

Egyetemi doktori (PhD) értekezés tézisei

**HAGYOMÁNYOS ÉS GEOREFERÁLT ADATOKON ALAPULÓ
SZÁNTÓFÖLDI NÖVÉNYTERMESZTÉSI TECHNOLÓGIÁK
ÖSSZEHASONLÍTÓ HATÉKONYSÁGVIZSGÁLATA
KONVENCIONÁLIS NÖVÉNYEK ESETÉBEN**

Szabó Levente

Témavezető:

H. C. Prof. Dr. Nábrádi András

Egyetemi tanár



DEBRECENI EGYETEM

Ihrig Károly Gazdálkodás- és Szervezéstudományok

Doktori Iskola

Debrecen, 2024

1. A KUTATÁS ELŐZMÉNYEI, CÉLKITŰZÉSEI ÉS A KUTATÁSI HIPOTÉZISEK BEMUTATÁSA

Munkámból kifolyólag több, mint egy évtizede foglalkozom a precíziós gazdálkodással, annak gyakorlati alkalmazásával, kivitelezésével. A fogalom visszatérően, egyre gyakrabban megjelenik mind az elméletben, mind a gyakorlatban, leginkább műszaki és agronómiai értelemben.

A szántóföldi növények termesztéstechnológiájának fejlődése, a legújabb genetikák, az új megoldások, technológiai beavatkozások és azok kivitelezéséért felelős géprendszerek folyamatosan fejlődnek és adaptációjuk révén beépülnek a növénykultúrák termesztéstechnológiájába.

A precíziós termesztéstechnológiák alkalmazásának előnyei leginkább az egyes szántóföldi növények termesztése során alkalmazott technológiai beavatkozások kivitelezésében, végrehajtásában mutatkoznak meg.

A hagyományos, sok esetben konvencionális kifejezéssel aposztrofált technológiák és a legújabb, precíziós technológiák összehasonlításakor a technológiaváltás előnyei, hátrányai, a technológiaváltáshoz szükséges többletberuházás, annak megtérülésszámítása és a technológiaváltás során beszerzett, az új technológia végrehajtását biztosító eszközök, eszközrendszerek szakszerű kezeléséhez, működtetéséhez szükséges humánerőforrás tudása és műszaki-technikai felkészültsége képezik a fókuszpontokat.

A precíziós gazdálkodással kapcsolatos tanulmányok, kutatások elemzik az alkalmazott precíziós technológiai elemek növényre, hozamra, jövedelemre gyakorolt hatását, vagy más, műszaki megközelítésben a gépekbe épített tudást lehetőségként értékelve mérik, számszerűsítik annak agrotechnikai hasznát.

A mai kor legmodernebb távérzékelési eszközeinek, a gépekbe épített részben vagy teljes egészben automatizált szenzoroknak és a szenzorok, chippek által mért és továbbított adatoknak, azok feldolgozására alkalmas számítástechnikai fejlesztéseknek, szoftvereknek, applikációknak és információs rendszereknek köszönhetően a precíziós gazdálkodás szántóföldi növénytermesztési célú értelmezése új szintre emelkedik.

Az első lépcsőfok a helymeghatározó rendszerek mezőgazdasági célú használata, a szintlépés pedig akkor történik meg, amikor a földrajzi adatok mezőgazdasági célú használata széles körben elterjed és beépül a technológiai végrehajtás gyakorlatába.

Itt érkezünk el a georeferált adatokon alapuló szántóföldi növénytermesztéshez, vagyis amikor a táblaszintű információknál mélyebb, részletesebb georeferált adatok összegyűjtésével, egységesítésével, feldolgozásával és elemzésével képesek vagyunk a táblán belüli eltéréseket cellaszinten felismerő és növény-specifikusan kezelni képes rendszer által nyújtott előnyök mindennapi gyakorlatba történő transzformációjára és hasznosítására.

A georeferált adatokon alapuló szántóföldi növénytermesztésben alkalmazott technológiák gyakorlati alkalmazásának, használatának további vizsgálatára és elemzésére, a technológia által generált indirekt, vagy direkt hatások számszerűsítésére vitathatatlanul szükség van. Az eddig összegyűjtött ismeretanyag és gyakorlati tapasztalat adaptációja és elterjesztése fel kell, hogy gyorsuljon annak érdekében, hogy ne csak egy adott táblára, növénytermesztési ágazatra, üzemre vagy vállalatra vonatkozó információval rendelkezünk! A táblán belüli eltéréseket is kezelni kell, hogy tudjuk mit kell tenni a technológia továbbfejlesztése érdekében. A táblaszintű információknál (még ha azok növény-specifikusak is) mélyebb, részletesebb adatokra van szükség, amit a georeferált adatok összegyűjtésével, egységesítésével, feldolgozásával és elemzésével kell kiegészíteni. A mai technika (legyen az műszaki- vagy IT megoldás) képes az adatok összegyűjtésére és egységesítésére, azok kötegelt kezelésére, az adatok feldolgozásához és elemzéséhez viszont az alkalmazott számítástechnikai szoftverek mellett szükség van az emberi tudásra, aminek segítségével el lehet jutni a táblán belüli eltéréseket cellaszinten felismerő és kezelni képes rendszer megalkotásához. Ha sikerül igazolni, hogy a szántóföldi növénytermesztés jelenleg legkisebb egységeként kezelt tábla, vagy parcella térbeli heterogenitásából eredő eltéréseket adatgyűjtés és elemzés segítségével ki lehet mutatni és a rendelkezésre álló adatokból térinformatikai szoftverek, alkalmazások segítségével a cellákat is külön egységként kezelni képes térképet lehet előállítani, akkor meg lehet tenni a következő lépést, hogy a technológia kivitelezése során a technológiai beavatkozást végrehajtó gépkapcsolat cellaszinten legyen képes differenciálni, akár a talajművelés, akár az inputanyagok kijuttatása esetében.

A gyakorlati haszna az lehet a cellaszintű információk technológiába történő átültetésének, hogy el lehet jutni a hatékony szántóföldi növénytermesztés egy magasabb, nemzetközi összehasonlításban is versenyképesebb fokozatára.

A precíziós gazdálkodás a mai szinten arra képes, hogy az átlagok helyett bizonyos mértékű differenciálást tegyen lehetővé. A következő szinten, a technológiai fejlesztéseket, újításokat a gyakorlatban alkalmazó szántóföldi növénytermesztéssel foglalkozó gazdák tovább finomíthatják a táblán belüli eltérések kezelését. Ezzel eljuthatnak odáig, hogy az átlagos hatékonyságjavulás mellett, a pótlólagos hatékonysági mutatók és a marginális hatékonysági mutatók számszerűsítésének köszönhetően optimalizálni tudják ráfordításaikat! Mindez, pedig megteremti a lehetőségét a termelésük intenzitásának növelésére és a vetésszerkezetük közgazdasági értelemben vett optimalizálására.

A kutatási téma és annak célja önmagában nézve is rendkívül aktuális. Időszerű, hiszen ha csak az elmúlt néhány év világszintű, Európa szintű, vagy éppen nemzetgazdasági szintű gazdasági hatásainak magyar mezőgazdaságra, annak versenyképességére, a magyar mezőgazdaságban dolgozó és annak jövedelméből élő gazdasági szervezetekre, magánszemélyekre gyakorolt hatását vesszük figyelembe, abszolút értelemben kijelenthető, hogy a szántóföldi növénytermesztés és az abból jövedelmet realizáló gazdálkodók, általános jövedelmi helyzete igen gyorsan és nagymértékben megváltozott. A gazdasági hatások mellett a szabályozások, szabályozók (értem ezalatt a támogatási rendszert is) változásai is aktuálissá teszik a témát, hiszen az előírásoknak való megfelelés sok esetben nemcsak adminisztratív teherrel jár együtt, hanem a termesztett növények körére, így a vetésforgóra, az alkalmazott technológiákra és azok időben vagy éppenséggel térben történő végrehajtására és dokumentálására, validálására is hatást gyakorol.

