

Doktori (Phd) értekezés tézisei

**A PRECÍZIÓS TALAJMŰVELÉSI
RENDSZEREK AGRONÓMIAI ÉS
NÖVÉNYKÓRTANI ÉRTÉKELÉSE**

Kecskés István

Témavezetők:

Prof. Dr. Nagy János

Prof. Dr. Bartók Tibor



DEBRECENI EGYETEM

Kerpely Kálmán Doktori Iskola

Debrecen, 2025.

1.A doktori értekezés előzményei és célkitűzései

A világ népességének növekedése és az élelmezésbiztonság iránti igény folyamatosan növeli a mezőgazdasági termelés iránti elvárásokat. A kukorica, mint globálisan az egyik legnagyobb területen termesztett szántóföldi növény, kiemelt szerepet játszik az élelmiszer-, takarmány- és ipari alapanyag-ellátásban. A kukoricatermesztés során azonban jelentős kórtani problémák nehezítik a stabil termelést, amelyek közül az egyik legsúlyosabb a kukorica fuzáriózisa. A fuzárium fertőzés a kukorica vegetációs időszakának bármely szakaszában kialakulhat, és már önmagában is komoly termés kiesést, valamint minőségi és toxikológiai problémákat okozhat. A növénytermesztési technológia fejlődése az elmúlt évtizedekben számos, a fuzáriózissal kapcsolatos kihívásra kínált részleges vagy helyzetfüggő megoldásokat. Ugyanakkor a klímaváltozással összefüggő időjárási szélsőségek – különösen a csapadékeloszlás és hőmérsékleti anomáliák – újabb és újabb kihívások elé állítják a termeszőket és a kutatókat egyaránt. A jelen értekezés célja a talajművelési rendszerek, a különböző kukorica hibridek és az évjárathatás együttes hatásának vizsgálata a fuzárium fertőzés előfordulására, részarányára, valamint a toxintermelő képességére. A kutatás során vizsgálatra került a talajművelés hatása a kelésdinamikára, valamint a szemtermés mennyiségére és beltartalmi paramétereire is. A megfigyelések alapján mind a fizikai (pl. szemtermés tömege), mind a beltartalmi tulajdonságok (pl. fehérje-, keményítő- és olajtartalom) változása igazolható volt a vizsgált tényezők függvényében. Az értekezés célkitűzése, hogy a kutatási eredmények hozzájáruljanak a precíziós növénytermesztés és az integrált növényvédelmi stratégiák fejlesztéséhez, különös tekintettel a toxintermelő fuzárium fajok visszaszorítására és a termelés élelmiszerbiztonsági kockázatainak csökkentésére.

A fent ismertetett problémakörök és kihívások alapján kutatásom célja az volt, hogy négy különböző talajművelési rendszer hatását vizsgáljam a kukoricatermesztésre, különös tekintettel a kelés dinamikájára, a termés mennyiségi és minőségi paramétereire, valamint a fuzáriumfertőzöttség és a mikotoxintermelés alakulására. Ennek érdekében az alábbi konkrét célkitűzéseket fogalmaztam meg:

1. Négyféle talajművelési rendszerben a kukorica kelésdinamikájának vizsgálata.

2. Négyféle talajművelési rendszerben a kukorica-egyedek kelési időpontjának hatása a kukoricatermés mennyiségére, a szemtermés fizikai és beltartalmi paramétereire.
3. A kukoricaszártó-megbetegedés mértékének vizsgálata négyféle talajművelési rendszerben, a megbetegedés termésmennyiségre gyakorolt hatása.
4. Milyen fuzárium fajok (*Fusarium* spp.) fordulnak elő a kukorica szemtermésében négyféle talajművelési rendszerben?
5. A kukoricaszemek dezoxinivalenol (DON) és fumonizin toxin (FB1, FB2, FB3, FB4) szennyezettségi szintjének meghatározása különböző talajművelési rendszerekben.
6. A kukoricaszemek belső fuzárium-fertőzöttség mértékének meghatározása négyféle talajművelési rendszerben.
7. Acilezett fumonizin B1 származékok kimutatása kukoricamintákból.

2. Anyag és módszer

A kísérleteket a KITE Zrt. Nádudvar határában elhelyezkedő Multifaktoriális Agrotechnológiai Kísérleti Telepén végeztem 2020-2023 között. A vizsgálatban szereplő három évből 2020-ban és 2023-ban kielégítő volt a csapadékmennyiség a kukorica szempontjából. A csapadék eloszlása nagyon fontos volt ebben a két évjáratban, 2020. június és július hónapban a sokéves átlag másfélszerese hullott, míg 2023. július és augusztus hónapban ez az érték 10-15%-kal volt magasabb a megszokottól. 2021-ben a csapadék eloszlása a kukorica számára kedvezőtlenül alakult, március (33%) és április (52%) hónapban a sokéves átlag kevesebb, mint a fele hullott, továbbá a termékenyülés és szemkitelítődés időszakában is (június: 14%, július: 69%) szélsőségesen alacsony volt ez az érték.

nyomvonal	Szántás	Redukált	Talajvédő	Sávos
1	3	2	1	3
2	1	3	2	2
3	2	1	3	1
4	2	1	3	3
5	3	2	2	1
6	1	3	1	2
7	1	3	3	2
8	2	2	1	3
9	3	1	2	1
10	3	3	2	1
11	2	1	3	2
12	1	2	1	3

1. ábra: A KITE Zrt. nádudvari Multifaktoriális Agrotechnológiai Kísérleti Telepén a vizsgálatnak helyet adó parcellák. Jelmagyarázat: kék: Fornad (FAO 420); zöld: Armagnac (FAO 490); sárga: Loupiac (FAO 380)
(Forrás: saját szerkesztés)

2.1. Agrotechnikai paraméterek:

Négy különböző talajművelési rendszerben vizsgáltam három éven keresztül három takarmánykukorica (*Zea mays* L.) hibridet, melyek érésidejüket tekintve eltérőek voltak (Loupiac (FAO 380), Fornad (FAO 420), Armagnac (FAO 490)) (1. ábra). A talajművelési rendszerek közül az első parcella a hagyományosnak mondható szántás volt (Rabe Cormoran), ennél a művelésnél nem marad szármagadvány a talaj felszínén. A második parcella a redukált

művelés nevet kapta, ugyanis itt a forgatás nélküli rendszerre tértünk át egy kis meredekségi szögű késes középnyílazítóval (Gaspardo Artiglio), a talaj felszínén kb 15%-os mulcsborítottságot értünk el ezzel a gépkapcsolattal, a művelési mélység 30 cm volt. A harmadik művelési rendszerünk a talajvédő művelés nevet kapa, a 30% körüli szármadarvány-borítottságot egy egyenes késes lazítóval (Orthman Digger) biztosítottuk, a művelt mélység szintén 30 cm volt. A negyedik parcellában 30% feletti mulcsborítottságot tudtunk elérni az Orthman ST6 sávművelő eszközével. Ennek a művelési rendszernek a jelenősége abban rejlik, hogy csupán a teljes felület 40%-át műveli meg, miközben megkülönbözteti a sorokat és a sorközöket, és egy sávtisztító eszköz segítségével a szármadarványokat a sorközökbe tolja, így a sorok mulcsborítottsága minimális lesz. Ebben a művelésben a talajt 28 cm mélységig műveltük.

2.2. Időjárási tényezők

Az időjárási tényezőket (csapadék, levegőhőmérséklet) a kísérlet egésze alatt mértem, és az értékeket rögzítettem. A meteorológiai állomás a KITE Zrt. saját fejlesztésű mérőberendezése. A kelésdinamikai megfigyelések alkalmával a talajfelszín alatti 5 cm-es rétegeből származó adatokat a vetés pillanatától 30 napig terjedő intervallumban gyűjtöttem talajhőmérők segítségével. A kísérleti helyszínen a parcellák közvetlen közelében (légvonalban 3-5 m) kerültek kihelyezésre a mérőszensorok, a talajhőmérséklet-mérők a talajművelési percellákon belül kaptak helyet. A vizsgálatban szereplő három évből 2020-ban és 2023-ban kielégítő volt a csapadékmennyiség a kukorica szempontjából, ebben a két évben a termésmennyiség is tükrözte azt, hogy a kukorica számára optimális feltételek voltak a vegetációs ciklusban. A csapadék eloszlása nagyon fontos volt ebben a két évjáratban, 2020. június és július hónapban a sokéves átlag másfélszerese hullott, míg 2023. július és augusztus hónapban ez az érték 10-15%-kal volt magasabb a megszokottól. A levegő hőmérsékletének havi alakulása tekintetében az elmúlt 10 év átlagához viszonyítva Nádudvaron néhány Celsius-fokos hőmérsékleti eltérések voltak mérhetők a hónapok között. A kukorica kezdeti fejlődése szempontjából minden vizsgálati év április hónapjának középhőmérséklete a szokottnál enyhébb volt, ami egy vonatott kezdeti fejlődést eredményezett.

