

Doktori (PhD) értekezés tézisei

**A KUKORICA HIBRIDEK FŐBB ÉRTÉKMÉRŐ
TULAJDONSÁGAINAK VIZSGÁLATA ÉS ÉRTÉKELÉSE
SZÁNTÓFÖLDI TARTAMKÍSÉRLETBEN**

**Illés Árpád
doktorjelölt**

**Témavezető:
Prof. Dr. Nagy János
Professzor emeritus**



DEBRECENI EGYETEM

KERPELY KÁLMÁN DOKTORI ISKOLA

**Debrecen
2023**

1. BEVEZETÉS

Napjainkban a növénytermesztés eredményességének növelése elengedhetetlen a növekvő népesség élelmezésének biztosítása érdekében. A termőterület növelésének lehetősége korlátozott. Egyre kisebb rendelkezésre álló területen kell megtermelnünk a megnövekedett népesség számára szükséges élelmiszert, takarmányt és ipari alapanyagot.

Magyarországon és az EU-ban forgalomban lévő, gazdálkodók számára elérhető és felhasználható takarmánykukorica hibridek száma meghaladja a 400-at. A termelőknek nehéz eligazodni a nagyszámú különböző hibridek között. Az egyes hibridek más és más abiotikus és biotikus ellenállóképességgel rendelkeznek, ezen felül a tenyésztődőszak hossza és az azzal kapcsolatos fiziológiai paraméterek ismerete kevésbé jellemző.

A mezőgazdasági termelés környezete dinamikusan változó. Az inputanyagok költségének növekedése és a rendelkezésre álló terület csökkenése a megtermelt termés értékének növekedését eredményezte. A gazdálkodók elsődleges feladata az átgondolt, okszerű gazdálkodási rendszer alkalmazása, a hibridek szükségleteinek kielégítése és az optimális inputanyag felhasználás. Egyre bővülő hibrid paletta áll a gazdálkodók rendelkezésére (Nagy, 2021). A precíziós gazdálkodás, a műszaki fejlesztés eredményei lehetővé teszik és megkövetelik a szántóföldi növények igényeinek hatékonyabb kielégítését. Ehhez ismerni kell a növények/fajták/hibridek genetikai paramétereit és az eltérő környezeti hatásokra adott válaszaikat (Nagy *et al.* 2020). A helyspecifikus növénytermesztést a termelési célokhoz és az ökológiai feltételekhez optimálisan igazodó módon kell megvalósítani. Széles *et al.* (2019) vizsgálataik alapján javasolják, hogy a termelés során minden alkalmazott hibridnél meg kell határozni a műtrágya felhasználás hatékonyságát.

A gazdálkodók nehéz döntés előtt állnak a fajta/hibrid választás során, mivel a nagyszámuk miatt nem tudnak olyan információkat szerezni, ami segítséget nyújtana az adott termőterületre, talajtípusra, klimatikus viszonyokra jellemző stressz tolerancia értékeikre. Sok esetben a szakma háttérbe kerül és a marketing tevékenységek befolyásolják a döntést, aminek köszönhetően az adott termőterületre, talajra, vagy klimatikus viszonyoknak nem megfelelő genotípust választanak a termelők, ezáltal a termelés sikeressége, minősége és a termésbiztonság nagyban csökkenhet.

A hibridek közötti genetikai potenciál és stressztolerancia érték eltérő. Az eltérő évjáratok és különös képpen a kedvezőtlen évjáratokban a toleranciából adódó eltérések nagyobbak, mint egy átlagos évjáratban.

Időjárásunk szélsőségességének gyakorisága növekszik. A tenyészidőszakban lehullott csapadék mennyiségének csökkenése és annak eloszlása komoly kihívás elé állítja a gazdálkodókat. A talajok téli feltöltődése csökken, mely a tenyészidőszakban lehullott csapadék szerepét növelik, viszont ennek mértéke sok esetben nem kielégítő és nem a fenológiai fontos időpontban érkezik. A tenyészidőszakban mért időjárási paraméterek a szélsőségek irányába mozdulnak el, mely kompenzálására az adott termőterületre és klimatikus viszonyokra alkalmas hibrid választása nagyban meghatározza a sikeres termesztést.

Napjainkban a kukorica termesztés specializálódott, sok esetben az ipar vagy a fogyasztói piac határozza meg a genotípust. Olyan szempontok kerülnek előtérbe, mint például a termés beltartalom az ipari vagy egyéb humán felhasználási területeken, vagy pedig gazdasági megfontoltságból történő genotípus választás kapcsolódva a betakarításkori szemnedvességhez, ezáltal a költség arányos jövedelmezőséget növelve. Előtérbe kerül a keményítőtartalom és az izocukor gyártás, mint olcsó alternatívája a finomítottcukrot tartalmazó italoknak és ételeknek.

A kutatómunka célkitűzései

Célkitűzésem, hogy a vizsgált hibrideken keresztül a mintavételi időpontokban mért enzim aktivitások és stresszfaktorok segítségével szántóföldi tartamkísérletben meghatározzam a termésképzés szempontjából legérzékenyebb fenológiai időszakokat, illetve a különböző mennyiségű és arányú makroelem trágyázás hatására bekövetkező növényfiziológiai és termés változást megvizsgáljam a különböző hibrideknél. Az eredmények alapján célom az is, hogy a gazdálkodók számára ajánlást adni a műtrágya dózisokra és arányokra, illetve a technológiai szempontból fontos fenológiai fáziskora felhívni a figyelmet. Feltételeztem, hogy fontos időpontokban, időszakokban a növényt érő abiotikus és biotikus stresszfaktorok nagymértékben meghatározzák a termesztés sikerességét, azon belül is a termés mennyiségét, minőségét és a termés biztonságát.

2. ANYAG ÉS MÓDSZER

2.1 Tartamkísérlet helyszíne, alap paraméterei

A kísérleti növénynek két takarmánykukorica (*Zea mays* L.) hibridet használtam, melyek eltérő éréscsoportba tartoznak. Különböző FAO-számmal és érési csoporttal rendelkeznek: 1-es hibrid – FAO 360 (nagy termés, kiváló vízleadás, stressztolerancia, termésbiztonság, széles tőszámoptimum, jó műtrágyareakció jellemezi). 2-es Hibrid - FAO 490 (nagy termés, jó vízleadás, stressztolerancia, termésbiztonság, kiváló állóképesség, kiváló műtrágyareakció jellemezi).

A kísérleteket a Debreceni Egyetem, Agrár Kutatóintézetek és Tangazdaság, Debreceni Tangazdaság és Tájkutató Intézet (DTTI), Látóképi Növénytermesztési Kísérleti Telepén végeztem (47° 83, 030" É, 21° 82, 060" K, 111 m tsz).

A vizsgálatomnak helyt adó szántóföldi tartamkísérletet 1983-ban hozta létre Prof. Dr. Nagy János, és 39 éve változatlan paraméterekkel, azonos tápanyagutánpótlási rendszerrel, helyszínnel, talajműveléssel és agrotechnikával folytatódik. A kísérlet megalakulása óta monokultúrás termesztésben történik.

A kukorica esetében öt fontos fenológiai fázisban végeztem vizsgálatokat - négy levél (V₄), hat levél (V₆), nyolc levél (V₈), tizennegyedik levél (V₁₄) és nővirágzás (R₁). A hőösszegek a vizsgált két évben eltérőek voltak. V₄ fenológiai fázisban a vizsgált hibrideknek 2020-as tenyésztésben kevesebb hőösszegre volt szükség, illetve korábban érték el a 4 leveles fenológiai állapotot. Ez a dinamika az egész tenyészidőszakban hasonlóan alakult. 2020-as tenyésztésben a növényállomány gyorsabban fejlődött és kevesebb hőösszeg érték elegendő volt az adott fenológiai fázisok eléréshez.

2.2 Agrotechnikai paraméterek

Nitrogén lépcső magas foszfor és kálium szint mellett				Nitrogén lépcső arányos foszfor és kálium szinttel			
(kg/ha)	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	(kg/ha)	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
N 0	0	0	0	NPK 0	0	0	0
N 2	120	184	216	NPK 2	60	46	54
N 5	300	184	216	NPK 5	150	115	135

1. táblázat: A kísérletben alkalmazott tápanyagutánpótlási szintek hatóanyag mennyiségben makro elemenként

A kísérlet első részében (első kísérlet) a nitrogén hatása 0-300 kg/ha (N-dózis kísérlet) ((kontroll N0, P₂O₅ 0 és K₂O 0: N2 120 kg/ha, N, P₂O₅ (184 kg ha⁻¹) és K₂O (216 kg ha⁻¹): N5 300 kg/ha N – provokatív mennyiségű műtrágya szint) P₂O₅ (184 kg/ha) és K₂O (216 kg/ha)) állandó magas szinttel vizsgáltuk. N5 jelölésű műtrágyaszint gyakorlatban nem alkalmazható, kifejezetten kísérleti célú provokatív nitrogénmennyiséggel rendelkezik, ami nem felel meg a modern csökkentett mennyiségű input és műtrágya felhasználás elveinek.

A második rész (második kísérlet) a kukorica nitrogén:foszfor:kálium (NPK kísérlet) optimális arányát mérte kontroll N:0, P:0, K:0; NPK 2 - 60 kg/ha N, 46 kg/ha P₂O₅, 54 kg/ha K₂O; NPK 5 150 kg/ha N, 115 kg/ha P₂O₅, 135 kg/ha K₂O), valamint a műtrágya-kiegészítés nélküli negatív kontrollt is mértem. A foszfor és kálium műtrágyát a téli szántás előtt, a nitrogén műtrágyát tavasszal a vetés megkezdése előtt juttattam ki.

A kísérlet első részében a tápanyagszintektől függetlenül állandó magas szinten biztosítottuk a foszfor és káliumot a növények számára, ott nem volt gátló tényező és tápelem antagonizmus a felvétel szempontjából. A kísérlet második fele, ahol a nitrogénnel arányos mértékben növeltük a foszfor és kálium szintjét, ott a gyakorlati gazdálkodáshoz közeli műtrágya lépcsőt lehetett vizsgálni (1. táblázat).

