

Doktori (PhD) értekezés tézisei

**TERMŐHELYSPECIFIKUS TŐSZÁMSZABÁLYOZÁS A
PRECÍZIÓS NAPRAFORGÓ TERMESZTÉSBEN**

Monoki Szabolcs Imre
doktorjelölt

Témavezető:
Prof. Dr. Nagy János
professzor emeritus



DEBRECENI EGYETEM

KERPELY KÁLMÁN DOKTORI ISKOLA

Debrecen
2026

1. A DOKTORI ÉRTEKEZÉS ELŐZMÉNYEI ÉS CÉLKITŰZÉSEI

A mezőgazdasági termelés színvonalának az elmúlt néhány évtizedben bekövetkezett ugrásszerű növekedése révén nagy figyelmet kapott a ráfordított erőforrások (energetikai, ökológiai, humán) mértéke is. Nélkülözhetlenné vált a termőhelyi adottságok, a természetstechnológiai igények figyelembevétele, valamint a termelés környezetvédelmi szempontjainak összehangolása.

A szélsőséges időjárási jelenségek – különösképpen a hosszantartó aszályos időszakok – egyre gyakrabban előforduló jelenségek. Ezek a kedvezőtlen hatások nagyban befolyásolják, illetve megváltoztatják a talajok vízforgalmát, biológiai-fizikai-kémiai tulajdonságait, melyek az eddig eredményesen alkalmazott talajművelési rendszerek átgondolására készítetik a gazdálkodókat. A folyamatosan és egyre gyorsabban változó klimatikus tényezők következményeként kutatások folynak, olyan természetstechnológiai rendszerek és eljárások kidolgozására, melyek elősegítik a megváltozott környezeti feltételekhez történő adaptációt és alkalmasak a vízhiány miatt bekövetkező terméseszköklésre, illetve megakadályozására.

A napraforgó rendkívüli mértékben képes hasznosítani a talaj vízkészletét, azonban a terméshozamát korlátozó tényezők közül, ha az elmúlt évek napraforgótermesztését vizsgáljuk, továbbra is igaz, hogy a rendelkezésre álló víz mennyisége az elsődleges korlátozó tényező. Az optimális tőszám terület-, környezet- és hibridspecifikus tulajdonság, de a talaj termőképessége, a termőhely heterogenitása, a várható termés mennyisége, a vetőgép technológia által kínált lehetőségek és az alkalmazott hibrid alkalmazkodó képessége is meghatározó lehet.

A műholdas helymeghatározáson alapuló precíziós növénytermesztés technológiai fejlesztéseinek köszönhetően olyan térinformatikai alkalmazások és művelési eszközök váltak elérhetővé a gazdálkodók részére, amelyek segítségével jelentősen növelhető a gazdálkodás hatékonysága. A precíziós növénytermelés eszköztárából a termőhelyspecifikus tőszámszabályozott vetés módszerei még újdonságnak számítanak, különösen a napraforgó esetében, mely kiváló alkalmazkodó képességének köszönhetően kevésbé érzékeny a hektáronként kivetett tőszám változásaira. Használhatóságának és hatékonyságának alapja a termőhely adottságaihoz alkalmazott vetőmag mennyiség növelésével nagyobb hozam elérése vagy csökkentésével a vetés költségcsökkentése révén elérhető nagyobb haszon realizálása.

A kutatómunka célkitűzései

Kutatásom fő célkitűzése, hogy kísérletet tegyen a változatos gazdálkodási tényezők a vetés minőségére gyakorolt hatásának, valamint gazdálkodási-, talaj- és környezeti változók termésképzéssel való kapcsolatának tisztázására, valamint eredményeivel hozzájáruljon a napraforgótermesztés gazdaságosságának fokozásához. Olyan komplex vizsgálat elvégzése, amely figyelembe veszi napraforgótermesztés agronómiai, műszaki-technológiai, a talaj fizikai- és kémiai, valamint a termelés gazdaságossági szempontjait.

A kutatás további célkitűzései voltak, hogy műholdas távérzékelési rendszerek és térinformatikai eszközök, meteorológiai- és talajvizsgálati adatok felhasználásával, valamint precíziós vetéstechnológia alkalmazásával vizsgálja a gazdálkodási-, talaj- és környezeti változók hatását a vetés minőségére. Statisztikai módszerek alkalmazásával kutassa a gazdálkodási-, talaj- és környezeti tényezők változásának a termés jellemzőire gyakorolt hatását, valamint a különböző termőképességű zónákból származó talajvizsgálati eredmények alapján feltárja az egyes talaj tulajdonságok közötti kölcsönhatásokat. Kapcsolatot keressen a termőterületek (táblák) tengerszint feletti magassága és a talaj tápanyagtartalma között, továbbá elemezze a napraforgó termesztés gazdaságosságát, a hektáronkénti bevétel és jövedelem mértékét befolyásoló tényezők hatását.

2. ANYAG ÉS MÓDSZER

2.1. A vizsgálat alapvető körülményei

A napraforgótermesztés sajátosságából eredően egy hároméves változó tőszámú vetési kísérlet került beállításra a 2021-2023 években, évjáratonként más-más két kísérleti táblában elkerülve a monokultúras termesztés nyilvánvalóan a napraforgóra gyakorolt káros következményeit. A kísérleti területek termőhelyi heterogenitásának térképezését követően megállapításra kerültek a termőképességi minőség szerinti zónaterületek, melyeken megtervezésre került a differenciált tőszámú vetési kísérlet.

A vetési kísérletek helyszínét a Szemere-Mag Kft. által művelt területek biztosították, a gazdaság központja Mezőszemere településen (Heves megye) található. A kísérleti területek jellemző talajtípusa a Borsodi-Mezőségi tájegységre jellemző réti talajok, melyek a napraforgótermesztésre teljes mértékben alkalmasak, egyben a térség vízgazdálkodásának jellege miatt változó mértékű táblán belül heterogenitás jellemzi, mely kiváló lehetőséget teremt a precíziós technológiák alkalmazására.

A vizsgált időszak (2021-2023) időjárási eseményei alkalmasak voltak az évjárat hatás vizsgálatára is. Megfigyelhető volt, hogy évjáratától függően váltakoznak a növénytermesztés számára kedvező, átlagosnak mondott és kedvezőtlen környezeti körülmények, melyek alapvetően meghatározhatják az adott év gazdálkodásának eredményességét (1.táblázat).

1.táblázat. A kísérleti területek időjárási adatai 2021-2023 években.

Év	2021	2022	2023	2021	2022	2023	2021	2022	2023	2021	2022	2023
Hónap	Havi csapadékmennyiség (mm)			Havi átlaghőmérséklet (C°)			5mm csapadékot meghaladó napok száma			Hőség napok száma (T _{max} ≥30°C)		
Január	26,8	4,5	90,7	0,05	-0,32	4,07	0	0	8	0	0	0
Február	47,8	8,6	9,1	1,57	4,11	2,53	3	0	0	0	0	0
Március	10,3	32,0	35,1	5,30	5,40	7,06	1	1	2	0	0	0
Április	59,3	40,1	50,8	8,47	9,56	9,61	5	3	2	0	0	0
Május	73,7	11,4	65,4	14,21	17,58	16,23	4	0	5	0	1	0
Június	41,4	26,9	135,9	22,66	22,98	20,00	1	2	7	13	14	4
Július	49,5	20,1	102,3	24,32	24,06	22,97	4	1	4	21	20	16
Augusztus	65,7	81,6	72,3	20,71	24,48	22,97	6	3	4	10	20	17
Szeptember	11,7	51,3	33,1	17,37	15,76	20,07	1	3	3	0	0	6
Október	17,5	6,4	51,8	10,05	12,31	13,29	1	0	4	0	0	0
November	62,0	38,2	102,7	4,95	6,17	5,61	4	2	8	0	0	0
December	45,5	81,5	70,4	0,82	1,97	2,02	1	4	5	0	0	0
Össz./Átlag	511,2	402,6	819,6	10,87	12,01	12,20	31	19	52	44	55	43

A vetési kísérletek termesztéstechnológiája mind a három évben megegyezett, kizárólag a termőképességi zónánkként változó vetési tőszám változott.

2.2. Termőhelyi heterogenitás térképezésének módszere

A kísérleti vetések tervezésekor alapvető fontosságú volt, hogy a területek megfelelő mértékű termőhelyi heterogenitással rendelkezzenek és a táblán belül lehetséges legyen három egymástól jól elkülöníthető termőképességi kategóriát megállapítani (alacsony, átlagos, magas), valamint azok minél jobban elkülönüljenek egymástól.

A kísérleti területek termőhelyi heterogenitásának megállapításához szükséges talajtani jellemzők adatait a HUN-REN Agrártudományi Kutatóközpont Talajtani Intézet biztosította. Az adatok alapján megállapíthatóvá, térinformatikailag is értelmezhetővé váltak a kísérleti területek heterogenitásának jellemzői.

A termőterületek talaj heterogenitását mutató információkon túl adatokat gyűjtöttem a területeken korábban termesztett növények termesztésének jellemzőiről is. A kísérleti területekről készített űrfelvételek elemzésével és a 2017 és 2020 között termesztett növények termesztéstechnológiai adatainak felhasználásával nyert tematikus információkat térképi formában jelenítettem meg.

A vizsgálataim elvégzéséhez elsősorban a gazdálkodás szempontjából fontos növényborítottság vizsgálatára volt szükség. A műholdképek sávjai között számított aritmetikai műveletek különbség vagy hányados képei, az ún. vegetációs indexek kiválóan alkalmasak a vegetáció monitoringozására. A kísérleti területekről évjáratonként készült műholdfelvételek spektrális adatainak felhasználásával elvégeztem az NDVI index számítását, majd átlagképeket készítettem.