A kutatási téma magában foglalja a georeferált adatokon alapuló szántóföldi növénytermesztési technológiák alkalmazása során használt és a technológiába adaptált legújabb műszaki- és információtechnológiai megoldások hatásainak ökonómiai elemzését, valamint a technológia gyakorlatban történő alkalmazásának összehasonlító hatékonyságvizsgálatát a négy, Magyarországon legnagyobb területen termesztett szántóföldi növény esetében.

A kutatás fontosabb célkitűzései

A témában jártas és érdekelt kutatók, technológiai fejlesztők eddigi vizsgálatai leginkább egy-egy technológiai elemre irányultak és parcella, tábla vagy üzem szintre terjedtek ki. Vizsgálták és mérték az összehasonlításra kerülő precíziós technológiai elemek termelési költsége, termelési értékre, jövedelemre gyakorolt hatásait, valamint a technológia bevezetéséhez szükséges beruházások megtérülését és pénzértékben kifejezett mutatók szűkebb körének említése mellett számszerűsítették azokat.

Fentiek kiegészítése és komplexé tétele, a technológia más szempontok szerinti vizsgálata érdekében fontosnak tartom elvégezni az időbeli, rész-egész, valamint azonos feltételekkel gazdálkodók adataival történő összehasonlító hatékonyságvizsgálatokat, számszerűsített, megképzett, kifejezési módjuk szerint naturális és értékbeli mennyiségi mutatók segítségével, üzemi, regionális és országos szinten.

Az általam célul kitűzött összehasonlításokhoz a táblaszintű információknál (még ha azok növény-specifikusak is) sokkal részletesebb adatokra van szükség, amit a georeferált adatok összegyűjtésével, egységesítésével, feldolgozásával és elemzésével lehetséges elvégezni és érdemes eljutni az összemérés legmagasabb szintjére, amikor már társadalmi (nemzetgazdasági) szintű hatékonyságról beszélünk, mely sokszor említésre kerül, ugyanakkor kevés (vagy egyáltalán nincs) a rendelkezésre álló hiteles, megbízható és igazolt mérés, elemzés, mely a gazdasági szereplők számára a benchmarking alapjául szolgálhatna.

1. Szakmai elhivatottságom, üzleti érintettségem és a témával kapcsolatos ismereteim, gyakorlati tapasztalataim predesztinálták dolgozatom elsődleges célját, mely nem más, mint a hagyományos, illetve a georeferált adatokon alapuló szántóföldi növénytermesztési technológiák növénykultúránkénti (a vizsgált négy, egyben a legnagyobb területen termesztett szántóföldi növény) és évenkénti (a vizsgált öt éves idősor minden egyes évének) összehasonlítása, a számszerűsíthető értékeken alapuló hatékonyságvizsgálatok elvégzése, a naturális és az ökonómiai hatékonysági mutatók megképzése és összevetése üzemi, regionális és országos szinten, megerősítve a georeferált adatokon alapuló termesztéstechnológiák alkalmazásának létjogosultságát, kimutatva azok hasznát mind ökonómiai, mind pedig ökológiai értelemben.

További céljaim között szerepelnek a következők:

2. Vizsgálni a georeferált adatokon alapuló természetstechnológiák alkalmazásának a jövő mezőgazdaságára gyakorolt hatását, kiemelt figyelmet fordítva természetes környezetünkre, annak fenntarthatóságára.
3. Elemezni a technológiaváltás fontosságát az Európai Zöld Megállapásban foglaltaknak való megfelelés érdekében.
4. Áttekinteni a technológiát használó, szántóföldi növénytermesztésben érdekelt magán- és jogi személyek gazdálkodását, a 2022. november 7-én bizottsági döntéssel elfogadott, új KAP stratégia legfontosabb céljainak való megfeleltetése vonatkozásában.
5. **Kiemelt célom**, hogy a Magyarországon immáron több mint egy évtizede jelenlévő precíziós növénytermesztés legmagasabb szintjét jelentő, újdonságnak számító georeferált adatokon alapuló növénytermesztési technológiák haszna, hasznossága, hatékonyságra gyakorolt pozitív hatása **ökonómiai és ökológiai értelemben is mérhető, kimutatható, bizonyított, kézzelfogható, széles körben publikált és könnyen hozzáférhető** legyen valamennyi mezőgazdasági szereplő számára.

Mindezekon túlmenően feladatomban tekintem az egyetemekkel való kutatási és oktatási-képzési együttműködés elmélyítését a témában szerzett tudás, ismeretanyag hallgatói képzés formájában történő felhasználásával.

Célkitűzések és hipotézisek

Az alapvető cél összefüggésben van az alaphipotézissel **H1, miszerint a georeferált adatokon alapuló szántóföldi növénytermesztési technológiák alkalmazása – összehasonlítva a hagyományos technológiákkal – természetes és ökonómiai hatékonyságjavulást eredményezhet.**

Az összehasonlítható hatékonyságvizsgálatokat különböző szinteken lehet és érdemes elvégezni. Legkisebb egységként a parciális hatékonyságot szokták kezelni, de ahhoz, hogy a hipotézis igazolható legyen, az adatgyűjtést ki kell szélesíteni.

A vizsgálatban szereplő és a kérdőívet kitöltő gazdaságoktól származó, szűrt és feldolgozott, részben kumulált, növényfajonként-i és évenkénti adatok képezik a szekunder adatgyűjtésből származó ágazat-, üzem- és régiószintű adatokat.

Az üzemszintű adatok lehetővé teszik az üzemi, az üzemen belüli (parciális hatékonyság), a regionális, a régió belüli, továbbá az országos (társadalmi hatékonyság) összehasonlításokat.

Az országos szinten végzett részben primer, részben szekunder adatgyűjtésnek lehetővé kell tennie, hogy célzottan fókuszálhassunk a vizsgált gazdaságok által művelt földterületeken végzett mezőgazdasági tevékenységre, azon belül is a műveleti adatokra, melyek a különböző webalapú platformokon keresztül elérhetőek.

A John Deere, mint a világ egyik legnagyobb mezőgépgyártója rendkívüli erőfeszítéseket tesz a mezőgazdaság digitalizációja érdekében, különös tekintettel a helymeghatározás pontosítására, az adatkommunikációra, a vezeték nélküli adatátviteli megoldásokra és a webes adatszolgáltatásokra.

A platformok közül, a MyJohnDeere művelési központját (Operation Center) választottam, mely az egyes mezőgazdasági műveletek rögzítésén, dokumentálásán és tárolásán túl amellet, hogy betekintést nyújt a táblaszintű műveleti adatokba, lehetővé teszi az analízisek elvégzését és alapjául szolgál az országos elemzéseknek, melyek hozzáférhetőek a platformot használó gépgyártók, gépkereskedők, műszaki szolgáltatók, szaktanácsadók, gépüzemeltetők és a gazdálkodók számára egyaránt.

Az ökológiai lábnyom kifejezés és a környezeti fenntarthatóság közismert fogalmak és egyre inkább beépülnek mindennapjaink kommunikációjába. Az iparszerű mezőgazdasági termelés a hatékony élelmiszeralapanyag-előállítást szolgálja, ugyanakkor a fokozott kemikáliahasználattal vagy éppenséggel a művelésbe vont területek túlművelésével a környezet terhelése mellett önmaga is fogyasztja, csökkenti a termelés elsődleges tőkeelemét, a termőföldet.

Így a második hipotézis **(H2)** alapján, **a georeferált adatokon alapuló szántóföldi növénytermesztési technológiák használata, alkalmazása pozitív hatással lehet a környezeti fenntarthatóságra**, ami részben összefügg a harmadik hipotézisemmel, mely a tanulmány aktualitását tekintve korántsem elhanyagolható.