2.3. A termésparaméterek, fertőzöttség és toxintartalom vizsgálatának módszertana

A kísérletek során a kukorica termésének fizikai és beltartalmi paramétereit laboratóriumi műszerekkel határoztam meg (tömeg, ezerszemtömeg, nedvességtartalom, fehérje-, olaj-, szénhidráttartalom). A hozamadatokat precíziós hozammérés kombájn szolgáltatja. A szártőfertőzést kézi roppantásos módszerrel, véletlenszerű mintavétellel vizsgáltam. Az endofuzáriózis kimutatása DNS-alapú módszerrel, ITS-szekvenálással történt. A toxinelemzéseket HPLC-MS technológiával végeztem, beleértve a fumonizin B1–B4 és DON, valamint az acilezett fumonizinek mennyiségi meghatározását is. A nyert adatokat statisztikai elemzésnek vettem alá.

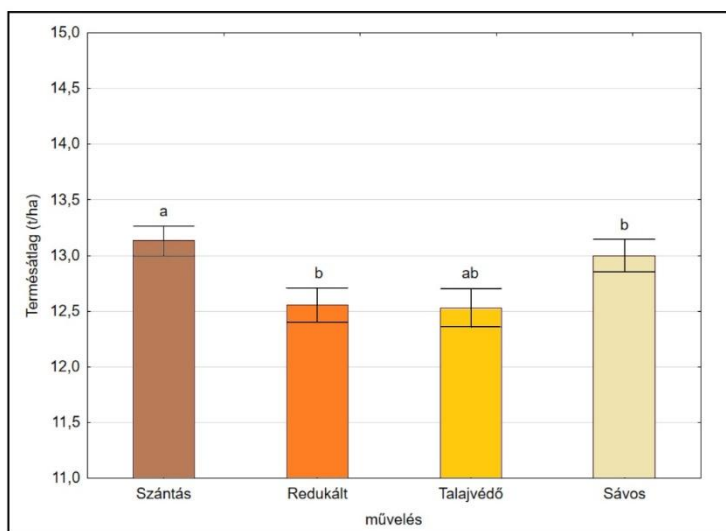
2.4. Statisztikai elemzés

Statisztikai elemzés során a különböző művelési módok hatását a termésátlagok és a beltartalmi jellemzők összehasonlításával vizsgáltam. Tekintettel arra, hogy a vizsgálatot három eltérő időjárási adottságú évben végeztem, az adatokat évről-évre külön is elemeztem, lehetőséget adva az évről-évre részletes értékelésre. A hibridek összevetése szintén évről-évre történt, az egyes paraméterek átlagos értékei alapján. A parametrikus tesztek előfeltételeit Levenestesttel (varianciák homogenitása) és Q-Q plotokkal (normális eloszlás) ellenőriztem. Mivel az adatok többsége nem felelt meg ezeknek a feltételeknek, az összehasonlításokat Kruskal-Wallis nemparametrikus teszttel végeztem el. Amennyiben a csoportok között szignifikáns eltérést találtam, a páronkénti összehasonlításokat Mann-Whitney U-teszttel végeztem. Az elemzésekhez az IBM SPSS 28.0.1.0 statisztikai szoftvert használtam.

3.Eredmények

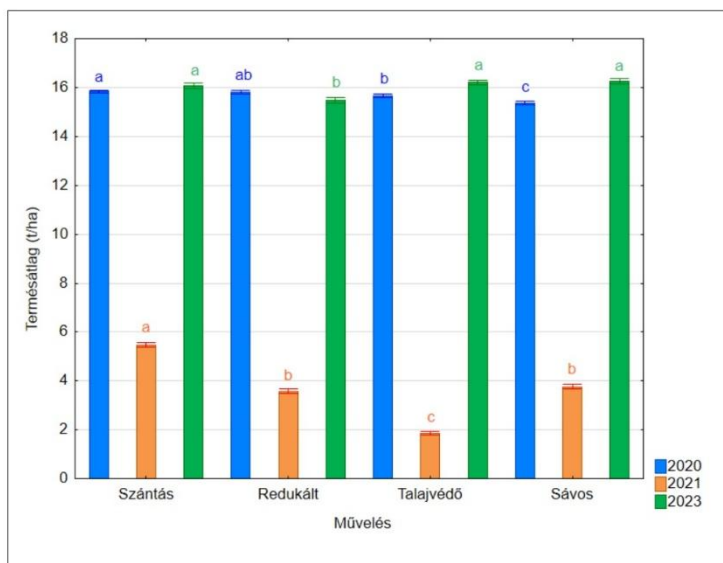
3.1. Terméseredmények

A különböző talajművelési rendszerek terméseredményei eltértek három év vizsgálata alapján (KW-H = 13,4986; $p = 0,0037$). A legnagyobb termésátlag a szántás művelésmódban volt mérhető (13,13 t/ha), ez a terméseredmény szignifikánsan jobb volt a redukált és a sávos művelésnél. A legalacsonyabb terméseredmény a talajvédő művelésben volt (12,52 t/ha), mely statisztikailag nem tért el a redukált és a sávos műveléstől. Ezen eredményeim összhangban vannak Győrfly és Szabó (1968), Drimba és Nagy (1998), Nagy (1995, 1996, 2007), Wilhelm és Wortmann (2004), Rátonyi et al. (2005), Jones et al. (2006), Cociu és Alionte (2011), valamint Kecskés et al. (2021) eredményeivel (2. ábra).



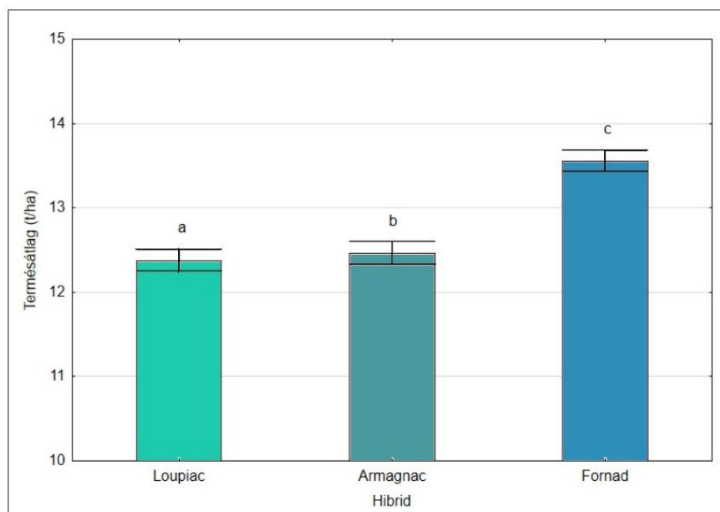
2. ábra: A kukorica terméseredményei a talajművelési rendszerekben (t/ha; \pm SE). A kisbetűk a Mann-Whitney U tesztek szerinti szignifikáns különbségeket jelölik ($p < 0,05$). (Nádudvar, 2020, 2021, 2023)

A kukorica terméseredménye a különböző talajművelési rendszerekben eltérő volt évjáratonként (2020: KW-H = 26,356; $p = 0,00001$; 2021: KW-H = 552,2854; $p = 0,0000$; 2023: KW-H = 27,2307; $p = 0,00001$). 2020-ban a szántás művelési módhoz képest (15,84 t/ha) nem tért el a redukált művelés (15,81 t/ha), míg a talajvédő (15,68 t/ha) és a sávos műveléstől (15,37 t/ha) szignifikánsan magasabb terméseredményt mértem. 2021-ben az évjárat hatása miatt alacsonyabb volt a kukorica termésátlaga, mint 2020-ban. Ebben az évben is a szántás művelésmódban mértem a legmagasabb termésátlagot (5,46 t/ha), ami szignifikánsan magasabb volt a többi műveléstől. 2023-ban hasonlóan magas termésátlag volt, mint 2020-ban, a redukált művelésben mértem (15,47 t/ha) a legalacsonyabb termésszintet, ami statisztikailag különbözött a többi műveléshez képest (3. ábra).