A precíziós adatgyűjtés során a kísérleti területekről betakarított növények hozamtérkép adatai is felhasználásra kerültek. Az általam is használt John Deere S690 típusú kombájnjában a John Deere a Harvest Monitor és Harvest Doc hozam és nedvesség mérő, valamint hozamtérképező rendszert alkalmazza. Az adatgyűjtések eredményeképpen készült el az egyes korábbi években (2017-2020) betakarított növények hozamtérképe.

A termőképességi zónák lehatárolása során a Sentinel-2 műholdak által készített 10x10m nagyságú pixelek biztosították az alap adatokat. A multispektrális műholdfelvételek és a hozamtérképek alapján készített termőképességi zónatérképeken a homogén termőképességet mutató pixelek alapján zónalehatárolást végeztem. Az átlagos

termőképességű pixelt 100%-nak értékelve, az annál jobb termőképességű pixel 100%-nál magasabb értéket, az annál alacsonyabb termőképességű pixel pedig 100%-nál alacsonyabb értéket kapott.

Kísérletemben a termőképesség minőségi osztályozása az adott pixelek termőképességi százalék értéke alapján történt, azzal a feltétellel, hogy a pixel értékek legalább 75%-a beleesik a megadott értéktartományba (2.táblázat).

2. táblázat: Az egyes termőképességi osztályokhoz tartozó értékek

Tábla név	Statisztikai azonosító	Termőképesség (%)		
		alacsony	átlagos	magas
C14	2021A	≤93,5	99,5-102,5	104,5≤
C4-7	2021B	≤95,5	100,5-103,5	111,5≤
B6	2022A	≤93,65	99,9-106,4	113,4≤
C10	2022B	≤94,83	97,81-101,47	106,64≤
B5	2023A	≤91,5	100,5-106,16	110,84≤
C5	2023B	≤97,5	99,15-101,5	102,5≤

Az űrfelvételek elemzése után készített táblaszintű heterogenitástérképek alapján kijelölésre kerültek a kísérleti területek zónahatárai. A termőképességi zónák területéről egyenként 10 mintavételi pontban talajmintavétel történt a talaj 0-30cm-es rétegéből. A talajmintákból képzett átlagmintából készült egy, az adott termőképességi zónára jellemző talajminta. A vizsgálatokat a Szolnoki Talajvédelmi Laboratórium Kft. végezte.

2.3. A tőszámszabályozás alapelvei

A nemesítő javaslata alapján az SY Bacardi CLP napraforgó hibrid ajánlott vetési tőszáma 55-58.000 ha⁻¹. Ennek megfelelően a vállalkozás üzemi gyakorlatában korábban is alkalmazott 55.000 ha⁻¹ tőszámot tekintettem a kísérlet alaptőszámának. A kísérlet értékelési szempontjait figyelembevéve minden termőképességi zónában három tőszámlépcsőt alkalmaztam négy ismétlésben.

Az alacsony minőségű termőképességi zónában az alap tőszámot (55 000 ha⁻¹) valamint az annál 20 (44 000 ha⁻¹) illetve 40%-kal (33 000 ha⁻¹) csökkentett tőszámot alkalmaztam.

Az átlagos minőségű termőképességi zónában az alap tőszámot (55 000 ha⁻¹) valamint az attól 20%-kal növelt (66 000 ha⁻¹) és csökkentett (44 000 ha⁻¹) tőszámot alkalmaztam.

A magas minőségű termőképességi zónában az alap tőszámot (55 000 ha⁻¹) valamint az attól 20 (66 000 ha⁻¹) illetve 40%-kal (77 000 ha⁻¹) növelt tőszámot alkalmaztam.

A statisztikai elemzés során az egyes termőképességi zónánként alkalmazott tőszámokat az 3. táblázat szerinti minősítési kategóriákba soroltam be.

3. táblázat. A különböző termőképességi zónákban alkalmazott tőszámok minősítése

Termőképességi zóna minősítés	Tőszám minősítés		
	Alacsony	Átlagos	Magas
	Tőszám (tő ha ⁻¹)		
alacsony	33 000	44 000	55 000
átlagos	44 000	55 000	66 000
magas	55 000	66 000	77 000

A kísérleti területek termőhelyi heterogenitásának térképezését követően megállapításra kerültek a termőképességi minőség szerinti zónaterületek, melyeken megtervezésre került a differenciált tőszámú vetési kísérlet.

2.4 A vetéstechnológia követelményei

A napraforgó vetését egy precíziós vetésre alkalmassá tett Horsch Maestro 12.75 SV (Horsch, 2024) típusú vetőgéppel végeztem, amelyet azonban a lehető legpontosabb vetést lehetővé tevő John Deere 1750 (John Deere, 2024) vetőkocsra épített Precision Planting (Precision Planting, 2024) vetéstechnológiai rendszerrel szereltem fel. Igyekeztem a különböző műszaki megoldások előnyeit kombinálva az elérhető legpontosabb, a napraforgó vetésére alkalmas legjobb vetési technológiát kialakítani. A teljes vetéstechnológiai rendszer kiépítésének eredményeképpen egy olyan vetőgépet kaptam, amely alkalmas a kísérleti vetés magas minőségben történő megvalósítására, valamint ezt a pontosságot nagyüzemi szinten, nagy terület teljesítmény mellett (150-200ha/24h) és változó talajviszonyok között is képes produkálni

2.5. A tőszám ellenőrzése

A vetési terv alapján kivetett tőszám és a kikelt növényszám monitorozása, valamint a vetéstechnológia tőtávolság egyenletesség ellenőrzésének céljából statisztikai jellegű tőszámlálást és tőtávolságmérést végeztem a napraforgó állományok sorköz-kultivátorozását követően. A mintavételi területeken belül rögzítésre került növények száma, valamint a növények közötti távolság cm-ben.

2.6. A termés mennyiségi és minőségi paramétereinek mérése

A kísérleti vetések parcelláit külön-külön takarítottam be, a betakarított napraforgó mennyiségeket a szállítójárműre ürítve mobil mérőtalpas mérőegységgel (Avery Weight-

Tronix M640) egyenként mértem meg. A parcellánként betakarított napraforgóból öt ponton mintavétel történt, melyekből mintegy 1kg súlyú átlagmintát képeztem. A gyűjtött napraforgó mintákból a nedvességtartalmat, az olajtartalmat és az ezerkaszat tömeget vizsgáltam.

2.7. A napraforgó termesztés gazdaságosságának mérése

Adott év termelési költségén belül kizárólag a vetőmag költsége változott parcellánként a tőszám függvényében, mivel a termesztéstechnológia a teljes kísérleti területen belül azonos volt.

A bevétel számításakor, a bruttó termésmennyiség esetében a betakarítás során parcellánként, adott nedvességtartalmon mért tömeget vettem figyelembe, melyet a mért keverékesség tömegszázalékának (2021: 8m/m%; 2022: 13m/m%; 2023: 5,5m/m%) értékével korrigálva kaptam meg a nettó termésmennyiséget. A termés minőségének bevételt befolyásoló tényezőit is figyelembe vettem, melyek számításakor a felvásárló által alkalmazott olaj- és nedvességtartalom bonifikációs rendszer szabályait alkalmaztam.

A vetőmag- és az egyéb termeléshez kapcsolódó költség, valamint az értékesítési ár adatokat a termelő bocsátotta rendelkezésemre.

2.8. Statisztikai elemzés

A kísérleti parcellák változó tőszámú sávjaiban mért tőtávolságok mindegyik tőszám esetén normál eloszlást mutattak. A dupla- és a hiányos vetést a névleges tőtávolságtól való eltérés alapján határoztam meg. A következő lépésben minden egyes parcella esetében (n=216) meghatároztam a dupla- és hiányos vetések arányát az összes mért tőtávolság arányában.

A vetés egyenletességének meghatározásához a mért tőtávolság és a névleges tőtávolság alapján előírt relatív tőtávolság eltérést (%) számoltam ki - a dupla- vagy hiányos vetés eseteit kizárva - minden egyes növényre (n=41829) a következő képlet segítségével:

$$D_r = \left| \frac{d_m - d_n}{d_n} \right|$$

ahol D_r a relatív tőtávolság eltérés (%), d_m a mért tőtávolságot, d_n pedig a névleges tőtávolságot jelenti.

A hozam adatait egy hektárra (kg ha^{-1}) számoltam át és korigáltam 8%-os nedvességtartalomra. Minden a terméssel kapcsolatos változót parcellánként külön-külön vizsgáltam ($n=216$).

A gazdaságossági változók (bevétel és jövedelem) esetében adott évjáratban ugyanazok az egyéb termeléshez kapcsolódó költségek (Ft ha^{-1}) merültek fel kizárólag az alkalmazott tőszámhoz kapcsolódó vetőmag költség (Ft ha^{-1}) változott. A bevételek (Ft ha^{-1}) alakulását a parcellánként mért tényleges nettó hozam (kg ha^{-1}), a nedvesség- és olajtartalom ($\text{m/m}\%$) változása (bonifikáció), valamint az aktuális tonnánkénti értékesítési ár határozta meg, A jövedelem (Ft ha^{-1}) mértékét a bevétel és a nettó termelési költség különbsége eredményezte.

