

Doktori (PhD) értekezés tézisei

**A KUKORICA HIBRIDEK NÖVÉNYFIZIOLÓGIAI VÁLTOZÁSAINAK
HATÁSA A NÖVÉNYI EGÉSZSÉGRE**

Bojtor Csaba
doktorjelölt

Témavezető:
Prof. Dr. Marton L. Csaba
MTA doktora



DEBRECENI EGYETEM

KERPELY KÁLMÁN DOKTORI ISKOLA

Debrecen
2023

1. BEVEZETÉS

A különböző talajtulajdonságok, tápanyagellátási-, vízellátottsági és egyéb klimatikus viszonyok együttesen hatnak a növények fejlődésére. A növénytermesztés célja ezen ható tényezők mentén a növények részére az optimális termesztési rendszer megteremtése, a teljes fejlődési folyamat során.

A kukorica (*Zea mays* L.) napjaink egyik elsődleges termesztett növénykultúrája, amelynek a termés mennyiségi és minőségi növelése kiemelt fókussterület a világon. (Xin et al., 2016). A növénytermesztési gyakorlatban a klímaváltozás – klímaváltozékonyság fokozódásával előtérbe kerül a precíziós gazdálkodás, amely az okszerű tápanyagutánpótláson keresztül képes biztosítani a magas és kiváló minőségű terméshozamokat. Nagy (2007a) kutatásában megállapítja, hogy a megfelelő tápanyagdózis megválasztása kiemelten nehéz a termesztés során, hiszen számos környezeti és genotípusra jellemző paramétert kell egyszerre figyelembe venni. A szántóföldi tartamkísérletek megbízható alapot biztosítanak az alkalmazott kutatásokhoz, amely a növénytermesztési kutatások eredményeinek gyakorlati alkalmazhatóságát teszi lehetővé. Ezen kísérletek eredményei módot teremtenek az emelkedő élelmiszer-és takarmánynövénytermelés jelentette kihívásnak való megfelelésre, amelyet a globális népességnövekedés tesz szükségessé.

A modern komplex tápanyagutánpótlási stratégiák jövője nem egyértelmű, a világ növénytermesztési rendszerei sokfélék, és legalább két különböző intenzitási szintre, alacsony és nagy ráfordítású műtrágyázási rendszerre oszthatók (Fischer és Connor, 2018). Az optimális tápanyagellátás kulcsfontosságú tényező a jó minőségi paraméterekkel rendelkező magas terméshozam eléréséhez. A talaj - növényi kölcsönhatások és a tenyészidőszakban a tápanyagok komplex felhasználása - egyéb környezeti tényezők mellett - meghatározhatják a növény egészségi állapotát, nagymértékben befolyásolva a kukorica szemtermésének mennyiségi és minőségi paramétereit (Széles et al., 2019).

A növénytermesztésben a precíziós gazdálkodás technológiai innovációinak terjedésével a növényi tápanyagutánpótlás optimalizálására, környezetterhelésének csökkentésére irányuló törekvések jelentek meg, amelyeket a gazdálkodók az adott terület edafikus és környezeti heterogenitásának kezelése mellett szándékoznak megvalósítani. Ezen technológiák adaptálásával sikerrel növelhető a kukoricatermesztés versenyképessége (Nagy és Széles,

2018). A növényi tápanyagutánpótlás precíziós kivitelezésének az egyes genotípusok megválasztásától kezdve számos alapfeltétele van, amelyek együttesen képesek biztosítani a technológia megfelelő színvonalú végrehajtását (Bojtor et al., 2021a). Ilyenek többek között a műszaki – informatikai innovációk, mint a térinformatikai rendszerek alkalmazása, valamint az agronómiai módszertan megújítása a trágyázási – tápanyagutánpótlási szaktanácsadás kifejezetten növényi mintavételekre, mérésekre, in situ non-destruktív műszeres analitikai vizsgálatokra alapozott továbbfejlesztése, illetve a növények részenkénti vagy teljes növényanalízise, amely az esszenciális tápelemek általi ellátottság, az azok közötti kölcsönhatások detektálására remekül alkalmazható (Kádár, 1992; Izsáki, 2009).

Ezen esszenciális tápelemek megfelelő mértékű növényi hozzáférhetősége segíti elő a növényi egészség kialakulását és fenntartását, amelyek a fiziológiai és anyagcsere folyamatokban, növényi strukturális felépítésben meglévő szerepük révén nélkülözhetetlenek a megfelelő fejlődéshez, növekedéshez, abiotikus és biotikus stresszhatásokkal szembeni toleranciához, ezáltal pedig a termés mennyiségi és minőségi maximalizálásához (Achari és Kowshik, 2018; Souri és Hatamian, 2019). A tudatos trágyázási, tápanyagutánpótlási gyakorlat kialakítása így kiemelkedő jelentőségű az ökonómiailag és környezetileg egyaránt fenntartható növénytermesztés megvalósítása érdekében. A műtrágyadózisok meghatározása, az egyes új kukorica genotípusok tápanyagfelvételi dinamikájának megismerése alapot biztosít ennek megvalósításához.

A kutatómunkám során az alábbi célkitűzéseim voltak:

- A kukorica tápanyagreakcióinak komplex vizsgálata, optimális tápanyagutánpótlási dózis meghatározása
- A kukorica tápanyagfelvételi, tápanyaghasznosítási jellemzőinek értékelése, elsődleges fókusszal a nitrogénre
- A szárazanyagakkumuláció értékelése, nitrogénellátottság szárazanyagbeépülést módosító hatásának elemzése
- A kukorica komplex makro-, mezo- és mikroelemfelvételi jellemzőinek meghatározása az egyes vegetatív és generatív növényi részekben, a nitrogéntrágyázás tápelemfelvételre gyakorolt hatásának komplex értékeléséhez
- A kukorica makro-, mezo- és mikroelemellátottságának a termés mennyiségi és minőségi paramétereire gyakorolt hatásvizsgálata

2. ANYAG ÉS MÓDSZER

2.1 Termőhely bemutatása

A kísérlet helyszínét a Debreceni Egyetem, Agrár Kutatóintézetek és Tangazdaság, Debreceni Tangazdaság és Tájkutató Intézet, Látóképi Növénytermesztési Kísérleti Telep biztosította. A kísérleti telep Debrecentől 13 km-re nyugatra, északi szélesség 47°33' és keleti hosszúság 21°26' koordinátákon, 111 m tengerszint feletti magasságon helyezkedik el. A terület hajdúsági löszháton kialakult mészlepedékes csernozjom talaja a kukoricatermesztés szempontjából kedvező talajfizikai és talajkémiai tulajdonságokkal rendelkezik.

2.2. A termőhely időjárása

A kísérleti terület jellemzően kontinentális éghajlatú, gyakran előfordulnak különböző időjárási szélsőségek, mint például a csapadék mennyiségének és eloszlásának változása, valamint a hőmérsékleti értékek ingadozása a vegetációs időszakon belül és kívül. 2019-es évben 04. 01. és 10. 31. között mindössze 311,8 mm csapadék hullott a tenyészidőszak alatt. Ezzel szemben 2021 évben a kukorica vetésének idején meglévő megfelelő csapadék általi vízellátottságot a vegetatív és generatív fejlődés későbbi szakaszaiban jelentős deficit követett, június és szeptember közötti 4 hónap alatt mindösszesen 90,7 mm csapadék hullott, amely az kísérleti területen is megalapozta az országosan is tapasztalható alacsonyabb termésmennyiségeket.

2.3. A kísérlet elrendezése és kezelése

A Látóképi Növénytermesztési Kísérleti Telepen 1983-ban Prof. Dr. Nagy János által alapított komplex multifaktoriális trágyázási tartamkísérletben közel negyven év azonos tápanyagutánpótlási technológiájának tartamhatását van lehetőség vizsgálni és értékelni. A kísérletben komplex módon összehasonlíthatóak az egyes kukorica genotípusok műtrágyareakciói a nem műtrágyázott kontroll parcellák és az öt növekvő műtrágyadózis segítségével, öntözött és nem öntözött változatban egyaránt. A kísérlet elrendezését tekintve sávos, négy ismétlésben beállított kisparcellás tartamkísérlet, amelyben a főparcellákat a genotípusok, az osztóparcellákat pedig a műtrágyadózisok jelentik. A parcellaméret 7,2 m². A kísérletben értékelt genotípus FAO 420 érésidővel jellemzett, középérésű, lófogú kukorica hibrid volt.