3. A kukorica terméseredményei a talajművelési rendszerekben éves bontásban (t/ha; \pm SE). A kisbetűk a Mann-Whitney U tesztek szerinti szignifikáns különbségeket jelölik ($p < 0,05$).

A három év adatainak együttes értékelésekor a kukoricahibridek termésátlaga eltérően alakult a vizsgálatban ($KW-H = 162,5174$; $p = 0.0000$). Mind a három hibrid statisztikailag is különbözött egymástól. A legalacsonyabb terméseredményt a Loupiac hibrid érte el (12,37 t/ha), ehhez képest azt Armagnac hibrid 12,46 t/ha-os terméseredményével jobb volt ugyan a Loupiac hibridtől, de rosszabb volt a Fornad hibridtől, aminek a terméseredménye 13,55 t/ha lett (4. ábra).

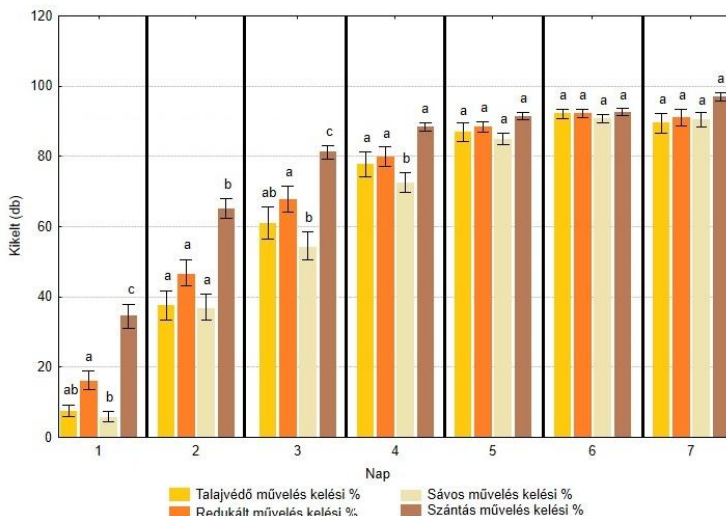


4. ábra: A kukorica terméseredménye hibridenként (t/ha; $\pm SE$). A kisbetűk a Mann-Whitney U tesztek szerinti szignifikáns különbségeket jelölik ($p < 0,05$) (Nádudvar, 2020, 2021, 2023).

3.2. Kelésdinamikai eredmények

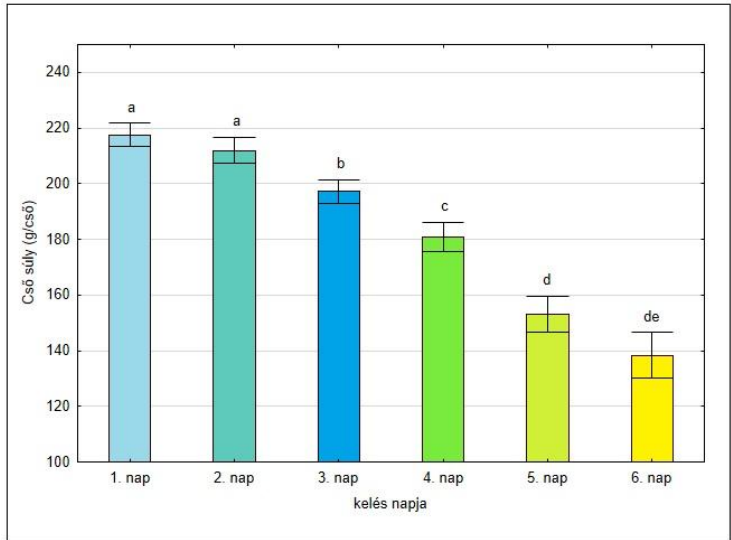
A különböző talajművelési rendszerek eltérő hatással voltak a kukorica kelésdinamikájára. A hároméves adatok együttes elemzése alapján a szántás művelési módban mértem a leggyorsabb és legdinamikusabb kelést, amely szignifikánsan meghaladta a többi művelési mód eredményeit. A szántott művelésbe vetett kukorica a

harmadik napra 80%-os kelési intenzitást mutatott. A sávos művelési mód ezzel szemben csak az 5. napra érte el ugyanezt a szintet. A kelésdinamikai mérések az 5. naptól nem mutattak szignifikáns különbséget a talajművelési rendszerek között (5. ábra).



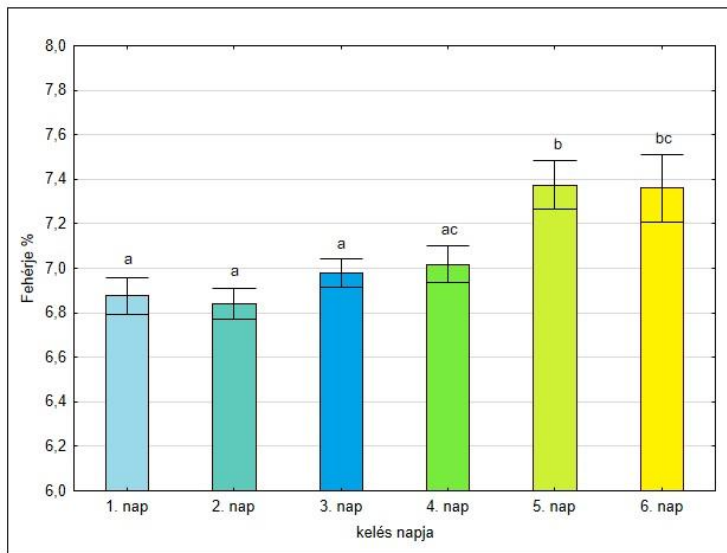
5. ábra: A kelésdinamika kumulatív eredményei a talajművelési rendszerekben (db; \pm SE). A kisbetűk a Mann-Whitney U tesztek szerinti szignifikáns különbségeket jelölik ($p < 0,05$) (Nádudvar, 2020, 2021, 2023).

A kelés időpontja szerint szignifikánsan eltért a csövek mérete (KW-H = 112,2445; $p = 0,0000$). Az első (217 g/cső) és a második napon (212 g/cső) kelt kukoricánövények csősúlya között nem volt statisztikailag különbség. Azonban a harmadik naptól kelt egyedek csősúlya eltért az első két napon kelt növényekétől. A harmadik, negyedik és ötödik napon kelt növények csősúlya egymástól szignifikánsan különbözött. Az ötödik (153 g/cső) és a hatodik napon (138 g/cső) kelt egyedek csősúlya volt a legkisebb, és közöttük nem volt mérhető eltérés, azonban szignifikánsan alacsonyabbak voltak a többi napon kelt egyed csősúlyától. Az első és az utolsó napon kelt növények csősúlya között 36%-os eltérést tapasztaltam (6. ábra).



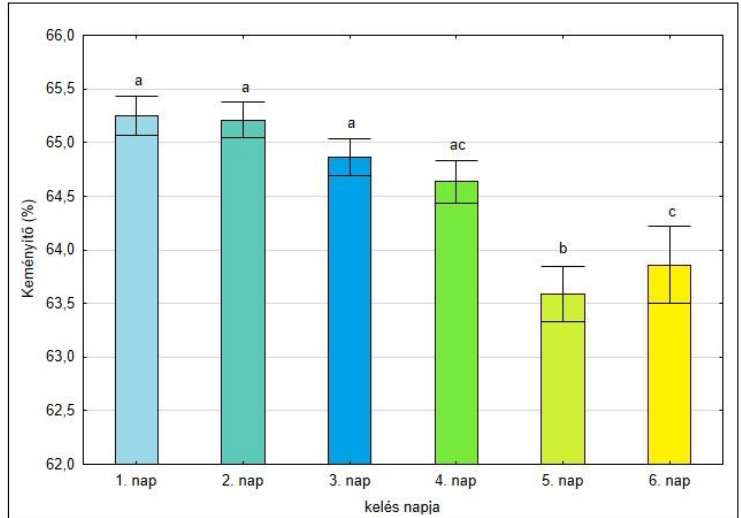
6. ábra: A kelés időpontjának hatása a csősúlyra (g/cső; \pm SE). A kisbetűk a Mann-Whitney U tesztek szerinti szignifikáns különbségeket jelölik ($p < 0,05$) (Nádudvar, 2020, 2021, 2023).