A hamarosan életbe lépő uniós szabályozások és az átalakulóban lévő mezőgazdasági támogatási rendszer (2022. november 7-én bizottsági döntéssel elfogadott, 2023-2027 között megvalósításra kerülő KAP stratégia, melynek illeszkedni kell az „Európai Zöld Megállapodás” két kulcseleme, a „Termőföldtől az asztalig” stratégia és a „Biodiverzitás stratégia” célkitűzéseikhez) komoly hatással lesz a magyar mezőgazdaságra, annak szereplőire, jövedelemtermelő képességére és versenyképességére.

A harmadik hipotézisem **(H3)** szerint, **a szántóföldi növénytermesztést folytató, georeferált adatokon alapuló technológiát használó, alkalmazó magán- és jogi személyek meg tudják feleltetni gazdálkodásukat az új KAP stratégiában megfogalmazott legfontosabb céloknak.**

2. ADATBÁZIS ÉS AZ ALKALMAZOTT MÓDSZEREK ISMERTETÉSE

A georeferált adatokon alapuló szántóföldi növénytermesztés hatékonyságvizsgálata kiemelt terület kell, hogy legyen a digitalizált mezőgazdaságban, ugyanis a ráfordítások, hozamok, jövedelem, jövedelmezőség, hatékonysági mutatók elemzése komoly döntéstámogató hatással bírnak a szántóföldi növénytermesztésben érdekelt gazdaságok jövőbeli agronómiai, IT, illetve műszaki fejlesztései tekintetében, az intenzitás növelésében és a vetésforgó összeállításában.

2.1. Adatbázisok, adatforrások

A dolgozatomhoz szükséges adatgyűjtés **négy** szinten valósult meg:

1. Hazai adatbázisokból származó, az összehasonlításokhoz szükséges független adatok begyűjtése.
2. A MyJohnDeere platformról történő, a kombájnok által dokumentált táblaszintű adatok legyűjtése.
3. A KITE Zrt. precíziós gazdálkodási szaktanácsadási szolgáltatását igénybe vevő, georeferált adatokon alapuló technológiát folytató, a kutatás szempontjából releváns gazdaságoktól származó célzott adatgyűjtés.
4. A fentiek szerint definiált gazdaságok közül egy kiválasztott célgazdaság üzem és ágazatszintű mélyelemzése.

2.1.1. Adatok, független hazai adatbázisokból

Amennyiben országos elemzéseket szeretnénk végrehajtani, az egyik legkézenfekvőbb megoldás lehet olyan szakmailag független, hiteles, objektív statisztikai adatbázisokat felhasználni, melyek jól reprezentálják a hazai mezőgazdaság helyzetét, annak szerkezeti állapotát, valamint legfontosabb ismérveit. A Központi Statisztikai Hivatal (KSH), olyan idősoros mezőgazdasági adatokkal rendelkezik, melyek hatékonyan segítik a komplex elemzési munkát. A mezőgazdasági összeírások (Agrárcenzusok) az európai uniós és hazai jogszabályi felhatalmazás alapján kerülnek végrehajtásra, részletes betekintést biztosítva a magyar agrárium valamennyi ágazatába.

Országos szintű elemzéseim és összehasonlításaim egyik fontos alapeleme a KSH által közzétett, főbb szántóföldi növények (őszi búza, kukorica, napraforgó, őszi káposztarepce) termőterülete és hozamainak alakulása 2018-2022 között (1. táblázat).

1. táblázat: Az elemzésekbe vont főbb szántóföldi növények termőterületeinek és a fajlagos hozamok alakulása

Év	Őszi búza		Kukorica		Napraforgó		Őszi káposztarepce	
	Termőterület (ha)	Fajlagos hozam (t/ha)	Termőterület (ha)	Fajlagos hozam (t/ha)	Termőterület (ha)	Fajlagos hozam (t/ha)	Termőterület (ha)	Fajlagos hozam (t/ha)
2018	1 026 151	5,12	939 080	8,49	616 951	2,97	330 561	3,03
2019	1 015 640	5,29	1 027 592	8,06	564 112	3,03	300 601	3,03
2020	936 624	5,47	981 006	8,58	612 565	2,77	310 016	2,83
2021	892 794	5,93	1 054 566	6,13	654 693	2,68	257 535	2,85
2022	950 632	4,40	819 356	3,42	681 674	1,84	203 014	2,50

Forrás: saját szerkesztés, 2024 KSH adatok alapján

Az országos szintű adatgyűjtés nemcsak a termés hozamokra terjedt ki, hanem az aktuális értékesítési árakra is. Az aktuális értékesítési árak az Agrárközgazdasági Intézet (AKI) Piaci Árinformációs Rendszeréből (PÁIR) származnak. A PÁIR adatok a fontosabb termékpályák (gabona, olajnövény, szója, sertés, szarvasmarha, juh, baromfi, tojás, tej, zöldség-gyümölcs, bor, dohány) egyes fázisaihoz kapcsolódó árakat és értékesített mennyiségeket tartalmaznak az európai uniós rendeletekben foglalt követelmények szerint.

A KSH adatbázisa megyei szintig kiterjedő felbontást is biztosít, ezzel szemben az AKI által működtetett Piaci Árinformációs Rendszerből (PÁIR) származó adatok országos szintű, éves termelői átlagárak. Őszi búza esetében, a betakarított termények minőségére vonatkozó információk hiányában a takarmánybúza ára szolgál a számítások alapjául.

2. táblázat: Az országos elemzésekbe vont főbb szántóföldi növények értékesítési árai

Év	Értékesítési ár (Ft/t)			
	Őszi búza	Kukorica	Napraforgó	Őszi káposztarepce
2018	47 441,3	46 467,4	92 070,9	107 679,1
2019	47 806,8	42 949,2	97 187,4	115 252,6
2020	53 111,5	50 336,1	121 085,8	128 410,0
2021	72 257,2	79 180,7	183 525,1	179 228,3
2022	127 683,4	111 388,7	261 624,6	268 431,5

Forrás: saját szerkesztés, 2024 AKI PÁIR alapján

A hozam adatok és az értékesítési árak mellett a termesztéstechnológiai ráfordítások, így a termelési költségek számszerűsítése és összegyűjtése is sarkalatos, illetve kritikus pontja lehet az adatgyűjtésnek, valamint az elemzéseknek.

Az AKI 2000-től folyamatosan készíti el a főbb mezőgazdasági ágazatok költség- és jövedelemhelyzetét bemutató adatbázisát a teszttüzemek adatai alapján.

A Tesztüzemi Információs Rendszer a magyar árutermelő mezőgazdasági vállalkozások vagyoni, pénzügyi és jövedelmi helyzetét figyeli meg évről évre egy 2100 mezőgazdasági termelőből álló reprezentatív mintán keresztül.

A vizsgálatba vont négy kultúrnövény (őszi búza, kukorica, napraforgó, őszi káposztarepce) 2018-2022 közötti intervallumra vonatkozó és az eltérő technológiák növényfajrosor összehasonlításának bázisául az AKI adatait használtam. Az adatbázis tartalmazza a termelési értéket, a közvetlen változó költséget, a termelési költséget (költségnemenként külön), a fedezeti hozzájárulást, az ágazati eredményt és a főtermék önköltségét. Cégjogi forma alapján az adatok ketté vannak bontva az egyéni gazdaságok (őstermelők, egyéni gazdálkodók, családi gazdaságok) és társas vállalkozások körére, valamint az ezek összességét jelentő országos adatokra. A vizsgálat során az országos adatokat használtam.