2.4. Vizsgálati módszerek

2.4.1. Szárazanyagbeépülési dinamika értékelése

A kukorica szárazanyagbeépülésének és tápelemfelvételének komplex értékeléséhez az egyes mintavételek során a fenológiai fázisoknak megfelelően vizsgáltam a különböző vegetatív és generatív növényi részeket. A kukorica vegetatív fejlődési fázisaiban, 4 leveles (V_4), 8 leveles (V_8) és a hímvirágzás (V_T) fenofázisokban az egyes vizsgálatokat a levélen és száron végeztem, később termés megjelenésével szemtermés és a csutka beltartalmi vizsgálatával egészítettem ki a fiziológiai érettség, (R_6) fenofázisban történt mintavételeket. A növényi részek szárazanyagtartalmának meghatározása termometriás módszerrel történt. A friss minták tömegmérését követően a mintákat laboratóriumi szárítószekrényben (ED 720, Binder GmbH, Tuttlingen, Németország) 65°C -on tömegállandóságig szárítottam, majd szobahőmérsékletre történt visszahűtés után analitikai mérlegen (E10640, OHAUS Europe GmbH, Nánikon, Svájc) mértem, ezáltal meghatározva a szárazanyagtartalmat, valamint a friss növényi minták nedvességtartalmát.

2.4.2. Esszenciális tápelemek analitikai meghatározása

A minták esszenciális tápelemtartalmának komplex meghatározása akkreditált laboratóriumban valósult meg. Az alábbi tápelem összetevők meghatározására került sor, a vonatkozó szabványok mellett: Kjeldahl-módszerrel történő nitrogéntartalom meghatározás (MSZ-08-1783-6:1983), illetve ICP-OES (Thermo Scientific iCAP 7400, Thermo Fisher Scientific, Waltham, MA, USA) mérőeszköz által mért foszfor (MSZ-08-1783-28:1985), kálium (MSZ-08-1783-29:1985), kalcium (MSZ-08-1783-26:1985), magnézium (MSZ-08-1783-27:1985) cink (MSZ-08-1783-33:1985), réz (MSZ-08-1783-34:1985), vas (MSZ-08-1783-31:1985), kén (MSZ-08-1783-38:1985), mangán (MSZ-08-1783-32:1985).

2.4.3. Termés mennyiségi és minőségi értékelése

A fiziológiai érést követően a kísérleti parcellák betakarítása SR2010 (Sampo Rosenlew Ltd., Pori, Finnország) parcellakombájnnal történt. A betakarítógép beépített tömegmérője által történt a parcella termésmennyiségének meghatározása, amelyet a parcella területének és tőszámának ismeretében üzemi méretre számoltam át. A betakarítás során valamennyi kísérleti

parcella szemterméséből egyedi 1 kg össztömegű átlagmintát különítettem el, amelynek a főbb beltartalmi minőségi paramétereit (fehérje-, keményítő-, olajtartalom, szemnedvesség) ezt követően Perten DA7250 (PerkinElmer Inc., Waltham, MA, USA) NIR készülékkel értékeltem.

2.4.4. Statisztikai értékelés

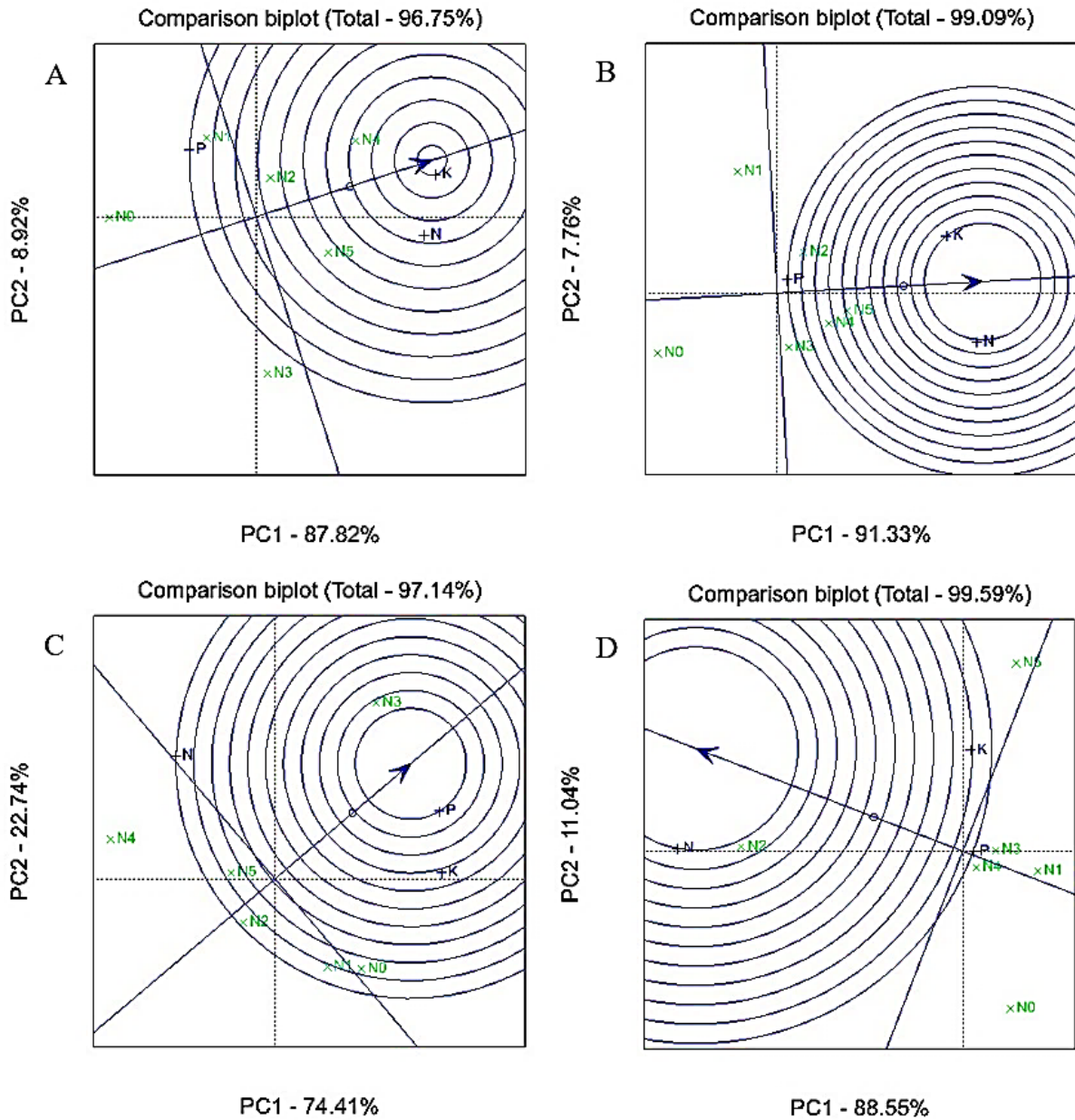
A kísérleti eredmények statisztikai értékelését R 3.2.4. statisztikai környezetben, RStudio grafikus felülettel, valamint GenStat (VSN International, Rothamsted, England) és Minitab (Minitab LLC., Pennsylvania, USA) statisztikai szoftverekkel végeztem. A mért adatok megfelelőségét Kolmogorov – Smirnov normalitás teszttel vizsgáltam. Az eltérő nitrogéntrágyázás és évjárat önálló és együttes hatásait egy- és többtényezős varianciaanalízissel végeztem. Az egyes értékek közötti szignifikáns különbségek meghatározásához Fisher – féle legkisebb szignifikáns különbség (LSD) tesztet alkalmaztam. A tápelemanalitikai adatok és a termés mennyiségi, minőségi paramétereinek közötti összefüggésvizsgálatot klaszteranalízis segítségével végeztem el, a grafikus elemzéshez pedig GGE biplot analízist alkalmaztam. A grafikonokat Ms Excel 365 és Datawrapper programokkal készítettem.

3. EREDMÉNYEK

A szárazanyagbeépülési dinamika vizsgálati eredmények alapján megállapítottam, hogy a vegetatív növényi részek esetében a szár szárazanyagbeépülési dinamikáját a nitrogéntrágyázás, az évjárat, a fenofázis, valamint a fenofázis x évjárat együttes hatása szignifikánsan befolyásolta ($P < 0,001$). Ezzel szemben a kukorica levelének szárazanyagnövekedését a nitrogéntrágyázás, fenofázis, fenofázis x évjárat hatások befolyásolták a legnagyobb mértékben ($P < 0,001$), továbbá a nitrogéntrágyázás x évjárat és a fenofázis x évjárat ($P < 0,01$), valamint a nitrogéntrágyázás x fenofázis x évjárat együttes hatása is statisztikailag igazolható mértékű volt ($P < 0,05$). A generatív növényi részek szárazanyagbeépülésének vizsgálata során megállapítottam, hogy a mind a szemtermés mind pedig a csutka esetében a nitrogéntrágyázás, az évjárat és a nitrogéntrágyázás x évjárat kölcsönhatás egyaránt statisztikailag igazolható hatást eredményezett, előbbieket $P < 0,001$, míg az együttes kölcsönhatása kisebb, $P < 0,05$ mértékben.