2.3 Lipidperoxidáció mérési és mintakezelési protokoll

A lipidperoxidációs értéket a 155 mM⁻¹ cm⁻¹ extinkciós együtthatójú malondialdehid (MDA) mennyiségéből számítottam ki, amelyet az MDA μmol*g⁻¹ FW (Fresh Weight) friss tömegében határoztam meg *Heat - Packer* (1968) leírása alapján.

A lipidperoxidáció (LP) mérésére 100 mg-os levélér nélküli levélmintákat használtam. A mintákat 0,25%-os koncentrációjú tiobarbitursavval (TBA) és 10%-os koncentrált triklórecetsavval (TCA) folyékony nitrogén hozzáadásával dörzsmozsárban szét-dörzsöltem, majd 10 800 fordulat/perc sebességgel 25 percig 4 °C-on Esco Versati MCR-88-8 hűthető asztali centrifugával centrifugáltam. A felülúszót pipettáztam, és egy 200 μl-es növényi mintát kaptam. 800 μl 0,5%-os TBA-val és 20%-os TCA-val összekevertem, és 30 percre 95 °C-os Julabo Pura 10 típusú laboratóriumi vízfürdőbe helyeztem hermetikusan zárható eppendorf fagyasztócsőbe. Majd ezután a mintákat jégre helyeztem. A mintákat mérés előkészítése céljából 10 800 fordulat/perc sebességgel centrifugáltam 10 percig 4 °C-os hőmérsékleten, majd a felülúszót pipettáztam. Az abszorbanciát 532 nm-en Thermo Scientific Evolution 350 UV-Vis spektrofotométerrel mértem. A vakmintát 600 nm-en mértük.

2.4 Enzimvizsgálatok

2.4.1 Aszkorbát-peroxidáz (APX) mérési és mintakezelési protokoll

Az aszkorbát-peroxidáz (APX) aktivitását az abszorbancia csökkenésének mértékével határoztam meg. Az APX értéket 290 nm-en, 60 másodperc alatt mért abszorbancia csökkenése jellemezte *Nakano – Asada (1981)* módszere alapján, *Janda et al. (1999)* módosításokkal. A mintafeldolgozás során 500 mg növényi mintát izoláló pufferrel dörzsmozsárban összedörzsöltem. Majd 2 °C-os hőmérsékleten 20 percig centrifugáltam és mérésig jégágyon tároltam. A mérés során 50 µl növényi mintához 2 ml Tris-HCl oldatot és 100 µl aszkorbát oldatot adtam. Az előző keverék 60 másodperc alatti abszorbancia csökkenést meghatároztam, majd ugyanezen keveréket kiegészítve 100 µl H₂O₂-vel megmértem az 60 másodperces csökkenés mértékét.

2.4.2 Szuperoxid-dizmutáz (SOD) mérési és mintakezelési protokoll

Vizsgálatomat *Giannopolitis et al. 1977* és *Beyer – Fridovic 1989* protokollok alapján végeztem. A szuperoxid-dizmutáz (SOD) aktivitását 400 mg-os, levélér nélküli levélminta segítségével mértem. A mintákat K₂HPO₄-et, polivinil-pirrolidont (PVP), fenil-metil-szulfonil-fluoridot (PMSF) és etilén-diamin-tetraecetsavat (EDTA) tartalmazó pufferrel homogenizáltam dörzsmozsárban folyékony nitrogén segítségével. A puffer pH-ját foszforsavval 7,8-ra állítottam be. A kapott elegyet 10 000 fordulat/perc sebességgel centrifugáltam. Az abszorbanciát spektrofotométerrel mértem 560 nm-en. A méréshez 2,675 ml pufferoldatot, 250 µl metionint, 25 µl riboflavint, 25 µl nitro-blue-tetrazólium-kloridot (NBT) adtam egy reakciócsőbe, végül 25 µl növényi mintát. Majd a vak mintába is belehelyeztem az NBT-t, melynek együttes mennyisége 2,7 ml volt. A reakcióelegyhez, mely tartalmazta a mintát is percenként NBT-t adtam SOD csőbe. Majd a mintákat spektrofotométerrel a meghatározott sorrendben percenként mértem 20 perc elteltével.

2.4.3 Termés beltartalom vizsgálat NIR készülékkel

A hozammérésen túl keményítő, olaj, fehérje, nedvességtartalom és térfogat/térfogat tömeg meghatározása FOSS Infratech kalibrált beltartalom mérővel történt. A minták méréséhez 1 kg homogenizált termésmintát alkalmaztam, melyet a betakarítás után közvetlenül mértem.

3. EREDMÉNYEK

3.1 Eltérő fenológiai fázisok szerinti dinamika elemzése

Eltérő fenológiai fázisokban vizsgált enzimek és lipidperoxidáció mértéke a tápanyagszintek, hibridek és tenyésztévek átlagában eltérően alakultak. Az APX aktivitása a fenológiai fázisok előrehaladtával folyamatosan növekszik. V₄ fenológiai fázisban 9,35 egység értékről R₁ fenológiai fázis időszakára 12,99 egységre növekszik. A lipidperoxidáció és SOD aktivitása fokozatosan csökkent a fenológiai fázisokban.

2019-es tenyészévben az APX aktivitása V₄ fenológiai fázisról V₆ fenológiai fázisban 0,5 egységgel növekedett, majd V₈ fenológiai fázisra 3,1 egységgel csökkent. Hibridek külön történő elemzése során szintén eltérő dinamikát tapasztaltam a tenyésztévek között a tápanyagszintek átlagában. Az APX aktivitása V₄ és V₆ fenológiai fázisban hasonló értékkel rendelkezett, majd V₈ fenológiai fázisban 2,9 egységgel csökkent. V₈ fenológiai fázis után R₁ fenológiai fázisig fokozatosan növekedett az APX aktivitása. R₁ fenológiai fázisban 13,38 értéket mértem az APX aktivitásában. A lipidperoxidáció mértéke és SOD aktivitása FAO 360 hibrid esetében a 2019-es tenyészévben a tápanyagszintek átlagában állandó értéket eredményezett. A tenyészidőszak végén az LP mértéke enyhén növekedett, a SOD aktivitása csökkent. Hasonló eredményt értek el Rácz et al. 2021 vizsgálatai során, ahol a nitrogén tartalmú fejtrágyázás és kontroll állományban egyaránt csökkent a SOD aktivitása a fenológiai fázis előrehaladtával V₁₂ és R₁ fenofázis között. 2019-es tenyészévben FAO 490 hibrid esetében az APX aktivitása 0,5 egységgel nőtt V₄ fenológiai fázisról V₆ fenológiai fázisra, majd csökkent 3 egységgel V₈ fenológiai fázisra. A tenyészidőszak vége felé R₁ időszakában növekedett 12,91 egységre az APX aktivitása. A lipidperoxidáció mértéke és a SOD aktivitás dinamikája a tenyészidőszak vége felé V₁₄ fenológiai fázisról R₁ fenológiai fázisra vált különbözővé. A lipidperoxidáció mértéke nőtt, a SOD aktivitása csökkent R₁ fenológiai fázisra. 2020-as tenyészévben az APX aktivitása fokozatosan csökkent, ami az eltérő tenyészidőszakban az agrometeorológiai környezetre vezethető vissza. Az APX aktivitása R₁ fenológiai fázisban V₄ fenológiai fázishoz képest több mint 20%-al csökkent. 2020-as tenyészévben mint a három vizsgált paraméter mértéke csökkent a tenyészidőszak végére. A FAO 360 hibrid esetében a 2020-as tenyészévben a tápanyagszintek átlagában a tenyészidőszakban folyamatosan csökkent az APX aktivitása. Kezdetben V₄ fenológiai fázisban 15,4 egység értékkel rendelkezett, majd fokozatosan csökkent. A lipidperoxidáció dinamikája nem kiegyenlített 2020-as tenyészévben FAO 360 hibrid esetében a tápanyagszintek átlagában.

Az egyes mintavételi időpontok között csökkent majd nőtt az értéke. A tenyésztidőszak végére az APX-hez és a lipidperoxidációhoz hasonlóan csökkent.

A FAO 490 hibrid APX aktivitása a 2019-es tenyésztévhez képest ellentétes dinamikát mutatott. Az APX aktivitása egy magas szintről indult, majd fokozatosan csökkent a tápanyagszintek átlagában a tenyésztidőszak előrehaladtával. A SOD aktivitás és lipidperoxidáció mértéke összeségében csökkenő tendenciát mutatott a tenyésztidőszak előrehaladtával. A tenyésztidőszak kezdetén V₄ fenológiai fázisról V₆ fenológiai fázisra növekedett a LP mértéke 2 egységgel, majd V₈ fenológiai állapotra hasonló módon a SOD aktivitásához csökkent. V₁₄ fenológiai fázisra szintén növekedett az LP mértéke és SOD aktivitása, majd csökkent a tenyésztidőszak végén R₁ fenológiai fázisra.

3.2 Tápanyagszintek szerinti fiziológiai változások elemzése

Vizsgálataim során az egyes fiziológiai paraméterek hibrid, mintavételi időpont, évjárat és tápanyagszint függvényében eltérően változtak. *Krantev et al.* 2008 kutatásai alapján az egyes fiziológiai paraméterek (MDA szintje, APX aktivitása) eltérően változhat az abiotikus stressz hatására.

Vizsgálatomhoz használt két tartamkísérletben az eltérő tápanyagkezelések értékelésével külön-külön szükséges. Vizsgálatom két részre osztható. Az első részben értékelem a nitrogénszintek hatását állandó magas foszfor és kálium szint mellett, második részben egy arányos NPK dózis hatását vizsgálom. Az eredményeket a tenyésztidőszak mintavételi időpont, tápanyagkezelés és hibrid tekintetében elemzem.