2.1.2. MyJohnDeere portálról származó adatok

A MyJohnDeere műveli központjának (Operation Center) gépinformációkat tartalmazó eleme a kiválasztott gép aktuális pozíciójáról, üzemórájáról, üzemanyag-szintjéről, sebességéről gyűjt adatokat, melyek bárhol és bármikor hozzáférhetők.

A táblainformációkat tartalmazó modul olyan adatokat tárol, mint például a gazdaság neve, a földterületek elhelyezkedése, a táblanevezéktan, a táblaméret és a területekhez kapcsolt dokumentált adatok, melyek segítségével lehetővé válik az egyes mezőgazdasági műveletek táblaszintű összesítése, elemzése és a gazdaságok törzsadatbázisának menedzselése.

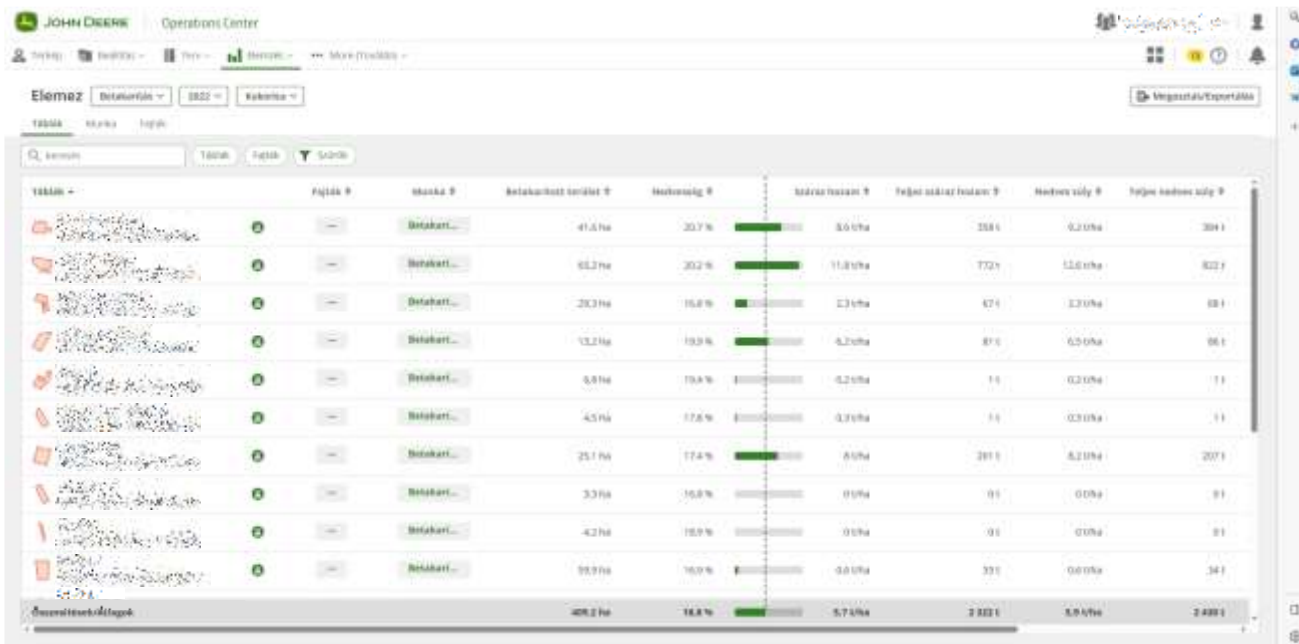
A georeferált adatokon alapuló szántóföldi növénytermesztési technológiát alkalmazó gazdaságok központi adatbázisául a MyJohnDeere portál szolgált.

Az egyes mezőgazdasági műveletek adatai négy fő munkatípusba csoportosítottak a felületen:

- Talajművelés
- Vetés
- Kijuttatás
- Betakarítás

A MyJohnDeere lehetőséget teremt arra, hogy a gazdaságok adatait kötegelten gyűjtsük le munkatípusonként, illetve évenként kategorizálva, sőt vetés és betakarítás esetén a dokumentáció során beállított termény típusa szerint is csoportosítható az adatgyűjtés (1. ábra).

1. ábra: A MyJohnDeere műveleti központjának elemzőfelülete



Forrás: saját szerkesztés, 2024 MyJohnDeere alapján

A négy főnövény esetén, a 2018-2022 közötti időszakra vonatkozó táblaszintű betakarítási adatokat a MyJohnDeere portálról gyűjtöttem be (3. táblázat).

A betakarítási adatok feldolgozását Microsoft Excel-ben hajtottam végre, ahol kiemelt figyelmet fordítottam az adatok tisztítására, valamint a kiugró értékek statisztikai értelemben vett eltávolítására.

3. táblázat: A MyJohnDeere rendszerből származó hozam adatok és betakarított területek, adatszűrést követően, a főbb szántóföldi növények esetében (2018-2022)

Év	Őszi búza		Kukorica		Napraforgó		Őszi káposztarepce	
	MyJD betakarított terület (ha)	Fajlagos hozam (t/ha)	MyJD betakarított terület (ha)	Fajlagos hozam (t/ha)	MyJD betakarított terület (ha)	Fajlagos hozam (t/ha)	MyJD betakarított terület (ha)	Fajlagos hozam (t/ha)
2018	20 460	5,84	18 460	9,84	11 517	3,46	7 999	3,25
2019	25 651	5,71	26 733	9,19	16 639	3,53	10 411	3,44
2020	35 351	5,94	37 117	9,18	23 431	3,09	15 274	3,09
2021	44 314	6,52	55 256	6,90	33 544	3,01	18 788	3,31
2022	59 336	4,94	44 683	4,60	42 606	2,23	15 548	2,86

Forrás: saját szerkesztés, 2024 MyJohnDeere alapján

Általános tény, hogy minél többféle adatbeállítás szükséges egy-egy művelet dokumentációjához, annál nagyobb a hibázási lehetőség és annál rosszabb minőségűek az adatok. Egy helytelen kalibráció, egy rossz paraméterekkel végzett dokumentáció irreális adatokat eredményezhet a dokumentált adatok sorában.

A kukorica és az őszi búza esetében, a táblaszinten átlagosan 0,5 t/ha fajlagos hozam alatti, illetve a 20 t/ha feletti tábla adatokat kiszűrtem, az őszi káposztarepce és a napraforgó esetén a 0,5-10 t/ha közötti fajlagos hozamú táblákat hagytam meg további elemzésekre.

A betakarítás során keletkező extrém kicsi betakarított táblaméretet, így a 0,2 ha alatti dokumentált területegységek szintén kikerültek az elemzésekből. A vizsgált teljes sokaság 95037 db földterületet tartalmaz, amely mintegy 364 cégcsoport alá tagozódik be. A minél pontosabb adatfeldolgozás érdekében – a KITE Zrt. Precíziós gazdálkodási vezetői és a Precíziós gazdálkodási vezető szaktanácsadói bevonása mellett – kiválasztásra kerültek azok a gazdaságok, amelyek több éve jól dokumentáltan gyűjtik a műveleti információkat. Ezzel szakmai alapokon is kiszűrhetővé váltak az elemzés szempontjából problémás adatok, majd a korábban leírt szűrési módszerekkel, tovább finomításra került az adatbázis.

2.1.3. Georeferált adatokon alapuló technológiát alkalmazó gazdaságoktól származó adatok

A MyJohnDeere adatbázis szervezet-ügyfél-gazdaság-tábla hierarchikus tárolási rendszerű, ami közvetlenül nem alkalmas a térbeli kapcsolati elemzésekre, ezért az előfeldolgozás során a gazdaságokat KITE-alközpontokhoz, megyékhez, illetve KITE-régiókhoz (a KITE-régiók nem feleltethetők meg teljes mértékben a közigazgatási régióknak) rendeltem, ezáltal nemcsak időbeli, hanem térbeli elemzések is végrehajthatóak.