A statisztikai elemzés első lépésében a tábla ($n=6$), a termőképességi zóna (alacsony, átlagos, magas) és a tőszám (alacsony, átlagos, magas) hatását parcellaszinten, többszemponos varianciaanalízissel (Multiway ANOVA) vizsgáltam külön-külön a napraforgó terméshozamra, az olajtartalomra, a nedvességtartalomra, az ezerkaszat tömegére, a dupla- és hiányos vetésre, bevételre és jövedelemre ($n=216$), valamint - kivéve a dupla- vagy hiányos vetés esetét - egyedi növény szinten ($n=41829$) a tőtávolság egyenletességére (Yates, 1934). A szignifikáns eseteket Tukey post hoc teszttel (Tukey, 1949) is vizsgáltam, annak érdekében, hogy a változók mely kimenetelei között tárható fel igazolható eltérés.

Eredetileg úgy terveztem, hogy a kísérlet évjóratait vonom be külön tényezőként az elemzésbe, de az előzetes eredmények alapján arra a következtetésre jutottam, hogy ugyanazon az éven belül a táblapárok között is nagy arányban vannak szignifikáns különbségek, ezért a táblákat vontam be tényezőként a statisztikai elemzésbe.

A talaj- és környezeti változókon belüli, valamint a talaj-, a környezeti és a hozam változók csoportja, valamint a vetéstechnikai változók csoportja közötti kapcsolatokat parcellaszinten ($n=216$) Pearson-féle korrelációelemzéssel (R) is vizsgáltam (Pearson, 1895). A gazdálkodási jellemzők és a vetéstechnikai-, termés- valamint gazdaságossági változók közötti kapcsolatok további magyarázó hatásának mérésére a parciális eta négyzet (η_p^2) értékeket is kiszámítottam (Adams et al., 2021). Az összes független és függő változót a 4. táblázat tartalmazza.

A következő lépésben főkomponens-elemzést (PCA) végeztem a gazdálkodási- és a talaj-, valamint a környezeti változók közötti kapcsolatok leírására, majd az adatsorokat kovarianciaanalízissel (ANCOVA) vizsgáltam annak érdekében, hogy lemérjem a

főkomponensek (PC 1-4) által kovariált táblahatást külön-külön a hozamváltozókra parcellaszinten (n=216), valamint a tőszám egyenletességére egyedi növény szinten (n=41829) (Keselman et al., 1998).

4.táblázat. A statisztikai értékelés független és függő változói.

Változók (mértékegység)	Tartomány / Kategóriák
Független (Bemeneti) változók	
Gazdálkodási változók	
Tábla	2021A, 2021B, 2022A 2022B, 2023A, 2023B
Termőképességi zóna	alacsony, átlagos, magas
Tőszám	alacsony, átlagos, magas
Talaj változók	
pH (KCl)	4,87 - 6,87
Arany féle kötöttség (K_{ARANY})	42 - 60
Talaj jellemzők (m/m%)	
Sótartalom	0,06 - 0,16
CaCO ₃	0 - 10,9
Humusz	2,66 - 4,71
Talaj jellemzők (mg kg⁻¹)	
N	11,3 - 109
P ₂ O ₅	72,5 - 2230
K ₂ O	214 - 1230
Mg	288 - 2430
Na	14 - 70,1
Zn	1,81 - 4,87
Cu	4,43 - 11,8
Mn	105 - 733
S	3,93 - 18,1
Környezeti változók	
Tengerszint feletti magasság (m)	92,8 - 114,2
Csapadék (mm) ^A	225,2 - 561,6
5mm csapadékot meghaladó napok száma ^A	10 - 32
Átlaghőmérséklet (°C) ^B	18,07 - 19,73
Hőség napok száma ^{B C}	37 - 55
Függő (Kimeneti) változók	
Vetéstechnikai változók	
Dupla vetés (%) ^D	0 - 9,06
Hiányos vetés (%) ^{D E}	0,69 - 26,50
Tőtávolság egyenletesség (Relatív tőtávolság eltérés, %) ^F	1,1 - 48,5
Termés változók	
Hozam (kg ha ⁻¹) ^G	1466 - 5679
Nedvességtartalom (m/m%)	4,69 - 7,53
Olajtartalom (m/m%, a szárazanyagban)	40,6 - 53,8
Ezerkaszat tömeg (g)	26,1 - 91,4
Gazdaságossági változók	
Bevétel (Ft ha ⁻¹)	326534 - 826695
Jövedelem (Ft ha ⁻¹)	-26999 - 575962

^AAdott év január és augusztus közötti időszakában mért teljes mennyiség; ^BÁprilis és augusztus között mért teljes vagy átlagos érték; ^CAzok a napok, amikor a napi maximális hőmérséklet legalább 30°C volt; ^DÁtlagos arány parcellánként (n=216); ^ENem vettem figyelembe, hogy a hiány a vetőgép hibájából vagy az elégtelen csírázás miatt következett be; ^FAz előírt és a névleges tőtávolság közötti relatív eltérés. A dupla- és hiányos vetésként azonosított esetek kizárása mellett, az egyes tőtávolság adatok alapján meghatározott érték; ^G8m/m%-os nedvességtartalomra számolva.

3. EREDMÉNYEK

3.1 A vetéstechnológia ismertetése

A Horsch Maestro vetőgép kiemelkedő tulajdonsága, hogy nagy térfogatú központi vetőmagtartállyal (2000l), műtrágyatartállyal (6000l) és mikrogranulátum tartállyal is rendelkezik, így biztosítva a nagy területteljesítményt. A John Deere 1750 vetőkocsijára szerelt duplatárcsás V alakú csoroszllya kiváló megoldás a szükséges magárok elkészítésére. A változó tőszámú vetés vezérlését és a szakaszvezérlést a Precision Planting rendszer saját fedélzeti számítógépe (20|20™ Monitor) végezte. A tápanyag- és talajfertőtlenítőszer kijuttatás szerkezeti elemeinek elkészítését saját konstrukcióban végeztem el. A teljes vetéstechnológiai rendszer kiépítésének eredményeképpen egy olyan vetőgépet kaptam, amely alkalmas a kísérleti vetés magas minőségben történő megvalósítására, valamint ezt a pontosságot nagyüzemi szinten, nagy terület teljesítmény mellett (150-200ha/24h) és változó talajviszonyok között is képes produkálni.

3.2 A gazdálkodási tényezők hatása a vetés minőségének jellemzőire

A kapott eredmények jelentős különbséget mutattak a dupla vetés arányában a különböző táblákban és évjáratokban. A Tukey teszt összehasonlítása is megerősítette, hogy ezek a csoportok statisztikailag különböztek egymástól, hangsúlyozva ezzel a vetés minőségének évjáratonkénti változékonyságát is, azonban a termőhely (tábla) hatásnagysága a dupla vetés előfordulására gyengének bizonyult ($\eta_p^2=0,26$). A termőképességi zónák elemzésekor látható, hogy magas termőképességű zónák területén a dupla vetés átlagos aránya 4,58% volt, szemben az alacsony termőképességű zónák 2,71%-os értékével, ami a magas termőképességű zónákban szignifikánsan magasabb értéket eredményezett az átlagos termőképességű zónához (-1,11%) illetve az alacsony termőképességű zónához képest (-1,87%). A termőképességi zónák minőségének hatásnagysága azonban e változó esetében is gyengének mutatkozott ($\eta_p^2=0,31$).

A kapott eredmények azt is mutatják, hogy a tőszám hatással volt a dupla vetés arányára, ami az alacsony tőszámú vetési sávokban alacsonyabb értéket eredményezett (3,21%), mint az átlagos (3,77%) és a magas (3,78%) tőszámú sávok esetében, a magyarázó hatás azonban nagyon gyenge volt ($\eta_p^2=0,05$). A hiányos vetés elemzése még nagyobb különbségeket mutatott: a 2022A tábla esetében a legmagasabb, 17,2%-os átlagos

százalékos arányt, míg a 2023B tábla esetében a legalacsonyabbat, 5,9%-ot. A tábla változó minden évben erős hatással volt a hiányos vetésre ($\eta_p^2=0,75$).

A termőképességi zóna hatásának elemzése azt mutatta, hogy a magas termőképességű zóna átlagosan 11,36%-os, míg az átlagos zóna alacsonyabb, 9,77%-os átlagot mutatott. Szignifikáns különbségeket csak az átlagos és magas termőképességű zónák között mértem ($p < 0,001$), de a termőképességi zóna magyarázó hatása nagyon gyengének bizonyult ($\eta_p^2=0,10$).

A tőszámmal történő összefüggéseket vizsgálva megállapítható, hogy a tőszám emelkedésével szignifikánsan nő a hiányos vetés aránya ($\eta_p^2=0,49$).

Az elemzés azt is megmutatta, hogy a magas termőképességű zóna tőtávolságainak relatív eltéréseinek átlaga volt a legmagasabb (18,17%), ami szignifikánsan magasabb az átlagos termőképességű zóna értékeinél (16,37%) és szintén magasabb, mint az alacsony termőképességű zóna átlaga (14,46%).

A tőszám hatását vizsgáló számítások eredményei továbbá azt mutatták, hogy a magas tőszámú csoportban a tőtávolság relatív eltérése szignifikánsan magasabb értéket mutatott, átlagosan 17,63%-ot, mint az átlagos (16,29%) és az alacsony (15,46%) tőszámú csoportban, ami a magasabb tőszám és a magasabb relatív tőtávolság eltérés összefüggését mutatja. Az egyes gazdálkodási változók a tőtávolság egyenletességére gyakorolt hatásnagysága mindhárom jellemző esetében nagyon gyengének bizonyult ($\eta_p^2=0,01-0,02$).