2019-es tenyésztévben FAO 360 hibrid esetében V₄ fenológiai fázisban az APX aktivitása a nitrogén dózis emelésével N₂ szinten növekedett kontrollhoz képest. Az N₅ nitrogéndózis kontrollhoz képest kismértékben csökkentette az APX aktivitást. A FAO 490 hibrid APX aktivitásnak változása a tápanyagkezelések hatására négy leveles fenológiai állapotban hasonló módon alakult, mint a FAO 360 hibridnél. Az LP és SOD értéke a két hibrid esetében hasonló volt, nem változtak a tápanyagszintek növelésével. Az eredmények átlagainak elemzése sok esetben a valós különbségeket tompította és az eltérések nem kimutathatóak.

Az arányos NPK ellátás hatására az NPK 2 és NPK 5 tápanyagszintek között nem volt eltérés az APX aktivitásában és a lipidperoxidáció mértékében. A SOD aktivitása enyhe növekedést mutatott a tápanyagszintek arányos NPK mértékének emelésével a FAO 360 hibridnél, négy leveles fenológiai állapotban. Az arányos NPK ellátás hatására a tápanyagszintek növelésével az APX aktivitása enyhén növekedett a kontrollhoz képest 26 %-kal a FAO 490 hibridnél, négy

leveles fenológiai fázisban. Hasonló eredményt kaptak *Kaya et al.* 2020 vizsgálataik során, ahol a ROS anyagok, az antioxidáns vegyületek mértéke tápanyagstressz hatására megnövekedett. Hatleveles fenológiai fázisban a FAO 360 hibridnél az APX aktivitása nem változott, N2-es tápanyagszinten a kontrollhoz képest 32 %-kal csökkent. A lipidperoxidáció mértéke és a SOD aktivitása a tápanyagszint növelésével arányosan csökkent a kontrollhoz képest. Hatleveles fenológiai állapotban a FAO 490 hibridnél mért APX aktivitás eltérő volt a FAO 360 hibridhez képest. A FAO 490 hibrid esetében az APX aktivitása kontroll és magas N5 tápanyagszinten magasabb volt, mint a N2 tápanyagszinten. Az eltérés kontrollhoz képest 13 %-kal magasabb, N5-höz képest pedig 11 %-kal. A lipidperoxidáció mértéke és a SOD aktivitás változatlan szintű volt a FAO 490 hibrid esetében V₆ fenológiai állapotban. V₆ fenológiai fázisban a FAO 360 hibridhez hasonló NPK 2 szinten mért magasabb APX aktivitás volt a FAO 490 hibridnél. Kontrollhoz képest 68 %-kal volt nagyobb az APX aktivitás NPK 2-es tápanyagszinten, NPK 5 tápanyagszinthez képest pedig 44 %-kal.

V₈ fenológiai fázisban nitrogénszintek emelésével kiegyenlített állandó magas P és K szint mellett a FAO 360 hibridnél nem volt jelentős változás az APX aktivitásában. Lipidperoxidáció mértéke enyhén növekedett N5 tápanyagszinten a kontrollhoz képest. A FAO 490 hibridnél mért APX aktivitás és lipidperoxidáció mértéke növekedett (N0 és N5 tápanyagszint között a tápanyagszintek növelésével. A SOD aktivitás enyhén csökkent az N szintek növelésével.

V₈ fenológiai fázisban mind a két vizsgált hibrid esetében arányos NPK utánpótlás hatására jelentős eltérés nem volt a tápanyagszintek hatására az APX aktivitásában és a lipidperoxidáció mértékében. A SOD aktivitása enyhén csökkent a tápanyagszintek növelésével. Tizennégy leveles fenológiai állapotban FAO 490 hibrid esetében az N5 tápanyagszintem mért APX aktivitása kontrollhoz képest jelentősen 21 %-kal, N2 tápanyagszinthez képest 48 %-kal csökkent. V₁₄ fenológiai fázisban az egyenlő NPK arány hatására a tápanyagszintek növelésével fokozatosan nőtt az APX aktivitása. A lipidperoxidáció mértéke NPK 2 -es tápanyagszinten volt a legnagyobb, legkisebb a kontroll parcellában 2,874 egységgel. 2019-es tenyészévben a vizsgált paraméterek közül az APX aktivitása fokozatosan növekedett a mintavételi időpontok között a hibridek és a tápanyagszintek átlagában. V₁₄ fenológiai állapotban a FAO 360 hibridnél mért APX aktivitásához képest jóval magasabb értékeket tapasztaltam a FAO 490 hibrid esetében. Kontroll állományokat összehasonlítva a FAO 490 hibridnél több mint 40%-al magasabb APX aktivitást mértem 8,063 értékkel. Ennek függvényében a V₁₄ fenológiai állapotban a két hibrid között jelentős fiziológiai eltérés volt a tápanyagszintek függvényében. R₁ fenológiai időszakában a FAO 360 hibrid esetében a kontroll állománynál mért APX aktivitás értéke N2 tápanyagszinthez képest 50%-os növekedés mutatott. N5 tápanyagszinthez

képest pedig 30%-os növekedést, emellett a lipidperoxidáció mértéke és a SOD aktivitása jelentősen nem változott. R₁ fenológiai állapotban a FAO 490-es hibridnél a FAO 360-es hibridhez hasonlóan kontroll állományban az APX aktivitása N₂ tápanyagszinthez képest 76 %-kal, N₅ tápanyagszinthez képest pedig 60 %-kal volt nagyobb. A lipidperoxidáció mértéke kontroll állományhoz képest N₂ tápanyagszinten enyhén 0,973 egységgel csökkent. *Zhang et al.* 2007 vizsgálatait során hasonló eredményeket értek el, ahol az LP szintje csökkent a nitrogénszintek növelésével vízstressz alatt. Ezek alapján kiderült, hogy a növény az LP mértékének csökkentésével sikeresen kompenzálta a stresszhatást.

2020-as tenyésztésben a V₄ fenológiai fázisban gyűjtött minták APX aktivitása többszöröse volt a 2019-es tenyésztésben mért eredményeknél. A V₄ fenológiai fázisban a mintavétel időszakában a sokéves átlaghoz képest kevesebb volt a csapadék mennyisége és nagyobb volt a hőmérséklet ezáltal a tenyészidőszakban az egyes fenológiai fázisokhoz tartozó hőösszeg értéke. V₄ fenológiai állapotban a NPK 2 tápanyagszinten kontrollhoz képest az APX aktivitása kismértékben 1,2 egységgel növekedett. A kontroll állományban mért APX aktivitása megegyezett az NPK 5 tápanyagszinten mért APX aktivitásával. Lipidperoxidáció mértéke alacsony volt minden vizsgált tápanyagszint esetében. SOD aktivitása közel azonos volt a kontroll és a két vizsgált tápanyagszint esetében a FAO 490-es hibrid esetében. V₆ fenológiai fázisban az APX aktivitása a tápanyagszintek növelésével fokozatosan nőtt. N₂ tápanyagszint kontrollhoz képest 21 %-kal, N₅ tápanyagszint pedig 22 %-kal növekedett a kontrollhoz képest. A lipidperoxidáció mértéke is szintén növekedett kontrollhoz képest a tápanyagszintek növelésével. A SOD aktivitása tápanyagszinttől függetlenül 4,055-4,501 érték között változott a 2020-as tenyésztésben V₆ fenológiai fázisban a FAO 360 hibrid esetében. V₆ fenológiai fázisban egyenlő arányú NPK tápanyagutánpótlás hatására az APX aktivitása kontrollhoz képest NPK 2 tápanyagszinten csökkent 2,3 egységgel. NPK 5 tápanyagszinten mért APX aktivitása 72%-kal volt magasabb, mint a kontroll állománynál FAO 360 hibrid esetében. V₆ fenológiai fázisban az APX aktivitása NPK 5 tápanyagszint hatására nem növekedett az NPK 2 tápanyagszinthez képest. Ez a folyamat ellentétes a rövid tenyészidejű hibridnél mért eredményekhez képest. A lipidperoxidáció mértéke NPK 5 tápanyagszinten kontrollhoz képest 2 egységgel magasabb volt. V₈ fenológiai fázisban FAO 360 hibrid esetében az APX aktivitása kontrollhoz képest N₂ tápanyagszinten 3,4 egységgel, N₅ tápanyagszinten pedig 4,8 egységgel volt magasabb. A lipidperoxidáció mértéke kontrollhoz képest N₅ tápanyagszinten enyhén 0,9 egységgel növekedett. FAO 490 hibrid esetében az APX aktivitása kontroll és N₅ tápanyagszinten azonos volt, viszont kontrollhoz és N₅ tápanyagszinthez képest az N₂

tápanyagszinten 3 egységgel alacsonyabb értéket mértem. V₈ fenológiai állapotban az APX aktivitása 2019-es tenyészidőszakhoz képest eltérő volt. 2020-as tenyészévben az APX aktivitása magasabb értékű volt. Kontrollhoz képest a tápanyagszintek növelésével fokozatosan növekedett az APX aktivitása. NPK 2 tápanyagszinten 1,8 egységgel, NPK 5 tápanyagszinten 5,3 egységgel volt magasabb az APX aktivitása, mint kontroll állományban. A lipidperoxidáció mértéke nem változott a tápanyagszintek emelésével. A SOD aktivitása enyhén növekedett. FAO 490 hibrid esetében hasonló tendenciát mértem. V₁₄ fenológiai időpontban az APX aktivitása a nitrogén szintek növelésével növekedett FAO 360 hibrid esetében. Kontrollhoz képest 2,3 egységgel N2 tápanyagszinten, N5 tápanyagszinten pedig 6,4 egységgel. A lipidperoxidáció mértéke is növekedett a tápanyagszintek emelésével, N2 tápanyagszinten 0,5 egységgel, N5 tápanyagszinten kontrollhoz képest pedig 2,6 egységgel. A SOD aktivitása 0,6 egységgel csökkent. V₁₄ fenológiai időpontban a FAO 490 hibrid esetében a 2020-es tenyészidőszakban növekedett az APX aktivitása a tápanyagszintek növelésével. N2 tápanyagszinten kontrollhoz képest 1 egységgel, N5 tápanyagszinten 5,2 egységgel. A lipidperoxidáció mértéke kontrollhoz képest N5 tápanyagszinten 2 egységgel növekedett. A SOD aktivitása N0 és N2 tápanyagszinten azonos volt N5 tápanyagszinten kontrollhoz képest 1,2 egységgel csökkent. V₁₄ fenológiai állapotban arányos NPK ellátottság hatására az APX aktivitása a tápanyagszintek emelésével jelentősen növekedett. NPK 2 tápanyagszinten kontrollhoz képest 2,1 egységgel és NPK 5 tápanyagszinten 7,7 egységgel. 2020-as tenyészévben R₁ fenológiai állapotban az állandó magas foszfor és kálium szintek mellett a nitrogén szint növelésével enyhén csökkent az APX aktivitása. A lipidperoxidáció mértéke a tápanyagszintek növelésével növekedett. N2 tápanyagszinten kontrollhoz képest 0,6 egységgel, N5 tápanyagszinten 2,2 egységgel növekedett. A lipidperoxidáció mértéke jelentősen növekedett a tenyészidőszak végén az egyenlő arányú NPK szintek növelésével FAO 490 hibrid esetében. NPK 2 tápanyagszinten a lipidperoxidáció mértéke 1,3 egységgel, NPK 5 tápanyagszinten pedig 2,6 egységgel növekedett a kontrollhoz képest.