A KITE Zrt. Precíziós gazdálkodási vezetői és Precíziós gazdálkodási vezető szaktanácsadói az előszűrt MyJohnDeere adatok alapján a gazdálkodókat/gazdaságokat/üzemeket az alábbi kategóriákba sorolták be:

- Hagyományos gazdálkodást folytató üzemek: Nincs semmilyen precíziós tevékenységük (pl.: nem használnak RTK-jelet¹ – a betakarítás kivételével – egyik agrotechnológiai művelethez sem).
- Precíziós gazdálkodási elemeket alkalmazó gazdaságok: Használnak RTK-jelet az egyes agrotechnológiai műveletekhez.
- Differenciálást végző gazdaságok: Differenciáltan juttatják ki a vetőmagot és/vagy műtrágyát és/vagy növényvédő szert.

¹ Real Time Kinematik: műholdas pozícionáláson alapuló, földi korrekciós jelet használó, valós idejű helymeghatározási rendszer

A csoportosítást követően a precíziós gazdálkodás magasabb fokán álló üzemek közvetlenül megkeresésre kerültek és teljesen anonim módon kértem be a négy kultúrnövényre vonatkozó hozam és termőterületi adatokat (2018-2022 között), valamint a költségadatokat. Az öt KITE-régió vonatkozásában összesen **52** gazdaságtól származó adat került feldolgozásra.

4. táblázat: Georeferált adatokon alapuló termesztéstechnológiát folytató, a precíziós gazdálkodás magasabb szintjén lévő gazdálkodóktól visszaérkezett alapadatok

KITE-régió	Év	Őszi búza		Kukorica		Napraforgó		Őszi káposztarepce	
		Termőterület (ha)	Fajlagos hozam (t/ha)	Termőterület (ha)	Fajlagos hozam (t/ha)	Termőterület (ha)	Fajlagos hozam (t/ha)	Termőterület (ha)	Fajlagos hozam (t/ha)
Északnyugati dunántúli Régió	2018	1 214	7,30	1 066	10,87	490	4,07	869	3,85
	2019	1 764	7,80	1 091	10,61	646	3,57	1 120	3,81
	2020	1 782	8,17	941	11,26	513	3,69	1 108	3,73
	2021	1 924	8,22	1 235	11,79	410	3,18	1 174	3,73
	2022	1 845	8,50	1 082	9,25	488	3,68	1 151	3,55
Középmagyarországi Régió	2018	6 278	5,91	1 326	8,86	2 355	3,14	1 972	3,38
	2019	6 414	6,31	1 359	9,07	2 314	3,37	2 041	3,38
	2020	5 936	6,36	1 559	9,05	1 832	3,42	3 608	3,15
	2021	5 072	7,04	1 632	8,29	3 200	3,15	2 644	3,40
	2022	5 818	4,30	1 514	1,92	3 500	1,92	1 936	3,11
Déli Régió	2018	1 395	5,94	1 341	9,81	630	3,07	539	3,19
	2019	1 231	5,90	1 087	7,71	844	3,17	745	3,06
	2020	1 306	6,21	1 257	10,11	592	3,21	751	3,33
	2021	1 283	5,65	1 242	8,23	820	2,98	560	2,87
	2022	1 409	6,49	1 204	6,57	782	3,08	530	3,78
Északkeletmagyarországi Régió	2018	1 098	7,30	1 563	9,53	1 019	3,52	287	3,55
	2019	1 207	7,72	1 451	10,69	1 006	3,66	286	3,84
	2020	1 616	8,02	1 641	10,36	1 487	3,81	498	3,80
	2021	1 770	7,34	2 017	9,90	1 210	3,70	534	3,32
	2022	1 663	5,29	2 058	6,21	1 318	3,31	671	3,05
Déli-dunántúli Régió	2018	1 747	5,94	1 884	8,65	983	3,31	564	3,16
	2019	1 891	6,33	2 185	8,89	1 235	3,19	562	3,16
	2020	1 859	6,56	2 350	8,97	1 209	3,09	496	3,10
	2021	1 751	6,75	2 367	7,93	1 471	3,15	405	2,95
	2022	1 793	6,70	2 311	7,04	1 394	3,09	373	2,86

Forrás: saját szerkesztés, 2024 szekunder kutatás alapján

A megkeresett gazdaságokban a termelési érték (hozamérték) számításához a vizsgálat évére vonatkozó, növényfajonként elérhető AKI PÁIR értékesítési árakat használtam fel.

A termelési költségek számszerűsítéséhez az AKI tesztüzemi rendszerében résztvevő gazdaságok esetében is alkalmazott költségnemenkénti adatokat gyűjtöttem be:

- Vetőmagköltség
- Műtrágyaköltség
- Növényvédőszer-költség
- Öntözési költség
- Tisztítási költség
- Szárítási költség
- Közvetlen biztosítási költség
- Egyéb közvetlen változó költség
- Szervestrágya költsége
- Gépköltségek (változó ráfordítások, üzem- és kenőanyagok, javítás stb.)
- Idegen gépi szolgáltatások költsége
- Munkabér
- Munkabér közterhei
- Földbérleti díj
- Értécsökkenési leírás
- Egyéb költség
- Tevékenység általános költsége
- Gazdasági általános költség

A természetes mértékegységben (naturáliákban) bekért adatokat, valamennyi vizsgálatban résztvevő gazdaság a természetstechnológiája mentén biztosította számomra, vagyis a talajelőkészítéstől a betakarításig, minden művelet gépi munkájának üzemanyag-felhasználása és a felhasznált inputanyag-mennyiségek növénykultúránként és évenként álltak rendelkezésre.

Ezen kívül olyan célzott kérdésekkel kerestem meg a gazdaságokat, amelyek a georeferált adatokon alapuló természetstechnológiák alkalmazása során jelentkező ráfordításoldali megtakarításokat és eredményoldali többleteket hivatottak felmérni és számszerűsíteni:

Mennyi inputot (naturáliában kifejezve) spórol meg differenciált művelésmód alkalmazása esetén? (%), Mennyi a gázolaj-megtakarítás RTK használatával? (%), Mennyi a munkaidő-megtakarítás RTK használatával? (%), Mennyi terméstöbblet érhető el RTK használatával? (%), Alkalmaz-e összevont munkaműveleteket? Amennyiben igen, úgy mennyi munkaműveletet spórol meg? (%).

Ezek a célzott kérdések egyrészt pontosabb betekintést nyújtottak a georeferált adatokon alapuló termesztéstechnológiát folytató gazdaságok természetes hatékonyságának vizsgálatába, másrészt az 52 gazdálkodótól visszaérkezett sokrétű információt fel tudtam használni a termelési költségek számszerűsítéséhez és az összehasonlító vizsgálatokhoz (a négy kultúrnövény esetén, 2018-2022 között). Az inputanyag-megtakarításra vonatkozó kérdés külön-külön nem taglalja a vetőmag-, műtrágya- és növényvédő szer felhasználásban jelentkező megtakarításokat, ezért összességében, a teljes agronómiai inputanyag felhasználásra vonatkoztatva került számszerűsítésre a megtakarítás. A gázolaj-megtakarítás szintén a georeferált adatokon alapuló technológiák egyik hozadéka. Az AKI költség- és jövedelemszerkezetet leíró adatbázisában külön nem szerepel az üzemanyag költség, hanem a gépi költségekben belefoglalva található. Ennek megfelelően, a gazdálkodói válaszok alapján felfelé korrigáltam az üzemanyag-felhasználásokat. Ami azt jelenti, hogy a szekunder kutatás során az 52 gazdaságból beérkezett, a négy növénykultúrára és a vizsgált öt évre vonatkozóan megadott üzemanyag-fogyasztási adatokat visszakorrigáltam az üzemanyag-megtakarítási adatokkal, szimulálva azt az állapotot, hogy a hagyományos technológiát alkalmazó gazdálkodók vélhetően mekkora üzemanyag-fogyasztást realizáltak volna. Így a prediktált fajlagos üzemanyag-fogyasztási adatokat a KSH által megadott fajlagos hozamokkal elosztva kikalkulálható az 1 tonna szemtermésre vetített fajlagos üzemanyag-felhasználás (l/to), ami pénzértékben is kifejezhető, ugyanis a KSH adatbázisában elérhetők a vizsgált időszak (2018-2022) átlagos üzemanyagárai, amely felsorozható a fajlagos üzemanyag-fogyasztási adatokkal, ezzel a georeferált adatokon alapuló és a hagyományos értelemben vett technológiák üzemanyag-költségei is számszerűsíthetők.