Az eltérő fenológiai fázisokban mért dinamikai folyamatok az egyes növényi részekben eltérőek voltak. A vegetatív növényi részek közül a szár szárazanyagbeépülésére V_4 fenofázisban az N_1 kezelés kivételével mindegyik kezelés szignifikáns hatást gyakorolt, 60 – 80 % mértékben növelve a felhalmozott szárazanyagtartalmat. A levél szárazanyagtömege, mint a szervesanyag beépüléshez szükséges asszimilációs felület, meghatározó mértékben függött a növekvő nitrogéntrágyázástól. A kezdeti V_4 fenofázisban minden kezelés szignifikánsan növelte a szárazanyagtartalmat, 39 – 64 % közötti mértékben. A vegetatív fejlődési szakasz előrehaladtával a V_8 stádiumban mért értékek mindegyike jelentősen növekedett a kezelések hatására, legkisebb mértékben az N_1 kezelésben 33,9 %-kal, legnagyobb mértékben pedig az N_3 és N_5 kezeléseknél, 96,4 és 98,3 %-kal.

A vizsgálataim során a makroelemek felvételi dinamikájának elemzése során kiemelten vizsgáltam a kukorica növényi részeinek akkumulációs jellemzőit és az eltérő nitrogéntrágyázás hatásait. A vegetatív növényi részekben a három makroelem közül a szár és a levél esetében egyaránt a kálium volt a legnagyobb jelentőségű. A nitrogéntrágyázási szintek közül pedig a magas, N_4 – N_5 kezelések eredményezték a legkiemelkedőbb makroelem akkumulációt (1. ábra).



1. ábra: A nitrogénellátottság és makroelemek (N, P, K) felhalmozódásának kölcsönhatásvizsgálata GGE Biplot analízis alapján. A: Szár, B: Levél, C: Szemtermés, D: Csutka. Debrecen – Látókép

Az egyes vizsgált kísérleti paraméterek, mint a nitrogéntrágyázási dózisok, az évjárat és a mintavételi fenológiai stádiumok önálló és együttes hatásvizsgálatai alapján megállapítottam, hogy a nitrogéntrágyázás, az évjárat, a fenofázis ($P < 0,001$), valamint a fenofázis x évjárat együttes hatása ($P < 0,01$) volt szignifikáns a kukoricaszár nitrogén akkumulációra. A foszforfelvételre mindegyik vizsgált faktor önálló és együttes hatása statisztikailag igazolható hatást fejtett ki ($P < 0,001$). A kálium felvételi sajátosságait értékelve megállapítottam, hogy a nitrogéntrágyázás, fenofázis, fenofázis x év tényezők, valamint a nitrogéntrágyázás x fenofázis x év szignifikáns hatással voltak, előbbieik $P < 0,001$, utóbbi pedig $P < 0,05$ mértékben. A

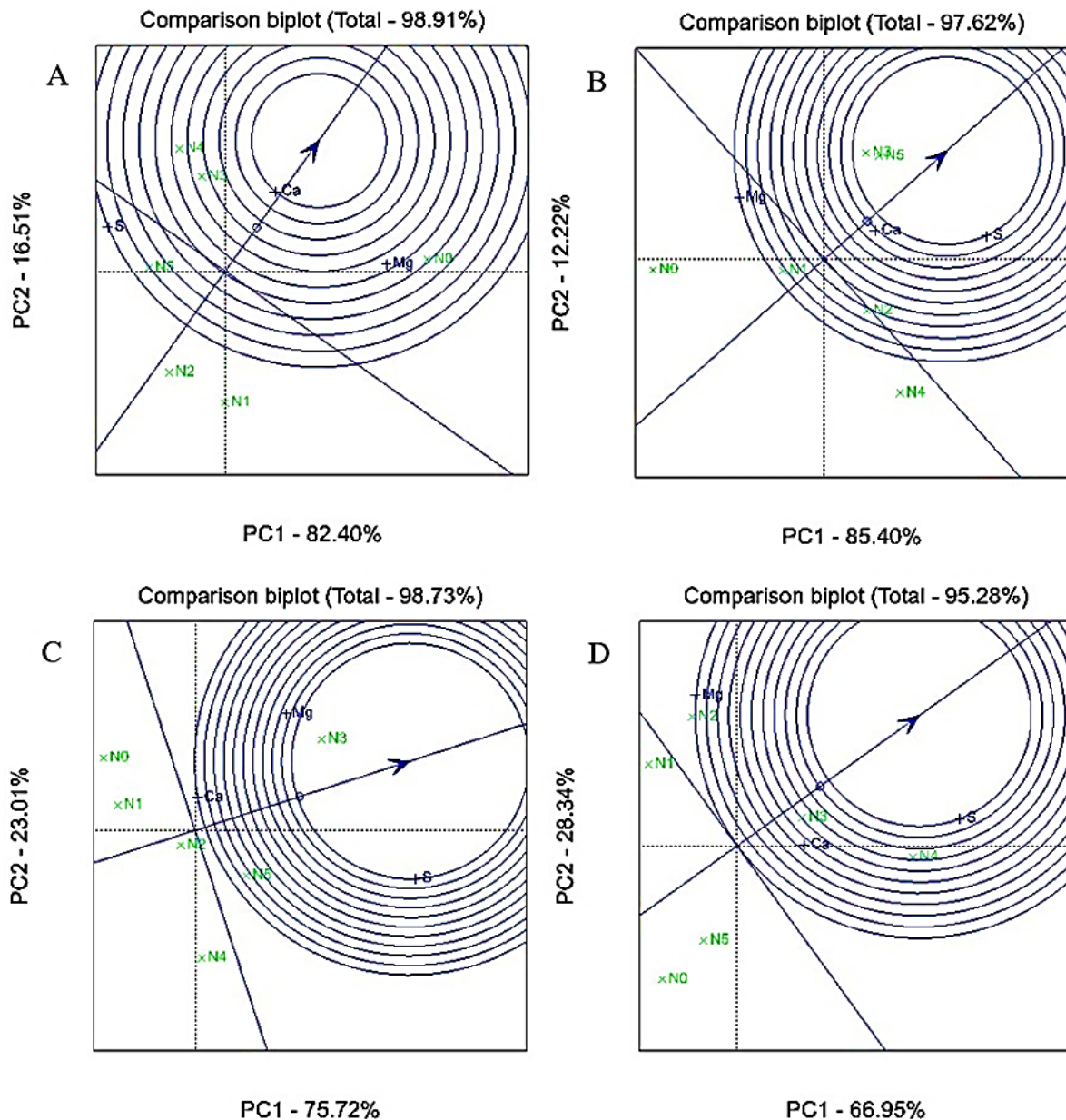
megfelelő szárszilárdságon túl a növények vegetatív fejlődésének kulcsfontosságú tényezője a levelek megfelelő fejlődése, a fotoszintézis során az asszimilációs felületként a szervesanyagbeépülési folyamatokban. A levelek makroelem felvételének értékelése alapján megállapítottam, hogy a nitrogén akkumulációt a fenofázis, a nitrogéntrágyázás, a fenofázis x év, valamint a nitrogéntrágyázás x év szignifikánsan befolyásolta, $P < 0,001$, valamint $P < 0,05$ mértékben. A levél foszfortartalmában a nitrogéntrágyázás kivételével mindegyik vizsgált faktor önálló és együttes hatása statisztikailag igazolt mértékű volt ($P < 0,001$). A káliumfelhalmozódásban pedig a nitrogéntrágyázás x év kivételével mértünk minden esetben szignifikáns hatásokat.

A makroelem felvétel generatív növényi részekben történő vizsgálata során megállapítottam, hogy a csutka foszfor és a káliumfelvételi jellemzőket a nitrogéntrágyázás, az évjárat, valamint a nitrogéntrágyázás x évjárat egyaránt szignifikánsan befolyásolta ($P < 0,001$), ezzel szemben a szemtermésben mindkét tápelem koncentrációjában egyedül a nitrogéntrágyázás x évjárat hatása volt statisztikailag igazolható.

A generatív részekben a szemtermés nitrogéntartalma az N_1 kezelés hatására növekedett legkisebb mértékben (+3 %), míg az N_4 műtrágyadózis 56 % (+0,55 m/m % N) növekedést eredményezett. A csutka fajlagos nitrogéntartalmában mindegyik kezelés jelentősen, 10 % fölötti mértékben eredményezett növekedést.

A foszforkoncentráció vizsgálata során megállapítottam, hogy a növekvő nitrogéndózis a szárban, valamint a generatív részekben eredményezett statisztikailag igazolt csökkenő értékeket, a levél foszforellátottságát érdemben nem befolyásolta. A szár fajlagos foszfortartalmára az N_3 kezelés volt legnagyobb hatással, 16 %-os, mintegy 572 mg/kg P értékű csökkenést okozva.