3.3 Variancia analízis vizsgálatok

A fenológiai fázisok szignifikáns hatással voltak a lipidperoxidáció mértékére. A különböző hibridek és fenológiai fázisok együttes elemzése nem volt hatással a lipidperoxidáció mértékére viszont, ha kiegészítjük a vizsgált faktorokat a műtrágyaszintekkel, akkor már szignifikáns hatást gyakorolnak a lipidperoxidáció mértékére. A fenológiai fázis és a hibrid, mint faktor külön és együttesen sem volt hatással az APX aktivitására. A műtrágyaszint önmagában és

együttesen a fenológiai fázissal szignifikánsan befolyásolta az APX aktivitását, viszont a hibriddel és fenológiai fázissal együttesen már nem volt kimutatható valós eltérés. A lipidperoxidáció mértéke minden időpontban eltérő volt egymáshoz viszonyítva. Kis mértékű egyezés volt a V₆ és V₈ fenológiai fázisban. Az R₁ időszakában a lipidperoxidáció mértéke szintén eltérő volt az összes fenológiai fázishoz tekintve.

A SOD aktivitása V₈ és V₁₄ fenológiai fázisban megegyezett. V₄, V₆ és R₁ időpontja pedig szignifikánsan eltért egymástól. Tápanyagszintek szerinti elemzés során a két legnagyobb tápanyagszint az N5 és az NPK 5 egyértelműen hatással volt az APX aktivitására. Az N0, N2, NPK 0 és NPK 2 a tenyésztések és hibridek átlagában nem eredményezett szignifikáns változást. A lipidperoxidáció mértékének vizsgálata során szintén az N5 és NPK 5 eredményezett minden tápanyagszinttől eltérő csoportot, illetve a kontroll parcellák szignifikánsan eltértek minden vizsgált műtrágyaszinttől. A SOD aktivitásának vizsgálata során az állandó magas foszfor és kálium szintű parcelláknál a kontrollhoz képest az N2 tápanyagszint nem eredményezett szignifikáns változást a hibridek és a tenyésztések átlagában. A fenológiai fázisok és hibridek szerinti elemzés során az APX aktivitása a FAO 360 hibrid esetében V₄ és V₁₄ fenológiai fázisban megegyezett a tenyésztések és műtrágyaszintek átlagában. Szintén egyezés volt V₆ és V₈ fenológiai fázisban az APX aktivitásában a FAO 360 hibrid esetében a tenyésztések és műtrágyaszintek átlagában. A FAO 360 hibrid esetében a R₁ időszaka APX aktivitásra vonatkoztatva eltért az összes fenológiai fázistól. A lipidperoxidáció mértéke a két vizsgált hibrid esetében V₄ fenológiai fázisban azonos volt.

3.4 Korreláció analízis vizsgálat

2019-es tenyésztésben a FAO 490 hibrid esetében a keményítő tartam növekedésével csökkent az olaj és a fehérje tartalom a tápanyagszintek átlagában magas foszfor és kálium szint mellett. A termés keményítőtartalmának növekedésével csökkent az olaj és fehérjetartalom. A termés növekedésével nőtt a fehérjetartalom, illetve a termés növekedésével csökkent a keményítőtartalom melynek mértéke közepesen erős szignifikáns kapcsolat. 2020-as tenyésztésben FAO 360 hibrid esetében a termés fehérjetartalom növekedésével nőtt az APX aktivitása. A termés növekedésével szignifikáns mértékben nőtt az APX aktivitás és a szemnedvesség értéke a tápanyagszintek átlagában. 2019-es tenyésztésben FAO 360 hibrid esetében arányos foszfor és kálium szint mellett a nitrogén lépcsők átlagában a termés fehérjetartalom növekedésével nőtt az olajtartalom közepes erős szignifikáns szinten. A termés

növekedésével erős szignifikáns pozitív korreláció volt a fehérjetartalom növekedésével. A keményítőtartalom növekedésével csökkent a fehérjetartalom a tápanyagszintek átlagában.

2020-as tenyésztésben a termés és az APX aktivitás között pozitív korreláció volt, a termés növekedésével nőtt az APX aktivitása közepesen erős szinten. A termés növekedésével együtt nőtt a fehérjetartalom és a szemnedvesség értéke. A szemnedvesség növekedésével pedig csökkent az olajtartalom a nitrogéndózisok átlagában arányos foszfor és kálium szint mellett. A többi vizsgált paraméter között korreláció nem volt kimutatható az alábbi tényezők függvényében.

4. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

A mezőgazdasági termelés napjainkban drasztikusan változó környezetbe került. Az élelmiszer fogyasztás növelése, valamint az inputanyagok bekerülési költségének emelkedése és a rendelkezésre álló terület csökkenése a megtermelt termés értékének növekedését eredményezte. A gazdálkodók elsődleges feladata az átgondolt okszerű gazdálkodási rendszerek alkalmazása, a kukorica hibridek szükségletének pontosabb kielégítése és az optimális inputanyag felhasználás.

A vizsgálatomnak helyt adó tartamkísérletet 1983-ban állította be Prof. Dr. Nagy János. 39 éve változatlan paraméterekkel, azonos tápanyagutánpótlási rendszerrel, talajműveléssel és agrotechnikával folytatódik a kutatás. Vizsgálatom során 2019-es és 2020-as tenyészevekben eltérő FAO számmal rendelkező takarmány kukorica hibrideket alkalmaztam. Összesen 5 db mintavételi időpontban mértem a SOD, APX aktivitását és a lipidperoxidáció mértékét, majd ezek figyelembevételével elemeztem a termés paramétereit. A kísérlet során 4 db eltérő tápanyagkezelést és a kezelésekhez tartozó teljes kontroll állományt használtam.

2019-es tenyészévben FAO 360 hibrid esetében V₄ fenológiai fázisban az APX aktivitása a nitrogén dózis emelésével N₂ szinten növekedett kontrollhoz képest, N₅ nitrogéndózis kontrollhoz képest kismértékben csökkentette az APX aktivitást. Az arányos NPK ellátás hatására a tápanyagszintek növelésével az APX aktivitása növekedett a kontrollhoz képest 26 %-kal a FAO 490 hibridnél négy leveles fenológiai fázisban.

V₆ fenológiai állapotban a FAO 490 hibridnél mért APX aktivitás eltért a FAO 360 hibridtől. FAO 490 hibrid esetében az APX aktivitása kontroll és magas N₅ tápanyagszinten magasabb volt, mint a N₂ tápanyagszinten, az eltérés kontrollhoz képest 13 %-kal magasabb, N₅-höz képest pedig 11 %-kal. A lipidperoxidáció mértéke és a SOD aktivitás változatlan szintű volt a FAO 490 hibrid esetében V₆ fenológiai állapotban. A lipidperoxidáció mértéke és a SOD aktivitása a tápanyagszint növelésével arányosan csökkent a kontrollhoz képest. V₁₄ fenológiai állapotban a FAO 360 hibridnél mért APX aktivitásához képest jóval magasabb értékeket mértem a FAO 490 hibrid esetében. Kontroll állományokat összehasonlítva a FAO 490 hibridnél több mint 40%-al magasabb volt az APX aktivitás 8,063 értékkel. Ennek függvényében a V₁₄ fenológiai állapotban a két hibrid között jelentős fiziológiai eltérés volt a tápanyagszintek függvényében. R₁ fenológiai időszakában a FAO 360 hibrid esetében a kontroll állománynál mért APX aktivitás értéke N₂ tápanyagszinthez képest 50%-kal nagyobb értéket mutatott, N₅ tápanyagszinthez képest pedig 30%-kal. A lipidperoxidáció mértéke és a SOD aktivitása jelentősen nem változott. R₁ fenológiai állapotban a FAO 490-es hibridnél a

FAO 360-as hibridhez hasonlóan kontroll állományban az APX aktivitása N2 tápanyagszinthez képest 76 %-kal, N5 tápanyagszinthez képest pedig 60 %-kal volt nagyobb. A lipidperoxidáció mértéke kontroll állományhoz képest N2 tápanyagszinten enyhén 0,973 egységgel csökkent.