A szemek fehérjetartalma statisztikailag különbözött a kelés időpontja alapján (KW-H = 24,6707; $p = 0,0002$). Az első négy napon kelt egyedek fehérjetartalma között nincs statisztikai különbség (6,84-7,02%), az ötödik (7,37%) és a hatodik (7,36%) napon kelt egyedek szignifikánsan magasabb fehérjetartalmúak voltak, melyek egymástól statisztikailag nem tértek el (7. ábra).



7. ábra: A kukoricaszemek fehérjetartalmának alakulása kelési idő szerint (%; \pm SE). A kisbetűk a Mann-Whitney U tesztek szerinti szignifikáns különbségeket jelölik ($p < 0,05$) (Nádudvar, 2020, 2021, 2023).

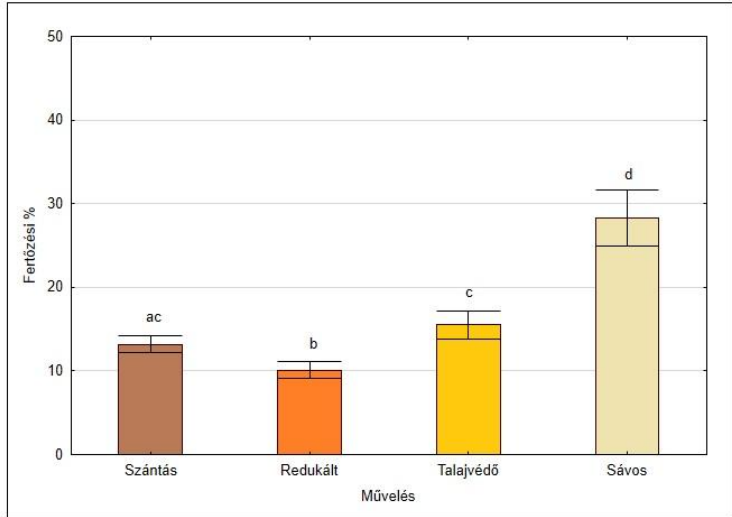
A keményítőtartalom alakulása különböző napokon kelt egyedek között jelentősen eltért (KW-H = 40,3033; $p = 0,00000$). Az első négy nap során kelt egyedek keményítőtartalma enyhe csökkenő tendenciát mutatott, azonban ezek a változások statisztikailag nem voltak szignifikánsak. Az ötödik napon kelt egyedek keményítőtartalma (63,59%) szignifikánsan eltért az összes többi nap során kelt egyedek értékeitől. A hatodik napon kelt egyedek keményítőtartalma (63,86%) alacsonyabb volt az első három nap növényeinél, de meghaladta az ötödik napon kelt egyedek értékét (8. ábra).



8. ábra: A kukoricaszemek keményítőtartalmának alakulása kelési idő szerint (%; \pm SE). A kisbetűk a Mann-Whitney U tesztek szerinti szignifikáns különbségeket jelölik ($p < 0,05$) (Nádudvar, 2020, 2021, 2023).

3.3. A szártő-megbetegedés vizsgálat eredményei

A szártő-megbetegedés mértékében statisztikailag különböztek a talajművelési rendszerek (KW-H = 19,897; $p = 0,0002$). A redukált művelésben mértem a legalacsonyabb fertőzési %-ot (10,12%), ez szignifikánsan eltért a többi műveléstől. A szántás művelésmód (13,21%) statisztikailag nem tért el a talajvédő műveléstől (15,52%). A sávos művelésben volt a legmagasabb a szártőfertőzés mértéke (28,28%), mely szignifikáns volt a többi műveléshez képest (9. ábra).



9. ábra: A szártó-megbetegedés mértékének alakulása különböző talajművelési rendszerekben kézi roppantással elvégzett felmérésben (%; \pm SE). A kisbetűk a Mann-Whitney U teszt szerinti szignifikáns különbségeket jelölik ($p < 0,05$) (Nádudvar, 2020, 2021, 2023).

A kukoricatermés fizikai jellemzőiben szignifikáns eltérések mutatkoztak a növények szártóvének egészségi állapotától függően. Az egészséges töveken fejlődött csövek tömege átlagosan 59 grammal nagyobb volt, ami statisztikailag is szignifikáns különbséget jelentett. Az egészséges töveken nevelkedett kukoricacsöveken a szemek száma is magasabb volt, és ez a különbség szintén szignifikánsnak bizonyult. Emellett a szemek tömege, valamint az ezerszemtömeg is szignifikánsan nagyobb volt az egészséges növényeken (1. táblázat). A szártó-megbetegedés termés fizikai paramétereire gyakorolt hatásával összefüggésben azonos megállapításokat tett Costa et al. (2019).

1. táblázat: A kukoricatermés fizikai paramétereinek vizsgálata szártőfertőzés jelenléte szerint. A kisbetűk a Mann-Whitney U tesztek szerinti szignifikáns különbségeket jelölik ($p < 0,05$).

Egészségi állapot	Cső súlya (átlag) g \pm SE	Szemek száma (átlag) db \pm SE	Szemek tömege (átlag) g \pm SE	Ezerszemtömeg (átlag) g \pm SE
Egészséges	236 \pm 5,71 a	487 \pm 7,83 a	207 \pm 4,9 a	424 \pm 7,75 a
Beteg	177 \pm 7,34 b	426 \pm 14,35 b	158 \pm 6,51 b	370 \pm 6,95 b

3.4. A belső fuzárium- fertőzöttség és a mikotoxinvizsgálat eredményei

A mikotoxin-szennyezettség mérése alkalmával megállapítottam, hogy a DON-toxin-szennyezettség eltérően alakult a három évjáratban. 2020-ban 0,2 mg/kg átlag koncentrációt mértem, míg 2021-ben és a 2023-ban nem termelődött DON toxin. Az FB1 toxin szintje minden évben szignifikánsan különbözött egymástól. A legmagasabb értéket 2021-ben mértem (0,4 mg/kg). Az FB2 toxin koncentrációja alacsonyabb volt, mint az FB1-é, 2021-ben mértem a legmagasabb szintet (0,13 mg/kg), mely szignifikánsan meghaladta a 2020-ban a mért 0,02 mg/kg-os szintet, ugyanakkor nem tért el a 2023-ban mért 0,03 mg/kg-hoz képest. Az FB3 toxin szintje 2020-ban 0,01 mg/kg volt, mely szignifikánsan nem különbözött a 2021-ben mért értéktől (0,12 mg/kg), viszont szignifikánsan alacsonyabb volt a 2023-ban mért értéktől. Az FB4 mikotoxin szintje volt a legalacsonyabb a mért toxinszintek közül. 2020-ban 0,003 mg/kg mennyiséget mértem, amely statisztikailag nem tért el a 2021-ben mért 0,02 mg/kg-tól, de alacsonyabb volt statisztikailag, mint a 2023-ban mért érték. Ezek az FB1-4 toxin mérési eredmények egyezést mutatnak az irodalomban található adatokkal mely szerint a legtöbb *F. verticillioides* és *F. proliferatum* fajok az FB1>FB2>FB3>FB4 csökkenő arányban termeli a B típusú fumonizineket (Marín et al., 1995; Musser és Plattner, 1997; Anumudu et al., 2024). Az FB1 és az FB2 toxin összevont szintjét is értékeltem, mert a jogszabály együttes határértéket ír elő ezekre a vegyületekre. A vizsgálat egyik évében sem haladta meg a mikotoxin-szennyezettség mértéke a jogszabályban meghatározott értéket. A legmagasabb koncentrációt 2021-ben mértem (0,53 mg/kg), mely szignifikánsan meghaladta a

másik két évben mért értékeket (2. táblázat). A fumonizinek közül az FB1 és FB2 aránya megegyezett a Rheeder et al. (2002), Chen et al. (2020) vizsgálataival. Továbbá Mesterházy et al. (2022) 2012-2017 között végzett vizsgálatai a teljes fumonizin- koncentráció esetén az FB1 dominanciáját mutatta (72,63%), majd ezt követte az FB2 (20,34%) és FB3 (7,03%) toxin szintje.