A szár értékeihez képest a levél kálium koncentrációjában kiegyensúlyozottabb hatást mértem, 19 és 31 % közötti növekménnyel, legnagyobb mértékben az N_5 kezelésben (+ 6706 mg/kg K). Ezzel szemben a szemtermésben a koncentráció változása nem szignifikáns módon ugyan, de csökkenő tendenciát eredményezett az egyes kezelések hatására, 2 és 10 % közötti mértékben. A levélben lezajló magnézium akkumulációra kisebb hatást gyakorolt a növekvő nitrogéntrágyázás, 8 és 17 % közötti mértékű csökkenést eredményezve. A magas, N_4 kezelés okozta a legnagyobb mértékű, 478 mg/kg magnéziumkoncentráció csökkenést. A generatív részekben a szemtermésben a magnéziumkoncentráció az N_4 kezelés kivételével (-7 % csökkenés) nem szignifikáns mértékben különbözött a kontroll értéktől (2. ábra).



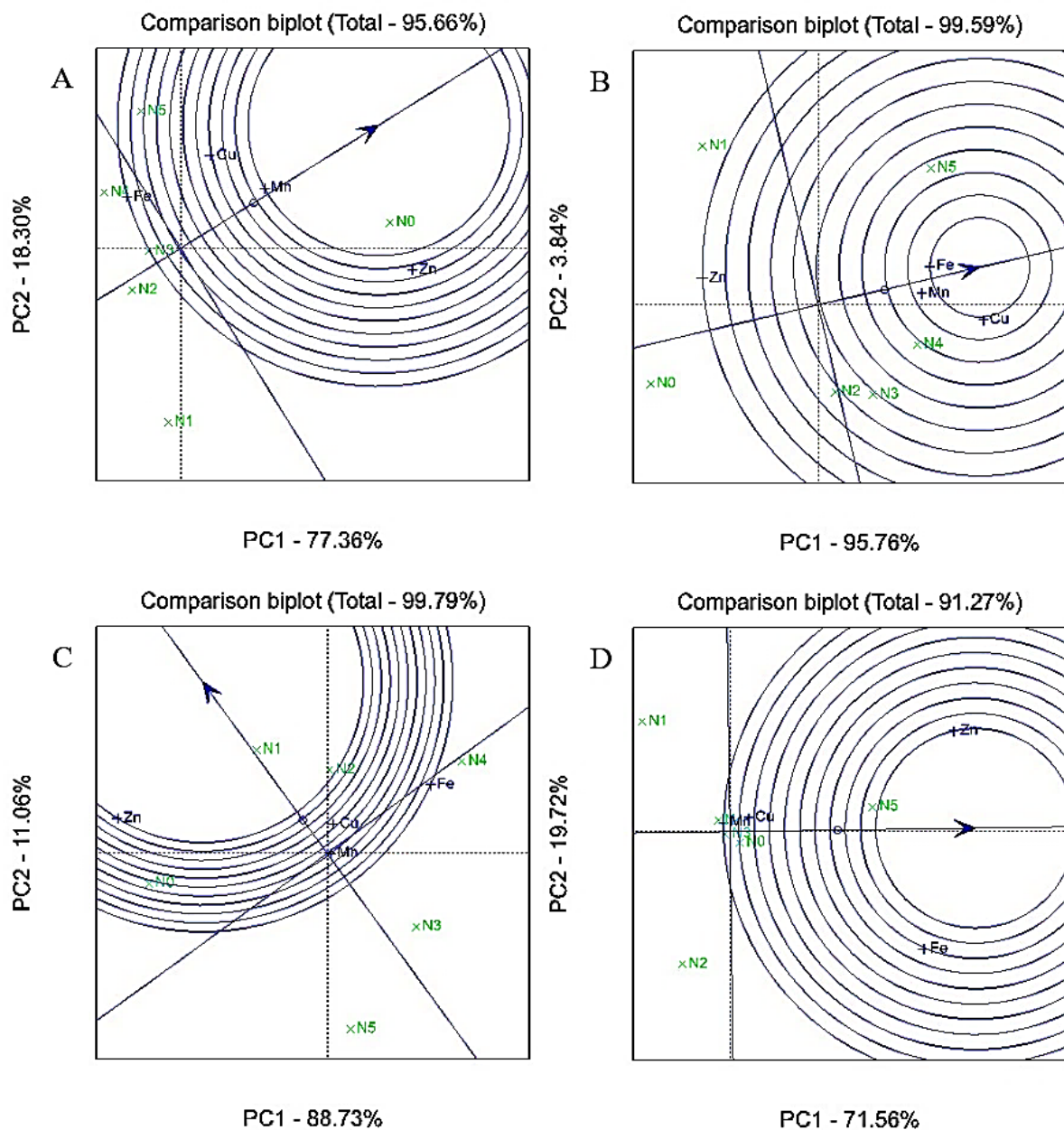
2. ábra: A nitrogénellátottság és mezelemek (Mg, Ca, S) felhalmozódásának kölcsönhatásvizsgálata GGE Biplot analízis alapján. A: Szár, B: Levél, C: Szemtermés, D: Csutka. Debrecen – Látókép

A kalcium vegetatív növényi részekben mért koncentrációjára statisztikailag igazolt hatást nem fejtett ki a növekvő nitrogéntrágyázás, a nitrogénellátottságtól független tényezőnek értékeltem a felvett kalcium mennyiségét, az csupán 1 – 7 % közötti mértékben csökkent.

A vegetatív növényi részeknél a szár és a levél kéntartalmának változásában a növekvő nitrogénellátottság átlagosan 20 – 27 %, valamint 38 – 54 % közötti növekedést eredményezett, amely a legnagyobb mértékben az N₄ kezelésnél valósult meg, 328 mg/kg többlettel a szárban és 800 mg/kg mért koncentrációtöbblettel a levélben. A generatív növényi részeket értékelve megállapítottam, hogy a szemtermés kéntartalmára szignifikánsan pozitív hatást a magas

nitrogéndózisok (N₃ és N₅ kezelések) gyakoroltak, 18 és 15 %, 157,8 és 125,7 mg/kg felvett többlet kéntartalmat eredményezve.

A mikroelemfelvétel értékelése során az esszenciális mikroelemek közül vizsgáltam a cink, vas, mangán és réz akkumulációjának dinamikai folyamatait. A vegetatív és generatív növényi részek különálló értékelése során megállapítottam, hogy a kukorica szárának mikroelem felvételében a mangán bizonyult elsődleges fontosságúnak, amelyet a cink, illetve a réz követett. A kezelések közül a kontroll, N₀ bizonyult a mikroelemfelvétel szempontjából ideálisnak (3. ábra).



3. ábra: A nitrogénellátottság és mikroelemek (Zn, Fe, Mn, Cu) felhalmozódásának kölcsönhatásvizsgálata GGE Biplot analízis alapján. A: Szőr, B: Levél, C: Szemtermés, D: Csutka. Debrecen – Látókép

A levelek cinktartalmára kevésbé befolyásolta a növekvő nitrogénellátottság, a csökkenés mértéke 5 és 18 % között volt. A generatív növényi részek közül a szemtermés cinktartalma mindegyik kezelés hatására statisztikailag igazolhatóan csökkent, a legnagyobb mértékű negatív változást ebben az esetben is az N₄ kezelés eredményezte, 40 %-os (9,04 mg/kg) koncentráció csökkenéssel.

A vastartalom a nitrogéntrágyázás növelésére pozitívan reagált. Mindegyik növényi rész esetében növekvő tendenciát mértem, amely számos esetben volt szignifikáns. Statisztikailag igazolt megnövekedett vas akkumulációt állapítottam meg minden trágyakezelés hatására a kukorica levélanalízise során, legnagyobb mértékben az N₅ kezelés hatására, 48 %-kal megnövelt értékben.

A réztartalom és a nitrogénellátottság növényi részekben vizsgált összefüggései alapján megállapítottam, hogy a növekvő nitrogén trágyakezelés statisztikailag igazolt magasabb koncentrációt eredményezett a kukorica levelében és csutkájában egyaránt, 5 – 57 %, valamint 8 – 39 % közötti mértékben.

A nitrogéntrágyázás kukorica mangánkoncentrációjára gyakorolt hatásvizsgálata során megállapítottam, hogy a legnagyobb mértékben a levél mangántartalma változott, statisztikailag igazolt pozitív módon. A legnagyobb növekedést az N₄ és N₅ kezelések eredményezték (31 – 33 %).

A termés mennyiségi és minőségi paramétereinek vizsgálata során megállapítottam, hogy a nitrogénellátottság mértékében az adott hibridnél az N₃ kezelés bizonyult a termés mennyiségi és minőségi jellemzőit tekintve a termesztési optimumnak, a vizsgált években 10,52 és 8,98 t*ha⁻¹ maximális termésmennyiséggel. Ezt követte az N₂ és N₄ tápanyagszint, majd az N₅, amely alapján kijelenthető, hogy az N₃, vagyis 180 kg*ha⁻¹ nitrogéntrágyázási szint fölött kijuttatott műtrágyát a hibrid nem képes hasznosítani.