2020-as tenyésztésben V₆ fenológiai fázisban az APX aktivitása a tápanyagszintek növelésével fokozatosan nőtt. N2 tápanyagszint kontrollhoz képest 21 %-kal, N5 tápanyagszint pedig 22 %-kal növekedett a kontrollhoz képest. A lipidperoxidáció mértéke is szintén növekedett kontrollhoz képest a tápanyagszintek növelésével. A SOD aktivitása tápanyagszinttől függetlenül 4,055-4,501 érték között változott a 2020-as tenyésztésben V₆ fenológiai fázisban a FAO 360 hibrid esetében. V₆ fenológiai fázisban egyenlő arányú NPK tápanyagutánpótlás hatására az APX aktivitása kontrollhoz képest NPK 2 tápanyagszinten csökkent 2,3 egységgel. NPK 5 tápanyagszinten mért APX aktivitása 72%-kal volt magasabb, mint a kontroll állománynál FAO 360 hibrid esetében. V₆ fenológiai fázisban az APX aktivitása NPK 5 tápanyagszint hatására nem növekedett az NPK 2 tápanyagszinthez képest. Ez a folyamat ellentétes a rövid tenésztípusú hibridnél mért eredményekhez képest. V₁₄ fenológiai időpontban az APX aktivitása a nitrogén szintek növelésével növekedett FAO 360 hibrid esetében. Kontrollhoz képest 2,3 egységgel N2 tápanyagszinten, N5 tápanyagszinten pedig 6,4 egységgel. A lipidperoxidáció mértéke kontrollhoz képest N5 tápanyagszinten 2 egységgel növekedett. A SOD aktivitása N0 és N2 tápanyagszinten azonos volt N5 tápanyagszinten kontrollhoz képest 1,2 egységgel csökkent.

Az APX aktivitása a fenológiai fázisok előrehaladtával folyamatosan növekszik. V₄ fenológiai fázisban 9,35 egység értékről R₁ fenológiai fázis időszakára 12,99 egységre növekszik. A lipidperoxidáció és SOD aktivitása fokozatosan csökkent a fenológiai fázisokban. 2019-es tenyésztésben eltérő dinamika volt, mintha a tenésztípusokat átlagban vizsgáltam volna. Az APX aktivitása V₄ fenológiai fázisról V₆ fenológiai fázisban 0,5 egységgel növekedett, majd V₈ fenológiai fázisra 3,1 egységgel csökkent. R₁ fenológiai fázisban 13,38 értéket mértem az APX aktivitásában. A lipidperoxidáció mértéke és SOD aktivitása FAO 360 hibrid esetében a 2019-es tenyésztésben a tápanyagszintek átlagában állandó értéket eredményezett. 2020-as tenyésztésben az APX aktivitása fokozatosan csökkent, ami az eltérő tenésztípusokban jelen lévő agrometeorológiai környezetre vezethető vissza. Az APX aktivitása R₁ fenológiai fázisban V₄ fenológiai fázishoz képest több mint 20%-al csökkent. 2020-as tenyésztésben mint a három vizsgált paraméter mértéke csökkent a tenésztípusok végére. FAO 360 hibrid esetében a tápanyagszintek átlagában a tenésztípusokban folyamatosan csökkent az APX aktivitása. A tenésztípusok kezdetén V₄ fenológiai fázisról V₆ fenológiai fázisra növekedett a LP mértéke 2 egységgel, majd V₈ fenológiai állapotra hasonló módon a SOD aktivitásával csökkent. V₁₄

fenológiai fázisra szintén növekedett az LP mértéke és SOD aktivitása majd csökkent a tenyésztidőszak végén R₁ fenológiai fázisra.

A fenológiai fázisok szignifikáns mértékben befolyásolták a lipidperoxidáció mértékét. A különböző hibridek és fenológiai fázisok együttes elemzése nem volt hatással a lipidperoxidáció mértékére viszont, ha kiegészítjük a vizsgált faktorokat a műtrágyaszintekkel, akkor a hatások szignifikánsan hatást gyakorolnak a lipidperoxidáció mértékére. A lipidperoxidáció mértéke minden időpontban eltérő volt egymáshoz viszonyítva. Kis mértékű egyezés csak a V₆ és V₈ fenológiai fázisban volt. Az R₁ időszakában a lipidperoxidáció mértéke szintén eltérő volt az összes fenológiai fázishoz viszonyítva. Tápanyagszintek szerinti elemzés során a két legnagyobb tápanyagszint az N5 és az NPK 5 egyértelműen hatással volt az APX aktivitására. A lipidperoxidáció mértékének vizsgálata során szintén az N5 és NPK 5 eredményezett minden tápanyagszinttől eltérő csoportot, illetve a kontroll parcellák szignifikánsan eltértek minden vizsgált műtrágyaszinttől.

2019-es tenyészévben FAO 490 hibrid a keményítőtartalmának növekedésével csökkent az olaj és a fehérje tartalom, a tápanyagszintek átlagában magas foszfor és kálium szint mellett.

A termés keményítőtartalmának növekedésével csökkent az olaj és fehérjetartalom. A termés növekedésével nőtt a fehérjetartalom, illetve a termés növekedésével csökkent a keményítőtartalom, melynek mértéke közepesen erős szignifikáns kapcsolat. A FAO 360 hibrid esetében arányos foszfor és kálium szint mellett a nitrogén lépcsők átlagában a termés fehérjetartalom növekedésével nőtt az olajtartalom közepes erős szignifikáns szinten. A termés növekedésével erős szignifikáns pozitív korreláció volt a fehérjetartalom növekedésével. A termés növekedésével együtt nőtt a fehérjetartalom és a szemnedvesség értéke. A szemnedvesség növekedésével pedig csökkent az olajtartalom, a nitrogéndózisok átlagában arányos foszfor és kálium szint mellett. A többi vizsgált paraméter között korreláció nem volt kimutatható a vizsgált tényezők függvényében.

A két hibrid APX, LP és SOD dinamika tekintetében sok esetben hasonló volt a tápanyagszintek átlagában. 2019-es tenyészévben FAO 360 és FAO 490 hibrid esetében is csökkenő tendenciát mutatott az összes fiziológiai paraméter a tenyésztidőszak előrehaladtával. 2020-ban viszont növekedett az összes vizsgált fiziológiai paraméter hibridek és tápanyagszintek átlagában a fenológiai időpontok között.

5. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

1. Az évjárat hatás elemzés eredményei alapján megállapítottam, hogy a hibridek és tápanyagszintek átlagában 2020-es tenyészévben az APX aktivitása V₄ és R₁ fenológiai fázis között 2,01 egységet csökkent. Ezzel ellentétesen 2019-es tenyészévben 4,56 egységgel nőtt, V₄ és R₁ fenológiai fázis között.
2. Vizsgálataim során megállapítottam, hogy a lipidperoxidáció és SOD aktivitása csökkent a fenológiai fázisokban. Az APX aktivitása V₄ fenológiai fázisról V₆ fenológiai fázisra kismértékben (0,5) növekedett, majd V₈ fenológiai fázisra jelentősen 3,1 egységgel csökkent.
3. A tenyészidőszakon belül, a fontos fenológiai fázisokban így a V₁₄ fenológiai fázisban, az egyes markerfolyamatok vizsgálata, mint például az APX és LP mértékének elemzése adhatja a legpontosabb képet a kukoricanövényeket érő fiziológiai folyamatokról, ezen keresztül egészségi állapotáról.
4. A tartamkísérletek adatait értékelve megállapítottam, hogy a legkisebb APX aktivitást a kontroll parcella átlagértékei mutattak, legnagyobb értéket NPK 5 tápanyagszinten 9,14 egységgel mértem.
5. A nitrogén műtrágya szinteken alapuló korrelációsanalízis kimutatta, hogy a szemtermés szignifikánsan korrelált az APX aktivitásával és a lipidperoxidáció mértékével, azonban nem korrelált a SOD aktivitással.
6. N-dózis tartamkísérletben végzett vizsgálataim alapján megállapítottam, hogy a FAO 490 hibrid esetében az APX aktivitása kontroll és provokatív magas 300 kg/ha nitrogén tápanyagszinten (N5) magasabb volt, mint az N2 tápanyagszinten. Az eltérés kontrollhoz képest 13 %-kal magasabb, N5-höz képest pedig 11 %-kal. Az eredmények bizonyítják a 120 kg/ha nitrogén dózis kedvező hatását.

6. AZ EREDMÉNYEK GYAKORLATI HASZNOSÍTHATÓSÁGA

1. Az arányos és megfelelő mértékű (120 kg/ha N) műtrágya kijuttatás betartása nélkülözhetetlen a megfelelő termés mennyiség, minőség és biztonság elérése érdekében. A túlzó (300 kg/ha N) és hiányos (0 kg/ha NPK) NPK kijuttatás egyaránt káros a növény fiziológiai folyamatira, ezáltal a termés mennyiségét is befolyásolja.
2. A tenyészidőszakban növényeket érő fiziológiai folyamatok eltérően befolyásolhatják az egyes termésparaméterek kialakulását, mint például a termés mennyiségi és minőségi paraméterei. Ezáltal egyes marker fiziológiai folyamatok (APX, LP, SOD) tenyészidőszakon belüli gyors megbízható vizsgálata segít kiküszöbölni, az egyes stressz állapotból bekövetkező terméseszköket.
3. A szemtermés mennyiségének maximalizálása szempontjából jó indikátor az APX és LP aktivitásnak vizsgálata V₁₄ fenológiai fázisban. Ezen vizsgálat segítségével a levél analízisnél, illetve talajvizsgálatnál gyorsabb módon kaphatunk visszajelzést a növényállományunk pillanatnyi fiziológiai állapotáról.
4. Vizsgálataim során megállapítottam, hogy tartamkísérletben az arányos NPK ellátás hatására (150 kg/ha N, 115 kg/ha P₂O₅, 135 kg/ha K₂O) a tápanyagszintek növelésével a FAO 490 hibrid APX aktivitása növekedett a kontrollhoz képest 26 %-kal, négy leveles korai fenológiai fázisban.
5. Korrelációvizsgálat alapján megállapítottam, hogy a tenyészévek (2019-2020), hibridek (FAO 360, FAO 490) és tápanyagszintek átlagában a termés szemnedvességének növekedésével nőtt az APX aktivitása (R=0,548), illetve olajtartalom növekedésével pedig csökkent az APX aktivitása (R=0,557).