3.3. A gazdálkodási tényezők hatása a termés jellemzőire

A kapott eredmények azt mutatják, hogy a 2021A tábla érte el a legmagasabb (4262 kg ha^{-1}), míg a 2022B tábla a legalacsonyabb átlaghozamot (2575 kg ha^{-1}). Ez a jelentős különbség rávilágít a tábla változók hozamra gyakorolt hatására ($\eta_p^2=0,88$). A magas termőképességű zóna átlagosan 41,8%-kal magasabb hozamot (4044 kg ha^{-1}) eredményezett, mint az alacsony termőképességű zónák átlaga (2852 kg ha^{-1}), mely különbség igazolódott a változó hatásnagyságának vizsgálatakor is ($\eta_p^2=0,82$). A tőszám hatása szignifikáns volt, de a hozamok átlaga az alacsony tőszámú csoport esetén 3490 kg ha^{-1} , az átlagos csoportban 3509 kg ha^{-1} , míg a magas tőszámú csoportban 3522 kg ha^{-1} volt, így mindössze 32 kg ha^{-1} különbséget eredményezett a csoportok között ($\eta_p^2=0,03$). A betakarított napraforgó kaszat nedvességtartalmát tekintve a kapott eredmények azt mutatják, hogy a 2023A tábláról betakarított termés nedvességtartalma volt a

legmagasabb (6,99m/m%), szemben a 2023B táblával, amelynek nedvességtartalma a legalacsonyabb volt (5,74m/m%). Az elemzés rávilágított, hogy kaszat nedvességtartalmát jelentősen befolyásolta a tábla hatása ($\eta_p^2=0,9$) valamint, hogy a különböző zónák adottságai is fontos szerepet játszanak ($\eta_p^2=0,57$). A tőszám hatása szignifikánsan azonos szintű volt a kaszat nedvességtartalmára az összes vizsgált tőszám esetében és a hatásnagysága is csak nagyon gyenge volt ($\eta_p^2=0,02$).

A betakarított napraforgókaszat olajtartalmának elemzésekor a jelentős táblánkénti különbségek rávilágítanak a tábla változó magyarázó hatásának erősségére ($\eta_p^2=0,79$). A termőképességi zónák szignifikáns ($p < 0,001$) hatással voltak az olajtartalomra, mely az alacsony termőképességű zónában alacsonyabb olajtartalmat eredményezett (45,79m/m%), mint az átlagos (46,39m/m%) és magas termőképességű zónákban (46,68m/m%). Azonban az átlagos és magas termőképességű zónák szignifikáns különbséget nem mutattak. Az olajtartalom tekintetében szignifikáns különbséget csak az alacsony (46,08m/m%) és a magas tőszámú (46,54m/m%) csoportok között sikerült kimutatni. Ez az eredmény arra utal, hogy a termőképességi zóna minőségének ($\eta_p^2=0,15$) és a hektáronkénti tőszám emelésének ($\eta_p^2=0,05$) magyarázó hatása is szignifikánsan csak nagyon gyenge a napraforgókaszat olajtartalmára.

Az ezerkaszat tömeg jelentősen változott az egyes táblákról betakarított napraforgó esetében ($\eta_p^2=0,95$). A 2021-es évjáratban a két kutatásba bevont táblán szignifikánsan hasonló adatokat mértem (2021A: 54,96 g; 2021B: 55,41 g), míg a 2022-ben és 2023-ban mért eredmények jelentős különbségeket mutattak az évjáraton belül is az egyes táblák esetében, mely ismét arra enged következtetni, hogy az ezerkaszat tömeg alakulásában is nagy szerepe van a környezeti hatásoknak és a termőhelyi sajátosságoknak. A termőképességi zónáknak is szignifikánsan kimutatható ($p < 0,001$) hatása volt az ezerkaszat tömegre ($\eta_p^2=0,58$), mely az alacsony termőképességű zónákban volt átlagosan a legalacsonyabb (55,03 g).

A tőszám emelésével szignifikáns csökkenés volt kimutatható az ezerkaszat tömegben. A tőszám változása közepesen erős hatásnagyságot ($\eta_p^2=0,61$) mutatott a napraforgó ezerkaszat tömegére.

3.4. A talaj változók és a tengerszint feletti magasság, valamint a talaj változók közötti kapcsolatok vizsgálata

Az egyik legerősebb korrelációt a sótartalommal összefüggésben mértem, ahol a korreláció negatív volt ($R = -0,52$), vagyis a tszfm növekedésével a sótartalom csökkenő tendenciát mutatott.

Hasonló negatív korrelációt mértem a tszfm és a K_2O ($R = -0,59$), Mg ($R = -0,45$), Zn ($R = -0,45$).

A talajjellemzők közötti összefüggések vizsgálatakor a legmagasabb korrelációt a pH és $CaCO_3$ tartalom között mértem. A korreláció iránya pozitív volt, közepes szignifikancia szinttel ($R = 0,53$).

A legerősebb korrelációt a talaj kötöttsége és sótartalma ($R = 0,64$), valamint a Cu ($R = 0,60$) tartalma, míg közepes szignifikancia szinten a Mg ($R = 0,57$) tartalom között mértem ($p < 0,01$). A talaj kötöttsége és a Mn tartalom között közepesen erős szignifikancia szinten negatív korreláció mutatkozott ($R = -0,55$) ($p < 0,05$).

A talaj sótartalma és a humusz- ($R = 0,51$), N- ($R = 0,47$), Mg- ($R = 0,53$), Na-tartalom ($R = 0,50$) között közepes szintű pozitív korrelációt mértem ($p < 0,01$).

A talaj $CaCO_3$ tartalmának elemzése során a legerősebb korrelációs értékeket két tényező esetében figyeltem meg. A humusztartalommal összefüggésben erős pozitív korreláció ($R = 0,71$), a Mn-tartalom esetében szinte ugyanilyen mértékű ezzel ellentétes erős negatív korreláció ($R = -0,72$) mutatkozott ($p < 0,01$).

A N-, és K_2O -tartalom esetében közepes pozitív korrelációt mértem ($R = 0,50$).

A nitrogénhez hasonló, erős korrelációt mértem a P_2O_5 és a K_2O között ($R = 0,69$).

A korrelációelemzés során nagyon erős pozitív korrelációt a K_2O és a Zn-tartalom között mértem, ahol az R-érték 0,83 volt ($p < 0,01$), erős negatív korreláció mutatkozott a Na- és Mn-tartalom között ($R = -0,75$) ($p < 0,01$).

3.5. A talaj- és környezeti változók hatása a termés jellemzőire, valamint a talaj változók hatása a vetés minőségére

Az elemzés során megfigyeltem, hogy a nedvességtartalom és a talaj kötöttsége (K_{Arany}) közötti korreláció közepes volt ($R = -0,56$), ahogy a N- ($R = 0,52$) és a Cu-tartalom ($R = -0,52$) esetében is ($p < 0,01$).

A napraforgó termés olajtartalma és a vizsgált tényezők között szignifikáns korrelációt mutató tényezők mind negatívan korreláltak, a legerősebb korreláció a $CaCO_3$ ($R = -0,61$) és a Cu ($R = -0,52$) esetében volt.

Az ezermag tömeg közepes pozitív korrelációt mutatott a talaj N- ($R = 0,51$), Zn- ($R = -0,40$) és a Mn ($R = -0,44$) tartalmával, valamint a Na-tartalmával ($R = 0,38$) közepes negatív korrelációt ($p < 0,01$).

A vetés minőségi paraméterek vizsgálatakor a hiányos vetést jobban befolyásolták az egyes talajparaméterek mint a dupla vetést, ennek megfelelően a hiányos vetéssel összefüggésben a talaj CaCO_3 - ($R = 0,55$) és humusztartalmával ($R = 0,48$) pozitív közepesen erős korreláció volt kimutatható. A Mn és a hiányos vetés esetében ellentétes, de hasonló erősségű ($R = -0,43$) korrelációt mértem ($p < 0,01$).

A csapadék mennyiségének növekedésével a hozam is nőtt, közepesen erős ($R = 0,47$) pozitív korrelációt mutatva. Hasonlóan, a csapadék mennyiségével közepesen erős korrelációt mértem az ezermag tömeg ($R = 0,43$) és a napraforgó termés olajtartalmával ($R = 0,41$) összefüggésben ($p < 0,01$).

Az éves csapadékmennyiség esetében minden termés jellemző paraméter vonatkozásában ugyanaz a szignifikánsan közepes pozitív korreláció volt megfigyelhető ($R = 0,40-0,47$). Az 5mm csapadékot meghaladó napok száma változó esetében a hozam ($R = 0,50$), a nedvességtartalom ($R = 0,41$) és az olajtartalom ($R = 0,49$) esetében szignifikánsan közepes pozitív korreláció mutatkozott. Ezek alapján kijelenthető, hogy nemcsak a csapadék mennyisége, hanem annak eloszlása is hasonló hatással volt a termés változóra. Az éves átlaghőmérséklet és a hozam ($R = -0,48$), valamint a napraforgó olajtartalma ($R = -0,57$) szignifikánsan negatív közepes korrelációt eredményezett. A hőségnapok száma és a vizsgált termés jellemzők között minden esetben szignifikánsan negatív korreláció volt, a legerősebb korreláció a hozammal összefüggésben ($R = -0,48$) mutatkozott, de az olajtartalom ($R = -0,48$), a nedvességtartalom ($R = -0,41$) is közepes, az ezermag tömeg ($R = -0,39$) esetében azonban gyenge korrelációt mértem ($p < 0,01$).

3.6. A termőhely hatását befolyásoló talaj és környezeti jellemzők

A főkomponens vizsgálati (PCA) diagram a talajváltozók esetében szoros összefüggés volt a talaj kötöttsége (K_{Arany}), Na- és Mg-tartalma, humusztartalma, mész- (CaCO_3) és sótartalma, a talaj N- és S-tartalma, valamint a talaj K- és P-tartalma között. A környezeti változókon belül szoros kapcsolatot találtam az éves csapadékmennyiség és az 5mm feletti csapadékos napok száma, valamint az éves átlaghőmérséklet és a hőségnapok száma között.