A termés minőségi jellemzőinek részletes vizsgálata alapján megállapítottam, hogy a növekvő nitrogéntrágyázás legnagyobb mértékben a fehérjetartalomban eredményezett változást, 2019-es évben 11 – 20 % közötti, 2021-ben pedig 2 és 25 % közötti fehérjetartalom növekedést a kontroll értékekhez képest. Olajtartalomban eltérő évjárat hatást mértem, 2019-ben 2 – 5 % közötti növekedést, 2021-ben pedig 1 – 6 % közötti csökkentést a kontrollhoz viszonyítva. A növekvő nitrogéntrágyázás minimális hatással volt a keményítőtartalomra, mindkét vizsgált évben enyhe, 0 – 2 % közötti csökkenést mértem. A nedvességtartalom vizsgálata során eltérő évjárat hatásokat, 2019-ben 0 – 1 % közötti változásokat, 2021-ben viszont 5 – 11 % közötti növekedést mértem a növekvő nitrogéntrágyázás hatására a kontroll értékekhez viszonyítva

A kutatásom során klaszteranalízis segítségével vizsgáltam és értékeltem a kukorica növényi részeinek átlagos akkumulált esszenciális makro – mezo és mikroelemtartalma, valamint a termés mennyiségi és minőségi paraméterei közötti kapcsolatot.

A termésmennyiség és a kukorica növényi részeinek esszenciális tápelemkoncentrációi közötti kapcsolatban az első klaszterben a nitrogén, kén, kálium, vas, réz és mangán, valamint a termésmennyiség került, amely csoporton belül a termés mennyiségi változásával legszorosabb összefüggésben a kukorica vas, kálium és kén-tartalma volt, 79,94 %-os hasonlósági index alapján meghatározva az elérhető termésmennyiséget. Szoros kapcsolatot mutattam ki továbbá a nitrogén, réz és mangán koncentráció értékeivel, 75,1 % hasonlósági index értékkel.

A kukorica növényi részeinek tápelemfelvételi jellemzői a termés fehérjetartalmára szintén jelentős hatást gyakoroltak. Legsúlyosabb statisztikailag igazolt kapcsolatot az akkumulált vas koncentrációja és a fehérjetartalom között mértem, 74,95 %-os mértékű hasonlósági index alapján, ezt a nitrogén, réz és mangán tápelemcsoportja 62,45 % hasonlósági index-szel, majd pedig a kálium, kén, cink és magnézium tápelemek felvett értékei követték, már gyengébb kölcsönhatással, 46,88 %-os hasonlósági index értékekkel

A kukorica termésének keményítőtartalma, amely a feldolgozóipar szempontjából kiemelt jelentőségű, hiszen a szemtermés túlnyomó többségét, 65 – 73 % -át jelenti, más jellemzőket mutatott az esszenciális tápelemekkel történő összefüggésvizsgálat során. A klaszteranalízis során a legsúlyosabb, statisztikailag igazolt összefüggést a kukorica foszfortartalma eredményezte, 79,68 % hasonlósági index értékkel, amelyet a magnézium és cinktartalom követett, hasonlóan szoros, 73,31 % hasonlósági index kapcsolattal, valamint jelentős kapcsolat (53,53 %) alakult ki a kukorica növényi részeinek kalciumtartalma, valamint a szemtermés keményítőtartalma között.

A kukorica termésének olajtartalma, amely mennyiségét tekintve 3-5 % közötti mértéket képvisel, gyengébb mértékű összefüggést mutatott a növények felvett tápelemtartalmával. A legnagyobb mértékű kapcsolatot a nitrogén és kálium makroelemekkel, a kénnel, valamint a réz, mangán és vas mikroelemekkel eredményezte, ugyanakkor a hasonlósági index ezen kapcsolatok esetében is mindösszesen 51,54 % volt.

A betakarításkori szemnedvesség, mint a termés minőségének szárítási költséget alapvetően meghatározó tényezője a vizsgálataim alapján a tápelemek közül a nitrogén, réz és mangán felvett mennyiségével volt legsúlyosabb kapcsolatban, 77,58 %-os hasonlósági index értékkel, amelyet a kálium, kén és vas által képzett tápelemcsoport követett (70,04 % hasonlósági index).

4. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

A kukorica termesztéstechnológiája során az optimális tápanyagellátottság elengedhetetlen a termés paramétereinek maximalizálása érdekében. A kutatásom során a nitrogéntrágyázás szárazanyagbeépülést, tápelem-akkumulációt és termés jellemzőket meghatározó hatásait értékeltem. Az eredményeket két eltérő agrometeorológiai sajátosságokkal jellemezhető évjárat adatai alapján elemeztem. A műtrágyázás hatásainak megbízhatóságát a szántóföldi trágyázási tartamkísérlet 1983 óta fennálló nem műtrágyázott kontroll parcelláinak az adataival történő összevetése biztosította.

A szárazanyagakkumuláció eredményei alapján megállapítottam, hogy a szár szárazanyag felhalmozódását a fő vizsgált tényezők (nitrogéntrágyázás, évjárat, fenofázis) egyaránt $P < 0,001$ mértékben befolyásolták, ez alól kivételt jelentett az évjáratnak a levél szárazanyagfelhalmozódására gyakorolt nem szignifikáns hatása. A szemtermés és a csutka esetében a nitrogéntrágyázás és az évjárat tényezők egyaránt statisztikailag igazolható hatást eredményeztek, $P < 0,001$ mértékben. Megállapítottam, hogy a kezdeti V_4 fenofázisban minden kezelés szignifikánsan növelte kukorica levelének szárazanyagtartalmát, 39 – 64 % közötti mértékben, ellenben V_T fenofázisban statisztikailag igazolt növekedést mindösszesen a magas, N_4 és N_5 műtrágyadózis okozott, 33,1 és 33,7 % mértékben. R_6 fázisban mindegyik kezelés növelte a levél szárazanyagtartalmát, szignifikáns hatást eredményezve az N_3 (+36,7 %), N_4 (+61,4 %) és N_5 (+46,3 %) kezeléseknél. Eredményeim megerősítik Ma és mtsai (2021) kutatásában foglaltakat, amely szerint a szárazanyag-felhalmozódás mértéke és a terméshozam is akkor volt a legmagasabb, amikor a nitrogén kijuttatásának mértéke $306,5 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ volt.

A makroelemfelvétel értékelése során eltérő hatásokat állapítottam meg az egyes növényi részek elemfelvételében. A szárban a növekedés legkisebb mértékben az N_1 tápanyagszint esetén 4 %, míg legnagyobb mértékben az N_4 kezelésben 28 % volt, levélben ugyanezen pozitív változások 6 és 31 % mértékűek voltak, legnagyobb mértékben az N_5 kezelés hatására. A levél N koncentráció értékeinek változásai megegyeznek Izsáki (2012) és Boomsma et al. (2009) korábbi eredményeivel, amelyekben a növekvő nitrogéntrágyázás megemelkedett növényi nitrogéntartalmat eredményezett, azonban ellentétesek Kincses et al. (2002) megállapításával, amely szerint a növények kezdeti fejlődése során V_{3-4} és V_{6-7} stádiumban a legnagyobb N koncentráció a kontroll, legkisebb nitrogéndózissal rendelkező növények esetében volt mérhető. A foszforkoncentrációt érintő eredményeim megegyeznek Jakab (2003) kutatásában mért adataival, amely szerint a műtrágyázás nélküli kezeléseknél volt a legnagyobb a kukorica foszfortartalma. Ezzel szemben a kísérletben mért csökkenő foszfor koncentráció értékek

ellentétesek Kincses et al. (2002) eredményeivel, amely szerint a növekvő nitrogéntrágyázás nincs hatással a növények egészének foszforfelvételére. A szár fajlagos foszfortartalmára a közepes, N₃ kezelés volt legnagyobb hatással, 16 %-os, mintegy 572 mg/kg értékű csökkenést okozva. A szemtermésben a növekvő nitrogéndózis enyhén csökkenő foszforkoncentrációt eredményezett, a legnagyobb mértékben a N₄ kezelésben (-10 %). Az egyes nitrogéndózisok eltérő mértékben voltak hatással a szár káliumtartalmára, legnagyobb mértékben az N₄ kezelés növelte a kontrollhoz képest 45 %-kal (12392 mg/kg K). A levél kálium koncentrációját a nitrogéntrágyázás kisebb mértékben befolyásolta, 19 és 31 % közötti növekménnyel, legnagyobb mértékben az N₅ kezelésben (+ 6706 mg/kg K).