IRODALOM

1. Beyer, W.F., Jr.; Fridovich, I. Assaying for superoxide dismutase activity: Some large consequences of minor changes in conditions. *Anal. Biochem.* 1987, *161*, 559–566.
2. Giannopolitis, C.N.; Ries, S.K. Superoxide dismutases: I. Occurrence in higher plants. *Plant Physiol.* 1977, *59*, 309–314.
3. Heath, R. L., & Packer, L. (1968): Photoperoxidation in isolated chloroplasts: I. Kinetics and stoichiometry of fatty acid peroxidation. *Archives of biochemistry and biophysics*, *125*(1), 189-198.
4. Janda, T., Szalai, G., Tari, I., Paldi, E. Hydroponic treatment with salicylic acid decreases the effects of chilling injury in maize (*Zea mays* L.) plants. *Planta*, 1999, *208*(2), 175-180.
5. Krantev, A., Yordanova, R., Janda, T., Szalai, G., & Popova, L. (2008). Treatment with salicylic acid decreases the effect of cadmium on photosynthesis in maize plants. *Journal of plant physiology*, *165*(9), 920-931.
6. Nagy J, - Hadászi L, Illés Á, –Bojtor Cs,– Zelenák A, -Nyéki A, 2020: Fornad (FAO 420) „Smart” kukorica hibrid termesztési eredményei, *Növénytermelés* 69 2020, 2
7. Nagy, J: *Kukorica a Nemzet Aranya – Élelmiszer, takarmány, bioenergia*. Budapest, Magyarország: Szaktudás Kiadó Ház Zrt. (2021)
8. Nakano, Y., Asada, K. Hydrogen peroxide is scavenged by ascorbate-specific peroxidase in spinach chloroplasts. *Plant Cell Phys-iol.* 1981, *22*(5), 867-880.
9. Széles A, Kovács K, Ferencsik S, 2019: The effect of crop years and nitrogen basal and top dressing on the yield of different maize genotypes and marginal revenue. *Quarterly Journal of the Hungarian Meteorological Service*, *123*.3: 265-278.
10. Zhang, L.-X., Li, S.-X., Zhang, H., & Liang, Z.-S. ”Nitrogen Rates and Water Stress Effects on Production, Lipid Peroxidation and Antioxidative Enzyme Activities in Two Maize (*Zea mays* L.) Genotypes,” *Journal of Agronomy and Crop Science*, *193*(6), 387–397., 2007



Nyilvántartási szám: DEENK/500/2022.PL
Tárgy: PhD Publikációs Lista

Jelölt: Illés Árpád
Doktori Iskola: Kerpely Kálmán Doktori Iskola
MTMT azonosító: 10060167

A PhD értekezés alapjául szolgáló közlemények

Magyar nyelvű tudományos közlemények hazai folyóiratban (4)

- Illés, Á.**, Bojtor, C., Szabó, A., Nagy, J.: Eltérő agrotechnikai paraméterek hatása a különböző kukoricahibridek kelésdinamikai és termésparamétereire szántóföldi tartamkísérletben. *Növénytermelés*. 71 (1), 21-32, 2022. ISSN: 0546-8191.
- Illés, Á.**, Bojtor, C., Nagy, J.: Eltérő NPK-ellátottság hatása a kukorica hibridek lipidperoxidációjának mértékére. *Növénytermelés*. 69 (3), 53-65, 2020. ISSN: 0546-8191.
- Illés, Á.**, Bojtor, C., Ördög, V., Nagy, J.: Nostoc piscinale biostimulátor levéltrágya kezelés hatása a kukorica prolintartalmára, relatív víztartalom (RWC) értékére, termésmennyiségére és annak fehérjetartalmára. *Növénytermelés*. 69 (1), 5-20, 2020. ISSN: 0546-8191.
- Illés, Á.**, Nagy, A., Tóth, B.: Fungicid készítmények hatásának vizsgálata a kukorica szuperoxid-dizmutáz aktivitására és a lipidperoxidációra fóliasátras és szántóföldi kísérletben. *Növénytermelés*. 68 (1), 31-46, 2019. ISSN: 0546-8191.

Idegen nyelvű tudományos közlemények hazai folyóiratban (3)

- Illés, Á.**, Bojtor, C., Széles, A., Mousavi, S. M. N., Tóth, B., Nagy, J.: Effect of nitrogen fertiliser on the rate of lipid peroxidation of different maize hybrids in a long-term multifactorial experiment. *Acta Aliment.* 50 (2), 162-169, 2021. ISSN: 0139-3006.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1556/066.2020.00177>
IF: 1
- Illés, Á.**, Bojtor, C., Mousavi, S. M. N., Marton, L. C., Ragán, P., Nagy, J.: Maize hybrid and nutrient specific evaluation of the population dynamics and damage of the western corn rootworm (*Diabrotica Virgifera Virgifera* LeConte) in a long-term field experiment. *Progress in Agricultural Engineering Sciences*. 16 (1), 1-14, 2020. ISSN: 1786-335X.
DOI: <https://doi.org/10.1556/446.2020.00003>

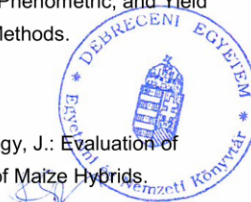




7. **Illés, Á.**, Mousavi, S. M. N., Bojtor, C., Nagy, J.: The plant nutrition impact on the quality and quantity parameters of maize hybrids grain yield based on different statistical methods. *Cereal Res. Commun.* 48, 565-573, 2020. ISSN: 0133-3720.
DOI: <https://doi.org/10.1007/s42976-020-00074-5>
IF: 0.85

Idegen nyelvű tudományos közlemények külföldi folyóiratban (7)

8. Szabó, A., Mousavi, S. M. N., Bojtor, C., Ragán, P., Nagy, J., Vad, A., **Illés, Á.**: Analysis of Nutrient-Specific Response of Maize Hybrids in Relation to Leaf Area Index (LAI) and Remote Sensing. *Plants-Basel.* 11 (9), 1-14, 2022. ISSN: 2223-7747.
DOI: <https://doi.org/10.3390/plants11091197>
IF: 4.658 (2021)
9. Shojaei, S. H., Mostafavi, K., Omrani, A., **Illés, Á.**, Bojtor, C., Omrani, S., Mousavi, S. M. N., Nagy, J.: Comparison of Maize Genotypes Using Drought-Tolerance Indices and Graphical Analysis under Normal and Humidity Stress Conditions. *Plants-Basel.* 11, 1-15, 2022. ISSN: 2223-7747.
DOI: <https://doi.org/10.3390/plants11070942>
IF: 4.658 (2021)
10. Shojaei, S. H., Mostafavi, K., Amirparviz, L., Omrani, A., Omrani, S., Mousavi, S. M. N., **Illés, Á.**, Bojtor, C., Nagy, J.: Evaluation of stability in maize hybrids using univariate parametric methods. *J. Crop Sci. Biotech.* 25, 269-276, 2022. ISSN: 1975-9479.
DOI: <https://doi.org/10.1007/s12892-021-00129-X>
11. Khatibi, A., Omrani, S., Omrani, A., Shojaei, S. H., Mousavi, S. M. N., **Illés, Á.**, Bojtor, C., Nagy, J.: Response of Maize Hybrids in Drought-Stress Using Drought Tolerance Indices. *Water.* 14 (7), 1-10, 2022. EISSN: 2073-4441.
DOI: <https://doi.org/10.3390/w14071012>
IF: 3.53 (2021)
12. **Illés, Á.**, Bojtor, C., Széles, A., Mousavi, S. M. N., Tóth, B., Nagy, J.: Analyzing the Effect of Intensive and Low-Input Agrotechnical Support for the Physiological, Phenometric, and Yield Parameters of Different Maize Hybrids Using Multivariate Statistical Methods. *Int. J. Agro.* 2021, 1-11, 2021. ISSN: 1687-8159.
DOI: <https://doi.org/10.1155/2021/6682573>
13. **Illés, Á.**, Bojtor, C., Mousavi, S. M. N., Széles, A., Tóth, B., Szabó, A., Nagy, J.: Evaluation of Complete Fertilizer in the Aspect of the Antioxidant Enzyme System of Maize Hybrids. *Agronomy-Basel.* 11 (11), 1-14, 2021. EISSN: 2073-4395.
DOI: <http://dx.doi.org/10.3390/agronomy11112129>
IF: 3.949





14. Shojaei, S. H., Mostafavi, K., Omrani, A., Omrani, S., Mousavi, S. M. N., **Illés, Á.**, Bojtor, C., Nagy, J.: Yield Stability Analysis of Maize (*Zea mays* L.) Hybrids Using Parametric and AMMI Methods.
Scientifica. 2021, 1-9, 2021. EISSN: 2090-908X.
DOI: <https://doi.org/10.1155/2021/5576691>

Magyar nyelvű konferencia közlemények (2)

15. **Illés, Á.**, Bojtor, C., Ragán, P., Nagy, J.: Precíziós növénytermesztés növényvédelmi aspektusai.
In: Prega Science 2020 : Scientific Conference on Precision Agriculture and Agro-Informatics, [Agroinform Média Kft.], [Budapest], 1-6, 2021.
16. **Illés, Á.**, Bojtor, C., Nagy, J.: Amerikai kukoricabogár (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte) kártételének vizsgálata szántóföldi tartamkísérletben.
In: Magyar Növényvédő Mérnöki és Növényorvosi Kamara XV. Növényorvos nap, Magyar Növényvédő Mérnöki és Növényorvosi Kamara, Budapest, 109-112, 2020.

Magyar nyelvű absztrakt kiadványok (2)

17. **Illés, Á.**, Horváth, É., Duzs, L., Bojtor, C., Nagy, J.: Cianobaktérium lombtrágyakezelés hatása a kukorica szemtermésének mennyiségére, makro és mikroelem tartalmára.
In: XXIII. Tavasz Szél Konferencia 2020: Nemzetközi Multidiszciplináris Konferencia. Absztrakt kötet I.. Szerk.: Barna Boglárka Johanna, Kovács Petra, Molnár Dóra, Pató Viktória Lilla, Doktoranduszok Országos Szövetsége, Budapest, 41, 2020. ISBN: 9786155586705
18. **Illés, Á.**: Szisztematikus hatásmechanizmusú fungicid készítmények hatása a kukorica (*Zea mays* L.) szuperoxid-dizmutáz (SOD) aktivitásának és lipid-peroxidációjának (LP) változására.
In: Magyar Növényvédő Mérnöki és Növényorvosi Kamara XIV. Növényorvos nap, Magyar Növényvédő Mérnöki és Növényorvosi Kamara, Budapest, 94-95, 2019.