A PCA-diagram az évek közötti időjárási változékonyságot is leírta, összehasonlítva a termőképességi zónák közötti különbséget táblán belül, valamint a táblák között, láthatóvá válik, hogy a különbség a táblán belüli termőképességi zónák között kisebb, mint a különböző táblák hasonló minőségű termőképességi zónák közötti különbség, kivéve 2021A táblát és kisebb mértékben a 2021B táblát.

3.7. A gazdálkodási változók hatása a napraforgótermesztés gazdaságosságára

A Tukey post hoc teszt eredményei alapján a tábla változónak szignifikánsan kimutatható hatása volt ($p < 0,001$) a bevétel alakulására. Nyilvánvalóan az adott év napraforgó értékesítési ára is nagy szerepet játszott a bevétel alakulásában. A 2022-es extrém száraz év időjárása alacsony hozamokat eredményezett, azonban a magasabb értékesítési ár miatt a 2022A tábla a 2021A táblával, míg a 2022B tábla a 2023A táblával mutatott azonos szignifikancia szintet hektáronkénti bevétel tekintetében.

A termőképességi zóna hatása a bevételre is szignifikánsan eltérő volt ($p < 0,001$). Az átlagosan legalacsonyabb bevételt az alacsony termőképességi zónában mértem ($496\,038\text{ Ft ha}^{-1}$), míg a termőképesség növekedéssel együtt szignifikánsan nőtt a bevétel is. Az elemzés során a bevétel alakulásában a tábla ($\eta_p^2=0,75$) és a termőképességi zóna ($\eta_p^2=0,8$) változóknak is erős magyarázó hatás volt kimutatható.

A bevétel és a tőszám korrelációját illetően az összefüggés szignifikáns volt, de a Tukey post hoc teszt eredményei alapján különbséget nem sikerült kimutatni, továbbá a hatásnagyság is nagyon gyenge volt ($\eta_p^2=0,11$).

A jövedelem esetében a tábla magyarázó változó szignifikáns hatást mutatott, a táblák jövedelem szintjei között nagy különbségek mutatkoztak évjáraton belül és azok között is, melynek magyarázóhatása is erős volt ($\eta_p^2=0,75$). A termőképességi zónák jövedelmet magyarázó hatása szignifikáns volt ($p < 0,001$). A jövedelem mértéke a termőképességi zónák minőségének javulásával összefüggésben folyamatosan nőtt. Az alacsony és a magas termőképességű zónák közötti jövedelem különbség ($193\,759\text{ Ft ha}^{-1}$) jelentős volt, melyből az alacsony és az átlagos termőképességű zónák között $114\,296\text{ Ft ha}^{-1}$, az átlagos és a magas termőképességű zónák között $79\,463\text{ Ft ha}^{-1}$ különbség mutatkozott.

A vetési kísérletben alkalmazott tőszámok jövedelmet magyarázó hatása szignifikáns volt, de az egyes tőszám csoportokhoz tartozó jövedelmek szintje statisztikailag azonos volt. A tőszám magyarázó hatása a jövedelem alakulására a teljes statisztikai elemzést vizsgálva is a leggyengébb összefüggést mutatta ($\eta_p^2 < 0,01$).

4. KÖVETKEZTETÉSEK, JAVASLATOK

4.1. A vetés minőségét befolyásoló tényezők értékelése

A dupla vetés aránya a különböző évjáratokban és táblákban is jelentős különbséget mutatott. A Tukey teszt alapján a táblák közötti eredmények a 2021-ben szignifikánsan hasonlóak, azonban 2022-ben és 2023-ban szignifikánsan különbözőek voltak. A termőképességi zónánként vizsgált adataiban megfigyelhető, hogy a dupla vetés aránya a zónák minőségének javulásával szignifikánsan növekszik. Ugyanez a szignifikáns növekedés látható a tőszám emelkedésével kapcsolatban is. Ez a megállapítás arra utal, hogy a termőképesség növekedésével a talaj jellemző hozzájárulhatnak a dupla vetés gyakoribbá válásához, azonban a Pearson korreláció a talaj változókkal kapcsolatos összefüggések vizsgálatakor többségében csak nagyon gyenge korrelációt mutatott. Szorosabb összefüggést csak a talaj kötöttségével (K_{ARANY}), a sótartalommal és Mn tartalommal kapcsolatban mértem, de a korreláció itt is gyenge volt.

Ugyanakkor megfigyelhető, hogy termőképességi zónák minőségének javulásával növekedett az alkalmazott tőszám tényleges mértéke, hiszen az egyes zónákban alkalmazott tőszám csoportok elnevezése megegyezik (alacsony, átlagos, magas), mégis az egyes csoportokhoz tartozó kivetett napraforgó magok száma a termőképességi zónák minőségének javulásával növekszik. Ez arra enged következtetni, hogy vetés közben állandó haladási sebesség mellett, magasabb tőszám esetén a vetőegység házában forgó vetőtárca magasabb fordulatszámon forog. A fordulatszám növekedésével pontatlanabbá válhat a lesodró egység működése potenciálisan növelve ezzel az egyszerre két (dupla) napraforgó mag vetésének esélyét. Ez esetben megfontolásra javaslom a tőszám növelésével a haladási sebesség csökkentését, amely a dupla vetés arányának csökkenése mellett a tőtávolság egyenletességét is javíthatja. A dupla vetés okainak vetéstechnológiai értékelésére további vizsgálatok elvégzését javaslom.

A hiányos vetés arányának vizsgálata még nagyobb mértékű szignifikáns különbségeket mutatott az évjáratok között és évjáraton belül a táblák között is. Kimagasló, 17,2%-os arányt mértem a 2022A tábla esetében. A termőképességi zóna hatását vizsgálva az átlagos minőségű zóna eredményezte a legalacsonyabb értéket, mind az alacsony mind a magas minőségű zónában magasabb arányban mértem a hiányos vetés eseteit. A tőszám hatását vizsgálva szignifikánsan emelkedő arány volt megfigyelhető a tőszám emelkedésével. A Pearson korreláció elemzése alapján kimutattam, hogy a $CaCO_3$ - és a

humusztartalom szignifikánsan közepes szintű összefüggést mutatott a hiányos vetés arányával kapcsolatban. A talajvizsgálati eredmények értékei között megfigyelhető, hogy a 2022A jelű tábla átlagos termőképességű zónájában mért humusz- és CaCO_3 tartalom a legmagasabb a vizsgált zónák között. Ezek az eredmények arra engednek következtetni, hogy a humusz- és különösen CaCO_3 tartalom magasabb szintje csökkenti a hiányos vetés mértékét. Megfigyeltem továbbá, hogy a 2022. év időjárási téli-tavaszi időjárási körülményei voltak a legkevésbé optimálisak a napraforgó keléséhez. A kapott eredmények alapján, a hektáronkénti vetett tőszám meghatározásakor javaslom a humusz- és CaCO_3 tartalom, a téli feltöltőcsapadék figyelembevételét.

Vizsgálataim szerint a tőtávolság egyenletessége az egyes táblákon évjáratokon belül és az évjáratok között is (14,61%-18,72%), valamint a termőképességi zónák minőségétől (14,46%-18,17%) és az alkalmazott tőszámoktól függően (15,46%-17,63%) is változó arányú és különbségű eredményeket mutatott. Mivel a talaj változók a tőtávolság egyenletességére gyakorolt hatásának elemzésekor a Pearson korreláció minden egyes változó esetében szignifikáns, de csak nagyon gyenge korrelációt mutatott ($R = -0,09-0,09$). A gazdálkodási változók hatásnagysága is nagyon gyenge volt ($\eta_p^2=0,01-0,02$), így arra a következtetésre jutottam, hogy a tőtávolság egyenletesség mértékét az említett változók kis mértékben befolyásolták. A talaj tulajdonságok térbeli változékonyságának közvetlen hatását figyelte meg a vetés minőségére, a vetőmagok csírázására és a kelés dinamikájára Bakanogullari et al. (2018) is.

A talaj változók mellett nagy szerepe lehet az elérhető legpontosabb tőtávolság egyenletesség tekintetében a termelési rendszerekhez alkalmazkodó vetéstechnológiának, mely nagyban függ az alkalmazott vetőgép műszaki megoldásaitól és a vetőgép precíz beállításától is (Aikins et al., 2020). Az általam is alkalmazott forgatás nélküli termelési rendszer magasabb szintű vetéstechnológiai-műszaki megoldásokat követel meg (Morrison et al., 1988) (Lekavičienė et al., 2019). Ebben a művelési rendszerben a vetőgépeknek egyszerre kell gondoskodniuk a talajfelszínen található szármaradványok kezeléséről, a napraforgó számára alkalmas magágy készítéséről, az optimális vetőmag-talaj kapcsolatról és a lehető legegyszerűsebb tőtávolság biztosításáról (Godwin, 1990). Badua et al. (2021) megállapította, hogy a nagy sebességű vetés a vetőmagok nagymértékű pattogását okozza a vetőgépen belül és a magárokban is, amely jelentősen befolyásolja a tőtávolság egyenletességét. Az alkalmazott vetéstechnológia és vetőgép

beállítások tőtávolság egyenletességre gyakorolt hatásának értékelésére további vizsgálatok végzését javaslom.