A mezoelem felvétel értékelése során megállapítottam, hogy a kijuttatott nitrogéntrágyázás csökkent magnéziumkoncentrációt eredményezett a szárban (17 – 27 % csökkenés) és a levélben (8 – 17 % csökkenés) is. A levélben pedig az N₄ kezelés okozta a legnagyobb mértékű, 478 mg/kg csökkenést. A generatív részekben a szemtermésben a magnéziumkoncentráció az N₄ kezelés kivételével (-7 % csökkenés) nem szignifikáns mértékben különbözött a kontroll értéktől. Az eredményeim így ellentétesek Izsáki (2011) megállapításával, amely szerint a növekvő nitrogéntrágyázás a kukorica leveleinek magnéziumtartalmát pozitívan befolyásolja. A kalcium vegetatív növényi részekben mért koncentrációjára statisztikailag igazolt hatást nem fejtett ki a növekvő nitrogéntrágyázás. Ezen eredményem összhangban van Riedell (2010) kutatásával, amely szerint a kukorica szárának N-koncentrációjával ellentétben a szár kalcium koncentrációját a V₆ és V₁₂ szakaszban nem befolyásolták a nitrogéntrágyázási kezelések. A generatív növényi részeken a szemtermés kalciumkoncentrációját jelentős mértékben befolyásolta a növekvő nitrogéndózis, legnagyobb mértékben az N₂ kezelés 23 %-os, 385 mg/kg mértékű csökkenést eredményezve. Ezen eredményem ellentmond Jakab (2003) kutatási megállapításainak, amelyben hasonló, 120 kg*ha⁻¹ N műtrágyadózis alkalmazásával szignifikánsan megemelkedett kalciumkoncentráció volt mérhető. A kén tartalomban azonban a növekvő nitrogéndózis hatására szignifikáns koncentrációnövekedést mértem, a szár (20 – 27 %), levél (38 – 54 %), valamint a szemtermés esetében egyaránt (N₃ és N₅ kezelések +157,8 és 125,7 mg/kg felvett S) Ezen megállapításom megegyezik Győri és Boros (2013) kutatási eredményeivel, amelyben a növekvő NPK műtrágyázás a talaj és a kukorica növény kén tartalmának fokozatos növekedését eredményezte.

A mikroelemfelvétel értékelés során megállapítottam, hogy a növekvő nitrogénellátottság minden növényi részben szignifikánsan cink koncentráció csökkenést eredményezett. Ezen hatások közül a vegetatív növényi részekben a szárban mért csökkenés volt meghatározó, amely mindegyik kezelés esetén legalább 40 %-os mértékű, a legnagyobb mértékben az N₄ kezelésben

18,71 mg/kg koncentrációcsökkenést jelentett. A mért tendenciák ellentétesek Izsáki (2011) kutatási eredményeivel, amelyben több évben is döntően megbízható növekedésről számolt be a nitrogéntrágyázás hatására. A szemtermés cinktartalma mindegyik kezelés hatására statisztikailag igazolhatóan csökkent, a legnagyobb mértékű negatív változást ebben az esetben is az N₄ kezelés eredményezte, 40 %-os (9,04 mg/kg) koncentráció csökkenéssel. A szemtermésben mért folyamatok megegyeznek Jakab (2003) eredményeivel, amelyben hasonló csökkenést igazolt a szemtermés cinktartalmában növekvő nitrogéntrágyázás mellett.

Megállapítottam, hogy a kutatásomban az N₃, vagyis a 180 kg*ha⁻¹ nitrogéndózis eredményezte a legnagyobb mértékű termésnövekedést, 2019-es évjáratban 81 %, 2021-ben pedig 84 % mértékben a kontrollhoz képest. Az eredmények megerősítik a nitrogén túlzott alkalmazása esetén jelentkező termésdepressziót okozó hatásokat megállapító eredményeket (Pepó, 2001; Nagy, 2012; Széles et al., 2018).

A fehérjetartalom vizsgálata során megállapítottam a növekvő nitrogéntrágyázás fehérjetartalom növelő hatását, 2019-es évben 11 – 20 % közötti, 2021-ben pedig 2 és 25 % közötti fehérjetartalom növekedést a kontroll értékekhez képest. Olajtartalomban eltérő évjárat hatást mértem, 2019-ben 2 – 5 % közötti növekedést, 2021-ben pedig 1 – 6 % közötti csökkentést a kontrollhoz viszonyítva. A növekvő nitrogéntrágyázás minimális hatással volt a keményítőtartalomra, mindkét vizsgált évben enyhe, 0 – 2 % közötti csökkenést mértem. A nedvességtartalom vizsgálata során pedig szintén eltérő évjárat hatásokat, 2019-ben 0 – 1 % közötti változásokat, 2021-ben viszont 5 – 11 % közötti növekedést mértem a növekvő nitrogéntrágyázás hatására a kontroll értékekhez viszonyítva.

Megállapítottam, hogy az elérhető termésmennyiségre a legszorosabb összefüggésben a kukorica szöveiben akkumulált vas, kálium és kén tartalom volt, 79,94 %-os hasonlósági index alapján meghatározva az elérhető termésmennyiséget. A fehérjetartalom kialakulásában a legszorosabb statisztikailag igazolt kapcsolatot az akkumulált vas koncentrációja jelentette, 74,95 %-os mértékben. A keményítőtartalommal a klaszteranalízis során a legszorosabb, statisztikailag igazolt összefüggést a kukorica foszfortartalma eredményezte, 79,68 % mértékben. A kukorica termésének olajtartalma enyhébb összefüggést mutatott a növények felvett tápelemtartalmával. A legnagyobb mértékű kapcsolatot a nitrogén és kálium makroelemekkel, a kénnel, valamint a réz, mangán és vas mikroelemekkel eredményezte, ugyanakkor a hasonlósági index ezen kapcsolatok esetében is mindösszesen 51,54 % volt.

5. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

1. Megállapítottam, hogy a generatív fejlődési szakasz kezdetén (V_T fenofázis) statisztikailag igazoltan nagyobb mértékű szárazanyagakkumuláció csak magas, 240 – 300 kg*ha⁻¹ nitrogén műtrágya kijuttatása mellett érhető el (+33,1 és +33,7 %). A növekedés a 2019-es, jobb csapadékellátottságú évben +51,8 és +57,5% volt, amely jelentősen meghaladja a 2021-es vizsgált év növekményét.
2. Bizonyítottam, hogy a növekvő N-trágyázás hatására a kukorica szárában, valamint generatív növényi részeiben egyaránt szignifikánsan csökkent a foszforkoncentráció. A csökkenés legnagyobb mértéke a szárban 16%, a szemtermésben 10 %, a csutkában pedig 52 % volt. Ezzel szemben a növekvő N-trágyázás a levél foszforkoncentrációjára nincs statisztikailag igazolható hatással.
3. Igazoltam a növekvő N-trágyázás káliumfelvételt növelő hatását. A legnagyobb mértékben az N_4 (240 kg*ha⁻¹ N) kezelés növelte 45 %-kal (12392 mg/kg K) a kontrollhoz képest a vizsgált évek átlagában, azonban mindegyik kezelés legalább 20 %-os koncentrációnövekedést eredményezett. A növekedés a 2019-es, jobb csapadékellátottságú évjáratban volt nagyobb mértékű, +4082 mg/kg többlet felvett káliumot eredményezve.
4. Megállapítottam a növekvő N-trágyázásnak a kén akkumulációt fokozó hatását a vegetatív növényi részekben és a termésben egyaránt. A szár és a levél kéntartalmának változásában a növekvő nitrogénellátottság átlagosan 20 – 27 %, valamint 38 – 54 % közötti növekedést eredményezett, a legnagyobb mértékben az N_4 kezelés esetében (+328 mg/kg és +800 mg/kg). A szemtermés kéntartalmára kiemelten pozitív hatást a magas nitrogéndózisok (N_3 és N_5 kezelések) gyakoroltak, 18 % és 15 %, vagyis 157,8 és 125,7 mg/kg felvett többlet kéntartalmat eredményezve.

5. Megállapítottam, hogy minden vizsgált növényi részben a növekvő N-trágyázás hatására csökkent a cinkkoncentráció. A csökkenés a szemtermésben és a vegetatív növényi részekben volt meghatározó, a legnagyobb mértékben az N₄ kezelésben érvényesült, a 2019-es vizsgált évben a szárban 50,4 %, levélben 35,2 %, szemtermésben 39,8 %, míg a 2021-es évben a szárban 58,2 %, levélben 10,3 %, szemtermésben pedig 40,2 % mértékben csökkentve a növényi részek cinkkoncentrációját.

6. Igazoltam a növényi szövetek vastartalmának termésmennyiséget és fehérjetartalmat meghatározó hatását, 79,94 % és 74,95 %-os hasonlósági index értékekkel jelezve a kapcsolatot a vaskoncentráció és a termésmennyiség, valamint a termés fehérjetartalma között.