Idegen nyelvű absztrakt kiadványok (3)

19. **Illés, Á.**, Nagy, J.: Effect of algae containing biostimulant foliar fertilization on the physiological parameters, yield quality and quantity of maize.
In: Abstract book of the 19th Alps-Adria Scientific Workshop. Ed.: by Zoltán Kende, Szent István Egyetemi Kiadó Nonprofit Kft., Gödöllő, 21, 2020. ISBN: 9789632698960
20. **Illés, Á.**, Bojtor, C., Bojté, C., Nagy, J.: Effects of biostimulant foliar fertilization on maize (*Zea mays* L.) hybrid zinc content and yield parameter.
In: 4th Biostimulants World Congress : Abstract book for Oral and poster presentations, [s.n.], [Barcelona], 203, 2019.





21. Zelenák, A., **Illés, Á.**, Bojtor, C., Vad, A., Kith, K.: Phenometric comparison of different genotype and maturity maize hybrids.
In: Abstract book 18th Alps-Adria Scientific Workshop. Ed.: Zoltán Kende, Csaba Bálint, Viola Kunos, Szent István Egyetemi Kiadó Nonprofit Kft., Gödöllő, 172-173, 2019. ISBN: 9789632698182

További közlemények

Idegen nyelvű, külföldi könyvrészletek (1)

22. Tóth, B., Bojtor, C., Hankovszky, G., Kaczur, D., **Illés, Á.**, Kovács, B.: Effects of industrial by-products on the food chain.
In: Land Reclamation in Ecological Fragile Areas. Ed.: Hu Zhenqi, Crc Press-Taylor & Francis Group, London, 539-542, 2017. ISBN: 9781138051034

Magyar nyelvű tudományos közlemények hazai folyóiratban (11)

23. Nagy, Z., Széles, A., Demeter, C., **Illés, Á.**, Bojtor, 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.
24. Szabó, A., **Illés, Á.**, Bojtor, C., Széles, A., Zelenák, A., Nagy, J.: Az amerikai kukoricabogár (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte) lárvakártétel hatása a kukorica (*Zea mays* L.) termésének mennyiségi és minőségi paramétereire szántóföldi tartamkísérletben.
Növénytermelés. 70 (3), 41-62, 2021. ISSN: 0546-8191.
25. Horváth, D., **Illés, Á.**, Bojtor, C., Széles, A., Nagy, J.: Eltérő kukorica (*Zea mays* L.) genotípusok relatív klorofilltartalma és termésparamétereik közötti összefüggésvizsgálat multifaktoriális trágyázási tartamkísérletben.
Növénytermelés. 70 (3), 7-23, 2021. ISSN: 0546-8191.
26. Radócz, L., **Illés, Á.**, Bojtor, C., Radócz, L., Szabó, A., Tamás, A., Kovács, G. E.: Fogékonysági vizsgálat *Cryphonectria parasitica* (Murr.) Barr gombával fertőzött tölgy (*Quercus*) fajokon.
Növénytermelés. 70 (4), 59-72, 2021. ISSN: 0546-8191.
27. Demeter, C., Széles, A., **Illés, Á.**, Bojtor, 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.





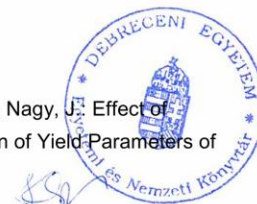
28. Demeter, C., Széles, A., **Illés, Á.**, Bojtor, C., Nagy, J.: Eltérő genotípusú csemegekukorica (*Zea mays L. convar. saccharata* Koern.) hibridek fenometriai és terméselem vizsgálatainak eredményei.
Növénytermelés. 69 (4), 26-36, 2020. ISSN: 0546-8191.
29. Nagy, J., Hadászi, L., **Illés, Á.**, Bojtor, C., Zelenák, A., Nyéki, A.: Fornad (FAO 420) "Smart" kukorica hibrid termesztési eredményei.
Növénytermelés. 69 (2), 5-23, 2020. ISSN: 0546-8191.
30. Bojtor, C., **Illés, Á.**, Nagy, J., Marton, L. C.: Nitrogéntrágyázás hatása eltérő kukorica hibridek szárazanyag-beépülésére és mikroelem-felvételére.
Növénytermelés. 69 (3), 5-26, 2020. ISSN: 0546-8191.
31. Bojtor, C., Duzs, L., **Illés, Á.**: Precíziós növényi vegetációvizsgálat.
In Green. 5 (2), 68-69, 2020. ISSN: 2498-7433.
32. Kaczur, D., **Illés, Á.**, Bojtor, C., Györi, Z., Tóth, B.: Az alumínium toxicitás mérséklése baktérium készítménnyel a kukorica kezdeti növekedési stádiumában.
Gradus. 4 (2), 279-283, 2017. EISSN: 2064-8014.
33. **Illés, Á.**, Bojtor, C., Kaczur, D., Györi, Z., Tóth, B.: Az ólom toxicitás hatásának vizsgálata a kukorica kezdeti növekedési stádiumában.
Gradus. 4 (2), 274-278, 2017. EISSN: 2064-8014.

Idegen nyelvű tudományos közlemények hazai folyóiratban (3)

34. Huzsvai, L., Fejér, P., **Illés, Á.**, Bojtor, C., Bojté, 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>
35. Szabó, A., **Illés, Á.**, Bojtor, C., Bakos, Z., Nagy, J.: Effect of the different nitrogen supply on the leaf area index and yield parameters of maize.
Növénytermelés. 70 (3), 117-120, 2021. ISSN: 0546-8191.
36. Bakos, Z., Bojtor, 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.

Idegen nyelvű tudományos közlemények külföldi folyóiratban (15)

37. Szabó, A., Széles, A., **Illés, Á.**, Bojtor, C., Mousavi, S. M. N., Radócz, L., Nagy, J.: Effect of Different Nitrogen Supply on Maize Emergence Dynamics, Evaluation of Yield Parameters of Different Hybrids in Long-Term Field Experiments.
Agronomy-Basel. 12 (2), 1-13, 2022. EISSN: 2073-4395.
DOI: <http://dx.doi.org/10.3390/agronomy12020284>
IF: 3.949 (2021)





38. Omrani, A., Omrani, S., Khodarahmi, M., Shojaei, S. H., **Illés, Á.**, Bojtor, C., Mousavi, S. M. N., Nagy, J.: Evaluation of Grain Yield Stability in Some Selected Wheat Genotypes Using AMMI and GGE Biplot Methods.
Agronomy-Basel. 12 (5), 1-14, 2022. EISSN: 2073-4395.
DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy12051130>
IF: 3.949 (2021)
39. Bojtor, C., Mousavi, S. M. N., **Illés, Á.**, Golzardi, F., Széles, A., Szabó, A., Nagy, J., Marton, L. C.: Nutrient Composition Analysis of Maize Hybrids Affected by Different Nitrogen Fertilisation Systems.
Plants-Basel. 11, 1-14, 2022. ISSN: 2223-7747.
DOI: <https://doi.org/10.3390/plants11121593>
IF: 4.658 (2021)
40. Mousavi, S. M. N., **Illés, Á.**, Bojtor, 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>
41. Shojaei, S. H., Mostafavi, K., Bihamta, M. R., Omrani, A., Mousavi, S. M. N., **Illés, Á.**, Bojtor, C., Nagy, J.: Stability on Maize Hybrids Based on GGE Biplot Graphical Technique.
Agronomy-Basel. 12, 1-10, 2022. EISSN: 2073-4395.
DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy12020394>
IF: 3.949 (2021)
42. Tóth, B., Moloi, M. J., Mousavi, S. M. N., **Illés, Á.**, Bojtor, C., Szőke, L., Nagy, J.: The Evaluation of the Effects of Zn, and Amino Acid-Containing Foliar Fertilizers on the Physiological and Biochemical Responses of a Hungarian Fodder Corn Hybrid.
Agronomy-Basel. 12, 1-17, 2022. EISSN: 2073-4395.
DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy12071523>
IF: 3.949 (2021)
43. **Illés, Á.**, Szabó, A., Mousavi, S. M. N., Bojtor, C., Vad, A., Harsányi, E., Sinka, L.: The Influence of Precision Dripping Irrigation System on the Phenology and Yield Indices of Sweet Maize Hybrids.
Water. 14 (16), 1-14, 2022. EISSN: 2073-4441.
DOI: <https://doi.org/10.3390/w1416248>
IF: 3.53 (2021)
44. Bojtor, C., **Illés, Á.**, Mousavi, S. M. N., Széles, A., Tóth, B., Nagy, J., Marton, L. C.: Evaluation of the Nutrient Composition of Maize in Different NPK Fertilizer Levels Based on Multivariate Method Analysis.
Int. J. Agro. 2021, 1-13, 2021. ISSN: 1687-8159.
DOI: <https://doi.org/10.1155/2021/5537549>