4.2. A napraforgó hozamot és minőséget befolyásoló tényezők értékelése

A környezeti feltételek változása és a termőhelyi sajátosságok (tábla) nagy hatással voltak a hozamra. A tábla változó magyarázó hatása különösen erős összefüggést mutatott ($\eta_p^2=0,88$). A termőképességi zónák minősége is nagy mértékben befolyásolta a hozamot ($\eta_p^2=0,82$), a magas termőképességű zónák átlagosan 41,8%-kal magasabb hozamot értek el az alacsony termőképességű zónákhoz képest. Ezzel ellentétben a tőszám változása ugyan szignifikáns hatással volt a hozamra, azonban mennyiségi különbséget nem sikerült kimutatni a tőszámok között. Ezzel ellentétes következtetésre jutott Allam et al. (2003). Megállapítottam, hogy a talaj humusztartalma ($R = -0,42$) szignifikánsan közepes negatív hatással volt a hozamra. Kiemelendő, hogy a 2022. év tenyészidőszakában tapasztalt rendkívül aszályos időjárás szignifikáns közepes szinten (éves csapadékmennyiség: $R = 0,47$; éves átlaghőmérséklet: $R = -0,50$) befolyásolta az ugyanebben az évben mért alacsony hozam eredményeket. Viszont a kísérletbe vont három évjárat tábláinak termőképességi zónáiban mért humusztartalom első négy legmagasabb értéke mind a 2022. év tábláinak zónáiból származott, így az alacsony hozam eredmények nagy része a legmagasabb humusztartalmú zónákból került ki. Orehovacki (2009) is a talaj humusztartalmának és a hozam összefüggéseit vizsgálta. Vizsgálataiban a magasabb humusztartalom egyes esetekben alacsonyabb hozamokkal járt együtt, végül tanulmányában arra a következtetésre jutott, hogy az évjárat hatása a hozamra erősebb, mint a termőterület humusztartalmának hatása. Hasonló eredményre jutott Demydenko et al. (2018) is, akinek eredményei szerint a vetésforgó és a különböző évszakok hatása, valamint a műtrágyák használata és a különböző talajművelési rendszerek erősen befolyásolták a talaj humusztartalmát továbbá erős korrelációt mutattak az elérhető terméshozammal. Antal (1978) kutatásában arra a következtetésre jutott, hogy a víz hiánya a magas hozamok elérésének korlátozó tényezője, valamint Visic (1991) is azt állapította meg, hogy a virágzás kezdetétől a teljes érésig eltelt időszak átlaghőmérséklete negatív korrelációt mutat a termés mennyiségével. A kapott eredményekből megállapítható, hogy a gazdálkodási változók közül a tőszám változása - a kísérletben alkalmazott tőszámok esetében - kevésbé, viszont a tábla hatása és a termőképességi zónák minősége, valamint a környezeti változók döntően befolyásolták a

hozamot. Hasonló következtetésre jutott Szabó et al. (2005), aki az alkalmazott hibrid, a környezeti feltételek és a hektáronkénti tőszám hatását komplex befolyásoló tényezőként írta le.

A betakarított napraforgó nedvességtartalma változó volt, a 2023A táblában mértem a legmagasabb átlagos értéket (6,99%). Az elemzés során kimutattam, hogy a tábla változó magyarázó hatása különösen erős volt ($\eta_p^2=0,9$). A nedvességtartalmat szignifikánsan közepes szinten pozitívan befolyásolta a talaj N tartalma, valamint negatívan a talaj kötöttsége és réztartalma, melyhez hasonló eredményeket mértek Tahoun et al. (2022) is. A környezeti változók közül az éves csapadék mennyisége és a hőség napok száma is szignifikánsan közepes negatív korrelációt eredményezett a nedvességtartalommal. Észrevehető még, hogy a termőképességi zóna minőségének növekedésével a nedvességtartalom csökkent. A nedvességtartalom értéke a tőszám változásával szignifikánsan azonos szintű maradt. A kapott eredmények arra engednek következtetni, hogy nedvességtartalommal összefüggésben az egyes talaj változók és környezeti változók együttes hatása befolyásolja a napraforgó magok érését, a napraforgó tányér vízleadását.

Az olajtartalom szignifikánsan erős negatív korrelációt mutatott a CaCO_3 tartalommal, valamint közepes szintű negatív összefüggést a talaj pH-val, a humusz- és Mn tartalommal. Szintén szignifikánsan közepes mértékű pozitív a korreláció a környezeti változók közül az éves csapadékmennyiséggel, az 5mm-t meghaladó csapadékos napok számával, valamint negatív az éves átlaghőmérséklettel és a hőség napok számával. Hasonló eredményt mért Wang et al. (1997a) (1997b) is, aki kutatásában megállapította, hogy a virágzás és kaszattelítődés időszakában a napi átlaghőmérsékletnek szignifikáns hatása van az olajtartalomra. A gazdálkodási tényezők közül a tőszám növelésével szignifikánsan növekedett a betakarított napraforgómag olajtartalma is. Az olajtartalom esetében is azt a következtetést lehet levonni, hogy az egyes talaj változók és környezeti változók, valamint a tőszám növelésének együttes hatása befolyásolja a napraforgómag olajtartalmát.

Az ezerkaszat tömeg és a környezeti változók közötti kapcsolatot vizsgálva szignifikánsan közepes pozitív korrelációt mértem az éves csapadékmennyiséggel és gyenge negatív korrelációt a hőségnapok számával. A gazdálkodási változók hatásait vizsgálva látható, hogy a tábla változó hatása nagyon erősen ($\eta_p^2=0,95$), míg a termőképességi zóna, valamint a tőszám hatása közepes mértékben befolyásolja az

ezerkaszat tömeg alakulását. Ezek az eredmények arra utalnak, hogy a téli csapadékmennyiség és a tenyészidőszakban hullott csapadék mennyisége, valamint a tőszám sűrítése alapvetően befolyásolja a napraforgó tányérban fejlődő kaszatok súlyát.

4.3. A talaj változók közötti összefüggések értékelése

A talaj pH és a CaCO_3 között szignifikánsan közepes pozitív korrelációt figyeltem meg, ami azt jelzi, hogy a magasabb CaCO_3 koncentráció a talaj pH értékének növekedéséhez vezethet a karbonátásványok pufferkapacitása miatt. Ez az összefüggés befolyásolja a mikroelemek felvehetőségét, mivel a megnövekedett pH csökkentheti az olyan elemek, mint a Fe, Mn, Cu, Zn kioldódását, ezáltal csökkentve a hozzáférhetőséget a növény számára. A talaj kötöttsége és a sótartalom, valamint a Mg tartalom közötti szignifikánsan erős pozitív korreláció arra utal, hogy a finomabb szerkezetű, magasabb agyagtartalmú talajok több sót és magnéziumot tarthatnak vissza. Ezt a megállapítást alátámasztják azok a vizsgálatok is, amelyek szerint a magasabb agyag- és szervesanyag tartalmú talajok jelentősen magasabb mikroelem-koncentrációval rendelkeznek, beleértve a magnéziumot is (Choudhury et al., 2021). Ezzel szemben a talaj kötöttsége és a Mn tartalom közötti szignifikánsan közepes negatív korreláció arra utalhat, hogy a durvább szerkezetű, alacsonyabb agyagtartalmú talajok Mn visszatartó képessége csökkent (Clark et al., 2020). A Mn tartalom szignifikánsan erős, illetve közepes negatív korrelációt mutatott számos talaj változóval szemben, mint például pH, talaj kötöttség, só-, humusz-, CaCO_3 -, Zn-, Na tartalom. Saniga et al. (2005) hasonló összefüggést talált a talaj kötöttsége és a tápanyagtartalom között a növények fejlődésével kapcsolatban. A PCA diagram által csoportosított talaj változók közül a talaj kötöttség szignifikáns kapcsolatot mutatott a Na-, Mg-, humusz-, CaCO_3 , valamint a só-, N-, és S-, illetve K_2O és P_2O_5 tartalom között. A talaj pH és a hozam összefüggését vizsgálva szignifikánsan gyenge negatív korrelációt mértem. Ezt támasztja alá Láng (1967) kutatása is, mely szerint a napraforgó a talaj kémhatásával szemben közömbös. Gyulai et al. (1995) kimutatta, hogy a napraforgó a legnagyobb termést csernozjom vályog talajon 6,5-7,5 pH között adta.

A talaj változók feltárt összefüggései rámutatnak, hogy a termés mennyiségi- és minőségi paramétereinek alakulása a legtöbb esetben a gazdálkodási, környezeti változók hatásai mellett a talaj változók közötti fiziológiai és biológiai kapcsolatok jellegétől is nagy mértékben függenek.

4.4. A tengerszint feletti magasság szerepe

A tengerszint feletti magasság és a talaj sótartalma, valamint K_2O -, Mg -, és Zn tartalom között megfigyelt negatív korreláció összhangban van a tengerszint feletti magasságnak a talaj tulajdonságaira gyakorolt hatását vizsgáló különböző tanulmányok eredményeivel. Egyiptomi kutatók szignifikánsan erős negatív kapcsolatot mutattak ki a felszín tengerszint feletti magassága és a talaj sótartalma között, a nagyobb magasságban alacsonyabb elektromos vezetőképesség (EC) értékeket mutattak ki. Ezt a tendenciát regressziós modellekkel számszerűsítették, amelyek akár $R^2 = 0,94$ értéket is eredményeztek, ami jelzi, hogy a tengerszint feletti magasság jelentős előre jelzője a talaj sótartalmának (Bakr et al., 2019). Hasonlóképpen egy tanulmány, amely a tengerszint feletti magasságnak a talaj kötöttségére gyakorolt hatását vizsgálta azt találta, hogy a talaj EC értéke a tengerszint feletti magasság növekedésével csökkent, ami arra utal, hogy nagyobb magasságban kisebb a só felhalmozódása. Ezt a megállapítást annak a tényezőnek tulajdonították, hogy a nagyobb magasságokban a bázisképző kationok (pl. Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+) felhalmozódása csökkent, valamint a talaj $CaCO_3$ szintje is alacsonyabb volt (Kamal et al., 2023.). Ezek az eredmények összhangban vannak a tengerszint feletti magasság és a K_2O -, Mg - és Zn tartalom között jelen tanulmányban megfigyelt negatív korrelációkkal.

