: 0546-8191.
2. Nagy, Z., Széles, A., **Demeter, C.**, Illés, Á., Bojtó, C., Zelenák, A., Nagy, J.: Az agrometeorológiai hatások elemzése csemegekukorica (Zea mays L. convar. saccharata Koern.) üzemi termesztési kísérletekben.
Növénytermelés. 70 (1), 7-21, 2021. ISSN: 0546-8191.
3. **Demeter, C.**, Széles, A., Illés, Á., Bojtó, C., Szabó, A., Bakos, Z., Zelenák, A., Nagy, J.: Normálédes és szuperédes csemegekukorica (Zea mays L. convar. saccharata Koern) hibridek beltartalmi értékeinek összehasonlító elemzése.
Növénytermelés. 70 (2), 5-20, 2021. ISSN: 0546-8191.
4. **Demeter, C.**, Széles, A., Illés, Á., Bojtó, C., Nagy, J.: Elterő genotípusú csemegekukorica (Zea mays L. convar. saccharata Koern.) hibridek fenometriai és termésselem vizsgálatainak eredményei.
Növénytermelés. 69 (4), 26-36, 2020. ISSN: 0546-8191.

Foreign language scientific articles in Hungarian journals (2)

5. Huzsvai, L., Fejér, P., Illés, Á., Bojtó, C., Bojtó, C., Horváth, É., **Demeter, C.:** Analysis of sweet corn nutritional values using multivariate statistical methods.
Agrártud. Közl. 1, 103-108, 2021. ISSN: 1587-1282.
DOI: <http://dx.doi.org/10.34101/ACTAAGRAR/1/8587>
6. Bakos, Z., Bojtó, C., Illés, Á., **Demeter, C.**, Zelenák, A.: Nutritional values and yield parameters of a sweet maize variety (Zea mays L. convar. saccharata Koern).
Növénytermelés. 70 (3), 109-111, 2021. ISSN: 0546-8191.





Foreign language scientific articles in international journals (2)

7. Mousavi, S. M. N., Illés, Á., Bojtör, C., **Demeter, C.**, Bakos, Z., Vad, A., Abakeer, R. A., Sidahmed, H. M. I., Nagy, J.: Quantitative and qualitative yield in sweet maize hybrids.
Braz. J. Biol. 84, 1-9, 2022. ISSN: 1519-6984.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1519-6984.265735>
8. **Demeter, C.**, Nagy, J., Huzsvai, L., Zelenák, A., Szabó, A., Széles, A.: Analysis of the Content Values of Sweet Maize (*Zea mays* L. Convar *Saccharata* Koern) in Precision Farming.
Agronomy-Basel. 11 (12), 2596-2608, 2021. EISSN: 2073-4395.
DOI: <http://dx.doi.org/10.3390/agronomy11122596>
IF: 3.949

Foreign language abstracts (3)

9. Bakos, Z., **Demeter, C.**: Comparative analysis of molecular biological markers of different sweet corn (*Zea mays* L. convar. *saccharata* Koern) genotypes.
In: 19th Wellmann International Scientific Conference : Book of abstract. Ed.: Kiss Orsolya, University of Szeged Faculty of Agriculture, Hódmezővásárhely, 21, 2022. ISBN: 9789633068601
10. Bakos, Z., Nagy, J., Parádi, I., **Demeter, C.**, Szűcs, K., Szántó-Egész, R., Micsinai, A.: Evaluation of molecular biological markers of different sweet corn (*Zea mays* L. convar. *saccharata* Koern) genotypes.
In: Scientific Conference of PhD Students of FAFR, FBFS and FHLE SUA in Nitra with international participation : Proceedings of abstracts. Eds.: Monika Tóthová, Judita Lidiková, Kristína Candráková, Dominik Holý, Slovak University of Agriculture in Nitra, Nitra, 65-65, 2021. ISBN: 9788055224008
11. **Demeter, C.**, Bakos, Z., Zelenák, A., Nagy, J.: Evaluation of NDVI, SPAD and nutritional values of sweet maize (*Zea mays* L. convar. *saccharata* Koern).
In: Scientific Conference of PhD. Students of FAFR, FBFS and FHLE SUA in Nitra : Proceedings of Abstracts. Eds.: Monika Tóthová, Judita Lidiková, Kristína Candráková, Dominik Holý, Slovak University of Agriculture in Nitra, Nitra, 67-67, 2021. ISBN: 9788055224008

List of other publications

Hungarian scientific articles in Hungarian journals (2)

12. Nagy, J., **Demeter, C.**, Bakos, Z., Szabó, A., Sinka, L., Sidahmed, H. M. I., Simon, K., Illés, A.: A csemegekukorica (*Zea mays* conv. *saccharata* Koern) termésselemeinek elemzése öntözéses termesztésben.
Növénytermelés. 72 (2), 97-111, 2023. ISSN: 0546-8191.





13. Nagy, J., **Demeter, C.**, Bakos, Z., Simon, K., Sidahmed, H. M. I.: A csemegekukorica (*Zea mays* L. convar. *saccharata* Koern) hibridek betakarítási idejének értékelése a szárazanyag- és a szacharózzgyarapodásának dinamikája alapján = Harvest time evaluation of sweet maize (*Zea mays* L. convar. *saccharata* Koern) hybrids based on dry matter and sucrose yield dynamics.

Növénytermelés. 72 (1), 53-68, 2023. ISSN: 0546-8191.

Foreign language scientific articles in international journals (1)

14. Mousavi, S. M. N., Illés, Á., Szabó, A., Shojaei, S. H., **Demeter, C.**, Bakos, Z., Vad, A., Széles, A., Nagy, J., Bojtó, C.: Stability yield indices on different sweet corn hybrids based on AMMI analysis = Índices de estabilidade de rendimento em diferentes híbridos de milho-doce com base na análise AMMI.

Braz. J. Biol. 84, 1-8, 2024. ISSN: 1519-6984.

DOI: <https://doi.org/10.1590/1519-6984.270680>

Total IF of journals (all publications): 3,949

Total IF of journals (publications related to the dissertation): 3,949

The Candidate's publication data submitted to the iDEa Tudóstér have been validated by DEENK on the basis of the Journal Citation Report (Impact Factor) database.

26 October, 2023