A gazdálkodók által megadott adatok egy box-plot analízisen estek át, ugyanis az esetleges kiugró értékek torzíthatják a végeredményeket, ami hamis következtetésekhez vezethet.

Ennek érdekében kiszámoltam a visszaérkezett adatok (adatsorponként külön-külön) alsó (Q1) és felső kvartiliseit (Q3), majd az interkvartilis terjedelem (IQR) szántóföldi ágazatok esetében szokásosan használt 1,5-szörösével kalkulálva határoztam meg az adatszűrés határokat (felső adatszűrés határ: $Q3 + 1,5 \cdot IQR$, alsó szűrés határ: $Q1 - 1,5 \cdot IQR$). A fentiek szerint beazonosított kiugró értékeket kizártam az elemzésekből és összehasonlításokból.

2.1.4. Üzemszintű adatok

A régiós- és országos szintű adatokon túl szükségesnek tartottam az üzemszintű adatok felhasználását és vizsgálatát annak érdekében, hogy a parciális hatékonyság üzemszinten, vagyis az adott vállalaton belüli ágazatok esetében is mérhetővé és összehasonlíthatóvá váljon. Ennek érdekében kiválasztásra került egy georeferált adatokon alapuló technológiát folytató cég (Baki Agrocentrum Kft.), mely szolgáltatja a szükséges információkat.

A cég biztosította az előzőekben definiáltaknak megfelelő hozam-, terület- (5. táblázat) és költségadatokat, kiegészítve az értékesítési árakkal (6. táblázat).

5. táblázat: A vizsgált négy kultúrnövény termőterületeinek és fajlagos hozamainak alakulása a Baki Agrocentrum Kft.-nél.

Év	Őszi búza		Kukorica		Napraforgó		Őszi káposztarepce	
	Termőterület (ha)	Fajlagos hozam (t/ha)	Termőterület (ha)	Fajlagos hozam (t/ha)	Termőterület (ha)	Fajlagos hozam (t/ha)	Termőterület (ha)	Fajlagos hozam (t/ha)
2018	700	7,51	400	9,81	400	4,11	500	4,23
2019	750	8,04	300	11,15	400	3,48	550	3,84
2020	750	8,51	200	11,55	200	3,51	450	4,04
2021	900	8,31	400	12,51	60	1,15	500	3,89
2022	700	9,11	300	10,15	150	3,41	500	3,40

Forrás: saját szerkesztés, 2024 szekunder kutatás alapján

6. táblázat: Az elemzésekbe vont főbb szántóföldi növények üzemi értékesítési árai

Év	Értékesítési ár (Ft/t)			
	Őszi búza	Kukorica	Napraforgó	Őszi káposztarepce
2018	51 000	46 500	112 500	115 000
2019	51 000	46 500	112 500	115 000
2020	52 000	58 000	119 500	124 000
2021	72 500	82 000	207 000	176 000
2022	122 000	105 000	285 000	312 000

Forrás: saját szerkesztés, 2024 szekunder kutatás alapján

2.1.5. Hatékonysági mutatók képzésének módszertani háttere

A kutatás során összegyűjtött adatok a kérdőívekben szereplő kérdésekre adott válaszok logikáját és sorrendjét követve kerültek feldolgozásra. Így elsőként a georeferált adatokon alapuló technológiát alkalmazó gazdaságok által realizált ráfordításoldali megtakarítások és eredményoldali növekmények kerültek számszerűsítésre, majd pedig az így nyert értékek alapján kerültek megképzésre a természetes hatékonysági mutatók.

A fentieknek megfelelően a következő természetes hatékonyság mérésére alkalmas közvetlen hatékonysági mutatók (egyenes vagy fordított hatékonysági mutatók, attól függően, hogy az eredményt kifejező hozam a mutató számlálójában vagy nevezőjében van) kerültek számszerűsítésre, megképzésre: területi termelékenység (fajlagos hozam), munkatermelékenység, inputanyagráfordítás-arányos fajlagos hozam, egy tonna szemtermésre eső üzemanyag felhasználás, munkaműveletráfordítás-arányos fajlagos hozam. A mutatók számszerűsítésénél a számlálóban szereplő fajlagos hozam adatok kultúránkénti, adott évre vonatkozó adatok, melyek a KSH adatbázisából, illetve a szekunder kutatásból (a vizsgált 52 partnergazdaság) származnak, míg a nevezőben 1 egység került rögzítésre. Az egy tonna szemtermésre eső üzemanyag felhasználás számszerűsítéséhez a korábbiakban definiált számítások szerinti prediktált fajlagos üzemanyag-fogyasztási adatokat, valamint a szekunderkutatásból származó adatokat használtam.

A természetes mutatók megképzését követte az ökonómiai hatékonyság összehasonlítására alkalmas mutatók számszerűsítése. Ennek első lépéseként számszerűsítésre került a termelési érték (hozamérték), a fajlagos hozamok (országos KSH hozam, MyJohnDeere-ből származó hozam, szekunder kutatásból származó hozam) és az értékesítési egységár (AKI PÁIR, szekunder kutatásból származó egységár) szorzataként (7. táblázat).

Az összehasonlíthatóság érdekében a termelési érték (hozamérték) üzemszintű számszerűsítésénél alkalmaztam mind az AKI PÁIR, mind pedig a kutatásból származó értékesítési egységárakat.

A hozamtartalommal nem rendelkező egyéb tényezőkkel (területalapú alaptámogatás, zöldítés feltételeinek betartásáért járó plusz területalapú támogatás, stb.) nem kalkuláltam.

7. táblázat: A hozamok és értékesítési egységárak forrásai

Hozam (t/ha)	Értékesítési egységár (Ft/t)	Termelési költségek (Ft/ha)
Megyei és országos KSH adatok	Országos AKI PÁIR adatok	AKI adatok
MyJohnDeere-ből származó adatok	Országos AKI PÁIR adatok	Korrigált AKI adatok
Szekunder kutatásból származó adatok	Országos AKI PÁIR adatok	Szekunder kutatás
Szekunder kutatásból származó üzemi adatok (Baki Agrocentrum)	Országos AKI PÁIR és szekunder kutatásból származó értékesítési ár (Baki Agrocentrum)	Szekunder kutatás (Baki Agrocentrum)

Forrás: saját szerkesztés, 2024 szekunder kutatás alapján

Ezt követően számszerűsítésre került a termelési költség. A termelési költségekre vonatkozó adatoknak három forrása van: AKI tesztüzemi rendszerében résztvevő gazdaságoktól származó adatok, a vizsgálatban résztvevő gazdaságok által realizált inputanyag-megtakarítások számszerűsített és százalékban kifejezett értékével (**vetőmag, műtrágya, növényvédő szer, üzemanyag**) korrigált AKI adatok, a vizsgálatban résztvevő gazdaságoktól a kutatás során begyűjtött adatok. A termelési költségek minden esetben az AKI tesztüzemi rendszerében résztvevő gazdaságok által költségnemenként kimutatott és számszerűsített értékekkel azonos formátumban és adattartalommal kerültek feldolgozásra. Fontos hangsúlyozni, hogy számításaim során a földbérleti díjat nem kalkuláltam bele a termelési költségekbe. A számszerűsített termelési érték (hozamérték), a termelési költség, és annak bizonyos költségelemeinek, valamint a fajlagos hozamok felhasználásával a következő ökonómiai hatékonyság mérésére alkalmas mutatók kerültek számszerűsítésre:

- fajlagos jövedelem,
- munkabér-arányos jövedelmezőség,
- agronómiai inputanyagköltség-arányos jövedelmezőség,
- üzemanyagköltség-arányos jövedelmezőség,
- költségarányos termelési értékek,
- önköltség,
- költségarányos jövedelmezőség,
- termékegységre jutó jövedelem,
- jövedelemszint.