A tengerszint feletti magasságnak a termés jellemzőire gyakorolt hatását vizsgálva azt a következtetést vontam le, hogy a kísérletbe vont területek tengerszintfeletti magasságában és elhelyezkedésében nem mutatható ki olyan szignifikáns különbség, amely hatással lenne a hozamra, a nedvességtartalomra és olajtartalomra, valamint az ezermag tömegre.

4.5. A napraforgótermesztés gazdaságosságát meghatározó tényezők értékelése

A gazdálkodási változók hatásainak vizsgálata során fontos megjegyezni, hogy a tábla változónak ugyan szignifikáns hatása van a bevételre és a nyereségre is, azonban az elért bevétel és nyereség szintek alakulásában nagy szerepet játszottak a külső piaci folyamatok is. Az évente változó mértékű input anyag és napraforgó értékesítési árak alakulása döntően befolyásolta az egyes táblák bevétel és nyereség szintjét az egyes évjáratokban. Az értékesítési ár alakulása különösen hektikusnak mutatkozott. Az évjáratokon belüli táblák közötti termés mennyiségi- és minőségi különbségek

rávilágítanak a termőhelyi adottságok fontosságára a gazdaságos napraforgótermelés tekintetében.

A termőképességi zónák minősége szerinti vizsgálat már árnyaltabb képet mutat hiszen mind a három évjárat azonos minőségű zóna csoportjai kerültek egymással összehasonlításra. A vizsgálat megmutatta, hogy habár a napraforgót a termőhelyi különbségeket jól kompenzáló növényként tartjuk számon a hosszú idősoros termőképességi zónaminősítés alapján lehatárolt különböző termőképességi szintű zónákban mind a hozam, mind az olajtartalom tekintetében szignifikánsan növekvő korrelációt mértem a termőképesség minőségének javulásával megegyezően. A hektáronkénti magasabb hozam és olajtartalom bonifikáció után járó bevétel pedig azonos költségszint mellett magasabb nyereséget eredményezett.

A tőszám változtatása szignifikánsan azonos bevétel és nyereség szintet eredményezett. Ha megvizsgáljuk a tőszám, külön-külön az egyes termés változókra gyakorolt hatását látható, hogy a hozamra és nedvességtartalomra szignifikánsan azonos szintű hatással volt. Az olajtartalom és az ezermag tömeg esetében mutatkozik szignifikáns különbözőség, azonban az ezermag tömeg nem befolyásolja sem a bevétel, sem a nyereség mértékét, az olajtartalom után járó bonifikáció mértéke pedig önmagában érdemben nem tudta befolyásolni a többi tényező gazdaságosságot kiegyenlítő hatását.

5. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

1. Megállapítottam, hogy a szántóföldi kísérletbe vont területekről 2017-2020 között, a vegetációs időszakokban, műholdas távérzékeléssel gyűjtött felvételek alapján meghatározott magas termőképességű zónákban a betakarított napraforgó átlagos hozama (4044 kg ha^{-1}) szignifikánsan magasabb volt, mint az átlagos (3625 kg ha^{-1}) és az alacsony (2852 kg ha^{-1}) termőképességű zónákban.
2. Vizsgálataimban kimutattam, hogy a szántóföldi kísérletben a saját meteorológiai állomás által a kísérlet évjárataiban mért éves csapadék mennyiségek (mm) és az évjáratonkénti átlaghozamok (kg ha^{-1}) között szignifikáns pozitív összefüggés van (2021: $511,2 \text{ mm} / 3724,5 \text{ kg ha}^{-1}$; 2022: $402,6 \text{ mm} / 2824,5 \text{ kg ha}^{-1}$; 2023: $819,6 \text{ mm} / 3972,5 \text{ kg ha}^{-1}$).
3. Megállapítottam, hogy a szántóföldi kísérletben a vizsgált évjáratokban az éves csapadék mennyiségének (mm) növekedésével az évjáratonként betakarított napraforgó átlagos ezerkaszat tömege (g) szignifikánsan nőtt (2021: $511,2 \text{ mm} / 55,19 \text{ g}$; 2022: $402,6 \text{ mm} / 54,28 \text{ g}$; 2023: $819,6 \text{ mm} / 68,79 \text{ g}$).
4. Megállapítottam, hogy a szántóföldi kísérleti területekről 2017-2020 között, a vegetációs időszakokban, műholdas távérzékeléssel gyűjtött felvételek alapján a napraforgó termesztésből származó hektáronkénti átlagos bevétel (B) és a jövedelem (J) mértéke a magas termőképességű zónákban (B: $701\,732 \text{ Ft ha}^{-1}$; J: $350\,926 \text{ Ft ha}^{-1}$) szignifikánsan magasabb volt, mint az átlagos (B: $616\,301 \text{ Ft ha}^{-1}$; J: $271\,463 \text{ Ft ha}^{-1}$) és az alacsony termőképességű zónákban (B: $496\,038 \text{ Ft ha}^{-1}$; J: $157\,167 \text{ Ft ha}^{-1}$).
5. A kutatásom eredményei bizonyították, hogy az alkalmazott precíziós vetéstechnológia során a differenciált tőszámú napraforgó vetési kísérletben a változó tőszámok hatására, a napraforgótermesztésből származó hektáronkénti jövedelemben nincs szignifikánsan kimutatható különbség (alacsony: $259\,221 \text{ Ft ha}^{-1}$; átlagos: $260\,055 \text{ Ft ha}^{-1}$; magas: $260\,280 \text{ Ft ha}^{-1}$).

6. GYAKORLATBAN ALKALMAZHATÓ EREDMÉNYEK

1. A vetéstechnikai vizsgálatok eredményei szerint a tőszám növelésével a tőtávolság egyenletessége romlott. A termőképességi zónákban alkalmazott tőszám csoportok értékei az egyes zónákban változóak, mert a termőképesség növekedésével növekvő tőszámot alkalmaztam. Az állandó haladási sebesség mellett a növekvő tőszám miatt a vetőgép vetőegységében a vetőtárca egyre magasabb fordulatszámon forog. A fordulatszám növekedésével pontatlanabbá válhat a maglesodró egység működése, potenciálisan növelve ezzel az egyszerre két mag vetésének esélyét. Javasom a tőszám emelésével a haladási sebesség csökkentését, ezzel megakadályozva a dupla- és hiányos vetés, valamint a relatív tőtávolság eltérés arányának növekedését. A túl gyors haladási sebesség a vetőgép, és a vetőcsőben a mag fokozott pattogását is okozhatja, ami pontatlan mag lehelyezéshez és a tőtávolság egyenletességének további romlásához is vezethet. A napraforgó vetése során alapvető fontosságú a vetőgép helyes beállítása és a haladási sebesség helyes megválasztása.
2. A napraforgó termesztés eredményességére nagy hatással van az időjárás változékonysága, különösen fontos a téli feltöltő csapadék mennyisége. A vetés tervezésekor érdemes figyelembe venni a téli feltöltő csapadék mennyiségét és körültekintően megválasztani a hektáronként vetett tőszámot.
3. Vizsgálataimban kimutattam, hogy a hektáronkénti tőszám növelése pozitívan befolyásolta a betakarított kaszat olajtartalmát. A gyakorlatban érdemes megfontolni a magas termőképességű területeken a tőszám növelését a magasabb olajtartalom után járó bonifikációs prémium elérésének érdekében.
4. A talaj tulajdonságok kölcsönhatásait vizsgáló eredmények szerint a nitrogén és a kálium, valamint a foszfor és a kálium összefüggést mutatnak egymással a talajban. Ezek alapján érdemes átgondolni a napraforgó tápanyag utánpótlását, hiszen a különböző talajtípusok tápanyagkészletét kiválóan hasznosítja, mivel vastag karógyökerével a talaj mélyebb rétegeiből is képes a makroelemek hatékony felvételére. A napraforgó a talaj kémhatására kevésbé érzékeny növények közé tartozik, azonban a magasabb CaCO_3 tartalommal (pH 6,5<) rendelkező talajok esetében a mikroelemek pótlására szükséges odafigyelni.