2. táblázat: táblázat: Az évjárat hatása a DON és a fumonizin (FB1, FB2, FB3, FB4) mikotoxinok szintjére. A kisbetűk a páronkénti Mann-Whitney U tesztek szerinti szignifikáns különbségeket jelölik ($p < 0,05$).

Év	DON (átlag) mg/kg \pm SE	FB1 (átlag) mg/kg \pm SE	FB2 (átlag) mg/kg \pm SE	FB3 (átlag) mg/kg \pm SE	FB4 (átlag) mg/kg \pm SE	FB1+FB2 (átlag) mg/kg \pm SE
2020	0,20 \pm 0,0218 a	0,07 \pm 0,0473 a	0,02 \pm 0,0173 a	0,01 \pm 0,0050 a	0,003 \pm 0,0027 a	0,09 \pm 0,0646 a
2021	0 \pm 0,0000 b	0,40 \pm 0,0925 b	0,13 \pm 0,0327 b	0,12 \pm 0,0870 ab	0,02 \pm 0,0079 ab	0,53 \pm 0,1252 b
2023	0 \pm 0,0000 b	0,05 \pm 0,0113 c	0,03 \pm 0,0058 b	0,02 \pm 0,0034 b	0,02 \pm 0,0034 b	0,08 \pm 0,0171 c

A belső fuzárium-fertőzöttség eltérő volt a három vizsgált évjáratban. 2020-ban és 2021-ben a fertőzöttség mértéke 27% és 29% volt, amelyek szignifikánsan nem különböztek egymástól, ezzel szemben 2023-ban belső fertőzöttsége 40%-ra emelkedett, amely szignifikánsan magasabb volt az előző két évhez viszonyítva (3. táblázat).

3. táblázat: A belső fuzárium-fertőzöttség alakulása a három vizsgált évben. A kisbetűk a páronkénti Mann-Whitney U tesztek szerinti szignifikáns különbségeket jelölik ($p < 0,05$).

Év	Belső fuzáriumfertőzöttség (átlag) % \pm SE
2020	27 \pm 2,51 a
2021	29 \pm 2,84 a
2023	40 \pm 2,96 b

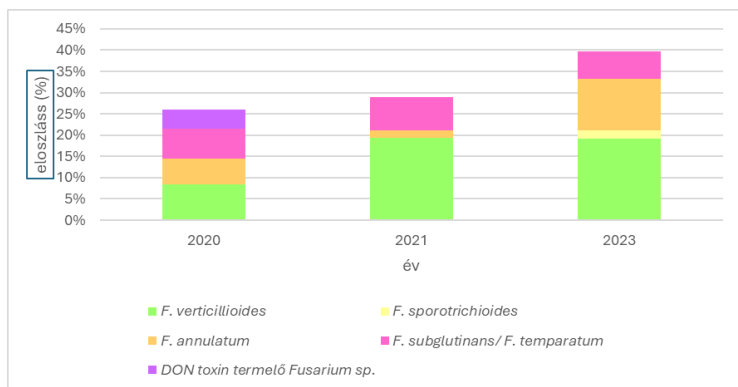
3.5. Kukoricaszemből izolált endofiton *Fusarium* törzsek laboratóriumi vizsgálata

A kukoricaszemből izolált *Fusarium* fajokat béta-tubulin (β -tub) génszakasz alapján azonosítottuk. A vizsgálat három éve során a *F. verticillioides* és a *F. annulatum* bizonyult dominánsnak, mindkettő a *Fusarium fujikuroi* fajkomplex (FFSC) tagjai. Ezen fajokon kívül megtaláltuk a *F. sporotrichioides* törzset is, amely a *Fusarium sambucinum* fajkomplex (FSAMSC) tagja. Továbbá öt mintából nem lehetett egyértelműen megállapítani, hogy az *F. temperatum* vagy a *F. subglutinans*, ezek a fajok is az FFSC tagjai. Ezekben az esetekben további vizsgálatok szükségesek a pontos azonosításhoz (10. ábra, 4. táblázat).

4. táblázat: A kukoricaszemből izolált *Fusarium* fajok jele, neve és a típustörzsek művelésenként és hibridenként csoportosítva.

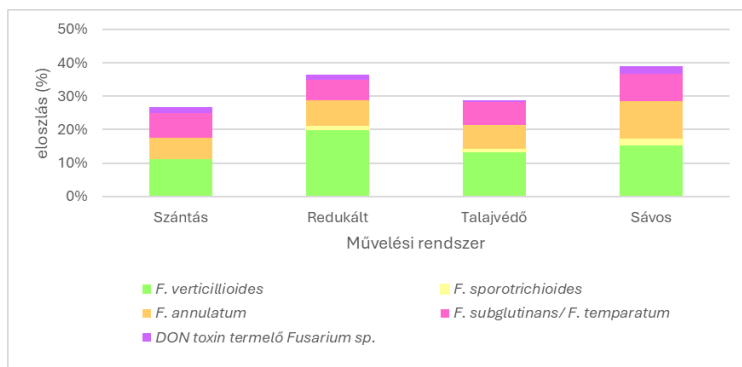
Év	Művelés	Hibrid	Izolátumok kódja	Faj	Típustörzs
2023	Talajvédő	Armagnac	LA7, LA9		
2023	Talajvédő	Fornad	LF12		
2023	Talajvédő	Loupiac	LL19		
2023	Redukált	Armagnac	RA16		
2023	Redukált	Fornad	RF19		
2023	Redukált	Loupiac	RL9, RL10		
2023	Sávós	Armagnac	SA35, SA36	<i>F. annulatum</i>	CBS258.54
2023	Sávós	Fornad	SF20, SF27, SF28		
2023	Sávós	Loupiac	SL12		
2023	Szántás	Armagnac	SZA10, SZA11, SZA15		
2023	Szántás	Fornad	SZF23, SZF24		
2023	Szántás	Loupiac	SZL4, SZL8		
2023	Talajvédő	Loupiac	TL29, TL30		
2023	Redukált	Fornad	RF5	<i>F. sporotrichioides</i>	NRRL3299
2023	Redukált	Armagnac	RA14_2		
2023	Sávós	Armagnac	SA22	<i>F. subglutinans/</i>	CBS747.97
2023	Sávós	Fornad	SF26	<i>F. temperatum</i>	MUCL52463
2023	Sávós	Loupiac	SL2		
2023	Szántás	Loupiac	SZL1		
2023	Talajvédő	Armagnac	LA2, LA8		
2023	Talajvédő	Loupiac	LL17		
2023	Redukált	Armagnac	RA14, RA15, RA20		
2023	Redukált	Fornad	RF6, RF7, RF20		
2023	Redukált	Loupiac	RL11		
2023	Sávós	Fornad	SF5, SF19	<i>F. verticillioides</i>	CBS218.76
2023	Sávós	Loupiac	SL3, SL10, SL23		
2023	Szántás	Armagnac	SZA14		
2023	Szántás	Loupiac	SZL3, SZL7		
2023	Talajvédő	Armagnac	TA33, TA34		
2023	Talajvédő	Fornad	TF32		

A három évjárat során eltérő mértékű volt a kukoricaszemek belső *Fusarium* fertőzöttsége. Nemcsak a fuzárium fertőzöttség %-os aránya tért el évenként, művelésenként és hibridenként, hanem a fuzárium fajösszetétel is. A három évet külön elemezve 2023-ban mértem a legmagasabb belső fuzárium fertőzöttség mértéket (39,7%), ahol a *F. verticillioides* faj részaránya volt a legmagasabb (19,17%). 2021-ben alacsonyabb belső fuzárium fertőzöttség szintet regisztráltam (28,86%) a 2023-ban mért adatokhoz viszonyítva, ellenben a *F. verticillioides* aránya ebben az évben volt a legmagasabb (19,27%). 2020-ban mértem a legalacsonyabb belső fuzárium fertőzöttséget (26,09%), ugyanakkor a DON toxint termelő fuzárium fajok aránya ebben az évben volt a legmagasabb (4,58%), amely meghaladta a másik két évben mért értéket. 2020-ban *F. verticillioides* 8,33%-os fertőzöttségi szintje a legalacsonyabb érték volt a három vizsgált évben (11.ábra). Az eredményeimmel azonos megállapítást tett Tóth et al. (2012), miszerint a *F. verticillioides* volt domináns Magyarországon, míg a *F. sporotrichioides* és a *F. subglutinans* alacsonyabb számban képviseltette magát.