45. Mousavi, S. M. N., Bojtor, C., **Illés, Á.**, Nagy, J.: Genotype by Trait Interaction (GT) in Maize Hybrids on Complete Fertilizer.
Plants-Basel. 10 (11), 1-16, 2021. ISSN: 2223-7747.
DOI: <https://doi.org/10.3390/plants10112388>
IF: 4.658
46. Bojtor, C., **Illés, Á.**, Horváth, É., Nagy, J., Marton, L. C.: Hybridspecific nutrient interactions and their role in maize yield quality.
Agron. Res. 19 (4), 1698-1710, 2021. ISSN: 1406-894X.
DOI: <https://doi.org/10.15159/ar.21.148>
47. Ördög, V., Stirk, W. A., Takács, G., Pöthe, P., **Illés, Á.**, Bojtor, C., Széles, A., Tóth, B., Staden, J. v., Nagy, J.: Plant biostimulating effects of the cyanobacterium *Nostoc piscinale* on maize (*Zea mays* L.) in field experiments.
S. Afr. J. Bot. 140, 153-160, 2021. ISSN: 0254-6299.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2021.03.026>
IF: 3.111
48. Bojtor, C., Mousavi, S. M. N., **Illés, Á.**, Széles, A., Nagy, J., Marton, C. L.: Stability and Adaptability of Maize Hybrids for Precision Crop Production in a Long-Term Field Experiment in Hungary.
Agronomy-Basel. 11 (11), 1-14, 2021. EISSN: 2073-4395.
DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy11112167>
IF: 3.949
49. Rácz, D., Gila, B., Horváth, É., **Illés, Á.**, Széles, A.: The efficiency of nitrogen stabilizer at different soil temperatures on the physiological development and productivity of maize (*Zea mays* L.).
Agron. Res. 19 (4), 1888-1900, 2021. ISSN: 1406-894X.
DOI: <https://doi.org/10.15159/AR.21.146>
50. Kovács, G. E., Szőke, L., Tóth, B., Kovács, B., Bojtor, C., **Illés, Á.**, Radócz, L., Moloi, M. J., Radócz, L.: The Physiological and Biochemical Responses of European Chestnut (*Castanea sativa* L.) to Blight Fungus (*Cryphonectria parasitica* (Murill) Barr).
Plants-Basel. 10 (10), 1-15, 2021. ISSN: 2223-7747.
DOI: <https://doi.org/10.3390/plants10102136>
IF: 4.658
51. Mousavi, S. M. N., **Illés, Á.**, Bojtor, C., Nagy, J.: The impact of different nutritional treatments on maize hybrids morphological traits based on stability statistical methods.
Emir J Food Agric. 32 (9), 666-672, 2020. ISSN: 2079-052X.
DOI: <http://dx.doi.org/10.9755/ejfa.2020.v32.i9.2147>
IF: 1.041





Magyar nyelvű konferencia közlemények (6)

52. Bojtor, C., **Illés, Á.**, Nagy, J.: Levélen keresztüli növénytaplálás eredményei.
In: Prega Science 2020 : Scientific Conference on Precision Agriculture and Agro-Informatics,
[Agroinform Média Kft.], [Budapest], 1-4, 2021.
53. **Illés, Á.**: Az ólomtoxicitás mérséklési lehetőségének vizsgálata baktérium készítményekkel,
hidropóniásan nevelt kukoricánál.
In: Tudományos diákköri közlemények 3. : A DE MÉK Kari tudományos diákköri konferencia
díjazott előadásainak kivonatai. Szerk.: Gyüre Péter, Juhász János, MÉK, Debrecen, 33-38,
2018. ISBN: 9789634901501
54. Kaczur, D., **Illés, Á.**, Bojtor, C., Györi, Z., Tóth, B.: Az alumínium toxicitás mérséklése baktérium
készítménnyel a kukorica kezdeti növekedési stádiumában.
In: LIX. Georgikon Napok Nemzetközi Tudományos Konferencia 2017. szeptember 28-29.,
PE Georgikon Kar, Keszthely : [elektronikus dokumentum]. Szerk.: Nagy Zita Barbara,
Pannon Egyetem Georgikon Kar, Keszthely, 190-197, 2017. ISBN: 9789639639898
55. **Illés, Á.**, Kaczur, D., Bojtor, C., Györi, Z., Tóth, B.: Az ólom toxicitás mérséklési lehetőségének
vizsgálata élő baktériumokat tartalmazó biológiai készítménnyel.
In: LIX. Georgikon Napok Nemzetközi Tudományos Konferencia 2017. szeptember 28-29.,
PE Georgikon Kar, Keszthely. Szerk.: Nagy Zita Barbara, Pannon Egyetem Georgikon Kar,
Keszthely, 183-189, 2017. ISBN: 9789639639898
56. Tóth, B., Bojtor, C., **Illés, Á.**, Nkebiwe, P. M., Györi, Z., Neumann, G.: Az újrahasznosítható
melléktermékek és néhány baktérium vizsgálata a foszfor-utánpótlás tekintetében.
In: LIX. Georgikon Napok Nemzetközi Tudományos Konferencia 2017. szeptember 28-29.,
PE Georgikon Kar, Keszthely. Szerk.: Nagy Zita Barbara, Pannon Egyetem Georgikon Kar,
Keszthely, 538-544, 2017. ISBN: 9789639639898
57. Bojtor, C., **Illés, Á.**, Kaczur, D., Györi, Z., Tóth, B.: Két őszibarack fajtajelölt vasfelvételének
vizsgálata.
In: LIX. Georgikon Napok Nemzetközi Tudományos Konferencia 2017. szeptember 28-29.,
PE Georgikon Kar, Keszthely : [elektronikus dokumentum]. Szerk.: Nagy Zita Barbara,
Pannon Egyetem Georgikon Kar, Keszthely, 39-44, 2017. ISBN: 9789639639898

Magyar nyelvű absztrakt kiadványok (3)

58. Horváth, É., **Illés, Á.**, Duza, L., Bojtor, C., Széles, A.: A N ellátottság hatása különböző
genotípusú kukoricahibridek klorofilltartalmára eltérő évjáratban.
In: XXIII. Tavasz Szél Konferencia 2020: Nemzetközi Multidiszciplináris Konferencia
Absztrakt kötet I.. Szerk.: Barna Boglárka Johanna, Kovács Petra, Molnár Dóra, Pató Viktória
Lilla, Doktoranduszok Országos Szövetsége, Budapest, 39-40, 2020. ISBN: 9786155586705





59. Bojtor, C., **Illés, Á.**, Horváth, É., Duzs, L., Nagy, J., Marton, L. C.: Eltérő nitrogénellátottság hatása a kukoricahibridek kezdeti fejlődésének mikroelemfelvételi dinamikájára.
In: XXIII. Tavasz Szél Konferencia 2020: Nemzetközi Multidiszciplináris Konferencia.
Absztrakt kötet I.. Szerk.: Barna Boglárka Johanna, Kovács Petra, Molnár Dóra, Pató Viktória Lilla, Doktoranduszok Országos Szövetsége, Budapest, 28, 2020. ISBN: 9786155586705
60. Bojté, C., Bojtor, C., Hajósne Novák, M., **Illés, Á.**, Horváth, B., Lovász, C., Nagy, J., Czerődiné Kempf, L., Nagy, N. E., Tímár, E., Micsinai, A.: A szója (*Glycine max* L.) vetőmagok genetikai homogenitás vizsgálata MALDI-TOF Készülékkel.
In: Hungalimenteria 2019 : "Ésszel a kosárba" : konferencia és kiállítás, Wessling Hungary Kft., Budapest, 24-25, 2019.

Idegen nyelvű absztrakt kiadványok (7)

61. Szabó, A., **Illés, Á.**, Bojtor, C., Nagy, J.: Analysis of SPAD values in FAO 380-410 maize under different nitrogen levels in long-term field experiment.
In: Modern development of science and the latest perspectives, International Science Group, Vancouver, 13-16, 2022. ISBN: 9798887575636
62. Szabó, A., **Illés, Á.**, Bojtor, C., Nagy, J.: Evolution of maize leaf area index dynamics under different nitrogen levels.
In: 19th Wellmann International Scientific Conference : Book of abstract. Ed.: Kiss Orsolya, University of Szeged Faculty of Agriculture, Hódmezővásárhely, 64, 2022. ISBN: 9789633068601
63. Bojtor, C., **Illés, Á.**, Nagy, J., Marton, L. C.: Nitrogen fertilization level: an important factor of plant's nutrient distribution in long-term field experiment.
In: Abstract book of the 19th Alps-Adria Scientific Workshop. Ed.: by Zoltán Kende, Szent István Egyetemi Kiadó Nonprofit Kft., Gödöllő, 22, 2020. ISBN: 9789632698960
64. Kith, K., Bojtor, C., **Illés, Á.**, Dorogi, Z., Zelenák, A.: Analysis of the correlation between yield results and soil in the case of different genotype maize hybrids.
In: Abstract book 18th Alps-Adria Scientific Workshop. Ed.: Zoltán Kende, Csaba Bálint, Viola Kunos, Szent István Egyetemi Kiadó Nonprofit Kft., Gödöllő, 94-95, 2019. ISBN: 9789632698182
65. Bojtor, C., **Illés, Á.**, Nagy, J.: Application of microalgae-containing bio-fertilizer in maize.
In: 9th Microalgae and Seaweed Products in Plant/Soil-Systems: Mosonmagyaróvár, Hungary, June 25-26, 2019 : Book of abstracts, Széchenyi István University, Mosonmagyaróvár, 32, 2019.
66. Bojtor, C., **Illés, Á.**, Marton, L. C., Nagy, J.: Effect of microalgae-containing bio-fertilizer on the magnesium content and growth parameters of maize (*Zea mays* L.).
In: 4th Biostimulants World Congress : Abstract book for Oraland poster presentations, [s.n.], [Barcelona], 204, 2019.





67. **Illés, Á.**, Györi, Z., Nagy, A., Sipos, P., Tóth, B.: Effects of fungicides on key plant physiological parameters of *Zea mays* L. and on changes in superoxide-dismutase (SOD) and lipid-peroxidase (LP) activity.

In: 17th Alps-Adria Scientific Workshop : Abstract book. Ed.: Zoltán Kende, Szent István Egyetemi Kiadó, Gödöllő, 46-47, 2018. ISBN: 9789632697345

A közlő folyóiratok összesített impakt faktora: 60,046

A közlő folyóiratok összesített impakt faktora (az értekezés alapjául szolgáló közleményekre): 18,645

A DEENK a Jelölt által az iDEa Tudóstérbe feltöltött adatok bibliográfiai és tudományometriai ellenőrzését a tudományos adatbázisok és a Journal Citation Reports Impact Factor lista alapján elvégezte.

Debrecen, 2022.12.15.