A számszerűsített mutatók mind a közvetlen hatékonysági mutatók közé sorolt termelékenységi, illetve eredmény-arányossági mutatók (viszonyítás alapján), vannak köztük egyenes és fordított hatékonysági mutatók.

2.1.6. Összehasonlító hatékonyságvizsgálatok

Az elemzések és összehasonlítások során az elemzés célja szerint használtam időbeli, részegész, valamint azonos feltételekkel gazdálkodók adataival történő összehasonlításokat, melyek üzemszintű, regionális és országos ágazati összehasonlításokat eredményeztek.

Az összehasonlításokat a számszerűsített, megképezett, kifejezési módjuk szerint naturális és értékbeli mennyiségi mutatók segítségével végeztem el.

Valamennyi megképzett hatékonysági mutató relációjában – növényfajonként és évenként – összehasonlítottam a hagyományos és a georeferált adatokon alapuló természetstechnológiákat, azok hatékonyságát.

Országos szinten összehasonlítottam a hagyományos technológiát alkalmazó gazdálkodók és a szekunder kutatásban részt vevő, georeferált adatokon alapuló természetstechnológiát folytató gazdaságok naturális és ökonómiai hatékonysági mutatóit és kimutattam a különbségeket.

Ezt követően az országos adatokat (hagyományos és georeferált egyaránt) összemértem a partnerkódjuk alapján KITE-régiókhoz sorolt georeferált adatokon alapuló technológiát használó gazdaságok régióként (összesen öt) összesített értékeivel, valamint a különböző régiókat egymással is összehasonlítottam.

Végül a szekunderkutatás során kiválasztott gazdaság üzemszintű adatait, mutatóit hasonlítottam össze a KITE-partnerkód alapján történő besorolás szerinti saját régiójának adataival, valamint az országos adatokkal, ideértve a hagyományos és a georeferált adatokon alapuló gazdálkodást folytató termelők adatait, mutatóit.

3. AZ ÉRTEKEZÉS FŐBB MEGÁLLAPÍTÁSAI

1. A magyar szántóföldi növénytermesztéssel foglalkozó gazdálkodók csak abban az esetben tudják gazdálkodásukat megfeleltetni a környezetvédelmi elvárásoknak és mellette jövedelmezően termelni és versenyképesek maradni, ha mihamarabb áttérnek a georeferált adatokon alapuló szántóföldi növénytermesztési technológiákra.
2. A vizsgálatba vont, georeferált adatokon alapuló szántóföldi növénytermesztést folytató gazdaságoktól származó feldolgozott adatok és azok alapján megképzett hatékonysági mutatók esetében egyértelmű és számszakilag messzemenően igazolt a természetes hatékonyság javulás minden vizsgált kultúra, így az őszi búza, a kukorica, a napraforgó és az őszi káposztarepce esetében is, üzemi, regionális és nemzetgazdasági szinten egyaránt.
3. A hagyományos növénytermesztést folytató gazdaságok mérhető és hivatalosan elérhető, gazdálkodásukat jellemző legfontosabb adatainak elemzése rámutatott arra, hogy országos viszonylatban jelentős hatékonyságjavulás érhető el, amennyiben valaki áttér a vizsgálatom során elemzett gazdaságok által alkalmazott technológiákra.
4. A természetes hatékonyságjavulás mind a ráfordításoldalon, mind pedig a hozamoldalon, így az eredményoldalon is igazolt. Abban az esetben is, ha a vizsgált öt év vonatkozásában figyelmen kívül hagyjuk a szántóföldi növénytermesztésre és a termesztett kultúrák betakarítása során realizált hozamokra nagy hatást gyakorló időjárási tényezőket, évjárat hatásokat. A hozamoldalon mért hatékonyságjavulás, növényfajtól függetlenül jelen van a georeferált adatokon alapuló technológiát alkalmazó gazdaságok esetében.
5. A kutatás egyik legfontosabb megállapítása, mely szerint a természetes hatékonyságjavulás minden vizsgált kultúra esetében, a vizsgálatba vont georeferált adatokon alapuló szántóföldi növénytermesztést folytató gazdaságoktól származó feldolgozott adatok és azok alapján megképzett hatékonysági mutatók esetében igazolt, nem jelenti azt, hogy a két különböző technológia összehasonlítására szolgáló, számszerűsített ökonómiai hatékonysági mutatók mindegyikének esetében is hasonló következtetésre jutunk.

6. Az országos összehasonlítások (a repce kivételével) azt mutatják, hogy a georeferált adatokon alapuló termesztéstechnológiát folytató gazdaságok fajlagos jövedelme meghaladja a hagyományos technológiát folytató gazdaságok fajlagos jövedelmét. A georeferált adatokon alapuló termesztéstechnológia pozitív hatása az ökonómiai hatékonysági mutató esetében is igazolt.
7. A vizsgált gazdaságokban, a technológia alkalmazásának köszönhető országos szinten mért agronómiai inputanyag-megtakarítás számszerűsített értéke 4,28-13,46 % közötti, míg az üzemanyag-megtakarítás 4,86-9,9 %. A fajlagosan jobb értékeket mutató, csökkentett kemikália használat mellett a technológia másik nagy előnye a kisebb karbonlábnyom. Ha figyelembe vesszük a direkt környezetszennyezés mellett a technológia karbonlábnyomra gyakorolt indirekt hatását is, akkor egyértelműen ki lehet jelteni, hogy a georeferált adatokon alapuló technológiára való átállással jelentős lépést tehetünk a karbonsemlegesség irányába.
8. A növényenként és évenként eltérő mértékű országos szinten mért munkaidő-megtakarítás 4,71-7,87 %, az ezzel szoros összefüggést mutató munkaműveleti megtakarítás számszerűsített értéke 9,52-14,92 % közötti, ami az átfedés-és kihagyásmentes, sok esetben automatizált és összevont technológiai munkaműveletekből adódó műveleti menetszámcsökkenés következménye. A technológia alkalmazásának egyenes hatása a kisebb mértékű és számú talajbolygatás, kevésbé taposunk, tömörítjük, illetve porosítjuk el talajainkat.
9. A legfontosabb megállapításom, hogy a georeferált adatokon alapuló növénytermesztést folytató üzemek, gazdaságok mind gazdasági, mind környezeti értelemben fenntarthatóbbak, hatékonyabbak, versenyképesebbek. Emellett pedig a technológia alkalmazásának közvetlen hatása, velejárója, hogy meg tudjuk feleltetni a gazdálkodásunkat az egyre szigorodó környezetvédelmi elvárásoknak (pl.: Európai Zöld Megállapodás), valamint a 2023-2027 közötti évekre vonatkozó Közös Agrárpolitikában megfogalmazott céloknak, előírásoknak, kritériumoknak, ami egyben lehetővé teszi a közvetlen és közvetett támogatások maximalizálását.