IRODALOMJEGYZÉK

1. AIKINS, K.A.–BARR, J.B.–UCGUL, M.–JENSEN, T.A.–ANTILLE D.L.–DESBOILLES, J.M.A.: 2020. No-tillage furrow opener performance: A review of tool geometry, settings and interactions with soil and crop residue. *Soil Res.* 58. 603.
2. ADAMS, M.A.–CONVAY, T.L.: 2021. Eta squared. Encyclopedia of quality of life and well-being research. Cham: Springer International Publishing. 1-2.
3. ALLAM, A. Y.–EL-NAGAR, G. R.–GALAL, A. H.: 2003. Response of two sunflower hybrid to planting dates and densities. *Acta Agronomica Hungarica.* 51. 1. 25-35. <https://doi.org/10.1556/AAgr.51.2003.1.4>
4. ANTAL, J.: 1992. Napraforgó éghajlatigénye. [In: Bocz E. (szerk.) Szántóföldi növénytermesztés.] Mezőgazda Kiadó. Budapest. 630-631.
5. BADUA, S.A.–SHARDA, A.–STRASSER, R.–CIAMPITTI, I.: 2021. Ground speed and planter downforce influence on corn seed spacing and depth. *Precision Agriculture.* 22. 5. 1-17. <https://link.springer.com/article/10.1007/s11119-020-09775-7>
6. BAKANOGULLARI, F.–AZ, U.–AKDEMIR, B.: 2018. Determination of spatial variability in sunflower production. *IJCST.* 4. 1. 23-31. <https://doi.org/10.26558/ijcst.373589>
7. BAKR, N.–ALI, R.R.: 2019. Statistical relationship between land surface altitude and soil salinity in the enclosed desert depressions of arid regions. *Arab. J. Geosci.* 12. 715.
8. CHOUDHURY, B.U.–ANSARI, M.A.–CHAKRABORTY, M.–MEETEI, T.T.: 2021. Effect of landuse change along altitudinal gradients on soil micronutrients in the mountain ecosystem of Indian (Eastern) Himalaya. *Sci. Rep.* 11. 14279.
9. CLARK, J.D.–FERNANDEZ, F.G.–CAMBERATO, J.J.–CARTER, P.R.–FERGUSON, R.B.–FRANZEN, D.W.–KITCHEN, N.R.–LABOSKI, C.A.–NAFZIGER, E.D.–SAWYER, J.E.: 2020. Weather and soil in the US Midwest influence the effectiveness of single- and split-nitrogen applications in corn production. *Agron. J.* 112. 5288-5299.
10. DEMYDENKO, O.–BOYKO, P.–VELYCHKO, V.: 2018. Long-term dynamics of humus content under different technologies of soil tillage. *Agric. Sci Pract.* 5. 3-16.
11. GODWIN, R.J.: 1990. Agricultural Engineering in Development: Tillage for Crop Production in Areas of Low Rainfall. In *FAO Agricultural Services Bulletin No.83.*

- Food and Agricultural Organization of the United Nations: Rome, Italy, 124. ISBN 92-5-102542-8.
12. GYULAI, B.–NAGY, J.: 1995. A napraforgótermesztés legfontosabb agrokémiai szemponjai. *Agrofórum*. 6. 4. 40-41.
 13. KESELMAN, H.J.–HUBERTY, C.J.–LIX, L.M.–OLEJNIK, S.–CRIBBIE, R.A.–DONAHUE, B.–KOWALCHUK, R.K.–LOWMAN, L.L.–PETOSKEY, M.D.–KESELMAN, J.C.–LEVIN, J.R.: 1998. Statistical practices of educational researchers: An analysis of their ANOVA, MANOVA and ANCOVA analyses. *Rev. Educ. Res.* 68.3. 350-386.
 14. LÁNG, G.: 1967. Szántóföldi növénytermesztés. Mezőgazda Kiadó. Budapest.
 15. LEKAVICIENE, K.–SARAUSKIS, E.–NAUJOKIENE, V.–KRIAUCIUNIENE, Z.: 2019. Effect of Row Cleaner Operational Settings on Crop Residue Translocation in Strip-Tillage. *Agronomy* 9. 247.
 16. MORRISON, J.E.–ALLEN, J.R.R.–WILKINS, D.E.–POWELL, G.M.–GRISSO, R.D.–ERBACH, D.C.–HERNDON, L.P.–MURRAY, D.L.–FORMANEK, G.E.–PFOST, D.L.: 1998. Conservation Planter, Drill and Air-Type Seeder Selection Guideline. *Appl. Eng. Agric.* 4. 300–309.
 17. OREHOVACKI, V.: 2009. Influence of tillage on soil properties, yield and protein content in maize and soybean grain. *J. Environ. Prot. Ecol.* 10. 1013-1031.
 18. PEARSON, K.: 1895. VII. Note on regression and inheritance in the case of two parents. *Proc. R. Soc. Lond.* 58. 240-242.
 19. SANIGA, N.S.–SUSHMA, H.A.–GREENA, P.G.: 2003. Soil and tillage: properties of soil, soil acidity, salt effected soils, soil organic matter, tillage. *Recent Approaches in Agronomy* 71.
 20. SZABÓ, A.–PEPÓ, P.: 2005. Effect of agrotechnical and meteorological factors on yield formation in sunflower production. *Cereal Research Communication*. 33. 1. 49-52. <https://doi.org/10.1556/crc.33.2005.1.11>
 21. TAHOUN, A.M.A.–EL-ENIN, M.M.A.–MANCY, A.G.–SHETA, M.H.–SHAABAN, A.: 2022. Integrative soil application of humic acid and foliar plant growth stimulants improves soil properties and wheat yield and quality in nutrient-poor sandy soil of a semiarid region. *J. Soil Sci. Plant Nutr.* 22. 2857-2871.
 22. TUKEY, J.W.: 1949. Comparing individual means in the analysis of variance. *Biometrics* 99-114.

23. VISIC, M.: 1991. Correlation between eight characters in three sunflower hybrids and path analysis of the coefficients. *Savremena Poljoprivreda*. 39. 3. 27-34.
24. WANG, Y.F.–XIANG L.J.–YU, B.C.–HU, Q.–JIA, Z.C.: 1997a. The dynamics of oil accumulation in sunflowers (*Helianthus annuus L.*) and its relationship with temperature. *Arquitectura del Paisaje*. 37. 44-46.
25. WANG, Y.F.–XIANG, L.J.–YU, B.C.–HU, Q.: 1997b. The dynamics of oil accumulation in sunflowers (*Helianthus annuus L.*) and its relationship with temperature conditions. *Oil Crops of China*. 19. 1. 44-46.
26. YATES, F.: 1934. The analysis of multiple classifications with unequal numbers in the different classes. *J. Am. Stat. Assoc.* 29.185. 51-66.

Internetes hivatkozások:

1. Horsch weboldal. 2024. <https://www.horsch.com/hu/termekek/szemenkenti-vetogepek/maestro/maestro-sv/sx> letöltés időpontja: 2024.05.18. 16:25
2. John Deere 1750 weboldal. 2024. <https://www.kite.hu/gepek-eszkozok/vetogepek/john-deere-1705-os-sorozatu-szemenkenti-vetogepek/5/450> leöltés időpontja: 2024.09.17. 16:40
3. Precision Planting weboldal. 2024. <https://www.precisionplanting.com/products/planters> letöltés időpontja: 2024.01.15. 17:55



Nyilvántartási szám: DEENK/325/2025.PL
Tárgy: PhD Publikációs Lista

Jelölt: Monoki Szabolcs Imre
Doktori Iskola: Kerpely Kálmán Doktori Iskola
MTMT azonosító: 10100531

A PhD értekezés alapjául szolgáló közlemények

Magyar nyelvű tudományos közlemények hazai folyóiratban (1)

1. **Monoki, S. I.**: A napraforgó (*Helianthus annuus* L.) tőszámreakciójának vizsgálata heterogén termőképességű termőterületeken.
Növénytermelés. 72 (2), 87-95, 2023. ISSN: 0546-8191.

Idegen nyelvű tudományos közlemények hazai folyóiratban (2)

2. **Monoki, S. I.**, Csornai, G., Zalai, M., Nagy, J.: Economics of site specific crop density in precision sunflower (*Helianthus annuus* L.) production.
Acta agrar. Debr. 2023 (1), 91-96, 2023. ISSN: 1587-1282.
DOI: <http://dx.doi.org/10.34101/actaagrar/1/12042>
3. **Monoki, S. I.**, Csornai, G., Zalai, M., Nagy, J.: Site-specific plant number control in precision sunflower (*Helianthus annuus* L.) production.
Rev. Agric. Rural Dev. 11 (1-2), 79-85, 2022. ISSN: 2063-4803.
DOI: <http://dx.doi.org/10.14232/rard.2022.1-2.79-85>

Magyar nyelvű absztrakt kiadványok (1)

4. **Monoki, S. I.**, Nagy, J.: Az évjárat, a termőhely és a tőszám változásának hatása a napraforgó (*Helianthus annuus* L.) termesztésének eredményességére.
In: *Növény és környezet: a debreceni tartamkísérletek 40 éve*. Szerk.: Kakuszi-Széles Adrienn, Debreceni Egyetem MÉK Fölhasznosítási, Műszaki és Precíziós Technológiai Intézet, Debrecen, 42, 2023. ISBN: 9789634905400

Idegen nyelvű absztrakt kiadványok (1)

5. **Monoki, S. I.**, Csornai, G., Nagy, J.: Site-specific plant number control in precision sunflower (*Helianthus annuus* L.) production.
In: *19th Wellmann International Scientific Conference : Book of abstract*. Ed.: Kiss Orsolya
University of Szeged Faculty of Agriculture, Hódmezővásárhely, 58, 2022. ISBN: 9789633068601





További közlemények

Idegen nyelvű tudományos közlemények külföldi folyóiratban (2)

6. Zalai, M., Bojtor, C., Nagy, J., Széles, A., **Monoki, S. I.**, Illés, Á.: Challenges in precision sunflower cultivation: the impact of the agronomic environment on the quality of precision sowing techniques and yield parameters.

AgriEngineering. 7 (5), 1-24, 2025. ISSN: 2624-7402.

DOI: <https://doi.org/10.3390/agriengineering7050145>

IF: 3 (2023)

7. Nagy, J., Zalai, M., Illés, Á., **Monoki, S. I.**: The Impact of Crop Year and Crop Density on the Production of Sunflower in Site-Specific Precision Farming in Hungary.

Agriculture-Basel. 14 (9), 1-14, 2024. EISSN: 2077-0472.

DOI: <https://doi.org/10.3390/agriculture14091515>

IF: 3.3 (2023)

A közlő folyóiratok összesített impakt faktora: 6,3

A közlő folyóiratok összesített impakt faktora (az értekezés alapjául szolgáló közleményekre): 0

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, 2025.05.26.