11. ábra: A *Fusarium* fajösszetétel három év átlagában

Az összesített adatok alapján a művelési rendszerek is hatással voltak a belső fuzárium fertőzöttség mértékére. A sávos művelésmódban mértem a kukoricaszemekben a legmagasabb belső fuzárium fertőzöttséget (38,89%), ezt követte a redukált (36,39%), a talajvédő művelés (28,81%), majd a szántás művelés (26,8%). A *F. verticillioides* részaránya a redukált művelésben (20%) volt a legmagasabb, míg a *F. annulatum* (11,25%), *F. sporotrichioides* (1,67%), *F. subglutinans/F. temperatum* (8,19%) és a DON toxin termelő *Fusarium sp.* (2,22%) a sávos művelésben volt a legmagasabb (12.ábra).



12. ábra: A *Fusarium* fajösszetétel a talajművelési rendszerekben a három év átlagban

3.6. Acilezett fumonizin B1 származékok vizsgálata

A 2021-es kukorica mintákban volt mérhető nagyobb mennyiségű fumonizin koncentráció, így ezekben a mintákat használtuk fel acilezett FB1 toxin származékok vizsgálatára. A mintákból minden talajművelési rendszer esetében detektáltunk FB1 acilezett származékokat. Szántóföldi körülmények között azonos megállapítást tett Flavigna et al. (2013) Olaszországban. Az FB1 acilezett formái a

kukoricában található összes FB1 kis részét képzik, ugyanakkor jóval toxikusabbak, mint maga az FB1 toxin (Park et al., 2013; Csenki et al., 2023). A humán toxicitási profilja még nem tisztázott, ezért a jövőben az élelmiszer– biztonság és az állati takarmányokkal kapcsolatos kockázatértékelésnél figyelembe kell venni (5. táblázat).

5. táblázat: A detektált acilezett FB1 származékok

	feltételezhető- en 10- <i>O</i> - linoleoil-FB1	5- <i>O</i> - linoleoil- FB1	feltételezhető- en 10- <i>O</i> - palmitoil-FB1	5- <i>O</i> - palmitoil -FB1	feltételezhető -en 10- <i>O</i> - oleoil-FB1	5- <i>O</i> - oleoil- FB1
mértékegység/ minta	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg
Szántás 2021	15,4	21,1	2,0	3,7	6,4	5,4
Redukált 2021	15,2	33,2	32,9	77,1	5,2	8,4
Talajvédő 2021	11,6	21,6	3,6	8,0	3,8	6,2
Sávos 2021	17,2	18,5	2,7	3,1	6,6	4,6
Talajvédő 2021	18,7	17,4	3,3	3,9	8,4	5,0

4. AZ ÉRTEKEZÉS ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEI

1. Megállapítottam, hogy szántóföldi körülmények között 2021-ben Nádudvaron *Fusarium verticillioides* által fertőződött kukorica szemtermésében a gombafaj által termelt fumonizinek között acilezett származékok is előfordultak. A világon először határoztunk meg kukoricából acilezett FB1 toxin származékokat valós kalibrációs standardok mérését követően. Ez a gombafaj meleg, száraz időjárási viszonyok mellett termelt fumonizinet, míg a DON toxint termelő *Fusarium* sp. által fertőzött csövekben meleg, nedves időjárási körülmények között termelt DON toxint. Nádudvaron természetes *Fusarium* spp. fertőzésnél a különböző talajművelési módok között eltérő mikotoxin-szennyezettség alakult ki.
2. Megállapítottam, hogy a forgatás nélküli rendszerekben a kukorica kelésdinamikája 1-2 nappal hosszabb a szántás művelési módhoz képest. A Nádudvaron 3 éven keresztül végzett vizsgálatok alapján megállapítottam, hogy a kelésdinamika művelésenként különbözött. A kevesebb szármaradvánnyal borított talaj (szántás, redukált művelés) 1-2 °C-kal magasabb hőmérsékletű volt a vetést követő 2-3 hétben. Az 1. napon és az 5. napon kelt egyedek termésparaméterei között szignifikáns különbség alakult ki, a korábban kelt egyedek magasabb termésszintet voltak képesek elérni, mint a később kelt növények.
3. Megállapítottam, hogy a vizsgált három évjáratban a szántás művelésmódban volt a legmagasabb a terméseredmény. Az évjáratok között nagy eltérés volt, 2021-ben a sokéves átlagtól kevesebb lehullott csapadék miatt a szántás művelésben 5,46 t/ha-t mértem, amely szignifikánsan magasabb volt ebben az évjáratban a többi műveléstől. 2020-ban és 2023-ban is a szántás művelésmódban mértem a legmagasabb termésátlagokat a művelések között. A 2021-es évhez viszonyítva a kiegyenlített csapadéknak köszönhetően 2020-ban 10,38 t/ha-ral, míg 2023-ban 10,61 t/ha-ral volt magasabb a termésátlag a szántás művelésmódban.

4. Megállapítottam, hogy Nádudvaron, réti csernozjom talajon a kukorica termésátlagért elsősorban a vegetációs időszak közepén (június-július) lehullott csapadék mennyisége befolyásolta. A csapadékos 2020-ban a leghosszabb tenyészidejű (FAO 490) Armagnac hibridnek 16,13 t/ha volt a legmagasabb a termésátlaga, míg az aszályos 2021-es évjáratban a rövidebb tenyészidejű Fornad (FAO 420) hibrid (4,36 t/ha) szerepelt a legjobban. A szintén csapadékos 2023-ban a Fornad hibrid 17,14 t/ha termésmennyisége statisztikailag igazolhatóan meghaladta a Loupiac (15,6 t/ha) és az Armagnac (15,17 t/ha) hibrid termésátlagát. 2020 június és július hónapban a csapadék sokéves átlagának 1,5-szerese hullott le, ezzel szemben 2021 azonos hónapjában a sokéves átlag 14, illetve 69%-a hullott le. 2023-ban a sokéves átlaghoz viszonyítva júniusban 79, míg júliusban 110% esett.

5. Bizonyítottam, hogy Nádudvaron, réti csernozjom talajon végzett vizsgálataimban (2020,2021,2023) a kukorica beltartalmi paramétereit (fehérje-, keményítő-, olajtartalom) a talajművelési módok és az évjárat hatások együttese befolyásolták. A szemek fehérjetartalmában 2021-ben és 2023-ban szignifikáns különbség volt a művelésmódok között. A 2020-as értékhez képest (6%) 30%-kal magasabb (8%) volt 2021-ben, és 15%-kal volt magasabb 2023-ban. Az olaj és a keményítőtartalom 2020-ban statisztikailag különbözött a művelésmódokban. A keményítőtartalom a 2020-as értékhez képest (67%) 8-9%-kal volt alacsonyabb a 2021-es évjáratban és 4-5%-kal volt alacsonyabb a 2023-as évjáratban (64%). Az olajtartalom 4-9%-kal volt magasabb 2021-ben a 2020-ban mért értékhez képest (3,1%), 2023-ban 16-18%-kal volt magasabb.