6. GYAKORLATBAN ALKALMAZHATÓ EREDMÉNYEK

1. A kutatási eredményeim alapján a 180 kg/ha dózisú nitrogéntrágyázás a kedvező a termés mennyiségi és minőségi maximumának eléréséhez, középérésű, FAO 400-450 közötti éréscsoportú kukoricahibrid termesztése esetén.
2. Az eredményeim alapján a növekvő nitrogéntrágyázás makro-, mezo- és mikroelem akkumulációra gyakorolt hatásai segítséget nyújtanak a termelőknek a nitrogéntrágyázás melletti kiegészítő műtrágyakezelések mértékének és szükségességének, valamint a műtrágya összetételének meghatározásában.
3. A vegetatív és generatív növényi részek szárazanyagtömeg mértékének meghatározása a V_T és R₆ fenofázisokban a termesztéstechnológia egyéb paramétereinek ismerete mellett alkalmas az adott terület terméshozamának meghatározására, segítve ezzel a betakarítás megfelelő ütemezését.
4. A termés és a zöld növényi részek esszenciális tápelemtartalmának ismerete, valamint az ennek megfelelően kialakított nitrogéntrágyázási gyakorlat elősegíti a kiváló minőségű takarmány- és feldolgozóipari alapanyag előállítását
5. A növény fejlődése szempontjából meghatározó fejlődési stádiumokban végzett mintavételezés, valamint az abból nyert adatok az értékelést követően a kukorica üzemi tápanyagellátását segítő döntéstámogató rendszerek alapadatbázisaként hasznosíthatók, hozzájárulva a precíziós tápanyagutánpótlás hatékony, rendszerszintű fejlesztéséhez és kivitelezéséhez.

IRODALOMJEGYZÉK

1. Achari, G.A. – Kowshik, M.: 2018. Recent developments on nanotechnology in agriculture: plant mineral nutrition, health, and interactions with soil microflora. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 66(33), pp. 8647-8661.
2. Boomsma, C.R. – Santini, J.B. – Tollenaar, M. – Vyn, T.J.: 2009. Maize morphophysiological responses to intense crowding and low nitrogen availability: An analysis and review. *Agronomy Journal*, 101(6), pp.1426-1452.
3. Fischer, R.A. – Connor, D.J.: 2018. Issues for cropping and agricultural science in the next 20 years. *Field Crops Research*, 222, pp.121-142.
4. Győri, Z. – Boros, N.: 2013. A kukorica kéntartalmának vizsgálata agrotechnikai kísérletekben. *60 éves a magyar hibridkukorica*, p.57.
5. Jakab, P.: 2003. A kukoricahibridek makro-, mezo-és mikroelemtartalmának változása a tápanyagellátás függvényében. *Acta Agraria Debreceniensis*, Debrecen, 10, pp.126-130.
6. Kádár I. 1992: A növénytáplálás alapelvei és módszere. Magyar Tudományos Akadémia Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézete. Budapest.
7. Kincses, S. – Filep, T. – Loch, J.: 2002. Az NPK-trágyázás hatása a kukorica tápelemfelvételének dinamikájára, öntözött és nem öntözött viszonyok között. *Acta Agraria Debreceniensis*, pp.23-27.
8. Izsáki, Z.: 2009. Effect of nitrogen supply on nutritional status of maize. *Communications in soil science and plant analysis*, 40(1-6), 960-973
9. Izsáki, Z.: 2011. A N-trágyázás hatása a kukorica levél tápelem-koncentrációjára és a tápelemek közötti kölcsönhatásokra. *Növénytermelés*, 60(4), pp.43-68.
10. Izsáki, Z.: 2012. Using crop analysis in the precision nutrient supply system of maize. *Acta Agraria Debreceniensis*, (49), pp.183-186.
11. Ma, L. – Zhang, X. – Lei, Q. – Liu, F.: 2021. Effects of drip irrigation nitrogen coupling on dry matter accumulation and yield of Summer Maize in arid areas of China. *Field Crops Research*, 274, p.108321.
12. Nagy, J.: 2007. Kukoricatermesztés. Akadémiai Kiadó. Budapest. 42–276.
13. Nagy, J.: 2012. The effect of fertilization and precipitation on the yield of maize (*Zea mays* L.) in long-term experiment. *Időjárás*, 116.1: 39-52.
14. Nagy, J. – Széles, A.: 2018. The scientific background of competitive maize production. *Acta Agraria Debreceniensis*, pp.33-46.
15. Pepó, P.: 2001. A genotípus és a vetésváltás szerepe a kukorica tápanyagellátásában csernozjom talajon. *Növénytermelés*, 50. 2-3: 189-202.
16. Riedell, W.E.: 2010. Mineral-nutrient synergism and dilution responses to nitrogen fertilizer in field-grown maize. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 173(6), pp.869-874.
17. Sourí, M.K. – Hatamian, M.: 2019. Aminochelates in plant nutrition: a review. *Journal of Plant Nutrition*, 42(1), pp. 67-78.
18. Széles, A. – Horváth, É.– Vad, A. – Harsányi, E.: 2018. The impact of environmental factors on the protein content and yield of maize grain at different nutrient supply levels. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 30 .9: 764-777.
19. 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.
20. Xin, X. – Zhang, J. – Zhu, A. – Zhang, C.: 2016. Effects of long-term (23 years) mineral fertilizer and compost application on physical properties of fluvo-aquic soil in the north china plain. *Soil Tillage Res.* 156, 166–172.



Nyilvántartási szám: DEENK/498/2022.PL
Tárgy: PhD Publikációs Lista

Jelölt: Bojtor Csaba
Doktori Iskola: Kerpely Kálmán Doktori Iskola
MTMT azonosító: 10060085

A PhD értekezés alapjául szolgáló közlemények

Magyar nyelvű tudományos közlemények hazai folyóiratban (4)

1. Horváth, D., Illés, Á., **Bojtor, C.**, Széles, A., Nagy, J.: Eltérő kukorica (*Zea mays* L.) genotípusok relatív klorofilltartalma és termésparaméterei közötti összefüggésvizsgálat multifaktoriális trágyázási tartamkíséreltben.
Növénytermelés. 70 (3), 7-23, 2021. ISSN: 0546-8191.
2. 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.
3. **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.
4. **Bojtor, C.**, Duzs, L., Illés, Á.: Precíziós növényi vegetációvizsgálat.
In Green. 5 (2), 68-69, 2020. ISSN: 2498-7433.

Idegen nyelvű tudományos közlemények külföldi folyóiratban (7)

5. **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)
6. Shojaei, S. H., Mostafavi, K., Bihanta, 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)





7. **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>
8. 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
9. **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>
10. **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
11. 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 (1)

12. **Bojtor, C.**, Illés, Á., Nagy, J.: Levélen keresztüli növénytáplálás eredményei.
In: Prega Science 2020 : Scientific Conference on Precision Agriculture and Agro-Informatics, [Agroinform Média Kft.], [Budapest], 1-4, 2021.

Magyar nyelvű absztrakt kiadványok (1)

13. **Bojtor, C.**, Illés, Á., Horváth, É., Duza, L., Nagy, J., Marton, L. C.: Eltérő nitrogénellátottság hatása a kukorica hibridek kezdeti fejlődésének mikroelemfelvételi dinamikájára.
In: XXIII. Tavaszi 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





Idegen nyelvű absztrakt kiadványok (5)

14. Csatári, N., **Bojtor, C.**: Analysing salty chernozem soil by soil scanning in consecutive years.
In: Abstract book of the 19th Alps-Adria Scientific Workshop. Ed.: by Zoltán Kende, Szent István Egyetemi Kiadó Nonprofit Kft., Gödöllő, 32, 2020. ISBN: 9789632698960
15. **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
16. 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
17. **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.
18. **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.

További közlemények

Magyar nyelvű könyvrészletek (2)

19. **Bojtor, C.**: A mangán-toxicitás mérséklésének lehetősége baktériumtrágyákkal.
In: Interdiszciplináris tudományos konferencia : tanulmánykötet. Szerk.: Dajnoki Krisztina, Szöllősi László, Debreceni Egyetem Gazdaságtudományi Kar és a Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar, Debrecen, 99-104, 2015. ISBN: 9789634737698
20. **Bojtor, C.**: Néhány ipari melléktermék vizsgálata talaj-növény rendszerben.
In: Interdiszciplináris tudományos konferencia : tanulmánykötet. Szerk.: Dajnoki Krisztina, Szöllősi László, Debreceni Egyetem Gazdaságtudományi Kar és a Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar, Debrecen, 95-98, 2015. ISBN: 9789634737698





Idegen nyelvű, külföldi könyvrészletek (1)

21. 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 (14)

22. Illés, Á., **Bojtor, C.**, Szabó, A., Nagy, J.: Eltérő agrotechnikai paraméterek hatása a különböző kukoricahibridek keléssdinamikai és termésparamétereire szántóföldi tartamkísérletben.
Növénytermelés. 71 (1), 21-32, 2022. ISSN: 0546-8191.
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. Bojtó, C., Helenkár, A., Nagy, N. E., Tóth, B., Hajósné Novák, M., Micsinai, A., Parádi, I., Szemán-Nagy, G., Tálás, L., **Bojtor, C.**, Nagy, J.: Búza (*Triticum aestivum L.*) vetőmagok minősítése MALDI-TOF MS módszerrel.
Növénytermelés. 70 (1), 45-57, 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 vizsgálatának eredményei.
Növénytermelés. 69 (4), 26-36, 2020. ISSN: 0546-8191.
29. Illés, Á., **Bojtor, C.**, Nagy, J.: Eltérő NPK-ellátottság hatása a kukorica hibridek lipidperoxidációjának mértékére.
Növénytermelés. 69 (3), 53-65, 2020. ISSN: 0546-8191.