4. AZ ÉRTEKEZÉS FONTOSABB MEGÁLLAPÍTÁSAI ÚJ, ILLETVE ÚJSZERŰ EREDMÉNYEI

1. Módszertant dolgoztam ki a hagyományos és a georeferált adatokon alapuló növénytermesztési technológiák hatékonyságának összehasonlítására. Független hazai adatbázisokból (KSH, AKI) származó, a MyJohnDeere műveleti központjában tárolt, a kutatásban részt vevő, adatot szolgáltató, továbbá egy kiválasztott célgazdaság üzem és ágazatszintű mélyelemzéséből származó adatok segítségével természetes és ökonómiai hatékonyság mérésére alkalmas közvetlen hatékonysági mutatókat képeztem, melyek lehetővé tették a két eltérő technológia többszintű (üzem, régió, országos) összehasonlító hatékonyságvizsgálatát.
2. Megállapítottam, hogy a hagyományos és a georeferált adatokon alapuló növénytermesztési technológiák összehasonlítására leginkább alkalmas ökonómiai hatékonysági mutató a területarányos jövedelem, fajlagos jövedelem (Ft/ha), mely a technológiák eltérő intenzitásából adódó költségnövekmény mellett figyelembe veszi és számszerűen tartalmazza a georeferált adatokon alapuló termesztéstechnológiák intenzitásnövekedésével együtt járó hozamnövekedést és az abból adódó termelési érték (hozamérték) növekedést.
3. Kimutattam, hogy országos szinten a georeferált adatokon alapuló termesztéstechnológiát alkalmazó gazdaságok esetében mért agronómiai inputanyag-megtakarítás az őszi búza esetében 4,28-10 %, a kukorica esetében 4,58-10,54 %, a napraforgó esetében 6,63-13,46 %, a repce esetében 4,66-11,05 % közötti volt a vizsgált időszakban.
4. Kimutattam, hogy országos szinten a georeferált adatokon alapuló termesztéstechnológiát alkalmazó gazdaságok esetében mért munkaműveleti megtakarítás az őszi búza esetében 9,54-10,93 %, a kukorica esetében 12,77-14,92 %, a napraforgó esetében 11,43-12,52 %, a repce esetében 9,09-10,73 % közötti volt a vizsgált időszakban.
5. Országos összehasonlításban megállapítottam, hogy a georeferált adatokon alapuló termesztéstechnológiát folytató gazdaságok fajlagos jövedelmében mutatkozó, legnagyobb mértékű hatékonyságjavulás a napraforgó, mint termesztett növény esetében érhető el, melynek mértéke +12% és +107% közötti.

5. AZ EREDMÉNYEK GYAKORLATI HASZNOSÍTHATÓSÁGA

1. A georeferált adatokon alapuló technológiák összehasonlító hatékonyságvizsgálatából származó eredmények, mind a gazdálkodók, mind a szakmai- és szakmaközi szervezetek, mind pedig a szakpolitika szereplői irányába gyakorlati haszonnal bírnak. A Magyarországon immáron több, mint egy évtizede jelenlévő precíziós növénytermesztés hatékonyságra gyakorolt pozitív hatása ökonómiai és ökológiai értelemben is kimutathatóvá, bizonyítottá vált valamennyi mezőgazdasági szereplő számára.
2. A georeferált adatokon alapuló szántóföldi növénytermesztésben alkalmazott technológiák gyakorlati alkalmazásának, használatának további agrotechnológiai értelemben vett elemzésére, vizsgálatára és a technológia által generált indirekt vagy direkt hatások számszerűsítésére azért van szükség, hogy az eddig összegyűjtött tudás, ismeretanyag és gyakorlati tapasztalat adaptációja és elterjesztése felgyorsuljon. Annak érdekében, hogy ne csak egy adott táblára, növénytermesztési ágazatra, üzemre vagy vállalatra vonatkozó információval rendelkezünk, hanem a táblán belüli eltéréseket is kezelni tudjuk, a cellaszintű információk technológiába történő átültetése szükséges, ez által a hatékony szántóföldi növénytermesztés nemzetközi összehasonlításban is versenyképesebb szintre emelkedhet.
3. A georeferált adatokon alapuló növénytermesztést folytató gazdaságok a technológia alkalmazásának közvetlen velejárójaként meg tudják feleltetni gazdálkodásukat az egyre szigorodó környezetvédelmi elvárásoknak (pl.: Európai Zöld Megállapodás), valamint a 2023-2027 közötti évekre vonatkozó Közös Agrárpolitikában megfogalmazott céloknak, előírásoknak, kritériumoknak, ami egyben lehetővé teszi a közvetlen és közvetett támogatások maximalizálását.

6. AZ ÉRTEKEZÉS TÉMAKÖRÉBEN KÉSZÜLT 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/173/2024.PL
Tárgy: PhD Publikációs Lista

Jelölt: Szabó Levente

Doktori Iskola: Ihrig Károly Gazdálkodás- és Szervezéstudományok Doktori Iskola

MTMT azonosító: 10081540

A PhD értekezés alapjául szolgáló közlemények

Magyar nyelvű könyvrészletek (1)

1. Bács, Z., Nábrádi, A., **Szabó, L.**: A precíziós mezőgazdaság felértékeli az üzleti tervezés fontosságát.
In: Utunk az indulástól céljaink eléréséig : megújuló vidék megújuló agrárium, SAPARD20.
Szerk.: Zöldréti Attila, Magyar Közgazdasági Társaság, Budapest, 119-124, 2022. ISBN: 9789638451309

Magyar nyelvű tudományos közlemények hazai folyóiratban (2)

2. **Szabó, L.**, Riczu, P.: A KITE Zrt. Precíziós Gazdálkodási Rendszere.
Gradus. 10 (2), 1-5, 2023. EISSN: 2064-8014.
DOI: <https://doi.org/10.47833/2023.2.AGR.005>
3. **Szabó, L.**, Nábrádi, A.: Az Európai Zöld Megállapodás potenciális hatása az EU és Magyarország növénytermesztésére.
Gazdálkodás. 67 (1), 31-51, 2023. ISSN: 0046-5518.
DOI: https://doi.org/10.53079/GAZDALKODAS.67.1.t.pp_31-51

Idegen nyelvű tudományos közlemények hazai folyóiratban (3)

4. **Szabó, L.**, Riczu, P., Szabó, E., Bai, A., Nábrádi, A.: Impact of precision irrigation on the unit income of maize production.
Agrártud. közl. [Közlésre elfogadva] (-), 1-6, 2024. ISSN: 1587-1282.
5. **Szabó, L.**, Szabó, E., Nábrádi, A.: Positive effects of cultivation technologies based on georeferenced data on the economic sustainability of winter wheat production.
Apstract. 17 (2), 107-113, 2023. ISSN: 1789-221X.
6. **Szabó, L.**, Madai, H., Nábrádi, A.: Potential impact of the European Green Agreement on EU and Hungarian crop production.
Apstract. 16 (2), 1-18, 2022. ISSN: 1789-221X.
DOI: <https://doi.org/10.19041/APSTRACT/2022/2/9>





Magyar nyelvű absztrakt kiadványok (1)

7. **Szabó, L.:** A gazdasági hatékonyság kérdése a hazai gabonatermesztésben, különös tekintettel a precíziós gazdálkodási rendszer (PGR) használatára.

In: Növény és környezet - A debreceni tartamkísérletek 40 éve - Szántóföldi tartamkísérletek eredményeinek hasznosítása a gyakorlatban, üzemmérettől függetlenül / Kakuszi-Széles Adrienn, Debreceni Egyetem, MÉK, Fölhasznosítási, Műszaki és Precíziós Technológiai Intézet, Debrecen, 58, 2023. ISBN: 9789634905400

További közlemények

Ismeretterjesztő, népszerűsítő cikkek (1)

8. **Szabó, L.:** Always renewing.

CEO Magazine. 20 (6), 100-103, 2020. ISSN: 2002-4401.

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

Debrecen, 2024.04.24.