6. Bizonyítottam, hogy a szártó-megbetegedés mértékét a talajművelési rendszerek is befolyásolják. A legalacsonyabb fertőzési arányt a redukált (10,12%) és a szántás (13,21%) művelésben mértem, amelyek között nem volt szignifikáns különbség. A legmagasabb fertőzési arányt a sávos művelésben

mértem (28,28%), amely szignifikánsan magasabb volt a többi művelésben mért értékekhez képest. A fizikai paraméterek közül a csősúly 33%-kal, a szemek száma 14%-kal, a szemek tömege 31%-kal és az ezerszentömeg 31%-kal szignifikánsan alacsonyabb volt a szártőbetegségben nem szenvedő egyedekhez képest.

7. AZ EREDMÉNYEK GYAKORLATI HASZNOSÍTHATÓSÁGA

1. A kukorica kelésdinamikáját jelentősen befolyásolja a négyféle talajművelési mód. Az első 48-72 órában kelt egyedek terméspotenciálja a legnagyobb, ezért nagy hangsúly van az alpművelést követően a talajfelszínen maradó szármagadványborítottság mértékén, ugyanis a kelés ütemét, a kora tavaszi talajmelegedést ezen tényező befolyásolja leginkább.
2. A mikotoxin szennyezettség évjárat, művelés és hibridfüggő. A csapadékosabb években (2020) a DON toxin, míg szárazabb évjáratokban (2021, 2023) a fumonizinek dominálnak. A DON szennyezettség a sávos művelésben volt a legmagasabb, A fumonizin szennyezettség a sávos, talajvédő és redukált művelésben is egyaránt magas volt. A Loupiac hibrid esetében mértem a legalacsonyabb toxinszinteket. A mikotoxin kockázat értékelésekor ezek a tényezők figyelembevétele jelentős.
3. Minden művelési rendszerben megtalálhatóak az acilezett fumonizinek, az élelmiszer biztonság növelése érdekében érdemes lesz a jövőben vizsgálni ezen paramtereket is.
4. A szártó-megbetegedés mértéke a sávos művelési rendszerben volt a legmagasabb. A sávos művelés alkalmazása esetén figyelmet kell fordítanunk a megbetegedést kiváltó tényezők (talajból fertőző *Fusarium* és egyéb fajok, károsítók által nyitott fertőzési kapuk) mérséklésére integrált növényvédelmi módszerekkel.
5. A kukorica terméseredménye integrált növénytermesztési beavatkozásokkal javítható. A szélsőséges időjárási tényezők hatásának mérséklése irányuló technológiai beavatkozások, a

megfelelő művelésmód, hibridválasztás, vetéshez optimális talajhőmérséklet révén csökkenthetjük a termésingadozást.

8. Irodalomjegyzék

1. Anumudu, C. K. – Ekwueme, C. T. – Uhegwu, C. C. – Ejileugha, C. – Augustine, J., Okolo, C. A. – Onyeaka, H.: 2024. A Review of the Mycotoxin Family of Fumonisin, Their Biosynthesis, Metabolism, Methods of Detection and Effects on Humans and Animals. *International Journal of Molecular Sciences*. 26: 184.
2. Chen, J. – Li, Z. – Cheng, Y. – Gao, C. – Guo, L. – Wang, T. – Xu, J.: 2020. Sphinganine-analog mycotoxins (SAMs): chemical structures, bioactivities, and genetic controls. *Journal of Fungi*. 6: 312.
3. Cociu, A. I. – Alionte, E.: 2011. Yield and some quality traits of winter wheat, maize and soybean, grown in different tillage and deep loosening systems aimed to soil conservation. *Romanian Agricultural Research*. 28: 109-120.
4. Costa, R. V. D. – Simon, J. – Cota, L. V. – Silva, D. D. D. – Almeida, R. E. M. D. – Lanza, F. E. – Lago, B. C. – Pereira, A. A. – Campos, L. J. M. – Figueiredo, J. E. F.: 2019. Yield losses in off-season corn crop due to stalk rot disease. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 54. e00283-e00296.
5. Csenki, Z. – Bartók, T. – Bock, I. – Horváth, L. – Lemli, B. – Zsidó, B. Z. – Balázs Z. – Cserne, A. – Hetényi Cs. – Szabó, I. – Urbányi, B. – Kovács, M. – Poór, M.: 2023. Interaction of fumonisin B1, N-palmitoyl-fumonisin B1, 5-O-palmitoyl-fumonisin B1, and fumonisin B4 mycotoxins with human serum albumin and their toxic impacts on zebrafish embryos. *Biomolecules*. 13: 755.

6. *Drimba P. – Nagy J.:* 1998. A talajművelés hatásának eredményei a kukoricatermesztésben a kockázat figyelembevételével. *Növénytermelés.* 47: 59-70.
7. *Falavigna, C. – Lazzaro, I. – Galaverna, G. – Battilani, P. – Dall’Asta, C.:* 2013. Fatty acid esters of fumonisins: first evidence of their presence in maize. *Food Additives & Contaminants: Part A*, 30: 1606-1613.
8. *Győrffy B. – Szabó J. L.:* 1968. Tavaszai szántás, minimum tillage és a direktvetés lehetősége a kukoricatermesztésben. *Kukoricatermesztési Kísérletek 1965-1968.* Akadémiai Kiadó, Budapest. 143-156.
9. *Jones, C. – Basch, G. – Baylis, A. – Bazzoni, D. – Biggs, J. – Bradbury, R. – Chaney, K. – Deeks, L. – Field, R. – Gómez, J. – Jones, B. – Jordan, V. – Lane, M. – Leake, A. – Livermore, M. – Owens, P. – Ritz, K. – Sturny, W. – Thomas, F.:* 2006. Conservation agriculture in Europe: an approach to sustainable crop production by protecting soil and water? SOWAP; Jealott’s Hill International Research Center: Bracknell.
10. *Kecskés I. – Nagy A. – Sojnóczki I. – Nagy J.:* 2023. Különböző talajművelési rendszerek hatása eltérő genotípusú kukorica (*Zea mays L.*) hibridek termés paramétereire, fehérje, szénhidrát és olajtartalmára. *Növénytermelés.* 72: 37-57.
11. *Marín, S. – Sanchis, V. – Vinas, I. – Canela, R. – Magan, N.:* 1995. Effect of water activity and temperature on growth and fumonisin B1 and B2 production by *Fusarium proliferatum* and *F. moniliforme* in grain. *Letters in Applied Microbiology.* 21: 298301.

12. *Musser, S.M. – Plattner, R.D.*: 1997: Fumonisin composition in cultures of *Fusarium moniliforme*, *Fusarium proliferatum*, and *Fusarium nygami*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 45: 1169-1173.
13. *Mesterházy, Á. – Szieberth, D. – Szabó, B. – Berényi, A. – Tóth, B.*: 2022. Mycotoxin contamination of maize (*Zea mays* L.) samples in Hungary, 2012–2017. *Cereal Research Communications*. 50: 1065-1073.
14. *Nagy, J.*: 1995. A talajművelés, a műtrágyázás, a növényszám és az öntözés hatásának értékelése a kukorica (*Zea mays* L.) termésére. *Növénytermelés*. 44: 251-260.
15. *Nagy, J.*: 1996. A műtrágyázás és a talajművelés kölcsönhatása a kukoricatermesztésben. *Növénytermelés*. 45: 297-305.
16. *Nagy J.*: 2007. Kukoricatermesztés. Akadémiai Kiadó. Budapest. 393.
17. *Park, J.W. – Scott, P. M. – Lau, B.P.Y.*: 2013: Analysis of N-fatty acyl fumonisins in alkali-processed corn foods. *Food Science and Biotechnology*. 22: 147-152.
18. *Rátonyi T. – Huzsvai L. – Nagy J. – Megyes A.*: 2005. Evaluation of soil tillage systems in maize production. *Acta Agronomica Hungarica*. 53: 53-57.
19. *Rheeder, J. P. – Marasas, W. F. O. – Vismer, H.F.*: 2002. Production of fumonisin analogs by *Fusarium* species. *Applied and Environmental Microbiology*. 68: 2101–2105.
20. *Tóth, B. – Török, O. – Kótai, É. – Varga, M. – Toldiné Tóth, É. – Pálfi, X. – Háfra, E. – Varga, J. – Téren, J. – Mesterházy, Á.*: 2012. Role of Aspergilli and Penicillia in mycotoxin

contamination of maize in Hungary. *Acta Agronomica Hungarica*. 60: 143-149.