30. Zsigrai, G., **Bojtor, C.**, Horváth, É., Juhász, C.: Különböző ökológiai K- és Mn-lombtrágya készítmények hatásának összehasonlító vizsgálata a Tokaji Borvidéken: - klorofill fluoreszcencia és NDVI vizsgálatok eredményei.
Szőlő-levél 10 (4), 40-60, 2020.
31. 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.
32. **Bojtor, C.**, Radócz, L., Tóth, B.: A babrozsdá (Uromyces appendiculatus) fertőzés hatása a bab klorofilltartalmára, a fotoszintézis fényszakaszának hatékonyságára, a szuperoxid-dizmutáz aktivitására és a lipidperoxidáció mértékére.
Növénytermelés. 68 (3), 29-50, 2019. ISSN: 0546-8191.
33. 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.
34. 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.
35. **Bojtor, C.**, Tóth, B.: Mangán-ellátottság és baktériumtrágya közötti kölcsönhatás vizsgálata hidropóniásan nevelt kukoricánál.
Növénytermelés. 66 (2), 7-24, 2017. ISSN: 0546-8191.
- Idegen nyelvű tudományos közlemények hazai folyóiratban (8)
36. 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>
37. 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
38. 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.
39. 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.





40. 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>
41. 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
42. **Bojtor, C.**, Györi, Z., Sipos, P., Radócz, L., Tóth, B.: Effect of bean rust (*Uromyces appendiculatus* (pers.) strauss) on photosynthetic characteristics, superoxide-dismutase activity and lipid peroxidation of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Acta Aliment.* 48 (2), 253-259, 2019. ISSN: 0139-3006. DOI: <http://dx.doi.org/10.1556/066.2019.48.2.13>
IF: 0.458
43. Kaczur, D., **Bojtor, C.**, Hankovszky, G., Veres, S., Tóth, B.: Effect of aluminum and bacteria fertilizer treatment on the *Vigna radiata* root growth and photosynthetic activity on early growth stage. *Columella*. 4 (1), 101-106, 2017. ISSN: 2064-7816. DOI: <http://dx.doi.org/10.18380/SZIE.COLUM.2017.4.1.suppl>

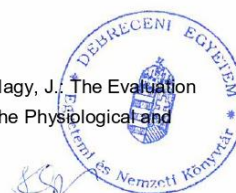
Idegen nyelvű tudományos közlemények külföldi folyóiratban (16)

44. 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)
45. 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)



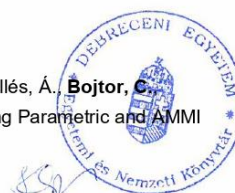


46. Szabó, A., Széles, A., Illés, Á., **Bojtor, C.**, Mousavi, S. M. N., Radócz, L., Nagy, J.: Effect of Different Nitrogen Supply on Maize Emergence Dynamics, Evaluation of Yield Parameters of Different Hybrids in Long-Term Field Experiments.
Agronomy-Basel. 12 (2), 1-13, 2022. EISSN: 2073-4395.
DOI: [uhttp://dx.doi.org/10.3390/agronomy12020284](http://dx.doi.org/10.3390/agronomy12020284)
IF: 3.949 (2021)
47. 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)
48. 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>
49. Csajbók, J., Bódi, E., Nagy, A., Fehér, Z. Z., Tamás, A., Virág, I. C., **Bojtor, C.**, Forgács, F., Vad, A., Kutasy, E.: Multispectral Analysis of Small Plots Based on Field and Remote Sensing Surveys-A Comparative Evaluation.
Sustainability. 14 (6), 1-22, 2022. ISSN: 2071-1050.
DOI: <https://doi.org/10.3390/su14063339>
IF: 3.889 (2021)
50. 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>
51. 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)
52. 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)





53. 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)
54. 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>
55. Széles, A., Horváth, É., Rácz, D., Duzs, L., **Bojtor, C.**, Huzsvai, L.: Development of stomatal conductance of maize under moderately hot, dry production conditions.
Agron. Res. 19 (4), 2013-2025, 2021. ISSN: 1406-894X.
DOI: <https://doi.org/10.15159/AR.21.151>
56. 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
57. Ördög, V., Stirk, W. A., Takács, G., Póthe, 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
58. 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
59. 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 (11)

60. 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.
61. 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.
62. 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
63. 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
64. 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
65. **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
66. **Bojtor, C.**, Gombás, D., Nagy, L. G., Hankovszky, G., Tóth, B.: A mangán-toxicitás mérséklése
baktérium tartalmú trágyákkal.
In: 56. Georgikon Napok, PE Georgikon Kar, Keszthely, 64-71, 2015.
67. **Bojtor, C.**, Tóth, B.: Egy mangánbánya iszapjának növényfiziológiai vizsgálata.
In: LVII. Georgikon Napok : kivonat-kötet : programfüzet, valamint az elhangzó és posztér
előadások rövid kivonatainak gyűjteménye : [agrárgazdaság a növekedéskor után] : [2015.
október 1-2., Keszthely], PE Georgikon Kar, [Keszthely], 65-71, cop. 2015. ISBN:
9789639639812
68. Tóth, B., Gombás, D., **Bojtor, C.**, Hankovszky, G., Lehoczky, É.: Ipari melléktermékek vizsgálata
a növények tápanyag-utánpótlásában.
In: 56. Georgikon Napok, PE Georgikon Kar, Keszthely, 457-464, 2015.





69. Hankovszky, G., **Bojtor, C.**, Nagy, L., Gombás, D., Tóth, B.: Komplementációs vizsgálatok a biogáz üzemi présvíznél.
In: 56. Georgikon Napok, PE Georgikon Kar, Keszthely, 144-152, 2015.
70. **Bojtor, C.**, Tóth, B.: Mangán toxicitás hatásának vizsgálata kukoricánál.
In: XXI. Növénynevelési Tudományos Napok : Összefoglalók. Szerk.: Veisz Ottó, Magyar Tudományos Akadémia Agrártudományi Kutatóközpont, Martonvásár, 65, 2015.

Magyar nyelvű absztrakt kiadványok (4)

71. Horváth, É., Illés, Á., Duzs, 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
72. Illés, Á., Horváth, É., Duzs, L., **Bojtor, C.**, Nagy, J.: Cianobaktréium 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
73. Bojté, C., **Bojtor, C.**, Hajósné 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.
74. **Bojtor, C.**: Mangán toxicitás enyhítési lehetőségeinek vizsgálata kukoricánál.
In: "VI. Kerpely Kálmán Szakmai Napok a Gyakorlatorientált Oktatásért" konferencia kiadvány. Szerk.: Diósi Gerda, DE Kerpely K. Szakkollégium, Debrecen, 18, 2016.

Idegen nyelvű absztrakt kiadványok (6)

75. 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
76. 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





77. 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 Oraland poster presentations, [s.n.], [Barcelona], 203, 2019.
78. 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
79. **Bojtor, C.**, Györi, Z., Sipos, P., Radócz, L., Tóth, B.: Effect of bean rust (*Uromyces appendiculatus* (Pers.) Strauss) on physiological characteristics, superoxide-dismutase and lipidperoxidase activities of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.).
In: Abstract book 17th Alps-Adria Scientific Workshop. Ed.: Kende Zoltán, Szent István Egyetemi Kiadó Nonprofit Kft., Gödöllő, 50-51, 2018. ISBN: 9789632697345
80. **Bojtor, C.**: Examination for the reduction of Manganese toxicity in case of maize.
In: "VI. Kerpely Kálmán Szakmai Napok a Gyakorlatorientált Oktatásért" konferencia kiadvány. Szerk.: Diósi Gerda, DE Kerpely K. Szakkollégium, Debrecen, 19, 2016. ISBN: 9789634733713

A közlő folyóiratok összesített impakt faktora: 64,393

A közlő folyóiratok összesített impakt faktora (az értekezés alapjául szolgáló közleményekre): 18,255

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

Debrecen, 2022.12.13.