21. *Wilhelm, W. W. – Wortmann, C. S.*: 2004. Tillage and Rotation Interactions for Corn and Soybean Grain Yield as Affected by Precipitation and Air Temperature. *Agronomy Journal*. 96: 425-432.

9. Az értekezés témájában született publikációk



**DEBRECENI
EGYETEM**

DEBRECENI EGYETEM
EGYETEMI ÉS NEMZETI KÖNYVTÁR

H-4002 Debrecen, Egyetem tér 1. Pf.: 400
Tel.: 52/410-443, e-mail: publikaciok@lib.unideb.hu

Nyilvántartási szám: DEENK/430/2025.PL
Tárgy: PhD Publikációs Lista

Jelölt: Kecskés István
Doktori Iskola: Kerpely Kálmán Doktori Iskola
MTMT azonosító: 10086927

A PhD értekezés alapjául szolgáló közlemények

Magyar nyelvű tudományos közlemények hazai folyóiratban (5)

1. **Kecskés, I.**, Csótó, A., Nagy, J.: Kukoricaszárító megbetegedés mértékének meghatározása eltérő talajművelési rendszerekben.
Növénytermelés. Közlésre elfogadva, [1-14], 2025. ISSN: 0546-8191.
2. **Kecskés, I.**, Nagy, L.: Régi kórokozó, új kihívások: az őszi káposztarepce lisztharmatának fellendülése.
Agroforum. 35 (8), 12-13, 2024. ISSN: 1788-5884.
3. **Kecskés, I.**: Termesztés- és tárolástechnológiai lehetőségek a kukorica mikotoxin-szennyeződésének megelőzésére.
Értéktálló aranykorona. 24 (4), 16-20, 2024. ISSN: 1586-9652.
4. Sojnóczki, I., Nagy, J., **Kecskés, I.**: A kukorica (*Zea mays* L.) kelési dinamikának a termésre gyakorolt hatása.
Növénytermelés. 72 (4), 97-112, 2023. ISSN: 0546-8191.
5. **Kecskés, I.**, Nagy, A., Sojnóczki, I., Nagy, J.: Különböző talajművelési rendszerek hatása eltérő genotípusú kukorica (*Zea mays* L.) hibridek termésparamétereire, fehérje-, szénhidrát- és olajtartalmára.
Növénytermelés. 72 (2), 37-57, 2023. ISSN: 0546-8191.

Idegen nyelvű tudományos közlemények hazai folyóiratban (1)

6. **Kecskés, I.**, Pál, K., Pápai, A., Bartók, T., Horváth, L., Csótó, A.: Effects of cultivation practices and hybrid selection on endofusariosis and mycotoxin contamination in maize.
Agrártud. közl. 1, 69-78, 2025. ISSN: 1587-1282.
DOI: <http://dx.doi.org/10.34101/actaagrar/1/15272>





Idegen nyelvű tudományos közlemények külföldi folyóiratban (1)

7. **Kecskés, I.**, Bojtor, C., Illés, Á., Horváth, L., Hadászi, L., Sojnóczki, I., Nagy, J., Csótó, A., Bartók, T.: Assessment of the biological efficacy of chemical defense to prevent quality and yield loss due to Fusarium.
J. Cent. Eur. Agric. 25 (4), 1054-1064, 2024. EISSN: 1332-9049.
DOI: <http://dx.doi.org/10.5513/JCEA01/25.4.4464>
IF: 0.7

Magyar nyelvű absztrakt kiadványok (5)

8. **Kecskés, I.**, Nagy, L., Csótó, A., Horváth, L., Bartók, T., Petrás, G., Sojnóczki, I., Hadászi, L., Nagy, J.: A növényállományba helyezett agrometeorológiai szenzorok alapján támogatott kalászfuzáriózis elleni védekezés hatékonyságának értékelése.
In: *Növény és környezet - A debreceni tartamkísérletek 40 éve - Szántóföldi tartamkísérletek eredményeinek hasznosítása a gyakorlatban, üzemmérettől függetlenül.* Szerk.: Kakuszi-Széles Adrienn, Debreceni Egyetem, MÉK, Főhasznosítási, Műszaki és Precíziós Technológiai Intézet, Debrecen, 31, 2023. ISBN: 9789634905400
9. Hadászi, L., Kiss, U. K., Nagy, L., **Kecskés, I.**, Veres, S.: A szemes cirok, mint potenciális gyomnövény.
In: *Növény és környezet - A debreceni tartamkísérletek 40 éve - Szántóföldi tartamkísérletek eredményeinek hasznosítása a gyakorlatban, üzemmérettől függetlenül.* Szerk.: Kakuszi-Széles Adrienn, Debreceni Egyetem, MÉK, Főhasznosítási, Műszaki és Precíziós Technológiai Intézet, Debrecen, 21, 2023. ISBN: 9789634905400
10. **Kecskés, I.**, Nagy, J., Kiss, U. K., Sojnóczki, I., Csótó, A.: Innovatív technológiák alkalmazhatósága precíziós szántóföldi növényvédelmi kísérletekben.
In: 28. Tiszántúli Növényvédelmi Fórum/10th International Plant Protection Symposium at University of Debrecen: Program - Programme. Szerk.: Tarcali Gábor, Bíró Györgyi, Csüllög Kitti, Növényvédelem Oktatásának Fejlesztéséért Alapítvány (NOFA), Debrecen, 118-119, 2023.
11. Sojnóczki, I., **Kecskés, I.**, Hadászi, L., Nagy, J.: Precíziós kukorica vetéstechnológia legújabb megoldásainak hatása a növényállományra és a termésre.
In: *Növény és környezet - A debreceni tartamkísérletek 40 éve - Szántóföldi tartamkísérletek eredményeinek hasznosítása a gyakorlatban, üzemmérettől függetlenül.* Szerk.: Kakuszi-Széles Adrienn, Debreceni Egyetem, MÉK, Főhasznosítási, Műszaki és Precíziós Technológiai Intézet, Debrecen, 56, 2023. ISBN: 9789634905400
12. **Kecskés, I.**, Csótó, A.: Kukorica szártó megbetegedés mértékének meghatározása különböző módszerekkel, eltérő talajművelési rendszerek esetében.
In: 27. Tiszántúli Növényvédelmi Fórum : Program és Összefoglalók. Szerk.: Kóvics György, Tarcali Gábor, Debreceni Egyetem Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar, Debrecen, 69-70, 2022.



További közlemények

Idegen nyelvű tudományos közlemények hazai folyóiratban (1)

13. Sojnóczki, I., Nagy, J., **Kecskés, I.**: Impact of tillage systems on maize emergence.
Agrártud. Közl. 2023 (2), 129-136, 2023. ISSN: 1587-1282.
DOI: <http://dx.doi.org/10.34101/actaagrari2/13223>

Idegen nyelvű tudományos közlemények külföldi folyóiratban (1)

14. Sojnóczki, I., Nagy, J., Illés, Á., **Kecskés, I.**, Bojtor, C.: Comparative Analysis of Drought Effects on the Soil Moisture Level and Penetration Resistance in Conventional and Non-Conventional Tillage Systems in Maize Production.
Agriculture-Basel. 14 (7), 1-16, 2024. EISSN: 2077-0472.
DOI: <https://doi.org/10.3390/agriculture14071000>
IF: 3.6

Magyar nyelvű absztrakt kiadványok (2)

15. **Kecskés, I.**: A táblaméret és a szegélyző vegetáció szerepe a gabonátáblákat környező fauna alakulásában.
In: Kari interdiszciplináris tudományos konferencia. Szerk.: Gyüre Péter, DE Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar, Debrecen, 38, 2014.
16. **Kecskés, I.**: Fogoly és fácán élőhely fejlesztése és állománydinamikája Tokaj hegyalján.
In: Tudományos diákköri konferencia. 2011/2012. tanév őszi félév : Debrecen, 2011. október 20. : meghívó és programfüzet, DE MÉKK, [Debrecen], 29, 2011.

A közlő folyóiratok összesített impact faktora: 4,3

A közlő folyóiratok összesített impact faktora (az értekezés alapjául szolgáló közleményekre):
0,7

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

Debrecen, 2025.06.27.

